

УДК 577.346.(282.247.32)

**Гриб Й. В., д.б.н, професор, Войтишина Д. Й., здобувач,
Дергун М. С., студентка (Національний університет водного
господарства та природокористування, м. Рівне)**

**«ЧОРНОБИЛЬ – 2017» – СТРАТЕГІЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ НА
ПОПЕРЕДЖЕННЯ РАДІАЦІЙНОГЕННИХ СИТУАЦІЙ (ЗА МАТЕРІАЛАМИ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ 24-26.04.2017)**

**Чорнобильської АЕС. Завершення 30-річного періоду піврозпаду
радіонуклідів Cs^{137} та Sr^{90} . Тисячі людських життів, страшні еко-
логічні радіаційні наслідки. Що чекає людство Землі у післяаварій-
ні роки, доповнені наслідками розпаду блоків реактора АЕС «Фуку-
сіма» внаслідок цунамі (Японія) три роки тому? Які ризики чекають
після цих техногенних аварій та волюнтаристських рішень дирек-
тивних органів щодо розміщення промислових об'єктів? У огляді
розглянуті основні проблеми формування сучасної радіоекологіч-
ної ситуації у зоні відселення та за гідроекологічними проблемами
ведення народного господарства, збереження здоров'я населення.
Ключові слова: радіонукліди, міграції, ризики, джерела, водне се-
редовище, здоров'я населення.**

Постановка проблеми. Існує чотири постулати вченого-еколога
Коммонора: все пов'язане з усім, все кудись рухається, за все необ-
хідно платити, природа знає краще. Вони проявили себе у повній мірі
після 26 квітня 1986 року: відселення населення з 30-кілометрової
зони активного забруднення, включення радіонуклідів у суходільні
та водні біоценози і трофічні ланцюги, вилучення із сільськогоспо-
дарського використання 8,4 млн га земель, в тому числі 2,0 млн га
ріллі, тисячі постраждалих від гострого і хронічного опромінення. І
разом з тим сьогодні це світова антропогенна екологічна лабораторія
вивчення адаптованої та реабілітованої флори і фауни. Це вивчення
впливу і наслідків демографічного навантаження, перевірка теорії
Дарвіна щодо природного відбору та формування нових видів флори
і фауни. Основним питанням сьогодні є кількісна оцінка і вивчення
наслідків радіаційних впливів, розробка стратегії природокористу-
вання у всіх чотирьох зонах впливу на довкілля аварійних викидів
четвертого блоку АЕС.

Території, населення, вода, флора і фауна Житомирщини і пів-

нічних районів Рівненської області є найбільш постраждалими у Західному сліді викидів, тому необхідні заходи із зниження тиску радіоактивних елементів.

На конференції «Чорнобиль – 2017» серед багатьох матеріалів розглянуто праці щодо радіоекологічних наслідків аварій на ЧАЕС та «Фукусіма» (автори Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Серета Ю.П. з Інституту ядерних досліджень НАН України та Інституту державного управління у сфері цивільного захисту).

У табл. 1 та 2 подано порівняльну характеристику подій, що розгорталися на ЧАЕС та «Фукусіма-1».

Таблиця 1

Порівняльна характеристика активних зон та аварій на
ЧАЕС та «Фукусіма-1»

Реактор	ЧАЕС/РБМК-1000	Фукусіма/GE Mark 1 BWR
Характеристика аварії		
Паливо (склад, вигорання)	UO_2 , 2-2,4 %, 9,4 ГВт доба/т	UO_2 , 3-3,2%, приблизно 11 ГВт доба/т
Матеріали в активній зоні	Двооксис урану, нержавіюча сталь, ZrNb-сплав, графіт	Двооксис урану (+6% плутонію на блоці № 3), циркалою
Обсяг залученого відпрацьованого ядерного палива	190 т UO_2 , 170 т циркало та 180 т графіту	Близько 80 т UO_2 , та 40 т циркалою
Вид аварії	Некерований розгін, самопідтримувальна ланцюгова реакція (СЛР)	Криза тепловідведення (реактор заглишений)
Момент аварії	Під час роботи на потужності	Через 4 доби після зупинки реактора
Обставини аварії	Конструкція, людський чинник	Припинення електропостачання при цунамі
Поведінка палива при аварії	Повністю зруйновано й сплавлено в теплоутворюючу масу	Частково ушкоджено (відрізняється в різних блоках)
Максимальна температура аварійного палива	Понад 2500° С в момент аварії. При $T > 1200^\circ$ С пароцирконієва реакція стає самопідтримувальною	Від 700° С до 2800° С в різних блоках. За температури $T > 950^\circ$ С починається екзотермічна пароцирконієва реакція

