

3.4. Індивідуальна та колективна дози опромінення населення у післяаварійний період

Визначення ефективної дози внутрішнього опромінення людини від потрапляння ^{90}Sr і ^{137}Cs з молоком у післяаварійні роки здійснено наступним чином:

- величина дози за 1986 р. взята за результатами обчислень дози опромінення населення за «молочним» ланцюгом у 1986 р., наведених у розділі 3.2;
- ефективна доза опромінення у наступні роки обчислена за даними, наведеними у розділі 3.3:
 - 1) радіаційно-гігієнічного моніторингу територій, забруднених Чорнобильським аварійним викидом, у 1992-1993 рр.;
 - 2) радіоекологічних досліджень складових ланцюга переносу радіонуклідів «грунт – кормові трави – молоко – людина» у 1992-1993 рр.;
 - 3) вибіркових радіоекологічних досліджень територій, забруднених Чорнобильським аварійним викидом, у 1996, 1999 рр.

При обчисленні дози опромінення за результатами радіаційно-гігієнічного моніторингу 1992-1993 рр., за вихідні дані вмісту радіонуклідів у молоці випасного періоду у 1992 р. були прийняті дані вимірювань за таблицею В.4, В.5. Через те, що у деяких господарствах с. Щасливка, с. Олександрівка, с. Копи Доманівського району, с. Синюхін Брід Первомайського району, с. Булацелово, с. Остапівка Арбузинського району випас худоби колективних господарств у літні місяці не відбувався і добовий раціон тварин практично повністю складався із зеленої маси люцерни і кукурудзи (тобто як у період зимового стійлового утримання), то в якості вихідних даних вмісту радіонуклідів у молоці у зимовий період прийнято дані вимірювань за цими господарствами за таблицею В.5. У результаті такого підходу отримано, що річна ефективна еквівалентна доза опромінення людини при надходженні радіонуклідів з молоком у 1993 р. склала (табл. В.6): за ^{90}Sr – від 0,2 до 0,4 мкЗв·рік⁻¹, за ^{137}Cs – від 2 до 10 мкЗв·рік⁻¹.

Результати обчислення дози опромінення за «молочним ланцюгом» для ^{137}Cs для 1992-1993 рр. через камерну модель «грунт – кормові трави – молоко – людина» наведено у таблиці В.7. За цими даними «молочна доза» від ^{137}Cs коливалася у межах від 5 до 13 мкЗв·рік⁻¹.

Деякі розходження цих результатів від результатів радіаційно-гігієнічного моніторингу обумовлені, на наш погляд, неврахуванням у цій камерній моделі фактичного часу годування худоби на пасовищах і у стійлі.

Колективна доза для населення постраждалих районів у 1992-1993 рр. складала 0,5 люд·Зв.

Результати визначення «молочної дози» для наступних років (1996 р., 1999 р.) свідчили про наявність тенденції зменшення з часом рівня цієї дози (табл. В.7): у 1999 р. максимальні величини «молочної дози» не перевищували 7 мкЗв·рік⁻¹.

На основі отриманих величин «молочної дози» визначено апроксимаційні рівняння динаміки цієї дози ($p \leq 0.05$) (рис. В.1). Типовий вигляд динаміки ефективної дози від радіоцезію протягом 1986-2002 рр. наведено на рис. 3.4.1.

У цілому для населених пунктів j постраждалих районів найліпші ($r^2 \rightarrow 1$) вирази цих рівнянь мали вигляд (рис. В.1):

$$E_{\text{chem},j}^{137\text{Cs,ingest}}(t) = a_1 \cdot E_{0,j} \cdot e^{(-a_2 \cdot t)} \quad \text{або:} \quad (3.4.1)$$

$$E_{\text{chem},j}^{137\text{Cs,ingest}}(t) = a_1 \cdot E_{0,j} \cdot t^{(-a_2)}, \quad (3.4.2)$$

де $E_{chem,j}^{137Cs,ingest}(t)$ – ефективна доза внутрішнього опромінення людини від надходження ^{137}Cs з молоком через час t після аварії для j населеного пункту, $E_{0,j}$ – ефективна доза внутрішнього опромінення людини від надходження ^{137}Cs з молоком у 1986 р. для j населеного пункту, a_1, a_2 – константи апроксимації.

