



Міністерство
захисту довкілля
та природних ресурсів
України



CHORNOBYL: OPEN AIR LAB

Збірник матеріалів
I Міжнародної науково-практичної
конференції

24 квітня 2021 року

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України
Державне агентство України з управління зоною відчуження
Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник
Поліський національний університет
UNEP-GEF

CHORNOBYL: OPEN AIR LAB

Збірник матеріалів

I Міжнародної науково-практичної конференції
(присвячена 5 річчю створення Чорнобильського радіаційно-
екологічного біосферного заповідника)

ББК 20.18
Б1

*Видається за рішенням організаційного комітету конференції
(протокол № 2 від 24 квітня 2021 р.)*

Chornobyl: open air lab. Збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції, 24 квітня 2021, м. Київ. Тернопіль: Крок, 2021. 362 с.

Збірник матеріалів конференції містить роботи дослідників, які працюють над вивченням екологічного стану навколишнього природного середовища та вирішенням проблем збереження ландшафтного різноманіття й оптимального використання територій природно-заповідного фонду України, зменшення негативних антропогенних впливів на природні комплекси, формуванням екопросвітницької діяльності. До збірника тез увійшли результати наукових досліджень в сфері радіоекології, радіобіології, ландшафтного різноманіття, ГІС-технологій, менеджменту об'єктів природно-заповідного фонду. Видання розраховане на науковців та фахівців в галузі природно-заповідної справи, працівників органів влади тамісцевого самоврядування, громадськості, активістів охорони природи. За достовірність викладених наукових фактів відповідальність несуть автори.

Conference Materials Handbook includes works by the researchers working on studying the ecological condition of the environment and dealing with preservation issues of the landscape variety and optimal use of territories of the nature-preservation fund of Ukraine, reducing negative technogenic influences on natural complexes, developing tools for raising ecological awareness. The Conference Handbook includes research results in radioecology, radiobiology, landscape variety, GIS-technologies, nature-preservation fund management. These materials would be interesting for researchers and specialists in the natural preservation field, authoritative bodies, and local government workers, community, natural preservation workers. The authors are responsible for scientific data and facts verification.

ISBN 978-617-692-640-5

© Колектив авторів, 2021
© Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник, 2021

надземной фитомассе хозяйственных типов лугов показал, что коэффициент накопления в 2020 г. по сравнению с 2005 г. был ниже во всех хозяйственных типах луга р. Ипуть. Согласно прогнозу изменения плотности загрязнения почв хозяйственных типов лугов в период с 2020 по 2029 гг. показал, что к 2029 г. во всех хозяйственных типах она уменьшится в среднем в 1,3 раза. Вынос радиоцезия надземной фитомассой имел незначительную величину во всех хозяйственных типов лугов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подоляк А.Г., Персикова Т.Ф. Влияние условий питания на размеры перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в урожай злаковых трав заболоченного луга / Современные проблемы использования почв и повышения эффективности удобрений: материалы междунар. научно-практич. конф., Горки, 24 – 26 октября 2001 г. / Мин. сельского х-ва РБ, БГСХА, Горки, 2001, Т. 2, с. 147 – 150.
2. Дайнеко, Н.М. Техногенное загрязнение луговых экосистем поймы р. Сож Гомельской области спустя 30 лет после катастрофы на ЧАЭС / Н.М. Дайнеко, С.Ф. Тимофеев // *Human and nature safety 2018: proceeding of the 24th international scientific-practice conference*, Kaunas, 9 – 11 may 2018. – Каунасский университет им. А Стульгинскиса. – Kaunas, 2018. P. 150 – 153.
3. Дайнеко, Н.М. Хозяйственная типология пойменных лугов Белорусского Полесья / Н.М. Дайнеко, Л.М. Сапегин. – Изучение и сохранение пойменных лугов: материалы Международного совещания, Калуга, 26-28 июня 2013 года. – Калуга: ООО «Ноосфера», 2013. – С. 53-58.

