

## ОПТИМІЗАЦІЯ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ РАДІАЦІЙНИМ ЗАХИСТОМ ЗА ДОПОМОГОЮ «ДОЗОВИХ ЦІН» ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ

*На підставі вивчення нормативних і регламентуючих документів і актів радіаційної безпеки зроблено огляд становлення державної системи радіаційного захисту населення. Запропоновано метод прогнозування дозового навантаження на людину, який дозволяє оптимізувати роботу управлінських структур при прийнятті необхідних рішень щодо радіаційного захисту населення.*

**Ключові слова:** радіаційна безпека, дозові ціни, державне управління.

*На основании изучения нормативных и регламентирующих документов и актов радиационной безопасности сделан обзор становления государственной системы радиационной защиты населения. Предложен метод прогнозирования дозовой нагрузки на человека, который позволяет оптимизировать работу управленческих структур при принятии необходимых решений по радиационной защите населения.*

**Ключевые слова:** радиационная безопасность, дозовые цены, государственное управление.

*On the basis of study of normative and regulating documents and acts of radiation safety the review of becoming of the state system of radiation defence of population is resulted. The method of the dose loading prognostication on a man is offered, the work of administrative structures for necessary decisions in relation to radiation defence of population he allows to optimize.*

**Key words:** radiation safety, dose prices, state administration

### Вступ.

В умовах широкого використання ядерної енергії у народному господарстві перед фахівцями всіх категорій і рангів стоїть завдання серйозної підготовки в галузі радіаційної безпеки, вивчення критеріїв оцінки радіоактивного випромінювання як шкідливого фактору впливу на людей і об'єкти навколишнього середовища та методів і способів управління рівнями опромінення населення [10-12].

Законодавство України у сфері ядерної та радіаційної безпеки інтенсивно формувалось переважно впродовж 1995-2000 років. Саме у цей період прийняті ключові закони і нормативи, зокрема: Закони України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 08.02.1995 № 39/95-ВР; «Про видобування і переробку уранових руд» від 19.11.1997 № 645/97-ВР; «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» від 14.01.1998 № 15/98-ВР; «Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії» від 11.01.2000 № 1370-XIV; «Про поводження з радіоактивними відходами» від 20.04.2000 № 1673-III; «Про фізичний захист ядерних установок, ядерних

матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання» від 19.10.2000 № 2064-III, інші нормативно-правові акти.

Як сьогодні визнано, сучасна система нормування техногенного радіонуклідного забруднення довкілля потребує свого вдосконалення. Через вихід у 2011 р. оновленого документу МАГАТЕ – Основні норми безпеки (ОСБ, англ. Basic Safety Standards або скорочено BSS-115) [1] – вважається, що зараз є усі передумови щодо розробки нового Ядерного кодексу України. За сучасними принципами забезпечення радіаційного захисту населення важливим є не тільки визначення рівнів радіаційного навантаження на людину від кожного з наявних джерел іонізуючого випромінювання, а можливість прогнозування інтегрального радіаційного навантаження на людину від впливу комплексу цих джерел [5,7,8,11,12].

**Метою** роботи є пошук оптимальних і ефективних способів прогнозування рівнів опромінення людини від наявних на півдні України джерел іонізуючого випромінювання, що сприятиме вдосконаленню сучасної системи управління радіаційною безпекою.

### Матеріали і методи досліджень

Використано методи наукового пізнання, накопичення наукових фактів, систематизації та наукового моделювання. Для розробки методу прогнозування використано матеріали багаторічних досліджень формування радіаційного навантаження на людину на півдні України [3].

### Результати досліджень

Радіаційна безпека людини забезпечується системою законодавчих актів та правил, спрямованих на обмеження виникнення детерміністичних (прояв і тяжкість яких залежить від величини поглиненої дози) і стохастичних (ймовірність яких не залежить від дози, а від величини дози залежить частота їх прояву) ефектів у людини від різних джерел іонізуючого випромінювання.

Оцінка стохастичних ефектів, головним чином канцерогенних, у даний час базується на лінійній безпороговій концепції «доза – ефект», головний зміст якої полягає в тому, що деякий кінцевий ризик, навіть дуже малий, повинен бути прийнятий до уваги на будь-якому рівні захисту. Цієї концепції дотримуються МКРЗ, НКДАР ООН і НКРЗ України при оцінці і прогнозуванні втрат від використання джерел іонізуючого випромінювання і при проведенні практичних розробок у галузі радіаційного захисту та радіаційної безпеки [5,7,8,11,12].

