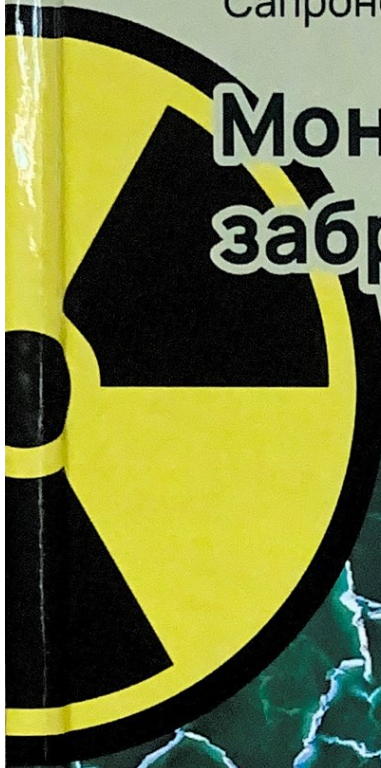


Дворецький А. І., Новіцький Р. О., Байдак Л. А.,  
Сапронова В. О., Булейко А. А., Рожков В. В.

# Моніторинг радіаційно забруднених водойм



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Дворецький А. І., Новіцький Р. О., Байдак Л. А.,  
Сапронова В. О., Булейко А. А., Рожков В. В.

# МОНІТОРИНГ РАДІАЦІЙНО ЗАБРУДНЕНИХ ВОДОЙМ

Навчальний посібник

Дніпро | ЛІРА | 2020

УДК 574.5/6 (477.63)

Д 24

*Друкується за рішенням вченої ради  
Дніпровського державного аграрно-економічного університету  
(протокол № 5 від 17.12.2020 р.).*

**Рецензенти:**

**Піщан С. Г.** – декан біотехнологічного факультету Дніпровського державного аграрно-економічного університету, д-р с.-г. наук, професор.

**Кунах О. М.** – професор кафедри зоології та екології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, д-р біол. наук.

**Олешко О. А.** – завідувач кафедри виробництва та переробки продукції рибництва Білоцерківського національного аграрного університету, канд. с.-г. наук, доцент.

Д 24

**Моніторинг радіаційно забруднених водойм:** навч. посіб. / ворецький А. І., Новіцький Р. О., Байдак Л. А., Сапронова В. О., Булейко А. А., Рожков В. В. Дніпро: Ліра, 2020. 122 с.

**ISBN 978-966-981-452-4**

Викладено матеріал, необхідний для забезпечення лекційних занять з навчальної дисципліни «Моніторинг радіаційно забруднених водойм» для підготовки студентів освітнього ступеня «Магістр» зі спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура». Наведено відомості про фізичну природу іонізуючих випромінювань, природні та штучні джерела іонізуючої радіації. Розглянуто питання міграції радіонуклідів у прісноводних екосистемах, їх розподіл у трофічних ланках водойм. Особливу увагу приділено питанням накопичення радіонуклідів у ґрунтах водойм, прісноводних рослинах і тваринах.

**УДК 574.5/6 (477.63)**

© Дворецький А. І., Новіцький Р. О., Байдак Л. А.,  
Сапронова В. О., Булейко А. А., Рожков В. В., 2020

