

Ухвалено вченою радою
Інституту радіаційної гігієни
та епідеміології ННЦРМ
"20" вересня 2018 р.
(протокол № 5)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Генеральний директор ДУ "Національний
науковий центр радіаційної медицини
Національної академії медичних наук України"
акад. НАМН України, д-р мед. наук, проф.



Д.А. Бази́ка

"06" вересня 2018 р.

**РЕЗУЛЬТАТИ РЕВІЗІЇ БАЗИ ДАНИХ ЛВЛ-ВИМІРЮВАНЬ,
ПРОВЕДЕНИХ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ
ТЕРИТОРІЯХ УКРАЇНИ У 1986-2014 РР.**

Науково-аналітичні матеріали за
результатами виконання у 2018 р. НДР за
темою "Розробка та впровадження системи
верифікації результатів масових ЛВЛ-
вимірювань для створення бази даних
ревізованих індивідуальних доз
внутрішнього опромінення населення
України (1986–2014 рр.)"

Внаслідок Чорнобильської аварії понад 3 млн. мешканців України опинились на радіоактивно забруднених територіях (РЗТ). Відразу після аварії, у травні 1986 р., розпочався еколого-дозиметричний моніторинг населених пунктів (НП) РЗТ, який включав визначення вмісту ^{137}Cs та ^{134}Cs у організмі мешканців цих територій за допомогою лічильників випромінювання людини (ЛВЛ). У подальшому масовий ЛВЛ-моніторинг проводився у рамках Державної програми "Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України», яка розпочалась з 1991 р. та продовжувалась близько 20 років [1]. На жаль сьогодні через відсутність фінансування ЛВЛ-вимірювання проводяться лише силами Державної установи "Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України" (ННЦРМ) у окремих НП [2, 3]. Нині база даних результатів ЛВЛ-вимірювань (БД ЛВЛ), виконаних у період з 1986 по 2014 рр., містить близько 1,5 млн записів.

У 2013–2018 рр. силами лабораторії лічильників випромінювання людини та лабораторії радіологічного захисту ННЦРМ проводились роботи, які включали:

- аналіз структури, повноти та достовірності інформації щодо ЛВЛ-вимірювань, яка міститься в БД ЛВЛ;
- аналіз та ревізію моделей і розрахункових програм, що використовувалися при переході від результатів вимірювань до доз опромінення на різних фазах аварії;
- розробку системи верифікації бази даних ЛВЛ-вимірювань.

Найбільш важливими і цінними для епідеміологічних та клінічних досліджень є результати вимірювань, виконаних у 1986 році та переданих до ННЦРМ Міністерством охорони здоров'я України на паперових носіях [2]. Саме ця інформація є найпроблемнішою, оскільки на той час ще не було спеціалізованого обладнання та єдиного методичного забезпечення вимірювань [4]. Кількість таких записів у БД ЛВЛ складає близько 30 тис. Пізніше фахівцями ННЦРМ результати ЛВЛ-вимірювань 1986 р. були перенесені на електронні носії. Зауважимо, що у лабораторії ЛВЛ ННЦРМ на паперових носіях зберігаються ще близько 100 тис. записів про вимірювання, виконаних у різні роки, які потребують обробки та внесення до електронної бази даних.

Результати ЛВЛ-вимірювань, виконаних у 1987–1994 рр., кількість яких у БД ЛВЛ досягає 187 тис., теж є надзвичайно важливою інформацією для відновлення індивідуальних доз внутрішнього опромінення мешканців РЗТ, сформованих головним чином за рахунок інкорпорації ^{137}Cs та ^{134}Cs . Ці дані були введені переважно з паперових звітів, інформація в яких була неповною, а іноді – некоректною. У процесі ревізії була проведена звірка паперових носіїв з електронною БД для виправлення помилок та відновлення недостатньої інформації.

Обсяги ЛВЛ-вимірювань та структура бази даних

База даних ЛВЛ-вимірювань вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у організмі людини містить 1 488 920 записів щодо вимірювань, які були проведені на території України у 1986–2014 рр. Найбільша кількість ЛВЛ-вимірювань за цей період була виконана у Житомирській (36 % від усіх вимірювань), Київській (23 %) та Рівненській (20 %) областях. У таблиці 1 подано обсяги ЛВЛ-вимірювань, виконаних у різних областях у різні часові періоди після аварії: 1986 р., 1987–1994 рр., 1995–2000 рр., 2001–2014 рр. Тут представлено області, де за весь період 1986–2014 рр. було виконано не менше 4 тис. вимірювань.