Реалізація такого підходу у системі захисту, проголошеній МКРЗ, будується на основі трьох основних принципів – принципу обґрунтування: ніякий вид використання іонізуючого випромінювання не повинен вводитися у практику, якщо він не дає реальної користі; принципу оптимізації: усі дози опромінення повинні підтримуватися на таких низьких рівнях, які тільки можливо досягнути з урахуванням економічних і соціальних факторів (принцип ALARA); принципу нормування: доза опромінення окремих осіб не повинна перевищувати ліміту, рекомендованого Комісією для відповідних умов. Встановлені відповідно до цих принципів ліміти доз відображено у Нормх радіаційної безпеки України НРБУ-97/Д-2000 [10].

Для оцінки рівня опромінення людини у НРБУ-97/Д-2000 використовується концепція ефективної дози, зокрема річної ефективної дози (РЕД) як суми ефективної дози зовнішнього опромінення протягом року та очікуваної ефективної дози внутрішнього опромінення, яка сформована надходженням радіонуклідів до людини протягом одного року. Концепція ефективної еквівалентної дози (скорочено ефективної дози [10]), як узагальненої інтегральної характеристики ефекту опромінення, є у діючий час загальноприйнятою для міжнародних організацій МКРЗ, МАГАТЕ, НКДАР ООН і відповідних країн Європи, США, Японії. Вважається, що вона найкращим чином пристосована для задач прийняття рішень і планування заходів, бо дозволяє єдиним чином охарактеризувати радіаційні ефекти від опромінення різних типів, яке діє на різні органи людини. При цьому, на основі переоцінки і

перевірки доз, які отримало населення під час аварії на ЧАЕС та при інших техногенних радіаційних аваріях, актуальним і важливим вважається доповнення принципів радіаційної безпеки в Україні, оскільки радіоактивне забруднення екосистем є найбільшим серед антропогенних впливів у державі [9] і стосується життя та здоров'я десятків мільйонів людей.

Вважається, що сучасна система нормування техногенного радіонуклідного забруднення довкілля потребує вдосконалення через недостатнє врахування існуючих параметрів впливу техногенних радіонуклідів на екосистеми та екологічного ефекту різноманітних взаємодій радіації з іншими промисловими полутантами [1, 5]. Так, «на недосконалість уявлень про безпечний рівень опромінення людини вказує швидке його зниження граничнодопустимі ефективною дози для персоналу, який працює з радіоактивними речовинами: 1925 р. – 1560  $мЗв \cdot рік^{-1}$ ; 1934 р. – 300  $мЗв \cdot рік^{-1}$ ; 1954 р. – 150;  $мЗв \cdot рік^{-1}$  1958 р. – 50  $мЗв \cdot рік^{-1}$ ; 1990 р. – 20  $мЗв \cdot рік^{-1}$ » [9] – тобто від початку впровадження нормування радіаційного навантаження на персонал ця доза зменшилася в 78 разів. При цьому безпечний рівень опромінення населення впродовж ХХ століття зменшився у тисячі разів.

За цей період з'явилися нові джерела іонізуючого випромінювання, які завдають хронічного навантаження на людину. Для населення України межа безпечної дози з 1952 року змінилася від 15  $мЗв \cdot рік^{-1}$  до 1  $мЗв \cdot рік^{-1}$ . Сьогодні більшість фахівців наголошують на подальшому зменшенні цієї дози до 0,25  $мЗв \cdot рік^{-1}$ , а за матеріалами окремих радіоекологічних досліджень діапазон безпечних рівнів перебуває у межах від 0,02 до 0,002  $мЗв \cdot рік^{-1}$ . А через наявність на півдні України різноманітних чинників хронічного опромінення людини від джерел як природного, так і штучного походження, важливим є не тільки визначення рівнів радіаційного навантаження на людину від кожного з цих джерел, а можливість прогнозування інтегрального радіаційного навантаження на людину від впливу комплексу цих джерел.

При прогнозуванні радіаційного навантаження на окрему людину чи населення найчастіше застосують метод концептуальних (камерних) моделей перенесення радіонуклідів у довкіллі з подальшим відображенням у дозу опромінення людини [4]. Концептуальну модель формування радіаційного навантаження на людину від наземних джерел випромінювання, що поєднує екологічні особливості міграції радіонуклідів між компонентами біосфери з дозиметричними характеристиками опромінення людини, можна представити у вигляді, зображеному на рис. 1 – це семикамерна модель між джерелом випромінювання і людиною.