СУЧАСНА РАДІАЦІЙНА СИТУАЦІЯ В ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Іванов Є.А., д. геогр. н., доцент, Львівський національний університет імені Івана Франка
Войтків П.С., к. геогр. н., доцент, Львівський національний університет імені Івана Франка

Розглянуто особливості і тенденції зміни радіаційної ситуації в Львівській області. Описано джерела підвищеного природного, техногенно-підсиленого і техногенного радіаційного фону у регіоні. Розкрито проблеми утилізації та збереження радіоактивних відходів і радіаційно-екологічного моніторингу. Досліджено закономірності радіоактивного забруднення урбосистем Львова і геосистем породних відвалів ДП “Шахта “Візейська”. Оцінено рівень сучасного техногенного радіоактивного забруднення геосистем Львівської області, зумовлене екологічними наслідками Чорнобильської катастрофи.

Ключові слова: іонізуюче випромінювання, радіоактивність, радіаційний фон, радіоактивне забруднення.

MODERN RADIATION SITUATION IN LVIV REGION

Ivanov E.A., D.Sc. (Geography), Associate Professor, Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

Voitkiv P.S., Ph.D (Geography), Associate Professor, Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

Peculiarities and tendencies of change of radiation situation in Lviv region are considered. The sources of increased natural, technogenic-enhanced and technogenic radiation groundwork in the region are described. Problems of utilization and preservation of radioactive waste and radiation-ecological monitoring are revealed. The regularities of radioactive pollution of Lviv urban systems and geosystems of waste heaps of SC “Viseiska Mine” have been studied. The level of modern technogenic radioactive pollution of geosystems of Lviv region due to the ecological consequences of the Chernobyl catastrophe is estimated.

Key words: ionizing radiation, radioactivity, radiation groundwork, radioactive pollution.

Населення і природне середовище Львівщини піддаються дії іонізуючого випромінювання, що зумовлене як природним, так і техногенно-підсиленним радіаційним фоном. Природну радіоактивність формує космічне випромінювання, рівень якого зростає з географічною широтою і висотою місцевості. Значну частину природної радіації створюють ізотопи урану, торію, продукти їхнього розпаду і калію-40 (^{40}K), що вміщені у гірських відкладах і ґрунтах. Природна радіоактивність води та атмосферного повітря здебільшого зумовлена вмістом радію і продукту його розпаду – радону [9]. Регіон зачислено до двох уранових провінцій: Волино-Подільської та Українських Карпат. У 1985 р. фоновий рівень радіоактивного забруднення геосистем цезієм-137 (^{137}Cs) не перевищував $1,0\text{--}3,0\text{ кБк/м}^2$, а стронцієм-90 (^{90}Sr) – $0,7\text{--}2,5\text{ кБк/м}^2$ [3]. Водночас підвищення показників природної радіоактивності виявлено в окремих гірських місцевостях Українських Карпат. Також досліджено радіоактивність мінеральних вод Трускавецького родовища і доведено, що вона зумовлена підвищеним вмістом ^{40}K [7].

Техногенно підсилений радіаційний фон останніми роками має значний вплив на загальне радіаційне опромінення людини. Сьогодні середні сумарні індивідуальні ефективні дози жителів Львівщини становлять $4,6\text{--}4,8\text{ мЗв/рік}$. Техногенно підсилена радіоактивність у регіоні простежується на підприємствах та об'єктах видобування, збагачення і перероблення паливно-енергетичної сировини, зокрема, кам'яного вугілля, нафти, газового конденсату і вільного газу. Гірничі процеси супроводжує винесення на земну поверхню гірських порід і мінералів, у яких концентрація природних радіонуклідів перевищує рівень місцевого радіаційного фону. Забруднення довкілля радіонуклідами має особливості, розглянуті на прикладі модельної ділянки, розміщеної в межах породних відвалів ДП “Шахта “Візейська”. Проведене радіометричне знімання дало змогу визначити умови перерозподілу, міграції та акумуляції техногенних радіонуклідів [6]. Рівень експозиційної дози для геосистем відвалів змінюється від $8\text{ до }12\text{ мкР/год}$ ($0,08\text{--}0,12\text{ мкЗв/год}$) і сягає $25\text{--}30\text{ мкР/год}$ ($0,25\text{--}0,30\text{ мкЗв/год}$), що суттєво вище за рівень геохімічного фону прилеглих територій, який становить $5\text{--}6\text{ мкР/год}$ ($0,05\text{--}0,06\text{ мкЗв/год}$). Радіоактивне забруднення є незначним і залежить від природних умов міграції природних радіонуклідів і розміщення геосистем у ряді геохімічного сполучення ($4,5\text{--}21,4\text{ мКі/км}^2$), однак воно перевищує рівень природного геохімічного фону у три–десять разів.