Таблиця 2

Реакція та дії щодо подій на ЧАЕС та «Фукусіма-1»

ЧАЕС	«Фукусіма-1»
Помилкові дії персоналу	Розгубленість, не було вжито оперативних заходів при цунамі
Неготовність реагувати в перший день	Розгубленість у перші дні
Неготовність системи реагування	Повна неготовність системи реагування
Руйнування активної зони	Руйнування активної зони
Потужний, сильний викид радіоактивних речовин	Потужний, сильний викид і скид радіоактивних речовин
Евакуація 140 тис. осіб	Евакуація 80 тис. осіб
Зона відчуження 30 км	Зона відчуження 30 км, на сьогодні розширена до 40 км

Сьогодні у атомній енергетиці повинен дотримуватись принцип пропорційності рівня бурхливого її розвитку та відповідність кваліфікації та організованості персоналу. Тобто впровадження найдосконаліших технологічних систем не гарантує ризику техногенних аварій місцевого і глобального характеру. Необхідні відповідні висновки – адже аварія на АЕС «Фукусіма-1» сталась через 25 років після аварії на ЧАЕС. Враховуючи масштаби аварії і ризику, уряд Японії прийняв рішення щодо згортання програми розбудови атомної енергетики.

Наслідки аварії на ЧАЕС достатньо відомі. У перші дні аварії внаслідок радіоїодної атаки постраждало все населення України, особливо діти і підлітки, опромінення щитовидної залози для яких є надзвичайно небезпечним. Масюк С.В. та Чепурний М.І. з Національного наукового центру радіаційної медицини Національної академії медичних наук України стверджують, що радіоіндукований рак щитовидної залози є головним статистично доведеним ефектом у постчорнобильський період. Найвища доза опромінення щитовидної залози виявлена у жителів Житомирської, Київської та Чернівецької областей.

Значно постраждали північні райони Рівненщини, зокрема Рокитнівський район. Оцінку сучасних факторів радіоактивного опромінення населення Рокитнівського району Рівненщини подано у роботі Клименка М.О. та Клименко Л.В. Показано, що Полісся України зазнало радіоактивного забруднення, зокрема 43,1% орних земель забруднено Cs^{137} (82,8 тис. га). Серед них особливо зазнали забруд-

нення землі у Рокитнівському 53,6% та Дубровицькому 42,2% районах. Відповідно, міграція радіонуклідів за трофічним ланцюгом «земля – рослини (луки) – ВРХ (молочні продукти) – людина». Через спожиті основні продукти харчування населення цих територій отримує високі дози опромінення: діти (молочні продукти 59%, гриби – 31%, картопля – 6%); дорослі (молочні продукти – 62%, гриби – 30%, картопля – 5%). Відповідно, тут необхідно контролювати рівень забруднення у продуктах харчування, вжити попереджувальні відповідні заходи – змінити складову продуктів харчування, прийом пектинів та інших антидотів.

Житомирський національний агроекологічний університет представляли професор кафедри екологічної безпеки та економіки природокористування, д.е.н. Данкевич Є.М. та здобувач Шегеда О.В. з матеріалами «Світовий досвід введення господарської діяльності на радіаційно забруднених територіях». Враховуючи наявність основного джерела радіаційного ураження – забрудненого ґрунту, протирадіаційні заходи спрямовані на зв'язування радіонуклідів гуміновими комплексами, насичення мінеральної складової солями Ca^{2+} та K^+ . Враховуючи властивості накопичення Cs^{137} та Sr^{90} у верхніх шарах ґрунту та аналогічно з вищезгаданими катіонами, можна поділити вживані заходи на: а) глибоку оранку з переміщенням верхніх шарів ґрунту у глибші горизонти; б) хімічну мінералізацію (вапнування, внесення органічних добрив); в) винесення Rn з продуктами рослинництва.