Таблиця 1 – Обсяги ЛВЛ-вимірювань у 1986–2014 рр., що зберігаються у БД ЛВЛ ННЦРМ

Область	Часові інтервали, роки				
	1986	1987–1994	1995–2000	2001–2014	1986–2014
	Кількість ЛВЛ-вимірювань				
Вінницька	627	2 995	11 157	17 501	32 280
Волинська	–	4 163	68 785	22 047	94 995
Житомирська	6 246	191 080	183 964	160 415	541 705
Івано-Франківська	–	76	694	3 285	4 055
Київська	19 490	55 146	144 475	124 886	343 997
Рівненська	469	47 833	107 106	150 215	305 623
Сумська	–	1 021	5 232	3 852	10 105
Тернопільська	–	119	5 272	2 271	7 662
Хмельницька	–	133	3 264	4 341	7 738
Черкаська	1	6 695	21 133	15 153	42 982
Чернігівська	2 152	7 470	35 824	37 683	83 129
Інші області України	788	10 862	1 827	1 172	14 649
Інші країни	3	9 401	8	221	9 633
Усього	29 776	336 994	588 741	543 042	1 498 553

Більшість ЛВЛ-вимірювань (64 %) було виконано у перші 15 років після аварії (період 1986–2000 рр.). Населеними пунктами, в яких було проведено найбільшу кількість ЛВЛ-вимірювань є міста: Київ (90 тис.), Коростень (51 тис.), Овруч (40 тис.), Боярка (18 тис.), Рівне (9,1 тис.), а також смт: Іванків (29 тис.) та Народичі (20 тис.). На рисунку 1 представлено динаміку обсягів ЛВЛ-вимірювань, що проводились на території України у період 1986–2014 рр. Динаміка є дуже неоднорідною. Найбільшу кількість ЛВЛ-вимірювань (близько 160 тис.) було виконано у 1997 р., що становить ~ 11 % вимірювань, виконаних за всі післяаварійні роки. Значно меншою була кількість ЛВЛ-вимірювань у 1991–1994, 2009–2010 та 2014 рр.

Динаміка ЛВЛ-вимірювань

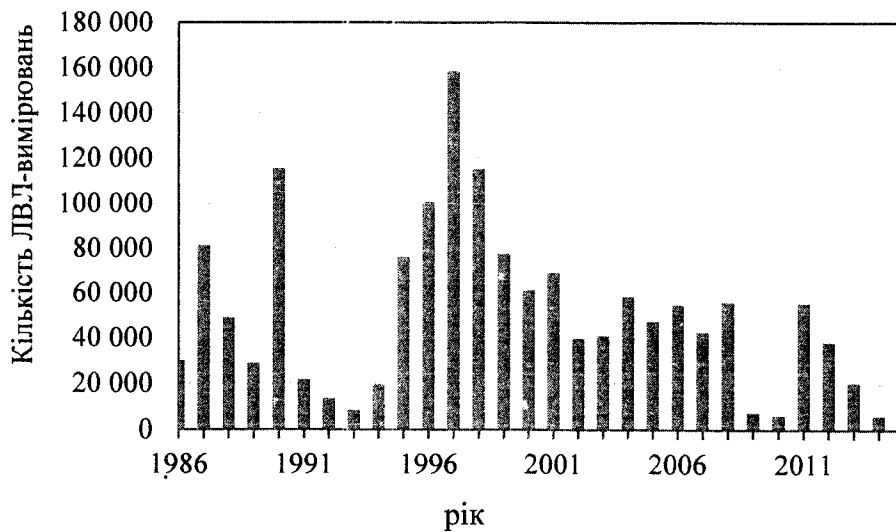


Рисунок 1 – Динаміка ЛВЛ-вимірювань на території України у 1986-2014 рр.

У таблиці 2 представлено розподіл осіб, які проходили ЛВЛ-вимірювання, за віком та часовими інтервалами. Зазначимо, що обсяг ЛВЛ-вимірювань для осіб молодше 18 років становить ~ 80 % від ЛВЛ-вимірювань дорослих осіб (≥ 18 років). При цьому серед дитячих вікових груп переважають записи з ЛВЛ-вимірюваннями дітей 8–12 років та підлітків 13–17 років. Обсяги вимірювань дітей у перші роки після аварії на ЧАЕС були більшими, ніж у наступні роки.

Таблиця 2 – Динаміка розподілу обсягів ЛВЛ-вимірювань за віковими групами

Вікова група, роки	Рік вимірювання							
	1986		1987–1994		1995–2014		1986–2014	
	кількість ЛВЛ-вимірювань							
	загальна	%	загальна	%	загальна	%	загальна	%
≤ 2	1177	4,0	6035	2,0	4809	0,4	12021	0,8
3–7	3673	12	33979	10	67095	5,6	104747	7,2
8–12	5716	19	53357	16	202682	18	261755	18
13–17	3861	13	40648	13	225904	20	270413	18
≥ 18	15346	52	193573	59	631066	56	839985	56
Усього	29773	100	327592	100	1131556	100	1488921	100

Структура БД ЛВЛ-вимірювань складається з трьох окремих інформаційних блоків.

Блок 1 – Паспортні та біометричні дані особи, у якої проводилися вимірювання. Його поля містять дані про місце проживання особи, рік народження, стать, професійну групу, вагу та зріст. Кожному запису відповідає

унікальний номер вимірювання, який ідентифікує рік проведення та порядковий номер у цьому році.