Радіометричні знімання також проведено в гірничопромислових районах Львівської області (Червоноградського, Яворівського і Дрогобицько-Стебницького), а також в околицях Добротвірської ТЕС. Спалювання на електростанції вугілля призводить до осідання пилу, попелу, золи із підвищеним вмістом радіоактивних речовин на поверхню ґрунту біля теплової електростанції та накопичення у золосховищах. Загалом об'єктами техногенно підсиленних джерел радіації у регіоні є різні сховища гірничопромислових відходів – терикони, відвали, хвостосховища, відстійники, стави-накопичувачі технічних вод тощо. Результати досліджень показали, що рівень експозиційної дози гірничопромислових об'єктів на Львівщині перевищує фоновий в середньому у $1,2\text{--}1,6$ разів. Водночас середні показники радіоактивного забруднення ^{137}Cs вищі від фонового у $1,3\text{--}1,7$ разів, а ^{90}Sr – у $2,0\text{--}5,0$ разів.

У Львівській області нема потужних техногенних джерел радіації, таких як атомні електростанції і підприємства з видобування урану, його збагачення і перероблення на ядерне паливо. Відстань від Львова до найближчих радіаційно-небезпечних об'єктів – Хмельницької і Рівненської АЕС – становить 195 і 210 км , відповідно. У регіоні налічують чимало джерел іонізуючого випромінювання у промисловості, медицині і науці, на митниці чи транспорті.

В регіоні функціонує 14 об'єктів господарської діяльності, які використовують джерела іонізуючого випромінювання. Найбільше радіаційно-небезпечних підприємств розміщено у Дрогобицькому (6), Миколаївському, Сокальському і Стрийському (по 2) районах. У 2018 р. зареєстровано 188 радіонуклідних джерел іонізуючого випромінювання і 836 генераторів

іонізуючого випромінювання у понад 200 власників. Головними радіонуклідами є америцій-241 (^{241}Am), кобальт-60 (^{60}Co), іридій-192 (^{192}Ir) і цезій-137 (^{137}Cs) [2]. До робіт щодо застосування, зберігання, транспортування і захоронення джерел іонізуючого випромінювання залучено майже 1 200 осіб категорії “А” радіаційної безпеки, понад 12 400 медичних працівників та персоналу промислових, освітніх та наукових установ, що належать до категорії “Б”.

Західна інспекція з ядерної і радіаційної безпеки видала 356 ліцензій на провадження діяльності з використанням джерел іонізуючого випромінювання в регіоні. У 2018 р. з метою радіаційного контролю здійснено 109 інспекцій і складено 18 протоколів про адміністративні правопорушення [4]. Все частіше виявляють проблеми із контрабандними і “покинутими” джерелами радіації, які є потенційно небезпечними для здоров’я населення. Зокрема, у вересні 2018 р. у районі митного пункту “Рава-Руська” пройшли українсько-польські навчання з відпрацювання сценаріїв виявлення ядерної контрабанди [2]. Водночас слід відзначити, що за останні десять років радіаційних аварій у регіоні не зареєстровано.