Рис. 1. Блок-схема формування радіаційного навантаження на людину від наземних джерел випромінювання

На ній позначено камери, між якими здійснюється перенесення радіоактивності від джерела до людини (повітря, ґрунт, продукти харчування) та параметри, які характеризують інтенсивність цього перенесення  $k_{ij}$ . Це приклад найпростішої камерної моделі, бо розподіл радіонуклідів у кожній з камер є складним і динамічним процесом, тому кожна з них може налічувати в собі декілька підкамер, які також характеризуються відповідними коефіцієнтами перенесення радіоактивності  $k_{ij}$ . Тому головна складність при такому моделюванні полягає у визначенні коефіцієнтів перенесення радіонуклідів між камерами ( $k_{ij}$ ). Це тривалий та часто дорогокоштовний процес, бо потребує численних радіометричних аналізів проб довкілля і, тому, не може забезпечити оперативність у визначенні рівнів дозового навантаження на населення.

При необхідності оперативно прогнозувати радіаційну ситуацію нами пропонується застосовувати інший метод – метод, заснований на визначенні коефіцієнтів переходу від радіаційних характеристик джерела іонізуючого випромінювання до ефективної дози опромінення людини. Так, для оперативної орієнтації у рівнях

радіаційного навантаження на населення, постраждалого внаслідок аварії на ЧАЕС, в якості таких коефіцієнтів виступали нормалізовані ефективні дози – ефективні дози, віднесені до щільності випадіння радіонуклідів (в одиницях  $Зв/Бк \cdot м^{-2}$ ) [2,3]. Принцип нормалізації також використовувався в узагальненій доповіді НКДАР ООН при аналізі даних аварії на ЧАЕС [12].

Тому одне з завдань роботи полягало у встановленні коефіцієнтів (нормалізованих ефективних доз), які дозволятимуть оперативно прогнозувати ефективну дозу опромінення людини від техногенно-підсиленних джерел іонізуючого випромінювання, а також від штучних джерел, в першу чергу пов'язаних з газоаерозольними викидами і рідкими скидами АЕС в режимі нормальної її роботи.

Для визначення нормалізованих ефективних доз від природних та техногенних джерел іонізуючого випромінювання встановлювали показники, які виступали базовими радіаційними характеристиками цих джерел. Визначення нормалізованих ефективних доз опромінення людини здійснювали наступним чином:

$$e_{i-n} = \frac{\overline{E_{i,n}^{inhal(ing)}}}{BRD_{i-n}} = e_i \cdot \overline{I_{i,n}^{inhal(ing)}} \quad (1)$$

де  $e_{i-n}$  – «дозова ціна» джерела  $n$  іонізуючого випромінювання за радіонуклідом  $i$ ,  $Зв \cdot рік^{-1} / Бк \cdot м^{-2}$ ,  $Зв \cdot рік^{-1} / Бк \cdot с^{-1}$ ,  $Зв \cdot рік^{-1} / Бк \cdot л^{-1}$  залежно від  $BRD_n$ ;

$E_{i-n}^{inhal(ing)}$  – річна ефективна доза внутрішнього опромінення людини внаслідок інгаляційного або перорального надходження радіонукліду  $i$  до людини від джерела випромінювання  $n$ ,  $Зв \cdot рік^{-1}$ ;

$BRD_{i-n}$  – базова радіаційна характеристика природного чи техногенного джерела  $n$  іонізуючого випромінювання, визначена за радіонуклідом  $i$ ,  $Бк \cdot м^{-3}$ ,  $Бк \cdot м^{-2}$ ,  $Бк \cdot л^{-1}$ ;

$e_i$  – дозовий коефіцієнт інгаляційного чи перорального надходження радіонукліду  $i$  до людини;  $\overline{I_{i,n}^{inhal(ing)}}$  – нормалізоване на  $BRD_n$  річне надходження радіонукліду  $i$  до людини.

Нормалізація виконувалася за базовою радіаційною характеристикою ( $BRD$ ), встановлення якої здійснювали виходячи з наступних принципів: цей показник повинен не тільки характеризувати радіаційне забруднення об'єкту довкілля, що стоїть на початку дозоформуєчого ланцюга, а також враховувати інші чинники, які модифікують вплив радіаційного забруднення об'єкту на людину.