© Дніпровський державний аграрно-економічний  
університет, 2020

© ЛІРА, 2020

**ISBN 978-966-981-435-7**

## Зміст

Вступ .....	5
<b>1. МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.....</b>	<b>7</b>
1.1. Сучасний стан поверхневих вод в Україні.....	7
1.2. Організація моніторингу за станом поверхневих вод .....	9
1.3. Пріоритетний список забруднюючих речовин.....	14
Питання для самоконтролю .....	15
<b>2. ХАРАКТЕРИСТИКА ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....</b>	<b>16</b>
2.1. Природні джерела іонізуючої радіації.....	22
2.2. Підвищення радіації за рахунок природного фону .....	25
2.3. Штучні джерела іонізуючої радіації.....	26
Питання для самоконтролю .....	31
<b>3. РАДІАЦІЙНА СИТУАЦІЯ В УКРАЇНІ.....</b>	<b>32</b>
Питання для самоконтролю .....	35
<b>4. ОСНОВИ ПРІСНОВОДНОЇ РАДІОЕКОЛОГІЇ.....</b>	<b>36</b>
4.1. Радіобіологічні дослідження. Радіоекологія як наука .....	36
4.2. Коротко про екологію прісних водойм.....	41
4.3. Радіоекологія внутрішніх водойм.....	43
4.4. Радіоекологічна ситуація в Дніпровському водосховищі.....	45
4.5. Основні закономірності поведінки радіонуклідів в системі «вода-прісноводні організми» .....	52
4.6. Розподіл і міграція радіонуклідів у водних екосистемах .....	55
4.7. Накопичення радіонуклідів прісноводними організмами.....	28
4.7.1. Накопичення радіонуклідів планктоном.....	59
4.7.2. Накопичення радіонуклідів водоростями та вищими водними рослинами (макрофітами).....	61

4.7.3.Накопичення радіонуклідів рибами .....	70
4.7.4.Накопичення радіонуклідів у донних відкладеннях.....	84
Питання для самоконтролю .....	90
<b>5. РОЗПОДІЛ РАДІОНУКЛІДІВ У МОРСЬКІЙ ЕКОСИСТЕМІ .....</b>	<b>91</b>
5.1. Особливості надходження радіонуклідів у прісноводні і морські екосистеми .....	93
Питання для самоконтролю .....	97
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>98</b>
<b>ГЛОСАРІЙ .....</b>	<b>100</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....</b>	<b>105</b>

## Вступ

**Р**озвиток атомної промисловості та енергетики з 1950-х років призвів до збільшення радіоактивного фону Землі за рахунок надходження техногенних радіонуклідів. Чорнобильська катастрофа обумовила радіоактивне забруднення водних екосистем тривалоіснуючими штучними радіонуклідами  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ . Основна частка  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  сконцентрувалася в донних відкладеннях. У водоймах ці радіонукліди досить легко перерозподіляються між абіотичними (вода, донні відкладення, зависі) та біотичними (гідробіоти різних трофічних рівнів) компонентами екосистеми, включаються у трофічний ланцюг і накопичуються в організмах гідробіонтів.

На багатьох радіоактивно забруднених територіях зі щільністю забруднення  $^{137}\text{Cs}$ , яка не перевищує  $555 \text{ kBк/м}^2$ , проводиться рибогосподарська діяльність. Споживання продукції із підвищеним рівнем вмісту  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  призводить до додаткового опромінення організму людини, що зумовлює необхідність проведення постійного радіологічного моніторингу водних об'єктів, продукції рибництва і рибальства, вивчення шляхів та інтенсивності міграції  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у трофічних ланцюгах водних екосистем.

Інтенсивна діяльність розташованих на території Дніпропетровської області головних підприємств з видобутку та переробки сировини для первинного ядерного циклу України у м. Жовті Води та м. Кам'янське (Придніпровський хімічний завод) призвели до того, що в «дочорнобильський» період Дніпропетровщина була найбільш радіаційно забрудненою територією України. Тому поява в нашому житті ядерних технологій вимагає глибоких знань про шляхи надходження, міграції і подальшого розподілу радіонуклідів у до-

вкіллі, зокрема у водному середовищі, з метою мінімізації їхньої дії на біоту, особливо на людину.

Викладений у посібнику матеріал дає можливість окреслити окремі питання дисципліни «Моніторинг радіаційно забруднених водойм», яка викладається для студентів ОС «Магістр» зі спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура», а також розглянути та запропонувати вирішення сучасних, найактуальніших проблем у рибницькій галузі.

Зокрема, значна увага приділяється умовам відбору проб води, донних відкладень та гідробіонтів, можливості моніторингу шляхів міграції радіонуклідів у системі «донні відкладення – вода – гідробіонти – людина», механізмам накопичення та міграції радіонуклідів у системі «вода – гідробіонти – донні відкладення».

