

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО  
«СЄВЕРОДОНЕЦЬКИЙ ОРГХІМ»

504.064.3

М54

## МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА



Сєвєродонецьк 2019

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО  
«СЄВЕРОДОНЕЦЬКИЙ ОРГХІМ»**

**МЕТОДИ  
ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

*Підручник*

Сєвєродонецьк 2019

УДК 504.064.3:574

М 54

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля  
(протокол № 6 від 22.02.2019 р.)*

**Авторський колектив:**

Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін, П. В. Кузнєцов,  
С. О. Гринь, М. А. Ожередова, М. В. Кошовець, Є. І. Зубцов,  
В. О. Пономарьов, І. В. Кравченко, М, І. Азаров

**Рецензенти:**

- Панасенко В. О.,** доктор технічних наук, професор, начальник науково-технічного відділу, вчений секретар ДУ «НІОХІМ»;  
**Ворожбія М. І.,** доктор технічних наук, професор, професор кафедри охорони праці та екології Харківської державної академії залізничного транспорту;  
**Близнюк О. М.,** доктор технічних наук, професор, професор кафедри фізичної хімії Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

**М 54      Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища:** підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. – Северодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. – 420 с., 126 рис., 67 табл., бібліограф. 132 назв.

ISBN 978-617-11-0109-9

У підручнику викладено форми та методи оцінки якості навколишнього середовища, розглянуто комплексний підхід у проведенні моніторингових досліджень за станом довкілля, додаються існуючі нормативи якості довкілля України, наведено методи дослідження параметрів повітря, води та ґрунту, розглянуто прилади і пристрої, які використовуються для цих досліджень.

Призначено для здобувачів вищої освіти екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів, керівникам та співробітникам підприємств, установ, організацій, активістам охорони довкілля.

УДК 504.064.3:574

© Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін,  
2019

© Східноукраїнський національний університет  
імені Володимира Даля, 2019

© Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут», 2019

© Приватне акціонерне товариство  
«Северодонецький ОРГХІМ», 2019

ISBN 978-617-11-0109-9

---

---

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	9
<b>ВСТУП</b> .....	10
<b>Розділ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ</b>	
<b>НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b> .....	12
1.1. Нормування забруднень навколишнього середовища.....	12
1.1.1. Нормування вмісту речовин у ґрунті.....	14
1.1.2. Нормування вмісту речовин у воді.....	24
1.1.3. Нормування вмісту речовин у повітрі.....	26
1.1.4. Нормування вмісту речовин у продуктах харчування.....	29
1.2. Загальні положення про моніторинг забруднень навколишнього середовища.....	32
1.3. Основні вимоги до методів і засобів екоаналітичного контролю.....	34
1.3.1. Процедури і операції технологічного циклу екоаналітичного контролю забруднення навколишнього середовища.....	34
1.3.2. Вимоги до результатів екоаналітичних робіт.....	36
1.3.3. Вимоги до засобів вимірювань.....	37
1.3.4. Вимоги до допоміжного обладнання.....	38
1.3.5. Вимоги до випробувального обладнання.....	38
1.3.6. Вимоги до засобів метрологічного забезпечення.....	38
1.3.7. Вимоги до методик виконання вимірювань.....	39
1.3.8. Вимоги до засобів пробовідбору.....	39
1.3.9. Вимога до технічної компетентності екоаналітичних лабораторій.....	39
1.4. Класифікація і основні характеристики екоаналітичних засобів.....	40
Питання для самоконтролю.....	41
Література до I розділу.....	42
<b>Розділ 2. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЗА СТАНОМ НАВКОЛИШНЬОГО</b>	
<b>СЕРЕДОВИЩА</b> .....	44
2.1. Сучасні методи дослідження стану навколишнього середовища.....	44
2.1.1. Якісний аналіз стану довкілля.....	44
2.1.2. Кількісні методи аналізу.....	52
2.2. Хімічні методи.....	56
2.3. Фізико-хімічні методи.....	59
2.4. Фізичні методи.....	96
2.4.1. Емісійний спектральний аналіз.....	96
2.4.2. Метод полум'яної фотометрії.....	102
2.4.3. Полум'яні фотометри.....	105
2.4.4. Атомно-абсорбційний спектральний аналіз.....	112
2.4.5. Молекулярно-абсорбційний спектральний аналіз.....	119
2.4.6. Радіометричні методи аналізу.....	128
2.4.7. Рентгеноспектральний аналіз.....	131
2.4.8. Люмінесцентний аналіз.....	135

