

УДК: 504:613,648(477,81)

Мельник В.Й., Глодовський Ю.А. (Україна, Рівне)

**ЗОНИ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Територія Рівненської області зазнає впливу двох видів джерел іонізуючого випромінювання. До першого відносяться два індустріальні об'єкти – Рівненська та Хмельницька АЕС, у зоні впливу яких розташовано ряд населених пунктів області. Другим джерелом опромінювання, що становить найбільшу небезпеку, є наслідки аварії на Чорнобильській АЕС.

В результаті цієї катастрофи відбулося радіаційне забруднення території Рівненського Полісся. Природні умови регіону – кисла реакція ґрунтів, бідність їх глинистими та слюдистими мінералами, висока зволоженість території, наявність великої кількості лісів, боліт і торфовищ сприяють посиленій міграції радіонуклідів. Як наслідок навіть через 20 років з моменту аварії тут спостерігаються високі рівні забруднення радіонуклідами ґрунтів і продуктів харчування. Споживання продукції присадибних господарств та висока доля у раціоні населення грибів і ягід спричиняють високе надходження радіонуклідів в організм людей, що може спричинити втрату здоров'я та виникнення негативних спадкових наслідків у понад 400 тисяч мешканців території шести радіоактивно забруднених районів області.

Сумарна еквівалентна доза радіаційного опромінювання на 90% утворюється за рахунок внутрішнього опромінювання [2]. На сьогодні радіаційне забруднення досліджуваної території формують  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ , а також радіоізотопи плутонію, який визначається в дуже малих кількостях. Найпоширенішим є цезій-137. Як основна складова еквівалентної дози він формує дозу зовнішнього гамма-опромінювання за рахунок щільності випадіння на ґрунт, а також дозу внутрішнього опромінювання внаслідок споживання забруднених ним продуктів харчування.

Для дослідження було взяті 339 населених пунктів радіоактивно забрудненої території Рівненської області – Березнівського, Володимирецького, Дубровицького, Зарічненського, Рокитнівського та Сарненського районів. Вихідні дані для розрахунків були отримані у Рівненській обласній санітарно-епідеміологічній станції.

За методикою розрахунку [3] паспортна доза ( $D_{\text{п}}$ ) населеного пункту визначається за формулою:

$$D_{\text{п}} = D_{\text{а}} + D_{\text{інд}}$$

В свою чергу компонента  $D_{\text{а}}$  виводиться із суми чотирьох основних джерел опромінювання впродовж року:

$$D_{\text{а}} = D_{\gamma} + D_{\text{Cs}} + D_{\text{Sr}} + D_{\text{ту}}$$

$D_{\gamma}$  – річна доза зовнішнього гамма-опромінювання, зумовлена аварійним радіоактивним забрудненням ґрунту цезієм-137, яка розраховується за співвідношенням:

$$D_{\gamma} = K_{\gamma} \cdot \delta_{\text{Cs}}$$

Де  $\delta_{\text{Cs}}$  – середньорічна щільність випадіння  $^{137}\text{Cs}$  на ґрунт;  $K_{\gamma}$  – коефіцієнт переходу  $^{137}\text{Cs}$  з ґрунту. Залежно від типу населеного пункту коефіцієнт має наступні значення: 1,91 (мкЗв/рік)/(кБк/м<sup>2</sup>) – для сіл; 1,41 (мкЗв/рік)/(кБк/м<sup>2</sup>) – для смт; 0,91 (мкЗв/рік)/(кБк/м<sup>2</sup>) – для міст.

$D_{\text{Cs}}$  – доза внутрішнього опромінювання, яка отримується внаслідок споживання забруднених  $^{137}\text{Cs}$  продуктів харчування місцевого виробництва. Розрахунки паспортної дози проводились по даних вмісту цезію-137 в молоці, так як воно є основним продуктом харчування населення досліджуваної території. Для розрахунку  $D_{\text{Cs}}$  використовувалось наступне співвідношення:

$$D_{\text{Cs}} = K_{\text{Cs}} \cdot C_{\text{Cs}}$$

Де  $C_{\text{Cs}}$  – середнє значення концентрації забруднення молока  $^{137}\text{Cs}$  у населеному пункті за рік;  $K_{\text{Cs}}$  – коефіцієнт перерахунку  $^{137}\text{Cs}$  від концентрації в молоці до ефективної дози внутрішнього опромінювання. Для досліджуваних сіл і смт були прийняті наступні значення: 7,4 (мкЗв/рік)/(кБк/дм<sup>3</sup>) – для сіл; 3,7 (мкЗв/рік)/(кБк/дм<sup>3</sup>) – для смт. Для міст коефіцієнт не застосовувався через відсутність споживання молока місцевого виробництва і було прийняте значення  $D_{\text{Cs}}$  15 мкЗв/рік [3].