Блок 2 – Засоби та умови проведення вимірювання. Він включає дані щодо організації, оператора, дати та місця проведення ЛВЛ-вимірювання, приладу та його характеристик.

Блок 3 – Параметри та результати вимірювання. Цей блок окрім інформації про вимірювану активність ^{137}Cs та ^{134}Cs , містить також інші характеристики вимірювання: мінімально-детектовану активність, похибку, швидкість лічби фону та річну дозу.

В середньому наповненість полів у зазначених блоках становить: 91 % – у блоці 1, 96,6 % – у блоці 2 та 87 % – у блоці 3.

ЛВЛ-вимірювання у 1986 р.

Обсяги ЛВЛ-вимірювань у 1986 році наведено у таблиці 3. Переважна частина вимірювань була зроблена в Київській (65 %), Житомирській (21 %) та Чернігівській (7 %) областях і лише 7 % – в інших регіонах України. Вимірювання розпочались відразу після аварії, проте максимальну кількість було проведено з серпня по жовтень 1986 р. Кількість вимірювань за місяць, як правило, не перевищувала 1000 за винятком Київської та Житомирської областей.

Таблиця 3 – Обсяги ЛВЛ-вимірювань 1986 р. у областях України залежно від часу проведення вимірювань

Область	Кількість вимірювань								
	за рік	тра- вень	чер- вень	ли- пень	сер- пень	вере- сень	жов- тень	листо- пад	гру- день
Київська	19 490	16	16	362	4 771	5 385	5 277	1 621	1 175
Житомирська	6 246	30	17	–	1 004	2 258	1 346	1 020	566
Чернігівська	2 152	2	–	–	29	127	249	927	818
Кіровоградська	638	–	–	–	1	–	163	474	–
Вінницька	627	–	–	–	1	33	105	255	233
Рівненська	469	–	–	–	81	–	26	133	229
Інші	154	–	–	–	17	16	6	2	113
Всього	29 776	48	33	362	5 904	7 819	7 172	4 432	3 134

Аналіз обсягів вимірювань (рис. 2, табл. 4) показав, що кількість вимірювань дітей є вагомою лише у трьох областях: Київській, Житомирській та Чернігівській. Для решти областей частка вимірювання дітей надзвичайно мала.

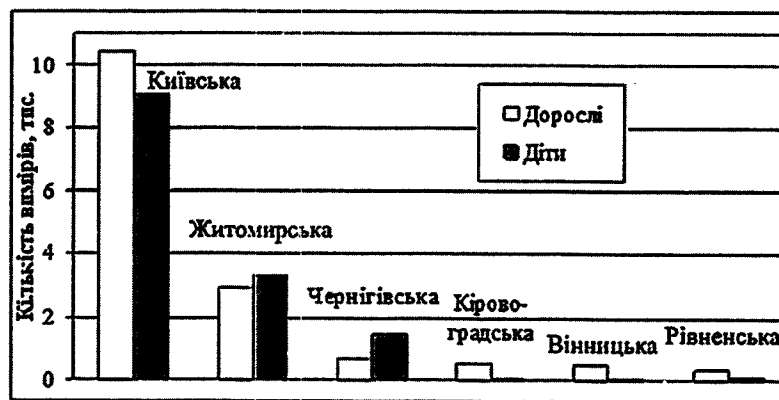


Рисунок 2 – Розподіл обсягів ЛВЛ-вимірювань ^{137}Cs , виконаних у 1986 р.

Таблиця 4 – Результати ЛВЛ-вимірювань у 1986 р. інкорпорованого ^{137}Cs у дорослих (≥ 18 років) та дітей (< 18 років)

Області	Кількість вимірювань		Вміст інкорпорованого ^{137}Cs , кБк					
			середнє значення		90% квантиль		максимальне значення	
	дорослі	діти	дорослі	діти	дорослі	діти	дорослі	діти
Київська	10 428	9 062	14,3	6,9	33	15	1 438	569
Житомирська	2 912	3 334	70,5	27,0	131	79	1 637	943
Чернігівська	701	1 451	7,5	4,6	–	–	143	94
Кіровоградська	575	63	1,5	3,3	–	–	22	11
Вінницька	541	86	3,1	2,6	–	–	60	35
Рівненська	397	122	17,1	8,9	–	–	186	51

Максимальні значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у дітей були у 1,5–3 меншими, ніж у дорослих. Найбільші рівні середнього вмісту ^{137}Cs – понад 70 кБк у дорослих і близько 27 кБк у дітей зареєстровано у Житомирській області, дещо нижчі – у Київській (14,3 кБк для дорослих та 6,9 кБк для дітей) та Рівненській (17,1 кБк для дорослих та 8,9 кБк для дітей) областях.

Найбільший обсяг ЛВЛ-вимірювань у Житомирській області виконано у Народицькому районі: 2 813 ЛВЛ-вимірювань – у дорослих, 3146 – у дітей. Середнє значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у дорослих цього району становить 72,7 кБк, а у дітей – 28,1 кБк.

