

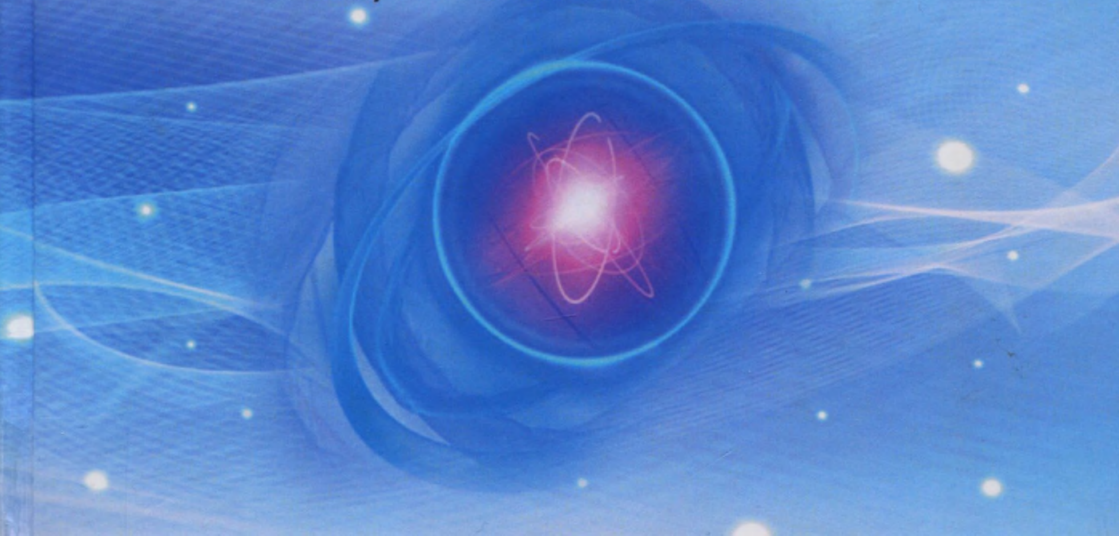
504.5
P 15

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

РАДІОЕКОЛОГІЯ

*Підручник
для студентів спеціальності –
101 «Екологія та охорона
навколишнього середовища»
усіх форм навчання
вищих навчальних закладів*



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

РАДІОЕКОЛОГІЯ

Підручник

для студентів спеціальності –
101 «Екологія та охорона навколишнього середовища»
усіх форм навчання вищих навчальних закладів

Затверджено Вченою радою НТУ «ХП»

Чернівці
«Місто»
2018

Гриф наданий Вченою радою НТУ «ХП»
для спеціальності 101 «Екологія та охорона навколишнього середовища»
Протокол № 6 від 07.07.2017 р., як підручник

Автори: Ю. Г. Масікевич, В. П. Шапорев, В. Ф. Моїсєєв, В. Б. Байрачний,
Н. М. Омельченко, Є. В. Манойло, А. Ю. Масікевич, В. М. Бабенко, І. В. Пітак,
Н. Я. Хлистун, М. К. Черкашина

Рецензенти:

доктор біологічних наук, професор кафедри патфізіології ВДНЗ «Буковинський державний медичний університет»

Валентин Францович Мислицький

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету «Львівська політехніка»

Мирослав Степанович Мальований

**Ю. Г. Масікевич, В. П. Шапорєв, В. Ф. Моїсєєв, В. Б. Байрачний,
Н. М. Омельченко, Є. В. Манойло, А. Ю. Масікевич, В. М. Бабенко,
І. В. Пітак, Н. Я. Хлистун, М. К. Черкашина, Р. А. Гольонко.**

Р.15 **Радіоекологія** : підручник. / Ю. Г. Масікевич, В. П. Шапорєв,
В. Ф. Моїсєєв, В. Б. Байрачний, Н. М. Омельченко, Є. В. Манойло,
А. Ю. Масікевич, В. М. Бабенко, І. В. Пітак, Н. Я. Хлистун, М. К. Чер-
кашина, Р. А. Гольонко. – Чернівці : «Місто», 2018. – 450 с.