У навчальному посібнику для розгляду студентами запропоновано глосарій та бібліографічний список основної та додаткової спеціальної літератури, які можуть застосовуватися магістрами для виконання самостійної роботи з метою закріплення теоретичних знань та засвоєння практичних навичок і вмінь.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Байдак Л. А., Дворецкий А. И. Техногенно трансформовані прісноводні екосистеми Придніпров'я. Дніпро: Ліра, 2019. 228 с.
2. Бар'яхтар В. Г., Стрижак В. І., Поярков В. О. Радіація. Що ми про неї знаємо? (Серія «Чорнобиль»). Київ: Наук. думка, 1991. 32 с.
3. Барабой В. А. Популярная радиобиология. Киев: Наук. думка, 1988. 192 с.
4. Белов А. Д. Радиобиология. Москва: Колос, 1999. 378 с.
5. Белоконь А. С., Маренков О. Н., Дворецкий А. И. Содержание радионуклидов и тяжелых металлов в икре некоторых промысловых видов рыб Запорожского водохранилища. *Ядерна фізика та енергетика*. 2013. Т. 14. № 1. С. 81–85.
6. Вернадский В. И. О концентрации радия растительными организмами. *Докл. АН СССР*. Серия А. 1930. Т. 20. С. 539–542.
7. Водний кодекс України. Ст. 21 Водного кодексу України (213/95-ВР) (Редакція станом на 16.10.2020).
8. Гидроэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС / под ред. акад. Д. М. Гродзинского. Киев: Наук. думка, 1992. 267 с.
9. Гродзинський Д. М. Радіобіологія. Київ: Либідь, 2000. 448 с.
10. Гудков І. М. Радіобіологія. Київ: НУБіП України, 2016. 485 с.
11. Гудков І. М., Віннічук М. М. Сільськогосподарська радіобіологія: навч. посібник. Житомир: ДАУ, 2003. 472 с.
12. Гукалова І. В. Екологічні і соціальні пріоритети розвитку радіаційно забруднених регіонів України. *Регіональні екологічні проблеми: зб. наук. праць*. Київ: Обрії, 2002. С. 274–277.
13. Даченко И. И. Живая вода: Медико-гигиенические аспекты. Львов: Вища школа, 1984. 112 с.
14. Дворецкий А. И., Айрапетян С. Н., Шаинская А. М., Чеботарев Е. Е. Трансмембранный перенос ионов при действии ионизирующей радиации на организм. Киев: Наук. думка, 1990. 136 с.
15. Дворецкий А. И., Белоконь А. О., Самуськова С. А. Распределение радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в воде и донных отложениях Запорожского водохранилища. *Проблемы экологической оптимизации*



- землепольовання і водохозяйственного строительства в бассейне р. Днепр: матер. науч. конф. Киев: СОПС, 1992. Вып. 2. С. 117–119.
16. Дворецкий А. И., Белоконь А. С., Лубянова В. И. Содержание стронция-90 и цезия-137 в моллюсках и рыбе днепровских водохранилищ. *Биология и экология. Вестник Днепропетровского университета*. 1993.
  17. Дворецкий А. И., Байдак Л. А., Сапронова В. О. До питання про сучасний радіоекологічний стан водойм Придніпров'я. *Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології: матер. XII Міжнар. іхтіол. науково-практ. конф.* (Дніпро, 26–28 вересня 2019 р.). Дніпро, 2019. С. 75–79.
  18. Дворецкий А. И. Сапронова В. О., Байдак Л. А. та ін. Радіоекологія водойм Придніпров'я. *Вісник Житомирського нац. агроєкологічного університету*. 2016. № 1 (55). Т. 3. С. 283–290.
  19. Довідник для радіологічних служб Мінсільгосппроду України. Київ: Вид-во «Нора-прінт», 1997. 200 с.
  20. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді (ДР–97): наказ МОЗ України 03.05.2006 № 256. Київ: 1997. 34 с.
  21. Євтушенко М. Ю., Глебова Ю. А. Біологічні ресурси гідросфери. Київ: Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. 179 с.
  22. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1991. № 41. Ст. 546.
  23. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку: Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1995. №39/95-ВР.
  24. Про правовий режим території, яка піддається радіоактивному забрудненню внаслідок Чорнобильської катастрофи: Закон України. *Відомості Верховної Ради України*. 1991.
  25. Израэль Ю. А., Петров В. Н., Авдюшин С. И. и др. Радиоактивное загрязнение природных сред в зоне аварии на Чернобыльской атомной станции. *Метрология и гидрология*. 1987. № 2. С. 5–18.
  26. Информационный бюллетень Центра общественной информации по атомной энергии. Москва: ЦНИИатоминформ. 1990. № 19–20; 1991. № 1–11.
  27. Искра А. А., Бахуров В. Г. Естественные радионуклиды в биосфере. Москва: Энергоиздат, 1981. 121 с.