У Київській області більшість ЛВЛ-вимірювань виконано у Поліському, Чорнобильському Іванківському, Рокитнянському, Ставищенському та Києво-Святошинському районах – 73 % від усіх ЛВЛ-вимірювань у області (табл. 5).

Таблиця 5 – Обсяги ЛВЛ-вимірювань у 1986 р. та середні значення вмісту інкорпорованого ^{137}Cs у районах Київської області для дорослих (≥ 18 років) та дітей (< 18 років)

Район	Кількість вимірювань		Вміст інкорпорованого ^{137}Cs , кБк			
			середнє значення		максимальне значення	
	дорослі	діти	дорослі	діти	дорослі	діти
Поліський	3604	3264	25,9	10,1	1438	380
Чорнобильський	317	1907	22,0	4,1	211	174
Іванківський	906	575	10,7	5,6	536	107
Рокитнянський	570	684	20,8	13,7	1130	458
Ставищенський	1118	125	2,2	2,5	40	22
Києво-Святошин.	–	1110	–	2,6	–	14
Таращанський	521	51	17,0	15,3	159	103
Миронівський	341	229	6,0	5,2	39	569
Бородянський	257	149	8,0	7,4	87	61

У Поліському, Іванківському, Рокитнянському, Миронівському та Бородянському районах добре представлені вимірювання різних вікових груп – як дорослих, так і дітей. У Таращанському та Ставищанському районах обсяги вимірювань дітей значно менші, ніж дорослих, а у Чорнобильському – кількість вимірювань дітей перевищує кількість вимірювань дорослих майже у 6 разів. Дані по Києво-Святошинському району представлені лише дитячою віковою групою.

Максимальний вміст ^{137}Cs у організмі дорослих мешканців Київської області у 1986 р. досягав таких значень: Поліський район – 1438 кБк, Чорнобильський район – 211 кБк, Іванківський район – 536 кБк, Рокитнянський – 1130 кБк. При цьому максимальні значення вмісту ^{137}Cs у дітей є суттєво нижчими, ніж у дорослих.

На жаль тільки 3 999 з 29 776 записів 1986 року можна віднести до групи достатньої інформаційної наповненості. У цих записах заповнені практично всі поля, що характеризують результат вимірювання, а відносна похибка вимірювання не перевищує 30 %.

Ревізія та верифікація інформації про ЛВЛ-вимірювання

Роботи з ревізії наявної інформації про ЛВЛ-вимірювання, що виконувались спільними зусиллями лабораторій лічильників випромінювання людини та радіологічного захисту ННЦРМ у 2013–2018 рр., включали:

- перенесення даних, які зберігаються на паперових носіях у електронну форму;
- перевірку коректності та відповідності як новоуведеної інформації, так і даних, що вже зберігаються у БД ЛВЛ;

- доповнення та, по можливості, відновлення відсутніх полів БД з метою покращення якісної характеристики кожного вимірювання;
- удосконалення моделі розрахунку дози внутрішнього опромінення за даними ЛВЛ-вимірювань, базуючись на сучасних наукових даних.

У таблиці 6 представлено хронологію формування ревізованої бази даних ЛВЛ-вимірювань.

Таблиця 6 – Кількість записів БД ЛВЛ-вимірювань, які було ревізовано у 2013–2018 рр.

Роки обробки даних	Роки виконання вимірювань	Кількість записів про виміри		
		Україна	інші країни або країна невідома	усього
2013–2015	1986–2008	1 215 642	6 631	1 222 273
2016	1987, 1988	59 391	94	59 485
2017	1987–1990	50 516	701	51 217
2018	1987–1993	30 009	1 985	31 994
	2009–2014	133 363	221	133 584
усі роки		1 488 921	9 632	1 498 553

Розподіл даних за групами якості

Було розроблено критерії оцінки якості результатів вимірювання (записів) БД ЛВЛ так, що кожному запису було присвоєно одну з трьох груп якості.

До першої групи – "високоякісні" віднесено найбільш інформаційно насичені дані. Такі дані можуть бути використані при проведенні робіт з відновлення індивідуальних доз опромінення.

До другої групи – "якісні", було віднесено усі записи, для яких:

- а) не був ідентифікований тип приладу;
- б) не вказано ім'я та по-батькові;
- в) не визначена стать людини.

Записи із групи "якісні" хоча і мають прогалини в окремих полях, але вони можуть бути відновлені за першоджерелами – паперовими носіями, з яких інформацію було внесено до електронного файлу БД. Дані другої групи можуть бути використані у роботах з відновлення індивідуалізованих доз опромінення. Дози, розраховані за даними першої та другої груп, можуть бути використані для епідеміологічних та інших наукових досліджень.

До третьої групи – "малоякісні" – було віднесено записи, для яких:

- а) невизначений НП проживання;
- б) відсутній рік народження та маса тіла (в цьому випадку не можна оцінити вагу, навіть приблизно, а отже і МДА);

в) не вказано активність радіоцезію і її неможливо відновити на підставі інших наявних даних.

Дані третьої групи можуть бути використані для оцінки усереднених (за районом проживання, віковими групами, тощо) показників.