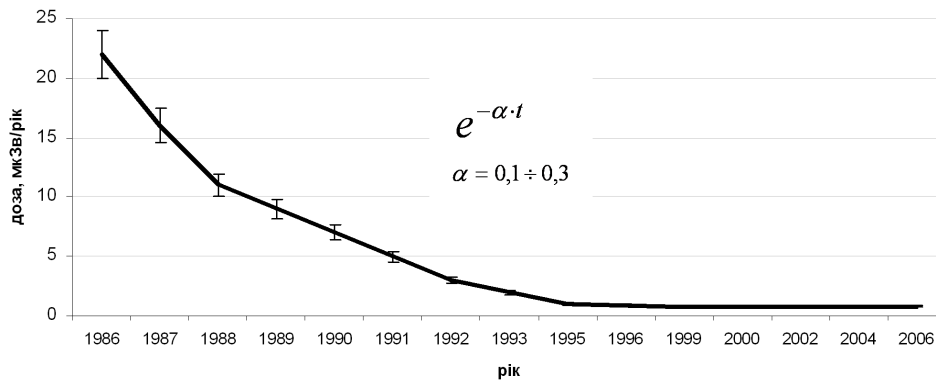


Рис. 3.4.1. Типовий вигляд динаміки річної ефективної дози від ^{137}Cs при споживанні молока у постраждалих районах

Аналіз апроксимаційних рівнянь для кожного пункту спостережень показав, що рівняння (3.4.1) більш ефективні при застосуванні для територій, де у містах випасу молочної худоби вміст ^{137}Cs у ґрунті постійно змінювався через вітрове перенесення або змив і вимивання з опадами, а (3.4.2) – для територій, у яких, навпаки, ^{137}Cs зразу міцно закріпився у ґрунті. Враховуючи ці апроксимації, змодельовано накопичення дози від ^{137}Cs при споживанні молока для населення з різних забруднених при аварії на ЧАЕС територій Миколаївської області (рис. В.2). Поступове накопичення дози наведено на рис. 3.4.2.

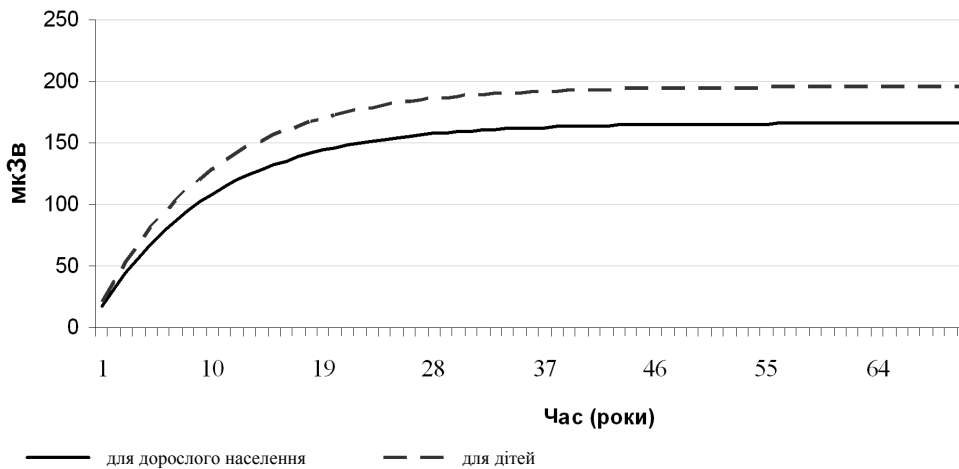


Рис. 3.4.2. Типовий вигляд динаміки накопичення дози від ^{137}Cs при споживанні молока на забруднених територіях Миколаївського регіону

Із графіків, які демонструють ці моделі, випливає, що за 70 років життя середня індивідуальна накопичена доза від ^{137}Cs при споживанні людиною молока становить, залежно від початкового рівня та міцності закріплення забруднення ґрунтом, від 50 до 250 мкЗв. Колективна доза склала від 5 до 10 люд-Зв.