2.4.9 Мікроскопія.....	139
2.5. Хроматографічний аналіз.....	148
Питання для самоконтролю.....	157
Література до розділу 2.....	159
<b>Розділ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....</b>	<b>161</b>
3.1. Показники складу та властивостей атмосфери і особливості її забруднення.....	161
3.1.1. Будова і склад атмосфери.....	161
3.1.2. Джерела та види забруднення атмосфери.....	163
3.1.3. Види та характеристика викидів в атмосферу. Параметри викидів.....	164
3.1.4. Джерела утворення викидів в атмосферу забруднюючих речовин за галузями промисловості.....	166
3.2. Організація спостережень за рівнем забруднення атмосфери.....	170
3.2.1. Загальні вимоги до організації спостережень.....	170
3.2.2. Види постів спостережень.....	174
3.2.3. Автоматизовані системи спостереження і контролю за атмосферним повітрям.....	179
3.3. Відбір проб повітря для визначення концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.....	182
3.3.1. Загальна характеристика проб та пробовідбору.....	182
3.3.2. Пошук місця відбору проб повітря.....	184
3.4. Прилади і засоби відбору проб повітря, пилу, аерозолів.....	188
3.4.1. Прилади і засоби для аспіраційного відбору проб повітря, пилу, аерозолів.....	189
3.4.2. Відбір проб повітря в посудини.....	193
3.4.3. Відбір проб повітря обмінним способом.....	194
3.4.4. Вакуумний спосіб відбору проб.....	195
3.4.5. Відбір проб повітря із застосуванням фільтрів.....	197
3.5. Технічні засоби контролю стану повітряного середовища.....	199
3.5.1. Класифікація технічних засобів контролю стану повітряного середовища.....	199
3.5.2. Сучасні технічні засоби пошуку джерел забруднення атмосфери.....	201
3.5.3. Газоаналізатори: УГ-2, ГМК-3, ГКП-1, 667ФФ, 645 ХЛ, 623 НН, 652 ХЛ, «Окоmeter».....	201
3.6. Вимірювання фізичних параметрів атмосфери.....	213
3.6.1. Найважливіші параметри атмосфери і визначення метеоумов.....	213
3.6.2. Прилади для вимірювання напрямку і швидкості вітру.....	214
3.6.3. Вимірювання вологості повітря.....	219
3.6.4. Прилади для вимірювання атмосферного тиску.....	223
3.6.5. Прилади для визначення кількості опадів.....	225
3.7. Метеорологічні спостереження при відборах проб повітря.....	226
3.7.1. Вимірювання швидкості вітру.....	226
3.7.2. Спостереження за димовим факелом і станом погоди.....	232
3.7.3. Визначення температури і вологості атмосферного повітря.....	233
3.7.4. Вимірювання атмосферного тиску.....	235
3.7.5. Порядок проведення спостережень.....	236
3.8. Оцінювання стану атмосферного повітря за результатами спостережень.....	238

3.9.	Організація контролю радіаційної безпеки атмосферного повітря.....	242
3.9.1.	Організація спостережень за радіоактивним забрудненням повітря.....	242
3.9.2.	Відбір і попередня обробка проб.....	245
3.9.3.	Розрахунок активності зразків зольних залишків і фільтраційної тканини.....	246
	Питання для самоконтролю.....	248
	Література до розділу 3.....	250
<b>Розділ 4.</b>	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.....</b>	<b>252</b>
4.1.	Сучасний стан поверхневих вод. Джерела і види їх забруднення.....	252
4.1.1.	Водні ресурси України.....	252
4.1.2.	Хімічне забруднення водойм.....	253
4.1.3.	Фізичне і теплове забруднення водойм.....	254
4.1.4.	Біологічне забруднення водного середовища.....	254
4.2.	Основні завдання й організація системи моніторингу поверхневих вод.....	255
4.2.1.	Необхідність створення національної системи моніторингу вод.....	255
4.2.2.	Характеристика гідрологічної мережі України.....	256
4.3.	Принципи організації спостереження і контролю якості поверхневих вод.....	259
4.3.1.	Основні завдання моніторингу поверхневих вод.....	259
4.3.2.	Принципи організації спостережень за якістю поверхневих вод.....	264
4.3.3.	Категорії пунктів спостереження. Особливості розташування.....	265
4.3.4.	Розміщення створів контролю.....	266
4.4.	Програми спостережень, терміни проведення гідрохімічних робіт у пунктах спостережень.....	267
4.4.1.	Програми спостережень і показники, що визначаються.....	267
4.4.2.	Частота відбору проб води для аналізу. Види спостережень за хімічним складом води водоймищ.....	270
4.5.	Методика відбору проб води. Види проб. Умови забезпечення правильності оцінки якості води.....	271
4.6.	Прилади і засоби відбору проб води та інших рідких середовищ.....	273
4.6.1.	Відбір проб води з відкритих водойм і криниць.....	273
4.6.2.	Відбір проб води для визначення газів.....	275
4.6.3.	Відбір проб стічних вод.....	276
4.6.4.	Відбір проб питної води.....	277
4.6.5.	Відбір проб води для санітарно-мікробіологічного аналізу.....	277
4.6.6.	Відбір проб води для гідробіологічних спостережень.....	277
4.7.	Вимірювання фізичних параметрів водного середовища.....	278
4.7.1.	Характеристика найважливіших параметрів водного середовища.....	278
4.7.2.	Засоби і прилади, методика вимірювання фізичних та органолептичних параметрів водного середовища.....	278
4.7.3.	Прилади і системи контролю забруднення водного середовища. Спостереження за станом поверхневих, підземних, морських вод за допомогою комплексних лабораторій.....	280
4.7.3.1.	Класифікація технічних засобів контролю і дослідження рідких середовищ.....	280
4.7.3.2.	Сучасні засоби пошуку джерел забруднення вод.....	281