Для цього, на підставі отриманих результатів радіометрії складових компонент ланцюгів міграції радіонуклідів від певного джерела до людини, побудовано камерні моделі формування радіаційного навантаження. При цьому річне надходження радіонуклідів до людини  $I_{i,n}^{inhal(ing)}$  визначали двома методами: 1) за цими моделями (параметри перенесення радіонуклідів між камерами визначено за результатами радіометрії проб об'єктів довкілля); 2) за результатами радіометрії вмісту радіонуклідів в об'єкті, який виступає останньою камерою (повітрі, продуктах харчування, питній воді) у формуванні радіаційного навантаження на людину.

Після співставлення результатів з ланцюгу міграції радіонуклідів відбирали характеристики, які можуть змінюватися залежно від міграційних

особливостей радіонуклідів у певному ланцюзі та соціально-економічних, житлових умов людини, і об'єднували їх у базову радіаційну характеристику ( $BRD$ ) джерела іонізуючого випромінювання.

Через те, що показник  $e_{i,n}^{inhal(ing)}$  за своїм змістом відображує річну ефективну дозу опромінення від радіонукліду  $i$ , приведену до одиниці впливу джерела  $n$ , то його названо «дозовою ціною джерела  $n$  за радіонуклідом  $i$ ». Аналогічне поняття «дозова ціна аварійного забруднення» застосовано в роботі [29] для оцінки радіаційного навантаження за усіма шляхами надходження «аварійно-чорнобильських» радіонуклідів до людини.

При надходженні у довкілля суміші радіонуклідів встановлювали базовий радіонуклід  $BR$  (або декілька) – який мав більшу вагомість у величині сумарної дози і в об'ємі викиду (скиду) від джерела випромінювання, та визначали ефективну дозову ціну ( $e_{BR-n}^*$ ) джерела  $n$ , як зважену суму відповідних дозових цін за окремими радіонуклідами:

$$e_{BR-n}^* = e_{BR-n} + \sum_{i \neq BR} e_{i-n} \cdot \frac{BRD_{i-n}}{BRD_{BR-n}} \quad (2.)$$

де  $e_{BR-n}$  – «дозова ціна» джерела  $n$  за радіонуклідом  $BR$ ;

$BRD_{BR-n}$  – базова радіаційна характеристика, визначена за радіонуклідом  $BR$ .

Такий підхід дозволяє прогнозувати ефективну дозу опромінення людини від суміші радіонуклідів за активністю одного радіонукліду:

$$E_n^{inhal(ing)} = e_{BR-n}^* \cdot BRD_{BR-n} \quad (3.)$$

де  $E_n^{inhal(ing)}$  – річна ефективна доза внутрішнього опромінення людини від суміші радіонуклідів з джерела  $n$ ,  $Zv \cdot рік^{-1}$ .

Принципову схему моделювання формування дозового навантаження на людину за допомогою «дозових цін» джерела іонізуючого випромінювання представлено на рис. 6.1., використовуючи концептуальну модель формування радіаційного навантаження на людину від наземних джерел, яка відображена на рис. 2. Позначення на рисунку:  $k_{ij}$  – коефіцієнти перенесення радіонуклідів між камерами системи,  $C_{BR-n}$  – вміст радіонукліду  $BR$  у камері  $n$ . Інші позначення відповідають наведеному вище.

Виходячи з такого підходу для кожного джерела опромінення людини розроблялися концептуальні (камерні) моделі, і використовуючи принцип реперного радіонукліду  $BR$ , формування радіаційного навантаження на людину внаслідок пересування радіонуклідів за певним міграційним ланцюгом було представлено через вміст цього радіонукліду в об'єкті довкілля, який стоїть на початку дозоформуєчого ланцюгу ( $C_{i-n}$ ) і за яким

зазвичай здійснюють радіаційний моніторинг, та коефіцієнт, який кількісно відображує перенесення радіонукліду від цього об'єкту довкілля до людини. Якщо, за результатами досліджень, вплив радіаційного забруднення цього об'єкту довкілля міг бути змінений (модифікований) під дією визначених чинників, то це також було враховано ( $K_1$ ), і в цілому виражено через параметр «базова радіаційна характеристика»  $BRD$  джерела випромінювання:  $BRD_{BR-n} = C_{BR-n}(1) \cdot K_1$ .