Вагомою проблемою регіону є утилізація і збереження радіоактивних відходів. Проблема негативного впливу радіації на природне середовище стає дедалі актуальнішою, що пов’язано із зростанням кількості радіоактивних речовин як природного, так і техногенного походження. У с. Буда Яворівського р-ну, за 16 км від Львова, розміщений міжобласний спеціалізований пункт Державної корпорації “Українське державне об’єднання “Радон”, де привозять промислові і медичні радіоактивні відходи із семи областей Західної України. Цей пункт є найбільшим накопичувачем відпрацьованих джерел іонізуючого випромінювання у Львівській області. У сховищі накопичено 1 299,2 т (2 108,0 м³) твердих і 480,0 м³ рідких радіоактивних відходів промислових підприємств, медичних установ і науково-дослідних лабораторій. Водночас тут зберігають 164,3 тис. одиниць джерел іонізуючого випромінювання. Питома радіоактивність техногенних джерел радіації становить 1,07–1,68 Бк [2]. У 2018 р. на пункт завезли 1,25 т радіоактивних відходів і 90 відпрацьованих джерел іонізуючого випромінювання [8]. Близько 85–90 % накопичених радіоактивних відходів вважають низько- і середньоактивними. Відходи, які поступають на зберігання на пункт з метою недопущення їхнього впливу на природне середовище та населення, ізолюють відповідно до встановленої технології. Згідно з офіційними інформацією ДК “Радон”, потужності доз радіації не перевищують фонові значення у регіоні, однак мешканці навколишніх сіл продовжують протестувати проти діяльності сховища. У листопаді 2018 р. розпочалася реалізація проекту “Комплексна оцінка безпеки майданчиків з поводження з радіоактивними відходами, які експлуатує ДК “Радон”, і проектування заходів з реабілітації проблемних сховищ” (бюджет 1,4 млн євро) у рамках співпраці з ЄС у сфері ядерної безпеки. Кінцевою метою проекту є переміщення відходів до Чорнобильської зони відчуження для повторного безпечного захоронення.

Радіаційно-екологічний моніторинг у регіоні виконують десять станцій Державного комітету України з гідрометеорології. Лише три (Рава-Руська, Мостиська і Львів), окрім інтенсивності гамма-випромінювання, вимірюють радіаційне забруднення атмосферних опадів.

За часів Радянського Союзу у лісових масивах в околицях Червонограда, Радехова, Бро-дів, Стрия і Моршина діяли військові бази з балістичними ядерними ракетами середньої дальності польоту. У 1994 р. Україну примусили відмовитися від ядерної зброї і ракети вивезли до Російської Федерації, а військові бази демонтували. Сьогодні радіаційних фон у районах шахтних пускових установок може перевищувати у два–три рази фонові значення.

Розглянемо проблеми забруднення радіонуклідами урбосистем Львова. У 2003–2016 рр. ми провели детальне радіаційне знімання у центральній, східній і південній частині міста (понад 550 вимірювань). У центральній, старовинній частині міста, яка внесена до списку архітектурної спадщини ЮНЕСКО і головно перетворена у пішохідну зону, середні рівні

гамма-випромінювання коливаються від 5 до 7 мкР/год (0,05–0,07 мкЗв/год), а максимальні – не перевищують 14 мкР/год (0,14 мкЗв/год). Водночас густина потоку бета-випромінювання становить 1,5–2,0 см⁻²×хв⁻¹ [5]. Вищі рівні забруднення радіонуклідами урбосистем виявлено в центральній частині міста, що прилягає до головного корпусу Львівського національного університету і парку імені Івана Франка. Підвищення радіаційного фону виявлено на площі перед пам'ятником Івана Франка і зумовлено використанням радіаційно-небезпечних гранітних плит. Гамма-фон у багатьох місцях перевищує 15–25 мкР/год (0,15–0,25 мкЗв/год), а значення густини бета-потoku – 3,0–7,5 см⁻²×хв⁻¹. У східній частині Львова спостерігаємо найнижчі показники гамма-випромінювання – 4–7 мкР/год (0,04–0,07 мкЗв/год), максимальні значення – до 12 мкР/год (0,12 мкЗв/год), а бета-потoku – 0,5–1,5 см⁻²×хв⁻¹. Подібна радіаційна ситуація властива для паркових зон Високого замку і Львівської цитаделі.