28. Кічно В. О., Поліщук С. В., Гудков І. М. Основи радіобіології та радіоекології: навч. посіб. 3-тє вид. Київ: Хай-Тек Прес, 2010. 320 с.
29. Клименко М. О., Прищепа А. М., Вознюк Н. К. Моніторинг довкілля: підручник. Київ: Академія, 2006. 359 с.
30. Козлов В. Ф. Справочник по радиационной безопасности. Москва: Энергоиздат, 1991. 352 с.
31. Комплексний радіоекологічний моніторинг водойм місцевого водокористування та методологічно-оптимізувальні рішення стохастичної екологічної гідрології / В. М. Самойленко, Ю. С. Тавров, М. І. Буянов. Київ: Ніка-Центр, 2000. 136 с.
32. Константинов А. С. Общая гидробиология. Москва: Высш. шк., 1986. 472 с.
33. Кубланов С. Х., Шпаківський Р. В. Моніторинг довкілля: навчально-методичний посібник. Київ, 1998. 92 с.
34. Кузьменко М. І. Радиоекологические исследования водоемов Украинской ССР. *Гидробиологический журнал*. 1990. Т. 26. № 3. С. 86–99.
35. Куликов Н. В., Молчанова И. В. Континентальная радиозэкология (почвенные и пресноводные экосистемы). Москва: Наука, 1975. 184 с.
36. Куликов Н. В., Чеботина М. Я. Радиозэкология пресноводных биосистем. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 216 с.
37. Кутлахмедов Ю. О., Корогодін В. І., Кольтовер В. К. Основи радіоекології. Київ: Вища школа, 2003. 316 с.
38. Лосев К. С. Вода. Ленинград: Гидрометеиздат, 1989. 272 с.
39. Лубянов И. П. Об изучении радиоактивности донных животных пресноводных водоёмов. *Радиобиология*. 1962. Т. 2. Вып. 2. С. 255–258.
40. Маргулис У. Я. Атомная энергия и радиационная безопасность. Москва: Энергоатомиздат, 1988. 223 с.
41. Мисковець І. Я. Оцінка еколого-радіаційного стану території, забрудненої радіонуклідами. *Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища-2002: тези доповідей*. Одеса, 2002. С. 288–289.
42. Мониторинг радиоактивного загрязнения природных вод Украины. Киев: Чернобыльинтер-информ, 1997. 310 с.
43. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Київ: МОЗ, 1997. 121 с.