У підручнику викладено основи радіоекології, основні принципи вимірювання вмісту радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища. Розглянута міграція радіонуклідів у водних екосистемах, ґрунті, атмосфері, рослинних і тваринних організмах. Наведені основні методи розрахунків доз від зовнішнього і внутрішнього опромінення.

Підручник призначений для студентів вищих навчальних закладів України, що навчаються за спеціальністю - 101 «Екологія та охорона навколишнього середовища», а також може бути корисним широкому колу фахівців екологічних служб.

ВСТУП.....	3
1. РАДІОЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА: ІСТОРІЯ ТА СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ (Масікевич Ю. Г., Шапорєв В. П.).....	4
1.1. Визначення науки, об'єкти та предмет її дослідження.....	5
1.2. Історія розвитку радіоекології.....	6
1.3. Розвиток радіоекології в Україні.....	8
1.4. Проблеми та сучасні завдання радіоекології.....	11
Контрольні запитання.....	13
Літературні джерела за темою.....	13
2. ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ РАДІОАКТИВНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ. ВЛАСТИВОСТІ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ (Омельченко Н. М., Байрачний В. Б.).....	15
2.1. Будова атома. Поняття радіоактивності. Одиниці радіоактивності.....	15
2.2. Типи ядерних перетворень. Взаємодія ІВ з речовинами. Види ІВ та їх характеристика.....	17
2.3. Поглинена й експозиційна дози випромінювання.....	22
2.4. Відносна біологічна ефективність іонізуючого випромінювання.....	23
2.5. Потужність дози і одиниці її вимірювання.....	24
2.6. Закон радіоактивного розпаду.....	25
Контрольні запитання.....	26
Літературні джерела за темою.....	26
Розділ 3. ДЖЕРЕЛА ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ І ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА РАДІОАКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ (Мойсєєв В. Ф.).....	27
3.1. Класифікація джерел іонізуючого випромінювання. Природний радіаційний фон.....	27
3.2. Природні джерела іонізуючого випромінювання.....	27
3.3. Штучні джерела іонізуючих випромінювань і їх характеристика.....	38
Контрольні запитання.....	46
Літературні джерела за темою.....	47
4. РАДІАЦІЙНА СИТУАЦІЯ В УКРАЇНІ (Бабенко В. М.).....	48
4.1. Джерела природної і техногенної радіації.....	48
4.2. Радіоактивне забруднення довкілля.....	48
4.3. Радіоактивне забруднення водних екосистем.....	51
4.4. Стан радіоактивного забруднення зони відчуження.....	52
4.5. Чорнобильська катастрофа та її екологічні наслідки.....	55
Контрольні запитання.....	63
Літературні джерела за темою.....	63

5. ХАРАКТЕРИСТИКА ЯДЕРНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ, ВИМІРЮВАННЯ АКТИВНОСТІ І РОЗРАХУНОК ДОЗ ОПРОМІНЕННЯ

(Байрачний В. Б.).....	65
5.1. Спектри ядерних випромінювань.....	65
5.2. Загальна характеристика детекторів ядерних випромінювань.....	70
5.3. Види детекторів ядерного випромінювання.....	73
5.4. Класифікація спектрометрів ядерного випромінювання.....	76
5.5. Методи визначення бета-активності об'єктів радіометричного контролю.....	78
5.6. Апаратура для дозиметрії і радіометрії.....	80
5.7. Методи вимірювання і розрахунку доз зовнішнього опромінення.....	92
5.8. Методи оцінок і розрахунку доз внутрішнього опромінення.....	100
5.9. Дози опромінення персоналу та населення після аварії на ЧАЕС.....	117
5.10. Дози медичного опромінення.....	122
5.11. Дози опромінення від підприємств ЯПЦ, ТЕС та сховищ РАВ.....	125
5.12. Оцінка і прогнозування дозових навантажень на тварин і рослини.....	127
5.13. Формування і сучасні рівні опромінення населення в Україні та світі.....	129
5.14. Рівні допустимого опромінення. Поняття ризику.....	131
Контрольні запитання.....	138
Літературні джерела за темою.....	138