Загалом виявлені у Львові ареали радіоактивного забруднення порівняно сталі у просторі і часі та корелюються з інтенсивністю транспортного навантаження з підвищенням показників над фоновими на 5–8 мкР/год (0,05–0,08 мкЗв/год). Несуттєві коливання значень радіоактивного забруднення (до 2–3 мкР/год) простежуються в межах урбосистем, які розміщені на крутих й спадистих схилах. Саме з інтенсивним проявом площинного змиву і лінійної ерозії пов'язана міграція техногенних радіонуклідів. Величина радіоактивного забруднення урбосистем Львова, головне, залежить від їхнього положення у ряді геохімічного сполучення. Формування окремих радіаційних мікрозон у міському середовищі з підвищеними значеннями також пов'язано з природною радіоактивністю геологічних відкладів і підвищеним фоном культурного ґрунтового шару [1].

До техногенної аварії на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС, що сталася 26 квітня 1986 р., територію Львівщини було порівняно рівномірно забруднено радіонуклідами глобального походження. Незначне перевищення рівня забруднення у гірських місцевостях Українських Карпат пояснюють вищими значеннями річної кількості атмосферних опадів, які привносили радіонукліди.

Сучасне техногенне радіоактивне забруднення геосистем Львівської області зумовлено, головне, екологічними наслідками Чорнобильської катастрофи. Сьогодні найбільший внесок у забруднення природного середовища вносять ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr. Після техногенної катастрофи у регіоні підвищення потужності дози, що спричинене забрудненням ¹³⁷Cs у межах 2–4 кБк/м², простежуються на більшій частині території. У Сколівському, Турківському, Самбірському, Старосамбірському, Пустомивському і Жовківському районах виявлено ареали забруднення ¹³⁷Cs із рівнями від 4 до 10 кБк/м² (0,1–0,27 Ки/км²). Оскільки після Чорнобильської катастрофи осідання радіонуклідів на земну поверхню було значнішим у місцях, де під час проходження радіоактивних хмар випадали атмосферні опади, радіоактивне забруднення має чітко виражений плямистий характер. Радіоактивні плями приурочені до слабозаселених, заліснених, переважно гірських і височинних місцевостей. Проведене у 2014 р. масштабне радіаційне знімання зафіксувало пониження рівня забруднення ¹³⁷Cs до 1–4 кБк/м² [3].

Ареали забруднення ⁹⁰Sr у концентрації від 2 до 4 кБк/м² часто збігалися з площами забруднення ¹³⁷Cs. Найвищі значення зареєстровано вздовж Вододільного хребта Українських Карпат. У 2014 р. виявлене аналогічне пониження рівнів забруднення ⁹⁰Sr (до 1–2 кБк/м²).