На діаграмі рисунку 4 представлено розподіл записів БД ЛВЛ за групами якості.

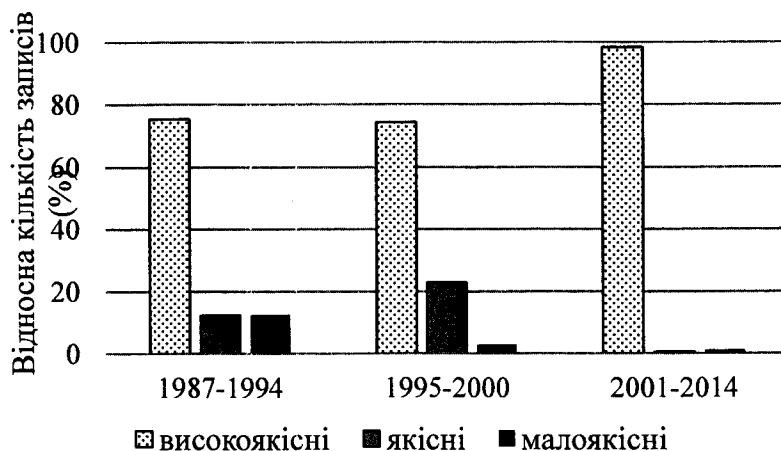


Рисунок 3.— Розподіл записів БД ЛВЛ за групами якості

Основні співвідношення для розрахунку ревізованих доз внутрішнього опромінення

База даних ЛВЛ-вимірювань містить поля, де зберігаються величини доз внутрішнього опромінення (індивідуальні річні дози від ^{137}Cs та ^{134}Cs та сумарна доза $D_{\Sigma}^{\text{БД}}$). Ці дози розраховувались з використанням дозових коефіцієнтів на одиницю вмісту активності радіонуклідів цезію, але ця методика наразі застаріла. Тому було розраховано ревізовані дози, які використовують референтні значення параметрів метаболізму та антропометричні параметри людини, рекомендовані у публікаціях МКРЗ [5–6]. Річна сумарна доза внутрішнього опромінення $D_{\Sigma}^{\text{МКРЗ}}$ ($\text{мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$) від ^{137}Cs та ^{134}Cs , розраховується за результатами ЛВЛ-вимірювань вмісту зазначених радіонуклідів – Q_{Cs7} та Q_{Cs4} (Бк) у припущенні рівноважного вмісту радіоцезію впродовж року:

$$D_{\Sigma}^{\text{МКРЗ}} = Q_{\text{Cs7}} + Q_{\text{Cs4}} \quad (1)$$

$$D_{\text{Cs7}}^{\text{МКРЗ}} = Q_{\text{Cs7}} \cdot e_{\text{Cs7}}^{\text{age}} \cdot (\lambda_{\text{Cs}}^{\text{age}} + \lambda_{\text{r,Cs7}}) \cdot \frac{M_{\text{МКРЗ}}^{\text{age}}}{M_{\text{БД}}^{\text{age}}} \cdot 365 \quad (2)$$

$$D_{\text{Cs4}}^{\text{МКРЗ}} = Q_{\text{Cs4}} \cdot e_{\text{Cs4}}^{\text{age}} \cdot (\lambda_{\text{Cs}}^{\text{age}} + \lambda_{\text{r,Cs4}}) \cdot \frac{M_{\text{МКРЗ}}^{\text{age}}}{M_{\text{БД}}^{\text{age}}} \cdot 365 \quad (3)$$

де $e_{\text{Cs7}}^{\text{age}}$ та $e_{\text{Cs4}}^{\text{age}}$ – доза внутрішнього опромінення на одиницю надходження для вікової групи age від ^{137}Cs та ^{134}Cs , відповідно, Зв на 1 Бк надходження [6]; $\lambda_{\text{Cs}}^{\text{age}}$ –

константа біологічного напіввиведення цезію з організму людини, доба⁻¹ (таблиця 9); $\lambda_{r,Cs7} = 6,30E-05$ та $\lambda_{r,Cs4} = 9,20E-05$ – константи радіоактивного розпаду ¹³⁷Cs та ¹³⁴Cs, відповідно, доба⁻¹. M_{MKP3}^{age} – референтна маса тіла людини віку *age*, рекомендована МКРЗ, кг (таблиця 9); M_{BD}^{age} – маса тіла особи із бази даних ЛВЛ-вимірювань, кг.