Аналогічним чином здійснений ретроспективний аналіз динаміки дозового навантаження на населення цих районів при надходженні ^{90}Sr за «молочним» ланцюгом (рис. В.4.) показав, що ^{90}Sr був накопичений ґрунтом у меншій кількості, і зміни його вмісту у ґрунті з часом відбулися достатньо повільно. Аналіз цих величин показав, що накопичена за 50 років індивідуальна доза опромінення від ^{90}Sr становить 5-10 мкЗв (рис. В.5).

Висновки до розділу 3

Реконструкція дозового навантаження на населення, яку було здійснено за результатами радіоекологічних і дозиметричних досліджень на території Миколаївської області у перші місяці після аварії на Чорнобильській АЕС, показала наступні величини індивідуальної і колективної доз опромінення для населення регіону за 1986 р.:

- ефективна доза зовнішнього опромінення від присутніх у повітрі ^{131}I , $^{137,134}\text{Cs}$, $^{85\text{m}}\text{Kr}$, $^{133\text{m}}\text{Xe}$, ^{103}Ru , ^{124}Su , ^{95}Ni , ^{132}Te , ^{140}Ln склала $0,25 \pm 0,05$ мЗв, що відповідає п'ятій частині від річної природної дози; колективна доза опромінення від цього фактору склала відповідно 225 ± 44 люд-Зв.;
- ефективна доза опромінення для населення регіону від інгаляційного потрапляння наявних у повітрі радіонуклідів склала $0,02 \pm 0,005$ мЗв; колективна доза опромінення від цього фактору склала 10 ± 1 люд-Зв.;
- ефективна доза опромінення для населення регіону від надходження ^{131}I , $^{133\text{m}}\text{Xe}$, $^{95\text{m}}\text{Nb}$, ^{140}La , ^{103}Ru , ^{141}Ce , ^{132}Te , ^{137}Cs до людини за «молочним» ланцюгом склала в середньому $0,13 \pm 0,02$ мЗв для дорослого населення та $0,18 \pm 0,01$ мЗв – для дітей. Колективна доза опромінення від цього фактору склала відповідно 50-70 люд-Зв. Основний внесок у ці рівні опромінення здійснили ^{131}I , ^{137}Cs , ^{141}Ce , ^{103}Ru .;
- ефективна доза опромінення для населення регіону від надходження $^{95\text{m}}\text{Nb}$, ^{103}Ru , ^{137}Cs , ^{90}Sr людині за «питним» ланцюгом склала у середньому $7,3 \pm 0,7$ мкЗв для дорослого населення та $5,2 \pm 0,5$ мкЗв – для дітей. Колективна доза опромінення від цього фактору склала відповідно 2-3 люд-Зв. Основний внесок у ці рівні опромінення здійснили ^{103}Ru , ^{137}Cs .;
- повна доза зовнішнього і внутрішнього опромінення людини за рахунок радіоактивності, яка потрапила до регіону, склала 0,4-0,6 мЗв (в одиницях індивідуальної дози), 300-350 люд-Зв (в одиницях колективної дози).

Встановлено кореляційну залежність між вмістом ^{131}I у повітрі та гамма-фоном території мешкання людей, що може бути використано на практиці в якості контр-заходу при радіаційних аваріях.

Основним дозоутворюючим радіонуклідом на пізній поставарійній стадії виступав ^{137}Cs . Для територій населених пунктів, забруднених «аварійно-чорнобильськими» ^{137}Cs та ^{90}Sr , отримано математичні моделі зміни з часом розміру дози опромінення від ^{137}Cs та ^{90}Sr за «молочним ланцюгом» та моделі накопичення цієї дози за 50 років життя. Величина накопиченої дози від ^{137}Cs , ^{90}Sr при споживанні людиною молока становить, залежно від початкового рівня та міцності закріплення забруднення ґрунтом, від 0,1 до 0,3 мЗв (в одиницях індивідуальної дози), від 2 до 9 люд-Зв (в одиницях колективної дози).