4.7.3.3	Технічні засоби оперативного контролю якості природних вод.....	282
4.7.3.4	Засоби оперативного автоматичного контролю забруднення вод.....	282
4.7.3.5	Будова і принципи дії автоматичних систем контролю якості води.....	286
4.8.	Гігієнічні вимоги і контроль за якістю питної води. Загальні вимоги до відбору проб води господарсько-питного призначення.....	287
4.8.1.	Гігієнічні вимоги.....	287
4.8.2.	Контроль за якістю води.....	289
4.8.3.	Основні положення вибору джерел водопостачання.....	292
4.8.4.	Програма обстеження джерел водопостачання.....	292
4.8.5.	Правила вибору джерел водопостачання.....	294
4.8.6.	Дослідження води джерел водопостачання.....	294
4.8.7.	Дослідження води поверхневих джерел водопостачання.....	295
4.8.8.	Оцінка придатності джерела водопостачання.....	295
4.8.9.	Відбір проб питної води.....	296
4.9.	Методи і методика відбору проб стічних вод. Правила контролю складу і властивостей стічних та технологічних вод.....	301
4.9.1.	Загальні вимоги до відбору проб. Види проб.....	301
4.9.2.	Місця відбору проб, час та частота відбору проб.....	302
4.9.3.	Обладнання та способи відбору проб.....	303
4.9.4.	Посуд для відбору та зберігання проб. Реєстрація, зберігання та транспортування проб.....	303
4.9.5.	Правила контролю складу і властивостей стічних і технологічних вод.....	304
4.10.	Гідробіологічні спостереження за якістю води та донними відкладами. Повна і скорочена програми спостережень.....	308
4.10.1.	Основні гідробіологічні показники якості води.....	308
4.10.2.	Повна і скорочена програми спостережень.....	310
4.11.	Методика відбору проб донних відкладів водних об'єктів.....	311
4.11.1.	Загальні положення відбору проб донних відкладів.....	311
4.11.2.	Вимоги до місця відбору проб донних відкладів.....	311
4.11.3.	Прилади і засоби для відбору проб донних відкладів.....	315
4.12.	Оцінювання і прогнозування якості води.....	317
4.12.1.	Мета оцінювання якості вод.....	317
4.12.2.	Оцінювання природної якості води в період маловодної фази стоку.....	318
4.12.3.	Оцінювання якості води в річках і водоймищах в умовах антропогенної дії.....	319
4.12.4.	Оцінювання якості води на основі нормативів екологічної безпеки водокористування.....	320
4.12.5.	Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуарій України.....	322
4.13.	Методи прогнозування якості води.....	328
	Питання для самоконтролю.....	330
	Література до розділу 4.....	332