Виходячи з такого підходу для кожного джерела опромінення людини розроблялися концептуальні (камерні) моделі, і використовуючи принцип реперного радіонукліду  $BR$ , формування радіаційного навантаження на людину внаслідок пересування радіонуклідів за певним міграційним ланцюгом було представлено через вміст цього радіонукліду в об'єкті довкілля, який стоїть на початку дозоформуєчого ланцюгу ( $C_{i-n}$ ) і за яким зазвичай здійснюють радіаційний моніторинг, та коефіцієнт, який кількісно відображує перенесення радіонукліду від цього об'єкту довкілля до людини. Якщо, за результатами досліджень, вплив

радіаційного забруднення цього об'єкту доквілля міг бути змінений (модифікований) під дією визначених чинників, то це також було враховано ( $k_1$ ), і в цілому виражено через параметр «базова

радіаційна характеристика»  $BRD$  джерела випромінювання:  $BRD_{BR-n} = C_{BR-n}(1) \cdot K_1$ .

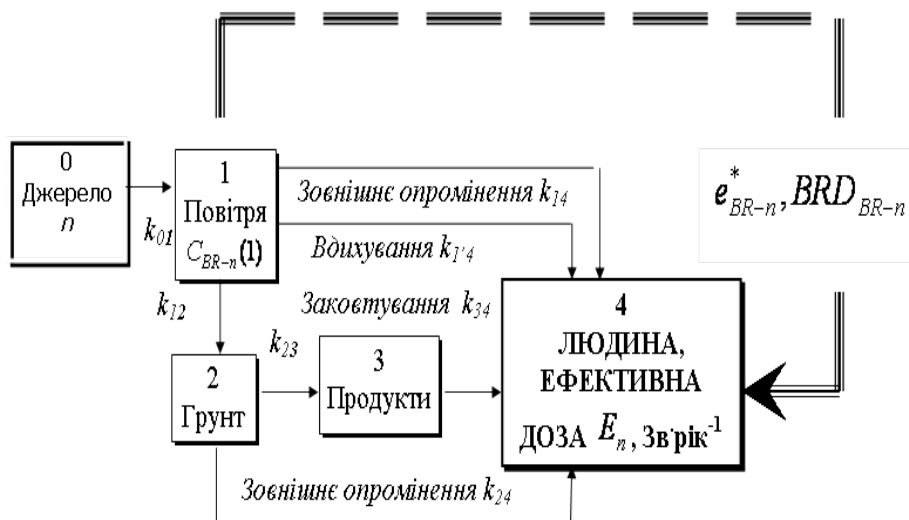


Рис. 2. Принцип прогнозування і управління дозовим навантаженням на людину за допомогою «дозових цін» джерела іонізуючого випромінювання

Показник «дозової ціни» джерела іонізуючого випромінювання  $n$  виражає в такому випадку перехід радіонуклідів від самого джерела до людини, враховуючи міграцію радіонуклідів між ланками певного ланцюга:

$$e_{BR-n}^* = k_{12} \cdot k_{23} \cdot k_{34} \cdot k_{14} \cdot k_{1'4} \cdot k_{24} = \frac{E_n}{BRD_{BR-n}}$$

А визначення ефективної дози опромінення людини зведено до добутку цих двох параметрів.

Головне призначення «дозових цін» – це використання їх для оперативної оцінки дозової ситуації від певного джерела іонізуючого випромінювання. Вони є узагальноною характеристикою типу «відгуку»: в них згорнуто усі шляхи та особливості переносу радіонуклідів у доквіллі від певного джерела іонізуючого випромінювання. Тому їх використання дає можливість оцінювати рівень радіаційного навантаження на людину від впливу певного джерела іонізуючого випромінювання за результатами моніторингу лише одного об'єкту доквілля і лише за одним радіонуклідом (обраного реперним) (за виразом 2.). Такий принцип представлення дозової ситуації використовувався в узагальненій доповіді НКДАР ООН при аналізі даних аварії на ЧАЕС [12].

