

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 504.064.2(045)

Ю.О. Кутлахмедов, д. б. н., проф.
І.В. Матвєєва, к. т. н., доц.
В.П. Петрусенко, к. т. н., старш. викл.

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СТРАХОВОГО ЗАХИСТУ
ПРИ РАДІАЦІЙНОМУ ЗАБРУДНЕННІ В СХИЛОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ**

Національний авіаційний університет
E-mail: feb@nau.edu.ua

Проведено оцінку колективної дози та радіаційних ризиків для населення, що використовує схилі екосистеми. Зроблено розрахунок очікуваних збитків від дозових навантажень, оцінку колективних та індивідуальних ризиків і збитків.

Ключові слова: індивідуальний збиток, індивідуальний ризик, камерні моделі, колективний збиток, колективний ризик, страховий захист населення, схилі екосистеми.

Постановка проблеми

Незважаючи на скорочення об'ємів виробництва і зменшення використання радіаційних джерел, майже в усіх сферах промисловості спостерігаються численні випадки зберігань та виявлення неврахованих, «нічийних» джерел, тому доцільно актуалізувати порушення, пов'язані з відмовами радіаційних джерел у процесі експлуатації.

Майже на всіх етапах роботи з джерелами (при зберіганні, транспортуванні, обслуговуванні, експлуатації і т.д.) можливі аварійні ситуації з різною ймовірністю.

У таких випадках можна застосувати певні запобіжні заходи, але всі наслідки аварій передбачити неможливо.

Оцінювання екологічних збитків для персоналу, населення та біоти надасть можливість створити систему страхового захисту, що дозволить відшкодувати найважчі наслідки радіаційного впливу на людей та біоту.

На радіаційно небезпечних виробництвах та установках постійно відбуваються аварії різного рівня небезпеки, наслідки яких є найрізноманітніші.

За наслідки аварій, що відбулися на виробництві, працівники застраховані адміністрацією.

У випадку нанесення збитку третім особам та доквітлю від діючих джерел з адміністрацією суб'єкта можна укладати договори страхування про цивільно-страхову відповідальність.

При виникненні радіаційних аварій і в процесі їх ліквідації законодавством має бути гарантоване відшкодування збитків, нанесених здоров'ю та майну населення, а також навколишньому середовищу.

Аналіз досліджень і публікацій

Уперше оцінка економічного збитку від викидів радіонуклідів в атмосферу і скидання їх у водойми була зроблена у 80-х рр. ХХ ст.

Перша методика оцінювання екологічного збитку, розроблена у 1983 р., була загальноприйнятою для колишнього СРСР і встановлювала методологію розрахунку економічного збитку від викидів і скидання шкідливих хімічних речовин у навколишнє середовище. У ній використані типові моделі розрахунку поширення шкідливих хімічних речовин в атмосфері та водному середовищі.

Друга методика оцінювання екологічного збитку, розроблена на основі загальнодержавної методики 1983 р., враховувала характер поширення радіонуклідів в атмосфері й водному середовищі, їхню

радіотоксичність та інші чинники впливу радіоактивних речовин на населення і навколишнє середовище, насамперед надходження радіонуклідів в організм харчовими ланцюгами і перебування населення на територіях, що зазнали незначного забруднення.

Обидві методики призначалися для розрахунку економічної ефективності здійснення природоохоронних заходів у разі:

- економічного обґрунтування основних етапів досягнення нормативної якості навколишнього середовища;
- оцінювання фактичної ефективності здійснюваних заходів;
- визначення ефективності природоохоронної діяльності промислових підприємств та виробничих об'єднань.

На сучасному етапі розвитку страхового ринку України провідні страхові компанії використовують у своїй роботі методику, що полягає в оцінці розміру збитку, який може бути завданий майну, здоров'ю людей та навколишньому середовищу внаслідок радіаційних аварій від джерел іонізуючого випромінювання.

Метою такої методики є оптимізація процесів страхування через забезпечення за рахунок коштів страхових компаній дотримання власником (користувачем) джерел іонізуючого випромінювання, його зобов'язань щодо виконання вимог чинного законодавства [1] в частині відшкодування збитків від радіаційних аварій, які можуть статися під час використання ядерної енергії.

Постановка завдання

Мета роботи – змодельовати та проаналізувати величини економічного збитку від радіоактивного впливу (на прикладі Cs^{137}) на здоров'я людини (виникнення злоякісних пухлин, спадкових ефектів тощо), яка мешкає на схилових ландшафтах для визначення фінансових гарантій з метою страхування ризиків.

Прив'язка до ландшафтів при оцінці радіаційних ризиків є доцільною, оскільки саме від типу ландшафту можуть залежати швид-

кість міграції радіонуклідів і, як наслідок, прогнозована колективна та індивідуальна доза для населення. На це потрібно зважати при підрахунках, які будуть визначати вартість страхових полісів.