Масштабне радіоактивне забруднення геосистем спричинило екологічні, медичні, а також значні соціально-економічні наслідки, що проявилися себе навіть у порівняно “чистому” регіоні. Нині на Львівщині проживає 16,7 тис. осіб, які постраждали унаслідок Чорнобильської катастрофи, зокрема 5,8 тис. осіб – ліквідаторів аварії, 4,3 тис. осіб – постраждалих дітей. Радіаційна ситуація у регіоні продовжує змінюватися і потребує продовження геоекологічних досліджень у районах підвищеної радіаційно-екологічної небезпеки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Волошин П. Геоекологічні аспекти збереження пам'яток архітектури центральної частини Львова. *Наук. зап. Терноп. націон. педагог. ун-ту. Сер. геогр.* 2006. № 1. С. 122–130.
2. Доповідь про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні у 2018 р. / Державна інспекція ядерного регулювання України. К., 2019. 70 с.
3. Електронний атлас радіоактивного забруднення України 2014 р. Режим доступу: <http://radatlas.isgeo.com.ua/>
4. Звіт про діяльність Державної інспекції ядерного регулювання України за 2018 р. / Державна інспекція ядерного регулювання України. – К., 2019. – 80 с.
5. Іванов Є. А. Радіаційне забруднення урбосистем Львова. *Наук. вісн. УкрДЛТУ.* 2003. Вип. 13.5. С. 142–145.
6. Іванов Є., Ковальчук І. Радіоактивне забруднення техноекосистем породного терикону шахти “Візейська”. *Біомедична електроніка та фізичні методи в екології: зб. тез.* Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. С. 64.
7. Івасівка С. В., Бубняк А. Б., Дацько О. Р., Полюжин І. П. Особливості нормування загальної бета-активності природних вод. *Ресурси природних вод Карпатського регіону (Проблеми охорони та раціонального використання): зб. наук. праць.* Львів: ЛьЦНТЕІ, 2004. С. 181–185.
8. Публічний звіт голови Державного агентства України з управління зоною відчуження про діяльність ДАЗВ у 2018 р. / Державне агентство України з управління зоною відчуження. К., 2018. 92 с.
9. Серєда В., Гриньков В. Радіаційна небезпека в Україні. Основні джерела надходження радіації в навколишнє природне середовище. *Зб. наук. праць НАДПС України. Сер. Військові та технічні науки.* 2016. № 3 (69). С. 112–125.

REFERENCES

1. Voloshyn P. (2006) Geoekologichni aspekty zberezhenia pamiatok arkhitektury tsentralnoi chastyny Lvova. *Nauk. zap. Ternop. natsion. pedahoh. un-tu. Ser. heohr.*, 1, 122–130.
2. Dopovid pro stan yadernoi ta radiatsiinoi bezpeky v Ukraini u 2018 r. (2019). *Derzhavna inspektsiia yadernoho rehuliuвання Ukrainy.* K., 70.
3. Elektronnyi atlas radioaktyvnoho zabrudnennia Ukrainy 2014 r. URL: <http://radatlas.isgeo.com.ua/>
4. Zvit pro diialnist Derzhavnoi inspektsii yadernoho rehuliuвання Ukrainy za 2018 r. (2019). *Derzhavna inspektsiia yadernoho rehuliuвання Ukrainy.* K., 80.
5. Ivanov Ye. A. (2003) Radiatsiine zabrudnennia urbosystem Lvova. *Nauk. visn. UkrDLTU*, 13.5, 142–145.
6. Ivanov Ye., Kovalchuk I. (2007) Radioaktyvne zabrudnennia tekhnоекosystem porodnoho terykonu shakhty “Vizeiska”. *Biomedychna elektronika ta fizychni metody v ekologii: zb. tez.* Lviv: VTs LNU im. I. Franka, 64.
7. Ivasivka S. V., Bubniak A. B., Datsko O. R., Poliuzhyn I. P. (2004) Osoblyvosti normuvannia zahalnoi beta-aktyvnosti pryrodnykh vod. *Resursy pryrodnykh vod Karpatskoho rehionu (Problemy okhorony ta ratsionalnoho vykorystannia): zb. nauk. prats.* Lviv: LvTsNTEI, 181–185.
8. Publichnyi zvit holovy Derzhavnoho ahentstva Ukrainy z upravlinnia zonoiu vidchuzhennia pro diialnist DAZV u 2018 r. (2018). *Derzhavne ahentstvo Ukrainy z upravlinnia zonoiu vidchuzhennia.* K., 92.
9. Sereda V., Hrynkov V. (2016) Radiatsiina nebezpeka v Ukraini. Osnovni dzherela nadkhodzhennia radiatsii v navkolyshnie pryrodne seredovishche. *Zb. nauk. prats NADPS Ukrainy. Ser. Viiskovi ta tekhnichni nauky*, 3 (69), 112–125.