За допомогою «дозової ціни» природного чи техногенного джерела іонізуючого випромінювання можна прогнозувати очікуване за життя людини інтегральне радіаційне навантаження від джерел іонізуючого випромінювання. Стохастичне узагальнення результатів моделювання «дозових цін» дозволило встановити моделі радіоекологічного ризику одиниці впливу техногенних і природних

джерел іонізуючого випромінювання. Так, радіоекологічний ризик одиниці забруднення  $^{137}\text{Cs}$  території півдня України від різних техногенних джерел іонізуючого випромінювання становить: внаслідок чорнобильського викиду (18 – 63)  $\text{мкЗв} / \text{Бк} \cdot \text{м}^{-2}$  (що збігається з результатами, наведеними у [29]), внаслідок газоаерозольних викидів АЕС за верхніми оцінками (для відстані 2,5 км від АЕС) – (1 – 10)  $\text{мкЗв} / \text{Бк} \cdot \text{м}^{-2}$ , а «через зрошення» – (20 – 260)  $\text{мкЗв} / \text{Бк} \cdot \text{м}^{-2}$ . Тобто можна порівнювати між собою радіоекологічний ризик від різних джерел іонізуючого випромінювання.

У таблиці 1 наведено встановлені «дозові ціни» техногенних джерел «станційного» походження (через газоаерозольні викиди, рідкі скиди АЕС та через зрошення сільськогосподарських культур) та «аварійно-чорнобильського» походження. Це дає можливість здійснювати оперативний прогноз дозової ситуації від певного джерела іонізуючого випромінювання, а також оцінювати та порівнювати радіаційні ситуації від одного джерела на різних територіях, порівнювати значимість («цінність») для людини різних чинників опромінення.

Так, серед трьох шляхів формування радіаційного навантаження на людину від скидів  $^3\text{H}$  з АЕС найбільш значимим («цінним») для людини (завдяки якому створюється більша ефективна доза на одиницю вмісту радіонукліду у воді) є питний шлях, а з двох шляхів формування дози від  $^3\text{H}$  через зрошення – більш значимим виступає пероральний при споживанні сільськогосподарських культур.

Таблиця 1. Дозові ціни окремих штучних джерел іонізуючого випромінювання на півдні України

Позначення	Назва	BR	Інтервал величин
Дозові ціни газоаерозольних викидів та рідких скидів АЕС			
$e_{st-ext}^*$ , Зврік <sup>-1</sup> на 1 Бк с <sup>-1</sup> викиду $^{131}\text{I}$ з АЕС	ефективна дозова ціна <i>газоаерозольних викидів АЕС</i> (для відстані 2,5 км від АЕС)	$^{131}\text{I}$	$(0,05 - 0,7) \cdot 10^{-6}$
$e_{st-ext}^*$ , Зврік <sup>-1</sup> на 1 Бк м <sup>-2</sup> $^{137}\text{Cs}$ на поверхні ґрунту	ефективна дозова ціна одиниці забруднення території <i>газоаерозольними викидами АЕС</i> (для відстані 2,5 км від АЕС)	$^{137}\text{Cs}$	$(0,07 - 1,05) \cdot 10^{-6}$
$e_{ir}^*$ , Зврік <sup>-1</sup> на $1 \frac{\text{Бк} \cdot \text{м}^2}{\text{л} \cdot \text{кг}} \text{ } ^{137}\text{Cs}$	ефективна дозова ціна зрошення сільськогосподарських культур	$^{137}\text{Cs}$	$(90 - 195) \cdot 10^{-3}$
$e_{ing}^{ing}$ , Зврік <sup>-1</sup> на 1 Бк л <sup>-1</sup> $^3\text{H}$ у зрошувальній воді	дозова ціна забруднення $^3\text{H}$ сільгоспрослин через зрошення	$^3\text{H}$	$(0,01 - 0,04) \cdot 10^{-6}$
$e_{evap}^{ing}$ , Зврік <sup>-1</sup> на 1 Бк л <sup>-1</sup> $^3\text{H}$ у ставку-охолоджувачі ПУ АЕС	дозова ціну випару $^3\text{H}$ з поверхні технологічних водойм АЕС	$^3\text{H}$	$(0,07 - 0,15) \cdot 10^{-6}$
$e_{drinks}^{ing}$ , Зврік <sup>-1</sup> на 1 Бк л <sup>-1</sup> $^3\text{H}$ у технологічних водоймах АЕС	дозова ціна <i>фільтрації</i> $^3\text{H}$ з технологічних водоймищ ПУ АЕС у підземні джерела питної води (для відстані до 15 км від водоймищ)	$^3\text{H}$	$(0,08 - 0,41) \cdot 10^{-6}$
Дозові ціни “аварійно-чорнобильського” викиду радіонуклідів			
$e_{chern,1986}^*$ , Зврік <sup>-1</sup> на 1 Бк м <sup>-3</sup> $^{131}\text{I}$ в атмосферному повітрі у квітні-травні 1986 р.	ефективна дозова ціна забруднення <i>повітря</i> “аварійно-чорнобильськими” радіонуклідами у перший післяаварійний рік (1986 р.)	$^{131}\text{I}$	$(0,01 - 0,1) \cdot 10^{-3}$
$e_{chern}^{*ing}$ , Зврік <sup>-1</sup> на 1 Бк м <sup>-2</sup> $^{137}\text{Cs}$ на поверхні ґрунту пасовищ молочної худоби	ефективна дозова ціна забруднення <i>ґрунту пасовищ молочної худоби</i> радіонуклідами “аварійно-чорнобильського” походження у післяаварійний період	$^{137}\text{Cs}$	$(0,6 - 2,0) \cdot 10^{-6}$