Оцінка збитків від радіоактивного впливу Cs^{137} на людину

Для підрахунку оцінки збитків від негативного впливу Cs^{137} на здоров'я людини у випадку аварійних ситуацій були використані попередні дослідження [2] розподілу радіонукліда в типових екосистемах схилів України.

При виникненні аварійних ситуацій і викидів радіонукліда на схилових екосистемах колективна доза для населення була визначена раніше залежно від швидкостей міграції Cs^{137} (табл. 1).

Таблиця 1

Прогнозоване накопичення радіонукліда для людини, %

Швидкість міграції Cs^{137}	Накопичення радіонукліда
Мінімальна	11
Середня	22
Максимальна	33

Підрахування збитків на прикладі 40 000 мешканців населеного пункту за активності радіонукліда у 40 Кі на поверхні ґрунту виконувалися за схемою, показаною на рисунку. У зоні населеного пункту розглянемо реальну схилу екосистему, де відбувається міграція радіонуклідів ьз різними швидкостями (мінімальні, середні та максимальні).

Населення користується пасовищами, луками, заплавою та водною екосистемою. Розрахуємо очікувані колективні дози та ризики для населення.

Підрахування прогнозованої колективної дози проводилися за формулою

$$D_k = a \cdot (3,7 \cdot 10^{10}) \cdot (2 \cdot 10^{-8}),$$

де D_k – колективна доза, люд./Зв ;

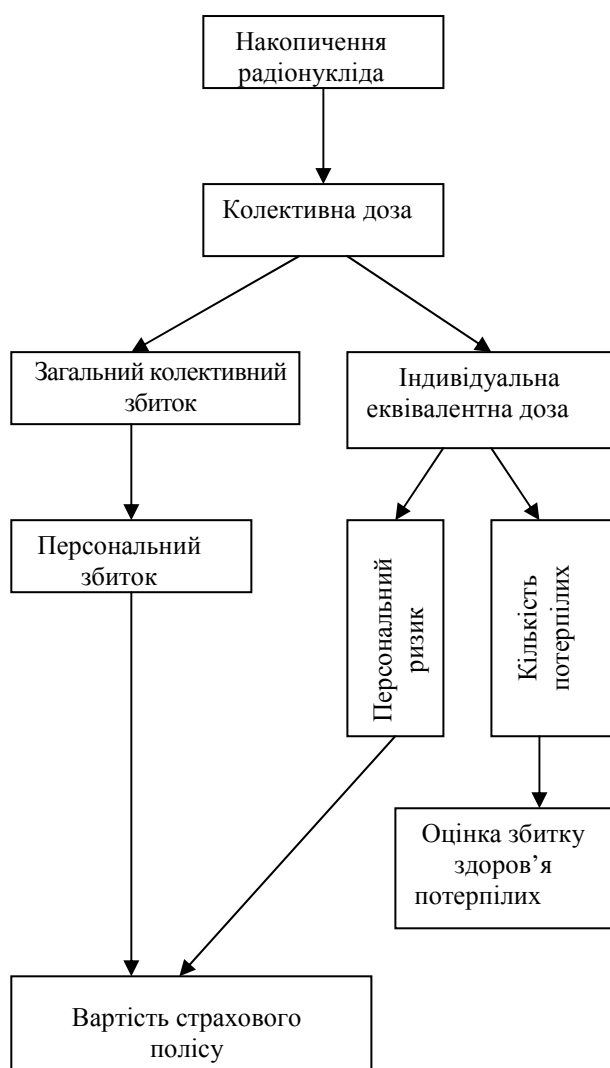


Схема підрахунку можливих збитків та прогнозованої кількості потерпілих

a – можливе попадання активності радіонукліда до популяції людей, K_i ; $2 \cdot 10^{-8}$ – дозова ціна Cs^{137} при харчовому надходженні, Зв/Бк. Зокрема, при запасі в екосистемі – 40 K_i , a становить 8,8 K_i . Величину збитків обчислювали за формулою

$$Z_{з.к} = D_k \cdot \Pi,$$

де $Z_{з.к}$ – загальний колективний збиток; D_k – колективна доза; Π – вартість 1 люд./Зв, що дорівнює 4000 \$ відповідно до Закону України «Про радіаційну безпеку населення» [1].

У формулі показано загальний збиток від радіонуклідного забруднення за 100 р. накопичення колективної дози, яка становить у досліджуваному варіанті 3256 Зв.

Індивідуальний збиток для кожного мешканця населеного пункту обчислюється так:

$$Z_i = \frac{Z_{з.к}}{N},$$

де Z_i – індивідуальний збиток; N – кількість населення.

Індивідуальну еквівалентну дозу за життя можна підрахувати за формулою

$$D_{i.e} = \frac{D_k}{N},$$

де $D_{i.e}$ – індивідуальна еквівалентна доза.

Персональний ризик R_n обчислюватиметься за формулою

$$R_n = K_n \cdot D_{i.e},$$

де K_n – номінальний коефіцієнт імовірності стохастичних ефектів опромінення, який за рекомендаціями Міжнародної комісії радіаційного захисту, дорівнює $K_n = 7 \cdot 10^{-2}$ (зляккісні пухлини та спадкові ефекти) [3].