$D_{\text{Sr}}$  – доза внутрішнього опромінювання, яка отримується внаслідок споживання продуктів харчування забруднених стронцієм-90. За відсутності даних вмісту  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування розрахунок паспортної дози проводився за співвідношенням:

$$D_{\text{Sr}} = K_{\text{Sr}} \cdot \delta_{\text{Sr}}$$

Де  $\delta_{Sr}$  – середньорічне значення щільності випадіння  $^{90}Sr$  на ґрунт у населеному пункті;  $K_{Sr}$  – коефіцієнт перерахунку  $^{90}Sr$  від щільності випадіння на ґрунт до ефективної дози внутрішнього опромінення, шляхом міграції радіонукліду через продукти харчування в організмі людини. Відповідно до типу населених пунктів були прийняті наступні значення  $K_{Sr}$ : 3,2 (мкЗв/рік)/(кБк/м<sup>2</sup>) – для сіл; 1,6 (мкЗв/рік)/(кБк/м<sup>2</sup>) – для смт; для міст значення  $D_{Sr}$  приймалось рівним 2 мкЗв/рік.

$D_{ту}$  – це доза опромінення, зумовлена інгаляційним надходженням до організму трансуранових радіонуклідів, з яких на території Рівненської області виявлено  $^{239}Pu$ . Дослідження щільності випадіння плутонію-239 на ґрунт ( $\delta_{Pu}$ ), в межах області, проводилось вибірково. В тих випадках, коли значення  $\delta_{Pu}$  відсутнє,  $D_{ту}$  було прийняте 0,45 мкЗв/рік. Для населених пунктів із значеннями щільності випадіння на ґрунт більше 70 Бк/м<sup>2</sup> розрахунок проводився за формулою:

$$D_{ту}=0,004 \cdot (\delta_{Pu}-70)+0,15$$

Якщо значення  $\delta_{Pu}$  менше 70 Бк/м<sup>2</sup>,  $D_{ту}$  населеного пункту приймалося розрахункове значення 0,15 мкЗв/рік.

Оскільки фактично неможливо визначити величини індустриальної компоненти ( $D_{інд}$ ), згідно методики розрахунку паспортної дози, для населених пунктів, які розташовані в радіусі 30 км від індустриальних джерел, було прийняте значення 80 мкЗв/рік [3]. Для населених пунктів, які розташовані у так званій "кільцевій зоні" (на відстані від 30 до 60 км) –  $D_{інд}$  прийнята 25 мкЗв/рік; населені пункти, що розташовані на відстані понад 60 км від індустриальних джерел, тобто поза зоною впливу АЕС,  $D_{інд}$  не обраховували.

Залежно від типу населених пунктів рівень впливу радіонуклідів на організм їх мешканців різниться. Опромінення людини у сільській місцевості важче обмежувати, ніж у місті. В урбоекосистемах жителі вживають продукти, завезені з місць, де немає або низький рівень радіаційного забруднення. Питну воду у містах Рівненської області переважно споживають чисту артезіанську, а не з колодязів, в атмосферному повітрі при належному зволоженні вулиць і відповідному режимі провітрювання приміщень міститься мінімальна кількість радіонуклідів. Радіаційна небезпека в урбоекосистемах значно послаблена за умов своєчасного і кваліфікованого здійснення комплексу протирадіаційних заходів [1].