**Висновки:**

1. Для вдосконалення системи державного управління за організацією захисту населення від дії іонізуючого випромінювання запропоновано використовувати метод «дозових цін» джерела іонізуючого випромінювання, який дозволяє оперативно встановлювати та порівнювати радіаційні ситуації від одного джерела на різних територіях, порівнювати значимість («цінність») для людини різних чинників опромінення.

2. Для реалізації принципу оптимізації радіаційної безпеки розроблена система управління радіаційним навантаженням на населення півдня

України, яка спрямована на вдосконалення і оптимізацію моніторингу природних і техногенних джерел іонізуючого випромінювання, принципів визначення, оцінки і прогнозування інтегрального радіаційного навантаження на людину, а також передбачає запропонування контрзаходів, спрямованих на зниження його рівня.

3. При організації системи державного радіаційного моніторингу територій навколо АЕС потрібно враховувати регіональні особливості формування інтегрального радіаційного навантаження на людину від усього комплексу наявних і діючих джерел іонізуючого випромінювання.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Бондаренко О.О. Оновлення Основних Стандартів Безпеки МАГАТЕ [http://urps-notice.blogspot.com/2011/01/blog-post\\_22.html](http://urps-notice.blogspot.com/2011/01/blog-post_22.html)
2. Георгиевский В.Б. Экологические и дозовые модели при радиационных авариях: Монография. – К.: Наукова думка, 1994. – 237 с.
3. Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А. Формування радіаційного навантаження на людину в умовах півдня України: чинники, прогнозування, контрзаходи. – Монографія – Миколаїв: Видавничий центр ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. – 332 с.
4. Гусев Н.Г. Радиоактивные выбросы в биосфере: Справочник. /Н.Г. Гусев, В.А. Беляев. – М: Энергоатомиздат, 1991. – 230 с.
5. ЕККР-2003. Рекомендации Европейского Комитета по Радиационному Риску. Выявление последствий для здоровья облучения ионизирующей радиацией в малых дозах для целей радиационной защиты: Пер. с англ. Рихванова Л.П. и Атахановой К. под ред. Яблокова А.В. – М., 2004. – 217 с.
6. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань». Стаття 5 – К., 1999. – 36 с.
7. Источники и действие ионизирующей радиации: Науч. Комитет ООН по действию атомной радиации: Докл. за 1982 г. Генеральной Ассамблее (с приложениями). В 2 т. – Нью Йорк, 1982. – 526 с.
8. Источники и эффекты ионизирующего излучения. Отчет НКДАР ООН 2000 г. Генеральной Ассамблее с научными приложениями. Том 1: ИСТОЧНИКИ (часть 1). /Пер. с англ. под ред. акад. РАМН Ильина Л.А. и проф. Ярмоненко С.П. – М.: РАДЭКОН – 2002. – 308 с.
9. Иванов Є.А. Радіоекологічні дослідження: Монографія. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 149 с.
10. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ – 97/Д-2000). – Київ: МОЗ України, 2000. – 135 с.
11. International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. – Vienna: IAEA, 1996. – 353 p.
12. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 1988; Report to the General Assembly United Nations publications. Annex D Exposures from the Chernobyl accident, 1988. – P. 309-374.

Рецензенти: Томілін Ю. А. – д.б.н., професор;  
Коваль Г. В. – к.політ.н., доцент.

© Григор'єва Л. І., Григор'єв К. В., 2011

Дата надходження статті до редколегії 17.07.2011 р.