Цікавим є впровадження розробки вчених Японії з дерадіоізації територій з мінімальними радіаційними забрудненнями. Це глибока оранка із переміщенням верхніх (20 см) шарів ґрунту, зняття верхнього (5 см) шару забрудненого ґрунту, застосування сорбентних матеріалів і їх видалення, очищення скаламученої води у ставках і рибоводних чеках. Забруднені ґрунти збирають у поліетиленові пакети і складуються у бетонних спорудах на термін піврозпаду або випаляються з подальшим захороненням.

Основною розробкою є концепція «накопичення радіації в рослинах перебуває у прямій пропорційній залежності і обернено пропорційна від вмісту рухомого калію у ґрунті». Це ж стосується й інших сольових форм радіонуклідів.

Зрозуміло, що основним джерелом міграції радіонуклідів є сьогодні річкова мережа або гідроекологічні коридори середовища. Нашими дослідженнями (Гриб Й.В. 1987-2014 рр.) показано, що нукліди (сольові розчини і депоновані у зависях) попадають у водоприймачі і переносяться водним потоком (дрифт) з твердим стоком та повеневим стоком з сільськогосподарських угідь до 95,0-99,0% загального

вмісту. У басейні річки Тетерів (п.п. річки Дніпро) через рік після аварії В-активність ґрунтів та мулу була аналогічною ($1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-8}$) кІ/кґ ґрунту, зростаючи на 2 порядки під час танення снігу і формування поверхневого сільськогосподарського стоку при відносній стабільності у водному середовищі рівному $1 \cdot 10^{-11}$ кІ/дм³ (провідний коефіцієнт кІ у Бк: $k_i = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк).

Розподіл радіонуклідів в об'єктах зокрема Cs^{137} склав: мули – 99,89%, вода – 0,004%, ВВР – 0,007%, риби планктофаги – 0,6%, риби хижі – 0,11%. Коефіцієнт накопичення складав: ВВР – $17,5 \cdot 10^3$, риби планктофаги – $2,5 \cdot 10^3$, риби хижі – $12,5 \cdot 10^3$, мули – $25 \cdot 10^3$.

Загальну схему розподілу Cs^{137} у водному середовищі ставів північних і західних регіонів Рівненської і Волинської областей представлено на рис. 1 та 2.