Враховуючи всі перераховані особливості розрахунків паспортної дози населених пунктів, їх значення були обраховані за наступними формулами:

1) Для населених пунктів сільського типу та смт, де значення  $D_{ту}$  приймалося рівним 0,15 мкЗв/рік або 0,45 мкЗв/рік, а індустриальна складова  $D_{п}$  відсутня, розрахунки були проведені за формулою:

$$D_{п}=K_{\gamma} \cdot \delta_{Cs}+K_{Cs} \cdot C_{Cs}+K_{Sr} \cdot \delta_{Sr}+D_{ту}$$

2) За тих же умов, але при наявній індустриальній компоненті, розрахунки здійснені за формулою:

$$D_{п}=K_{\gamma} \cdot \delta_{Cs}+K_{Cs} \cdot C_{Cs}+K_{Sr} \cdot \delta_{Sr}+D_{ту}+D_{інд}$$

3) Для населених пунктів сільського типу та смт, із значеннями  $\delta_{Pu}$  більшими за 70 Бк/м<sup>2</sup> і відсутньою індустриальною складовою, розрахунки були проведені за формулою:

$$D_{п}=K_{\gamma} \cdot \delta_{Cs}+K_{Cs} \cdot C_{Cs}+K_{Sr} \cdot \delta_{Sr}+(0,004 \cdot (\delta_{Pu}-70)+0,15)$$

4) Для населених пунктів сільського типу та смт із значеннями  $\delta_{Pu}$  більшими за 70 Бк/м<sup>2</sup>, при наявній індустриальній компоненті, розрахунки здійснені за формулою:

$$D_{п}=K_{\gamma} \cdot \delta_{Cs}+K_{Cs} \cdot C_{Cs}+K_{Sr} \cdot \delta_{Sr}+(0,004 \cdot (\delta_{Pu}-70)+0,15)+D_{інд}$$

5) Міста досліджуваного регіону знаходяться в зоні впливу індустриального джерела опромінення. Для них  $D_{ту}$  рівні 0,15 мкЗв/рік або 0,45 мкЗв/рік, тому розрахунки паспортної дози для них були проведені за формулою:

$$D_{п}=K_{\gamma} \cdot \delta_{Cs}+D_{Cs}+D_{Sr}+D_{ту}+D_{інд}$$

Згідно проведених обрахунків одержані значення паспортних доз населених пунктів радіоактивно забрудненої території Рівненської області та визначені зони територій радіоактивного забруднення.

Слід зазначити, що забруднення території області впродовж 16 досліджуваних років значно зменшилось (табл.): зона добровільного гарантованого відселення у 2006 році охарактеризована 48 населеними пунктами проти 271; територія зони безумовного відселення зменшилась на 3 населені пункти; на визнаній радіоактивно забрудненою території області зафіксовано 183 населені пункти з рівнем забруднення менше 0,5 мЗв/рік (умовно чисті території).

**Зони радіаційного забруднення територій Рівненської області (станом на 2006 рік)**

Досліджувана територія	Кількість населених пунктів у зонах радіоактивного забруднення						умовно чисті території
	зона гарантованого примусового відселення		зона гарантованого добровільного відселення		зони посиленого радіаційного контролю		
	віднесе	виявле	віднесе	виявлен	віднесе	виявле	
Рокитнівський р-н	0	1	39	19	0	16	3
Дубровицький р-н	4	0	55	3	0	13	43
Зарічненський р-н	0	0	52	8	0	17	27
Володимирецький р-н	0	0	62	5	6	48	15
Сарненський р-н	0	0	63	13	2	13	39
Березнівський р-н	0	0	0	0	56	0	56
Всього	4	1	271	48	64	107	183

За даними досліджень були зафіксовані окремі невідповідності між встановленими і виявленими категоріями зон території окремих населених пунктів. Так, територія с. Вежиця за даними всіх років досліджень підпадає під категорію II зони радіоактивного забруднення, проте даний населений пункт відноситься до III зони.

На основі проведених розрахунків проведено зонування досліджуваної території (рис. 1) та вивчена динаміка показників паспортної дози (рис. 2).