Значення всіх номінальних коефіцієнтів імовірностей стохастичних ефектів опромінення наведено в табл. 2.

Результати проведених підрахунків наведено в табл. 3.

Таблиця 2

Номінальні значення ймовірностей стохастичних ефектів опромінення ($\times 10^{-2}$ Зв⁻¹)

Опромінені особи	Випадки раку		Усі зляккісні пухлини	Спадкові ефекти
	Смертельні	Несмертельні		
Усе населення	5,0	1,0	6,0	1,0
Працюючі дорослі	4,0	0,8	4,8	0,6

Таблиця 3

**Оцінка дози та збитків
від радіаційного впливу**

Наслідки радіаційного впливу	Швидкість ліквідації радіонуклідів		
	Макси- мальна	Міні- мальна	Середня
Колективна доза за 100 р., люд./Зв	$3,0 \cdot 10^3$	$6,5 \cdot 10^3$	$2,14 \cdot 10^4$
Загальний збиток за 100 р., \$	$1,3 \cdot 10^8$	$2,6 \cdot 10^8$	$9,6 \cdot 10^8$
Індивідуальний збиток за 1 р., \$	32,5	65	240
Індивідуальна еквівалентна доза за 1 р., мЗв/р	0,75	1,6	6
Кількість потерпілих	210	440	1680

Зі збільшенням швидкостей переміщення радіонукліда схилом збільшуються колективні (від $3,0 \cdot 10^3$ до $2,14 \cdot 10^4$ люд./Зв) та індивідуальних доз (від 0,75 до 6 мЗв) опромінення, кількість потерпілих (від 210 до 1680 чоловік із 40 000 населення) і економічний збиток нанесеної шкоди здоров'ю людини. Це призводить до збільшення персонального ризику захворювань, що спричиняють злоякісні пухлини та спадкові ефекти. За нашими підрахунками він буде дорівнювати $5,6 \cdot 10^{-3}$, $1,1 \cdot 10^{-2}$ та $4,2 \cdot 10^{-2}$ при різних швидкостях міграції радіонукліда Cs^{137} .

Значення персонального ризику та індивідуального персонального збитку будуть визначати вартість страхового полісу без нарахувань страхової компанії:

$$V_{\text{п}} = P_{\text{п}} Z_{\text{п}},$$

де $V_{\text{п}}$ – вартість полісу;

$Z_{\text{п}}$ – персональний збиток.

Залежно від швидкості міграції Cs^{137} вартість буде становити 1; 3,6 та 50 грн. відповідно.

Схилі екосистеми за рахунок можливих значних швидкостей перерозподілу радіонуклідів значно небезпечніші ніж екосистеми на рівнинах. Тому вони потребують чіткої організації моніторингу швидкостей розподілу та

перерозподілу радіонуклідів, створення розгорнутої системи математичних моделей для оцінки і прогнозування радіоекологічних процесів. Без цього не можна адекватно оцінювати екологічну небезпеку схилі екосистем та розробляти ефективну систему контрзаходів для захисту населення та управління екологічними та радіаційними ризиками. Дані таких оцінок та прогнозів можуть бути використані й за умов впливу на екосистеми інших типів поллютантів у схилі екосистемах (важких металів тощо).

Висновки

Реалізація концепції страхування дозволить здійснити в природничо-ресурсному комплексі систему заходів, що дозволять:

- використовувати страхові резерви як позабюджетне джерело фінансування відновлюваних та попереджувальних заходів у цій сфері;
- створити правовий механізм регулювання процесів страхування у сфері природокористування та охорони навколишнього середовища;
- знизити ризик виникнення надзвичайних ситуацій в галузях, що експлуатують природні ресурси;
- надати надійний страховий захист підприємствам, пов'язаним із використанням природних ресурсів.

Відсутність ефективного економіко-правового механізму проведення відповідних фінансових та інвестиційних заходів призводить до переорієнтації споживчої частини бюджетів усіх рівнів на ліквідацію наслідків техногенних аварій та появи нових осередків їх виникнення.

Література

1. *Ядерне законодавство*: зб. нормативно-правових актів (станом на 10 червня 1999 р.). – 2-ге вид., перероб. та доп. / Уклад.: Г.І. Балюк та ін.; заг. ред. Ю.С. Шемшученко. – К.: Ін Юре, 1999. – 647 с.

2. *Петрусенко В.П.* Оцінка і прогноз розподілу радіонуклідів у типовій екосистемі схилі для ландшафтів України / В.П. Петрусенко, Ю.О. Кутлахмедов // Вісник НАУ. – 2006. – № 2. – С. 134–136.

3. *Сынзыныс Б.И.* Экологический риск: учеб. пособие для вузов / Б.И. Сынзыныс, Е.Н. Тянтова, О.П. Мелехова / под ред. Г.В. Козьмина. – М.: Логос, 2005. – 168 с.

Стаття надійшла до редакції 06.06.2011.