6. ОСОБЛИВОСТІ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТА

МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ (Шапорєв В. П.)..... 140

6.1. Загальні закономірності міграції радіонуклідів у навколишньому середовищі.....	140
6.2. Розповсюдження радіонуклідів в атмосфері.....	146
6.3. Розповсюдження радіонуклідів у водних екосистемах. Накопичення радіонуклідів гідробіонтами.....	148
6.4. Поведінка радіоактивних речовин в підземних водах.....	154
6.5. Міграція радіоактивних речовин у ґрунті.....	156
6.6. Особливості міграції радіонуклідів в лісових біоценозах.....	163
6.7. Радіоактивне забруднення рослин і тварин.....	165
6.8. Надходження радіонуклідів до організму людини.....	174
Контрольні запитання.....	178
Літературні джерела за темою.....	178

7. МІГРАЦІЯ РАДІОНУКЛІДІВ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ

(Бабенко В. М., Пітак І. В.)..... 180

7.1. Джерела і шляхи надходження радіонуклідів природного і техногенного походження до водойми.....	180
---	-----

7.2. Розподіл радіонуклідів у морській екосистемі.....	183
7.3. Поведінка радіонуклідів у прісноводних екосистемах.....	185
7.4. Дозові навантаження на водні організми та ефекти радіаційного впливу	196
7.5. Радіоекологічні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС для водних екосистем.....	199
Контрольні запитання.....	206
Літературні джерела за темою.....	206

8. МІГРАЦІЯ РАДІОНУКЛІДІВ В АГРОЦЕНОЗАХ (Пітак І. В.)..... 208

8.1. Надходження радіонуклідів у сільськогосподарські рослини.....	208
8.2. Радіоекологія зрошуваного землеробства.....	212
8.3. Радіоекологія сільськогосподарських тварин.....	214
Контрольні запитання.....	218
Літературні джерела за темою.....	219

9. ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ НА ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ (Масікевич Ю. Г., Моїсєєв В. Ф.)..... 220

9.1. Ландшафтні та фітоценотичні особливості радіоактивного забруднення екосистем.....	221
9.2. Джерела опромінення лісу.....	225
9.3. Розподіл джерел випромінювання в лісі при радіоактивних випаданнях.....	226
9.4. Дози опромінення організмів, що живуть у різних ярусах лісу, при радіоактивних випаданнях.....	228
9.5. Роль екологічних факторів в опроміненні організмів у природних умовах.....	230
9.6. Вплив γ -випромінювання на лісовий біогеоценоз. Хронічне опромінення лісу.....	230
9.7. Вплив радіоактивного забруднення на рослини під пологом лісу	233
9.8. Вплив опромінення на фауну в лісовій екосистемі.....	234
9.9. Вплив іонізуючих випромінювань на тваринний світ відкритих ландшафтів.....	237
Контрольні запитання.....	241
Літературні джерела за темою.....	242

10. РАДІОЕКОЛОГІЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ (Омельченко Н. М., Хлисту́н Н. Я.)..... 243

10.1. Закономірності осадження радіонуклідів з атмосфери на поверхню території населених пунктів.....	243
--	-----

10.2. Інші шляхи надходження радіонуклідів в екосистему населених пунктів.....	245
10.3. Радіоекологія урбанізованих територій.....	247
Контрольні запитання.....	251
Літературні джерела за темою.....	252