Таблиця 7 – Вік-залежні параметри метаболізму цезію в організмі людини, рекомендовані МКРЗ

Віковий інтервал, роки	Константа біологічного напіввиведення цезію з організму λ_{Cs}^{age} , доба ⁻¹	Маса тіла, кг M_{MKP3}^{age} [5]		Дозовий коефіцієнт на одиницю надходження, нЗв/Бк [6]	
		чоловіки	жінки	для ¹³⁷ Cs, e_{Cs7}^{age}	для ¹³⁴ Cs, e_{Cs4}^{age}
0	0,043	6,0	5,6	21	26
1–2	0,053	10	10	12	16
3–7	0,023	19	19	9,6	13
8–12	0,014	32	32	10	14
13–17	0,0075	56	53	13	19
18+	0,0063	73	60	13	19

З використанням моделі (1)–(3) за даними ЛВЛ-вимірювань було розраховано ревізовані дози внутрішнього опромінення. Дози розраховувались для кожного ЛВЛ-вимірювання, інформація про яке після проведення ревізії задовольняла наступним умовам:

- НП проживання особи, район чи область знаходяться на території України;
- величина вмісту інкорпорованого ¹³⁷Cs більше нуля;
- встановлено вік особи, яка вимірювалась;
- особа народилась до, або у рік проведення вимірювання;
- маса тіла особи відповідає її віку.

Таким критеріям задовольняють усі записи, які віднесені до 1 та 2 груп якості, а також окремі записи 3-ї групи якості. Розрахована за моделлю (1)–(3) внутрішня сумарна від радіоізотопів ¹³⁷Cs та ¹³⁴Cs доза (D_{Σ}^{MKP3}) записувалась у БД ЛВЛ. Було проведено порівняння дози, яка знаходиться у базі даних (D_{Σ}^{BD}) та розрахованої у процесі ревізії (D_{Σ}^{MKP3}). Для кожного запису розраховувалось відношення $D_{\Sigma}^{BD}/D_{\Sigma}^{MKP3}$, яке усереднювалось за територією тієї чи іншої області, часовим інтервалом та віком особи (таблиця 8).

Таблиця 8 – Усереднені за часовими інтервалами відношення значень індивідуальної дози, що міститься у базі даних ЛВЛ-вимірювань ($D_{\Sigma}^{БД}$) до розрахованої дози ($D_{\Sigma}^{МКРЗ}$) у окремих областях України

Часовий період, роки	Діти (< 18 років)			Дорослі (≥ 18 років)		
	Кількість ЛВЛ-вимірювань	$\frac{D_{\Sigma}^{БД}}{D_{\Sigma}^{МКРЗ}}$		Кількість ЛВЛ-вимірювань	$\frac{D_{\Sigma}^{БД}}{D_{\Sigma}^{МКРЗ}}$	
		середнє	STD		середнє	STD
Житомирська обл.						
1987–1990	63 550	0,81	0,9	106 299	0,90	0,9
1991–1994	4 087	1,41	0,64	9 870	1,24	0,42
1995–2014	112 474	1,37	0,33	215 120	1,14	0,07
Київська обл.						
1987–1990	10 328	1,09	0,87	16 176	1,07	0,93
1991–1994	12 209	1,64	0,75	13 885	1,39	0,47
1995–2014	122 559	1,37	0,49	133 643	1,12	0,09
Рівненська обл.						
1987–1990	22 750	0,78	0,59	19 116	0,89	0,63
1991–1994	2 808	1,65	0,53	1 751	1,32	0,59
1995–2014	148 993	1,34	0,32	100 120	1,13	0,05
Чернігівська обл.						
1987–1990	2 524	0,68	0,69	3 560	1,60	1,9
1991–1994	6	1,45	0,18	77	1,54	0,32
1995–2014	21 005	1,35	0,33	42 940	1,13	0,08
Інші обл.						
1987–1990	2 460	2,22	2,41	5 612	0,75	1,42
1991–1994	8 855	1,83	0,88	5 612	2,38	1,72
1995–2014	69 607	1,35	0,32	108 707	1,13	0,05
Всі області України						
1987–1990	101 612	0,86	0,94	150 645	0,93	1,1
1991–1994	27 965	1,67	0,82	31 195	1,52	1,04
1995–2014	474 638	1,35	0,37	600 530	1,12	0,08

У перші чотири роки (1987–1990 рр.) після аварії на ЧАЕС у Житомирській і Рівненській областях та в цілому по Україні індивідуальна доза внутрішнього опромінення, що міститься у БД ЛВЛ, в середньому є на 7–22 % нижчою ревізованої дози як для дітей та підлітків молодших 18 років, так і для дорослих. У Київській області, навпаки, ревізована доза є меншою на 7–8 % від дози, що міститься у БД ЛВЛ. У Чернігівській області у зазначений період для осіб молодших 18 років ревізована доза є в середньому на 32 % більшою від дози БД ЛВЛ, а для дорослих – на 60 % меншою. Для дітей та підлітків інших областей доза БД ЛВЛ в середньому майже у 2 рази більша ревізованої.

У подальші періоди у всіх областях України доза БД ЛВЛ перевищувала ревізовану на 12–55 % для дорослих та на 45–85 % для дітей та підлітків молодших 18 років. При цьому в 1991–1994 рр. ця різниця була найбільшою, а у подальшому (1995–2014 рр.) вона зменшилась.

У таблиці 9 представлено усереднені за часовими інтервалами ревізовані дози внутрішнього опромінення, розраховані за даними ЛВЛ-вимірювань для осіб молодших 18 років та дорослих.