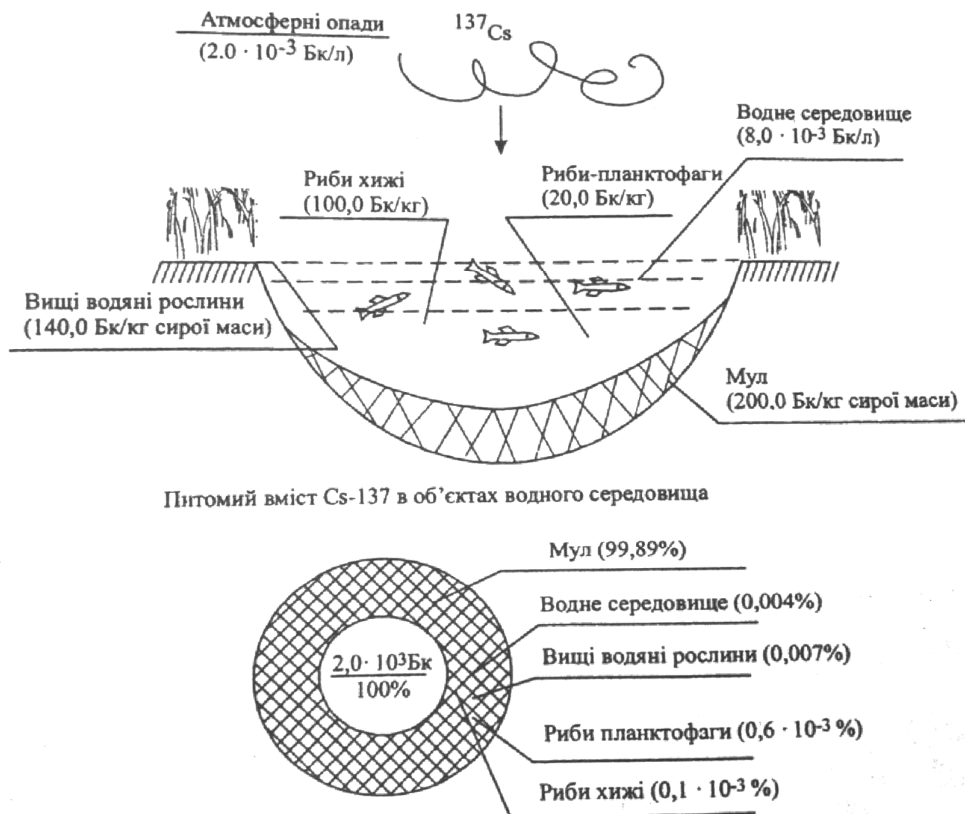


Рис. 1. Схема міграції Cs^{137} у водному середовищі ставів

Баланс вмісту у рибоводному ставу на сьогодні розглядається за наступною схемою: А. Прохідна частина: атмосферні опади, поверхневий стік, твердий стік, свіжа вода на водообмін, корми; Б: витрат-

ні частина: скидна вода, риба на реалізацію, видалена з водою маса ВВР, попереднє очищення води на біоплато; В: Залишок у рибоводному ставу: накопичення у мулі, накопичення в ВВР у рибі, у завсях та в водному розчині.

Системні дослідження у формуванні радіоекологічної ситуації в руслових водосховищах Дніпровського каскаду наведено у науковій роботі Дворецького А.І., Байдака Л.А., Маринкова О.М. «Оцінка радіоекологічної складової техногенно-трансформованих екосистем Дніпровського водосховища». Тут подано порівняльну оцінку вмісту та міграції радіонуклідів природного (K^{40} , Ra^{226} , Th^{230}) та штучного походження (Cs^{137} та Sr^{90}) в абіотичних та біотичних складових водного середовища. Дніпровське водосховище має значні можливості для розбавлення домішок при довжині 130 км, площі водного дзеркала 246 км², при об'ємі 3,3 млрд м³. При цьому 98% стоку поставляє Дніпродержинське водосховище, буферизуючи домішки, що надходять. На радіоекологію водойми ще раніше мали впливи випробування ядерної зброї, видобуток уранових руд з накопиченням радіоактивних відходів у 4 хвостосховищах. Відповідно, з ґрунтовим стоком через притоки у річку Дніпро почав поступати комплекс відходів з домішками радіонуклідів починаючи від урану-238 до торію-230. Після аварії на ЧАЕС долучились Cs^{137} та Sr^{90} . Дослідженнями вчених встановлено вміст у воді природних радіонуклідів: урану-238 – 0,006-912,0 Бк/дм³, радію-226 – 1,05 Бк/дм³, торію-230 та полонію-210 – 0,47 Бк/дм³, калію-40 – 4,89 Бк/дм³ вміст штучних радіонуклідів складав: цезію-137 – 0,27 Бк/дм³, стронцію-90 – 0,07 Бк/дм³, що значно нижче допустимих нормативів (для питної води 2 Бк/дм³, для рибогосподарських водойм 20 Бк/дм³).

Однак слід відмітити зростання вмісту радіонуклідів у донних відкладах та за трофічним ланцюгом на 2,3 порядки, складаючи у рибі за максимальним вмістом у окуня 4,86 Бк/кг за Cs^{137} та 3,16 Бк/кг за Sr^{90} , що корелює з нашими дослідженнями. Аналізуючи отримані дані можна стверджувати, що радіоекологічний фон тут формували, в основному, радіонукліди природного походження.

У своїй науковій роботі «Зниження наслідків радіаційного забруднення як стратегічного завдання стало у розвитку північних районів Рівненщини» Прищеп А.М., Брикса О.В., Дарчик О.О. стверджують, що застосування комплексу заходів щодо зниження надходження радіонуклідів у рослині дозволяє одержувати сільськогосподарську продукцію в межах допустимих для споживання рівнів. Разом з тим стверджується, що значні дози опромінення населення

формується за рахунок споживання продуктів харчування місцевого виробництва, які складають до 95% загальної дози опромінення для Поліського регіону, а у лісових масивах – до 98%. Додаткова доза внутрішнього опромінення формується за рахунок споживання молока та м'яса (70,0-90,0% добового раціону), що виробляється у приватному секторі. При цьому необхідно врахувати, що засвоєння радіонуклідів з продуктами харчування надзвичайно високе у молодшого покоління (до 30% загального вмісту) і низьке у старшого (до 3,0-4,0%).