11. РАДІОЄМНІСТЬ ЕКОСИСТЕМ (Масікевич А. Ю.)..... 253

11.1. Радіоемність атроекосистем.....	254
11.2. Радіоемність лісової екосистеми.....	256
11.3. Радіоемність прісноводних екосистем.....	257
11.4. Радіоемність морської екосистеми.....	267
11.5. Радіоемність міської екосистеми.....	268
Контрольні запитання.....	272
Літературні джерела за темою.....	273

12. БІОЛОГІЧНА ДІЯ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

(Масікевич Ю. Г. Хлестун Н. Я.).....275

12.1. Пряма і опосередкована дія іонізуючого випромінювання	275
12.2. Теоретичні уявлення про механізм біологічної дії іонізуючого випромінювання.....	277
12.3. Особливості біологічної дії радіоактивних речовин.....	283
12.4. Віддалені наслідки біологічної дії радіоактивних речовин.....	295
12.5. Дія малих доз іонізуючого випромінювання.....	297
12.6. Генетичні ефекти опромінення в малих дозах.....	301
Контрольні запитання.....	302
Літературні джерела за темою.....	302

13. ПРОТИПРОМЕНЕВИЙ ЗАХИСТ ОРГАНІЗМУ

(Масікевич Ю. Г., Омельченко Н. М.).....304

13.1. Фізичний захист.....	304
13.2. Хімічний та біологічний захист.....	305
13.3. Механізми біологічного протипроменевого захисту.....	306
13.4. Основні класи хімічних сполук радіозахисного впливу.....	311
13.5. Препарати рослинного походження, які володіють радіозахисним впливом.....	312
Контрольні запитання.....	317
Літературні джерела за темою.....	318

14. НОРМУВАННЯ В ОБЛАСТІ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

(Черкашина М. К., Гольонко Р. А.)..... 319

14.1. Концепції, принципи і критерії екологічного нормування іонізуючого випромінювання.....	319
--	-----

14.2. Нормативна база України з ядерної та радіаційної безпеки.....	321
14.3. Принципи та норми радіаційної безпеки. Сучасні норми радіаційної безпеки в Україні.....	324
14.4. Медико-біологічні аспекти і гігієнічне нормування радіаційного фактору.....	327
14.5 Удосконалення нормування техногенної радіації.....	331
Контрольні запитання.....	333
Літературні джерела за темою.....	333

15 РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ (Манойло Є. В.)334

15.1 Основні положення радіоекологічного моніторингу.....	334
15.2. Напрями радіоекологічного моніторингу.....	337
15.3. Методи радіаційного контролю.....	340
15.4. Радіоекологічне картографування і прогнозування	342
Контрольні запитання.....	344
Літературні джерела за темою.....	344

16. ОБ'ЄКТИ ЯДЕРНО-ПАЛИВНОГО ЦИКЛУ

(Масікевич А. Ю., Омельченко Н. М., Хлистун Н. Я.)..... 345

16.1. Загальна характеристика об'єктів ядерно-паливного циклу.....	345
16.2. Радіоактивні відходи, їх класифікація.....	360
16.3. Поводження з радіоактивними відходами та їх утилізація.....	365
16.4. Радіаційна ситуація в м. Чернівці та Чернівецькій області.....	380
Контрольні запитання.....	390
Літературні джерела за темою.....	390

17. ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯДЕРНОЇ ТА РАДІОЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ (Черкашина М. К., Гольонко Р. А.)..... 392

17.1. Загальна характеристика правових засад забезпечення ядерної та радіоекологічної безпеки: поняття та особливості	392
17.2. Правові заходи забезпечення радіаційної безпеки: поняття та класифікація.....	395
17.3. Особливості державного регулювання безпеки використання ядерної енергії.....	401
17.4. Права громадян та їх об'єднань у сфері використання ядерної енергії та радіаційної безпеки.....	404
17.5. Радіоактивні відходи: особливості режиму поведження з ними.....	407
Контрольні питання.....	413
Літературні джерела за темою.....	414

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИЧОК.....	417
--------------------------------	-----