Таблиця 9 – Усереднені за часовими інтервалами та віком осіб ревізовані дози внутрішнього опромінення $D_{\Sigma}^{\text{МКРЗ}}$, розраховані із застосуванням коефіцієнтів МКРЗ [6]

Часовий період, роки	Доза, мЗв/рік			
	Діти (< 18 років)		Дорослі (\geq 18 років)	
	середня	STD	середня	STD
Житомирська обл.				
1986*	2,86	6,1	3,70	6,3
1987–1990	0,42	0,87	0,47	1,08
1991–1994	0,19	0,34	0,25	0,44
1995–2014	0,09	0,29	0,14	0,27
Київська обл.				
1986*	0,73	1,9	0,76	1,9
1987–1990	0,22	0,39	0,38	0,96
1991–1994	0,04	0,08	0,11	0,33
1995–2014	0,07	0,17	0,76	0,26
Рівненська обл.				
1986*	2,08	3,2	0,96	1,08
1987–1990	1,18	2,04	0,90	1,55
1991–1994	1,12	1,14	1,11	1,32
1995–2014	0,14	0,24	0,22	0,33
Чернігівська обл.				
1986*	1,11	1,9	0,46	0,87
1987–1990	0,45	1,6	0,50	0,89
1991–1994	0,02	0,009	0,04	0,07
1995–2014	0,04	0,04	0,05	0,11
Інші області України				
1986*	0,80	1,52	0,29	0,41
1987–1990	0,12	0,34	0,17	0,68
1991–1994	0,04	0,06	0,04	0,08
1995–2014	0,06	0,06	0,08	0,09
* величина дози потребує подальшого уточнення				

За результатами ЛВЛ-вимірювань у 1986 р. найбільші дози внутрішнього опромінення отримали мешканці Житомирської області. Дози 1986 р. у осіб, що мешкали на території інших областей України у середньому не перевищували 1 мЗв.

У наступні роки після 1986 доза внутрішнього опромінення значно (у 2–7 разів) зменшилась. У період 1995–2014 рр. усереднена доза практично не перевищувала 0,1 мЗв для всіх вікових груп населення радіоактивно забруднених областей України. На рисунку 5 представлена динаміка доз внутрішнього опромінення за даними ЛВЛ-вимірювань для мешканців Житомирської, Київської, Рівненської та Чернігівської областей.