Зрозуміло, що виникнення Чорнобильської ситуації стало можливим через відсутність детальних розрахунків формування ризику від розміщення промислового майданчика у густонаселеному районі (поблизу м. Київ) та неврахування людського фактора. Аварія (вибух) сталась через суттєве порушення затверджених регламентів експлуатації блоків АЕС при проведенні несанкціонованого експерименту і відключенні аварійної системи охолодження. На ці моменти була загострена увага у доповіді д.б.н. Дрозда І.П. з Інституту ядерних досліджень НАН України «Концепція прийняттого ризику та проблеми забезпечення техногенної безпеки в Україні».

Радіаційні ризики досліджувала у своїй роботі «Аналіз радіаційних ризиків на території Рівненської області» Лико Д.А., Лико С.М., Портухай О.І., Безвера О.В. (Рівненський державний гуманітарний університет). На сьогодні радіаційні ризики на території області зумовлені наступними чинниками: радіоактивним забрудненням ґрунтів (в основному північні райони), використанням забруднених сільськогосподарських продуктів, впливом діючих Хмельницької і Рівненської АЕС (за 16 років було зареєстровано відповідно 152 та 134 порушення у діючих АЕС без перевищень допустимих рівнів вмісту радіонуклідів у довкіллі).

Проблемам стану здоров'я населення та попередження радіаційного ураження були присвячені доповіді провідних вчених України. Також, було звернено увагу на необхідність продовження і удосконалення радіологічного контролю і оповіщення населення, поліпшення медичного обслуговування (Фещенко В.П., д.т.н., модератор).

Необхідно звернути увагу, що разом із стабілізацією радіо-екологічної ситуації через вплив аварії, необхідно звернути увагу на природні джерела опромінення, особливо на вміст радону (Rn^{222}), торію (Th^{230}). Цією проблемою займалися вчені ряду інститутів республіки Білорусь, зокрема Інституту радіобіології НАН Білорусі (Чуніхін Н.А., Чешик І.А.), Гомельського державного університету ім. Ф. Скорини (Дроздов Д.Н., Чеховська А.Л.), Республіканського на-

уково-практичного центру радіаційної медицини і екології людини (Власова Н.Г.), Інституту природокористування НАН Білорусі (Карабанов А.К.), Об'єднаного інституту ядерних досліджень НАН Білорусі (Жук І.А.). Ними показано, що доза опромінення у забруднених територіях в 4 рази вища ніж у незабруднених, а доза опромінення від Чорнобильського цезію в 4 рази нижча від величини природного опромінення від впливу радону.

У віддалених наслідках основний вклад в зону опромінення населення вносить природний радон. Відмінності у дозах від опромінення радону в рази перевищують дозу від впливу Чорнобильських нуклідів. Однак, тут не враховується накопичення нуклідів у трофічних ланцюгах.

В плані природного опромінення є актуальним дослідження М.О. Клименка та О.О. Лебедя (НУВГП, Рівне) «Визначення об'ємної активності радону у повітрі підвальних приміщень». Ними виявлено, що середнє геометричне значення об'ємної активності радону у повітрі підвальних приміщень складає 365 Бк/м^3 , що майже вдвічі перевищує будівельні норми, в окремих випадках це значення значно вище – $966 \pm 193 \text{ Бк/м}^3$. За даними академіка Д.М. Гродзинського, опромінення радоном складає 77,9% річних ефективних доз від природної радіоактивності (сумарна річна доза опромінення від природних джерел складає 4, 88 мзв – мікрозіверт).