<b>Розділ 5. ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТОВОГО ОКЕАНУ</b> .....	334
5.1. Джерела та види забруднення океану.....	334
5.1.1. Дампінг. Умови організації і здійснення дампінгу.....	335
5.1.2. Коротка характеристика основних забруднювачів.....	336
5.1.3. Антропогенна дія забруднювачів моря на різних рівнях: індивідуальному, популяційно-біоценотичному.....	338
5.2. Організація спостережень за станом морів і океанів.....	340
5.2.1. Завдання спостережень за забрудненням морського середовища.....	340
5.2.2. Розміщення пунктів спостереження за якістю морської води.....	342
5.2.3. Програми спостережень за якістю морських вод.....	343
5.3. Оцінювання і контроль нафтових забруднень поверхні океану.....	345
Питання для самоконтролю.....	347
Література до розділу 5.....	347
<b>Розділ 6. ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТУ</b> .....	349
6.1. Сучасний стан ґрунтового покриву землі і антропогенний вплив на нього.....	349
6.1.1. Поняття, будова, склад ґрунту.....	349
6.1.2. Види, типи ґрунтів, їхня характеристика.....	350
6.1.3. Загальний баланс земельних ресурсів світу.....	352
6.2. Наукові, правові і організаційні засади створення ґрунтового моніторингу.....	354
6.2.1. Необхідність здійснення ґрунтового моніторингу, його завдання.....	354
6.2.2. Мета, функції, об'єкти та суб'єкти ґрунтового моніторингу.....	356
6.2.3. Структура служби моніторингу ґрунтів.....	358
6.3. Організація спостережень і контролю за рівнем забруднення ґрунтів.....	359
6.3.1. Основні принципи спостережень за рівнем хімічного забруднення ґрунту.....	359
6.3.2. Вибір ділянок спостереження.....	360
6.3.3. Рекогносцирувальне обстеження місцевості.....	362
6.3.4. Визначення ключової ділянки.....	364
6.4. Відбір, транспортування і зберігання проб ґрунту.....	364
6.4.1. Види проб. Методика відбору проб.....	364
6.4.2. Прилади для відбору проб ґрунту.....	369
6.5. Засоби екоаналітичного контролю ґрунтів.....	369
6.5.1. Класифікація приладів, методів і засобів дослідження ґрунтів.....	369
6.5.2. Засоби експрес-вимірювання вологості, температури, рН ґрунту.....	371
6.6. Контроль забруднення ґрунтів пестицидами, шкідливими промисловими відходами.....	374
6.6.1. Контроль ґрунтів, донних осадів, твердих речовин і матеріалів.....	374
6.6.2. Контроль забруднення ґрунтів пестицидами.....	376
6.6.3. Контроль забруднення ґрунтів шкідливими речовинами промислових підприємств.....	378
6.7. Оцінка забруднення ґрунтів за даними спостережень.....	379
6.7.1. Оцінка ступеня забрудненості ґрунту хімічними речовинами.....	379
6.7.2. Гігієнічна оцінка ґрунтів сільського господарства.....	381
6.7.3. Гігієнічна оцінка ґрунтів населених пунктів.....	383
Питання для самоконтролю.....	386
Література до розділу 6.....	387



<b>Розділ 7. КОНТРОЛЬ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. КОНТРОЛЬ ВМІСТУ КАНЦЕРОГЕННИХ РЕЧОВИН.....</b>	<b>389</b>
7.1. Радіометричні спостереження за станом навколишнього середовища. Прилади для визначення вмісту радіонуклідів.....	389
7.2. Вимірювання рівня шумового забруднення.....	395
7.2.1. Терміни і визначення.....	395
7.2.2. Умови вимірювання шуму.....	396
7.2.3. Прилади для вимірювання шуму.....	398
7.2.4. Правила вимірювання шуму.....	398
7.2.5. Обробка результатів вимірювання.....	399
7.3. Контроль вмісту канцерогенних речовин у навколишньому середовищі.....	400
7.3.1 Підготовка посуду і органічних розчинників, відбір і обробка проб.....	400
7.3.2. Аспіраційні методи відбору проб повітряних забруднень.....	402
7.3.3. Відбір проб повітряних забрудників методом збирання осідаючого пилу.....	404
Питання для самоконтролю.....	405
Література до розділу 7.....	406
<b>Розділ 8. БІОМОНІТОРИНГ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....</b>	<b>407</b>
8.1. Дослідження стану довкілля на основі спостережень поведінки рослин і тварин. Переваги біомоніторингу.....	407
8.2. Рослини-індикатори і рослини-монітори.....	408
8.3. Оцінювання реакції рослин на забруднення.....	410
8.4. Відбір і підготовка біологічних матеріалів для біомоніторингу.....	411
8.5. Біомоніторинг ґрунтів і водних ресурсів.....	413
8.5.1. Рослинні індикатори хімічного складу ґрунту.....	413
8.5.2. Рослинні індикатори глибини рівня та хімічного складу ґрунтових вод.....	414
8.5.3. Біоіндикація забрудненої води.....	414
8.6. Відбір проб тваринного походження.....	416
Питання для самоконтролю.....	418
Література до розділу 8.....	418