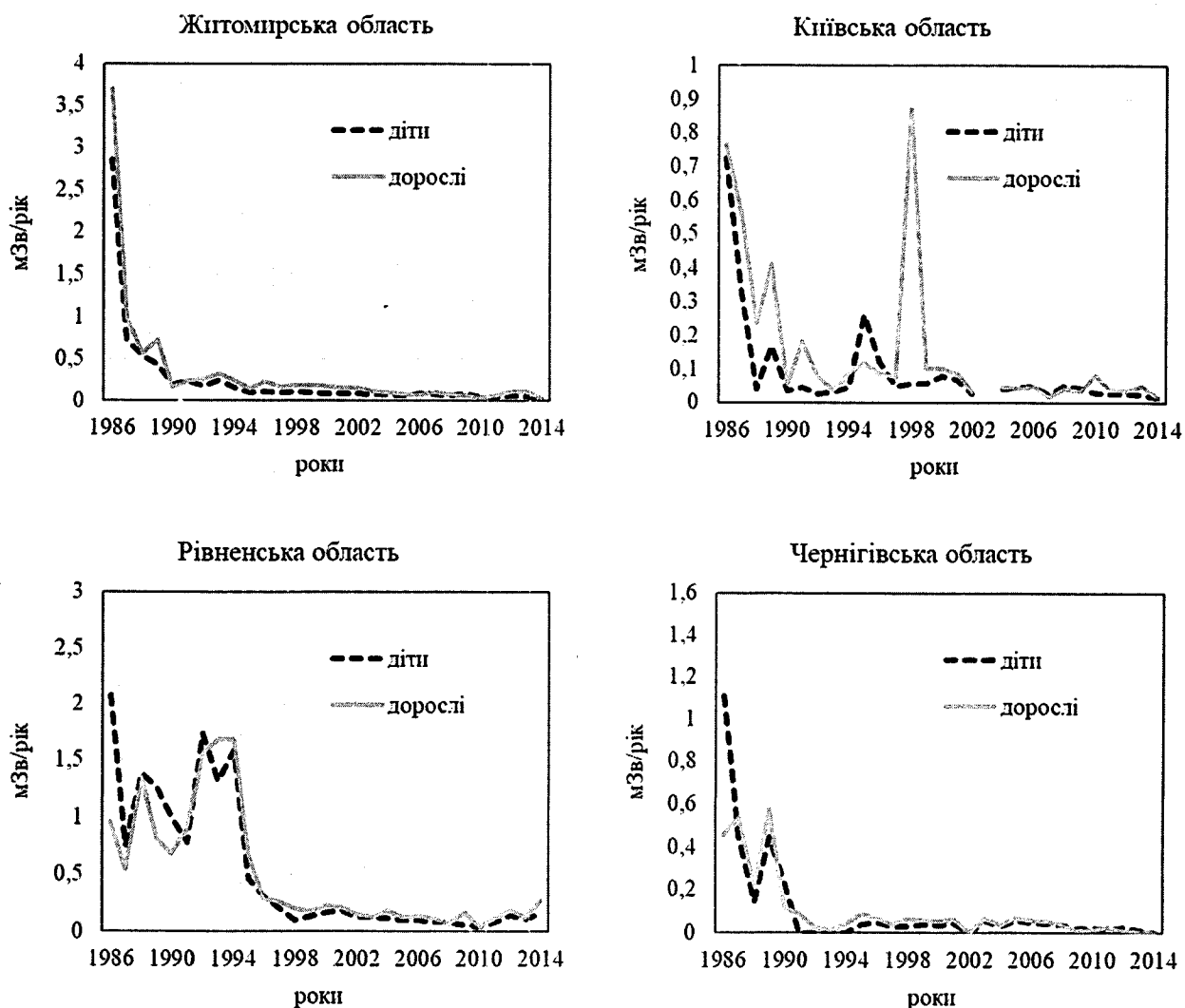


Рисунок 4 – Часова динаміка усереднених ревізованих доз внутрішнього опромінення, розрахованої за результатами ЛВЛ-вимірювань, які зберігаються у базі даних ННЦРМ

Пікові підвищення величини дози внутрішнього опромінення практично до величини 1986 р., які спостерігаються в окремих областях, на нашу думку, пов'язані з припиненням застосування контрзаходів та самообмежень мешканців

радіоактивно забруднених територій при вживанні продуктів харчування місцевого виробництва, лісових ягід та грибів.

ВИСНОВКИ

У роботі було проведено ревізію БД ЛВЛ, а саме:

- дані, які зберігаються на паперових носіях було перенесено в електронну форму;
- виконано перевірку коректності, відповідності та, по можливості, відновлення відсутніх полів БД;
- на основі сучасних наукових даних удосконалено модель дози внутрішнього опромінення, яка оцінюється за результатами ЛВЛ-вимірювань.

Ревізовані дози реконструйовано для 1 386 585 записів БД ЛВЛ-вимірювань, інформація у яких задовольняє спеціально розробленим критеріям оцінки якості результатів ЛВЛ-вимірювань. Серед них 604 215 записів відповідають ЛВЛ-вимірюванням, проведеним серед дітей та підлітків молодших 18 років, а 782 370 записів стосуються дорослих мешканців України, більшість з яких проживає у Житомирській, Київській, Рівненській та Чернігівській областях.

Отримані результати є важливими для подальших робіт з удосконалення моделей розрахунку паспортних [1] доз та індивідуалізованих доз опромінення суб'єктів, зареєстрованих у Державному реєстрі України осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи [7, 8]. Дозові оцінки можуть бути використані для епідеміологічних, клінічних та інших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основні принципи та досвід проведення комплексної дозиметричної паспортизації населених пунктів України / І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, С. В. Масюк, О. М. Іванова, М. І. Чепурний, З. Н. Бойко, В. Б. Герасименко // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. – 2015. – Вип. 20. – С. 75–103
2. Ліхтарьов, І. А. Дози опромінення / І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, В. В. Чумак, В. В. Василенко, М. Я. Циганков та ін. // Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи: 1986–2011 : монографія / за ред. А. М. Сердюка, В. Г. Бебешка, Д. А. Базики. – Тернопіль : ТДМУ, 2011. – С. 35–64.
3. Ліхтарьов, І. А. Радіологічні та медичні наслідки Чорнобильської катастрофи. Дози опромінення населення / І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, В. В. Чумак, В. В. Василенко, М. Я. Циганков та ін. // 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. – К. : КІМ, 2011. – С. 116–125.
4. Перевозников, О. Н. Индивидуальная дозиметрия при радиационных авариях / О. Н. Перевозников, А. А. Ключников, В. А. Канченко. – Чернобыль : Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, 2007. – 199 с.

5. ICRP Publication 89. Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection Reference Values // Annals of the ICRP. – 2002. – Vol. 32, No 3–4. – 182 p.
6. ICRP Publication 119. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60 // Annals of the ICRP. – 2012. – Vol. 41. – 212 p.
7. Реконструкция индивидуализированных доз внутреннего облучения субъектов Государственного регистра Украины: Сообщение 1. Локально-специфические модели и дозы облучения жителей Рокитновского района Ровенской области, Овручского района Житомирской области и Иванковского района Киевской области / И. А. Лихтарев, Л. Н. Ковган, С. В. Масюк [та ін.] // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. – 2014. – Вип. 19. – С. 80–101.
8. Реконструкция индивидуализированных доз внутреннего облучения субъектов Государственного регистра Украины: Сообщение 2. Локально-специфические модели и дозы облучения жителей Козелецкого и Репкинского районов Черниговской области / И. А. Лихтарев, Л. Н. Ковган, С. В. Масюк [та ін.] // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. – 2014. – Вип. 19. – С. 102–125.