44. Огородніков А. В. Притік радіонуклідів із річковими водами, питання балансу радіонуклідів та радіоактивне забруднення донних відкладів Київського водосховища. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: наук. зб.* Київ – Луцьк: РВВ Луцького ДТУ, 2002. Т. 4. С. 145–151.
45. Основні санітарні правила протирадіаційного захисту України (ОСПУ-2005). Київ: МОЗ, 2005. 136 с.
46. Паламарчук М. М., Ревера О. З. Нове життя малих річок. Київ: Урожай, 1991. 342 с.
47. Паньков И. В. Роль моллюсков в миграции радионуклидов в экосистемах днепровских водохранилищ: автореф. дисс. ... канд.биол.наук Киев, 1990. 18 с.
48. Поликарпов Г. Г., Егоров В. Н. Морская динамическая радиохемозкология. Москва: Энергоатомиздат, 1986. 176 с.
49. Поликарпов Г. Г., Тимощук В. И., Кулобакина Л. Г. Концентрация стронция-90 в водной среде Нижнего Днепра в направлении Черного моря. *Докл. АН УССР. Серия Б. Геол. хим. и биол. науки.* 1988. № 3. С. 77–79.
50. Поликарпов Г. Г. Радиозкология морских организмов. Москва: Атомиздат, 1964. 187 с.
51. Положення про Міжвідомчу комісію з питань моніторингу довкілля. *Офіційний вісник України.* № 47. Київ, 2001.
52. Про внесення змін до деяких актів Кабінету Міністрів України з питань діяльності Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів: постановка Кабінету Міністрів України № 826 від 09.09.2020 р.
53. Радиация. Дозы, эффекты, риск / пер. с англ. Ю. А. Банникова. Москва: Мир, 1990. 79 с.
54. Ромась М. І., Пелешенко В. І., Сілевич С. О. Вплив атомних електростанцій на якість поверхневих вод. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: наук. зб.* Київ – Луцьк: РВВ Луцького ДТУ, 2002. Т. 4. С. 155–158.
55. Сапронова В. О. Вплив зрошення на міграцію  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  в сільськогосподарських ландшафтах і властивості ґрунту: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.00.32. Житомир, 1996. 22 с.
56. Степова О. В., Рома В. В. Моніторинг поверхневих вод: навч. посібник. Полтава, 2017.

57. Тимофеева-Ресовская Е. А. Распределение радиоизотопов по основным компонентам пресноводных водоемов. Свердловск: УФ АН СССР, 1963. 77 с.
58. Хефлинг Г. Тревога в 2000 году: Бомба замедленного действия на нашей планете / пер. с нем. М. С. Осиповой, Ю. М. Флорова. Москва: Мысль, 1990. 270 с.
59. Холл Э. Дж. Радиация и жизнь / пер. с англ. Москва: Медицина, 1989. 256 с.
60. Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных. Москва: Высш. шк., 1988. 424 с.
61. Hanford Cultural Resources Program, U.S. Department of Energy (2002). *Hanford Site Historic District: History of the Plutonium Production Facilities, 1943–1990*. Columbus, OH: Battelle Press. p. 1.27. doi:10.2172/807939
62. <http://mns.gov.ua> – Сайт Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи (Україна).
63. <http://user.adamant.net/~hydro> – Сайт Науково-дослідного центру радіо-гідрогеологічних полігонних досліджень (Україна).
64. <http://www.alpha2003.kiev.ua/> – Сайт навчальної програми «Радіація і життя» (Україна).
65. <http://www.chornobyl.net/rus> – Сайт Славутицького відділення Чорнобильського центру з проблем ядерної безпеки, радіоактивних відходів та радіоекології (Україна).
66. <http://www.ecotest.ua/ua> – Сайт Компанії «ЕКОТЕСТ». Прилади радіаційного контролю (Україна).
67. <http://www.energoatom.kiev.ua> – Сайт Національної атомної енергогенеруючої компанії «Енергоатом» (Україна).
68. <http://www.ic-chernobyl.kiev.ua> – Сайт Чорнобильського регіонального державного центру науково-технічної інформації (Україна).
69. <http://www.insc.gov.ua/ukr> – Сайт Українського Міжнародного Центру ядерної безпеки (Україна).
70. <http://www.kinr.kiev.ua> – Сайт Наукового центру «Інститут ядерних досліджень» Національної академії наук України (Україна).

71. <http://www.koro.dp.ua> – Сайт Науково-технічного центру по дезактивації та комплексному поводженню з радіоактивними відходами, речовинами та джерелами іонізуючого випромінювання (НТЦ КОРО) (Україна).
72. <http://www.snrcu.gov.ua> – Сайт Державного комітету ядерного регулювання України (Україна).
73. <http://www.sstc.kiev.ua> – Сайт Державного науково-технічного центру з ядерної та радіаційної безпеки (Україна).
74. Sokolov E., Krivolutsky D. Change in ecology and biodiversity after a nuclear disaster in the Southern Urals. Sofia: Pensoft, 1998. 228 p.