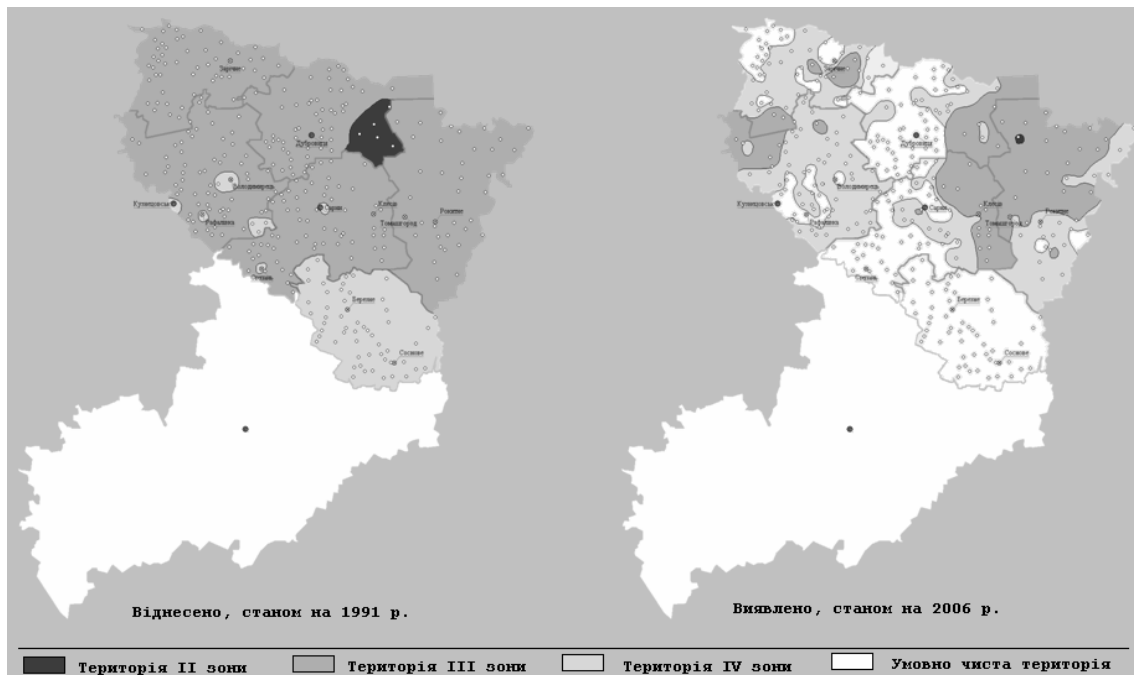


Рисунок 1 - Карта-схема зонування радіоактивно забруднених територій Рівненської області

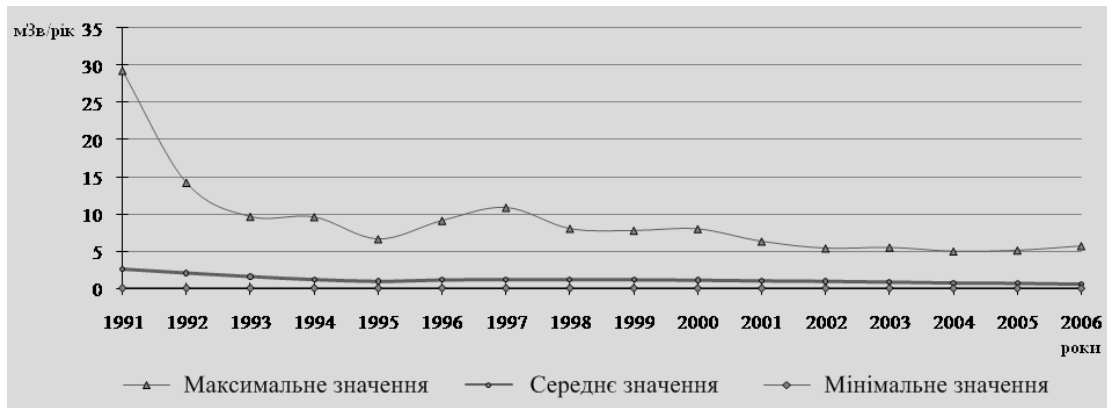


Рисунок 2 - Динаміка показників паспортної дози впродовж 1991-2006 рр.

Результати досліджень свідчать, що кількість населених пунктів із забрудненою територією в області зменшилась на 46,02% (з 339 до 146), показники паспортної дози за досліджуваний період зменшувалися з незначними періодичними коливаннями в сторону зростання, що потребує детального вивчення.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Іванов Є.А. Радіоекологічні дослідження: Навч. посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004.
2. Постанова Міністерства охорони здоров'я України від 1 грудня 1997 р. «Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів "Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)"» // "Нормативні акти України". [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1039.2645.2&nobreak=1>.
3. Романенко А.Ю., Ліхтарьов І.А.. Радіаційно-дозиметрична паспортизація населених пунктів території України, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок аварії ЧАЕС, включаючи тиреодозиметричну паспортизацію: Інструктивно-методичні вказівки. – К., 1996.