Таким чином, аварія на ЧАЕС започаткувала довгу низку проблем і окреслила стратегію природокористування на тривалі наступні роки (300-500 років). Тематика доповідей вказала на значний науковий потенціал наукових інститутів та вчених України з проблематики вивчення наслідків аварії на атомній станції та розробку практичних заходів з виживання населення. Слід також врахувати, що у районах з забрудненням проживає сьогодні 3,2 млн чоловік, серед них близько 1 млн дітей, які мають статус потерпілих (рис. 2).



Рис. 2. Складові радіоекологічних наслідків аварії на ЧАЕС (радіонукліди Cs^{137} та Sr^{90} , плутоній і америцій): проблеми та ризики виживання

Висновки. Матеріали науково-практичної конференції «Радіоекологія-2017» ще раз показали складність формування ноосфери, планети розуму (за Вернадським В.І.) і катастрофічним наростанням проблем техногенного, антропогенного та природного походження. На сьогодні кожне рішення щодо втручання у природне середовище повинно бути багатогранно проаналізоване та обраховане. Кожному рішенню про втручання у природне середовище повинно передувати наукове обґрунтування. Прикладом може бути масштабне меліоративне будівництво та запізніла наукова розробка оцінки його впливу на оточуюче середовище (ОВОС) та забезпечення відповідними компенсаційними заходами і коштами. Як стверджує д.б.н. Дрозд І.П. з Інституту ядерних досліджень Національної академії наук України, антропогенне навантаження на довкілля перевищує можливості його

го самовідновлення до безпечного для людини рівня. Незважаючи на розвиток технологій та зусилля громадськості антропогенне навантаження на довкілля продовжує зростати.

1. Збірник статей науково-практичної конференції із міжнародною участю «Радіоекологія-2017», 24-26 квітня 2017 р., м. Київ. – 281 с. 2. Гродзинський Д. М. Радіобіологія / Д. М. Гродзинський.– К. : Либідь, 2001. – 448 с.

Рецензент: д.б.н., професор Сондак В. В. (НУВГП)

Hryb Y. V., Doctor of Biological Sciences, Professor, Voityshyna D. Y., Assistant, Derhun M. S., Senior Student (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

CHERNOBYL-2017 »- STRATEGY OF NATURAL RESOURCES MANAGEMENT AND TERMINATION OF RADIOGENIC SITUATIONS (ON THE MATERIALS OF SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCES 24-26/04/2017)

31 years after the terrible emergency situation at the fourth block of the Chernobyl nuclear power plant. Completion of the 30-year half-life radionuclide Cs^{137} and Sr^{90} . Thousands of human lives, the terrifying effects of environmental radiation. What awaits the mankind of the Earth in the aftermath of the emergency, supplemented by the consequences of the destruction of reactor blocks as a result of the tsunami of Fukushima (Japan) three years ago? What risks are expected after these man-made accidents and voluntarist decisions of decision-making bodies on the location of industrial facilities? The review considers the main problems of the formation of a modern radioecological situation in the resettlement zone and with the hydroecological problems of introducing the national economy, preserving the health of the population.

Keywords: radionuclides, migration, risks, aquatics, environment and public health.

Гриб И. В., д.б.н., профессор, Войтышина Д. И., соискатель, Дергун М. С., студентка (Национальный университет водного

хозяйства и природопользования, г. Ровно)

**«ЧЕРНОБЫЛЬ – 2017» – СТРАТЕГИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И
ПРЕКРАЩЕНИЕ РАДИОГЕННЫХ СИТУАЦИЙ (ПО МАТЕРИАЛАМ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ КОНФЕРЕНЦИЙ
24-26.04.2017)**

31 год после страшной аварии на четвертом блоке Чернобыльской АЭС. Завершение 30-летнего периода полураспада радионуклидов Cs^{137} и Sr^{90} . Тысячи человеческих жизней, страшные экологические радиационные последствия. Что ждет человечество Земли в после аварийные года, дополненные последствиями разрушения блоков реактора в результате цунами Фукусима (Япония) три года назад? Какие риски ждут после этих техногенных аварий и волюнтаристских решений директивных органов по размещению промышленных объектов? В обзоре рассмотрены основные проблемы формирования современной радиоэкологической ситуации в зоне отселения и с гидроэкологическими проблемами введения народного хозяйства, сохранения здоровья населения.

Ключевые слова: радионуклиды, миграции, риски, источники, водная среда, здоровье населения.
