

ОПТИМІЗАЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОТИРАДІАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ НА ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ ТЕРИТОРІЯХ

В. О. Кашпаров, Е. С. Тенкач, М. А. Журба

УкрНДІ сільськогосподарської радіології НУБіП України, Київ

Для 69 критичних населених пунктів, в яких за даними останньої офіційної дозиметричної паспортизації ефективна доза опромінення населення у 2006 р. перевищувала допустимий рівень 1 мЗв/рік, було проведено збір інформації та необхідні експериментальні дослідження для заповнення бази даних програми ReSCA з метою оптимізації застосування контрзаходів та розроблено сценарії реабілітації для критичних населених пунктів України. Показано, що використання традиційних контрзаходів при порівняно невеликих затратах на їх використання зменшує дозові навантаження на критичні групи населення нижче допустимих рівнів.

Ключові слова: ReSCA, критичні населені пункти, протирадіаційні заходи, забруднення радіонуклідами.

Вступ

Основним офіційним документом, на основі якого визначається радіаційний стан на забруднених у результаті Чорнобильської катастрофи територіях і планується застосування реабілітаційних заходів, що включають захисні, є загальнодержавна паспортизація населених пунктів України. Остання її публікація містить референтні дані за 2005 - 2006 рр. [1]. Порівнюючи ці видання з попередніми за 2000 - 2004 рр. [2], можна відзначити, що радіологічна ситуація в населених пунктах України суттєво покращалась. Це покращання виражається в значному зменшенні числа населених пунктів, де річна сумарна ефективна доза опромінення населення перевищує допустимі рівні. Аналіз інформації свідчить, що кількість критичних населених пунктів (таких, де річна сумарна ефективна доза опромінення пере-

вищує 1 мЗв) в Україні знизилась втричі – з 206 до 69. Якщо раніше критичними з радіологічної точки зору вважались п'ять регіонів України (Київська, Чернігівська, Рівненська, Волинська та Житомирська області), то на даний час критичними залишаються Рівненська, Житомирська та Волинська області.

У табл. 1 показано зміну кількості критичних населених пунктів за останніми даними загальнодержавної паспортизації 2004 - 2006 рр.

Така зміна ситуації відбулась як завдяки природним автореабілітаційним процесам, так і внаслідок застосування контрзаходів і більш якісного проведення радіологічного контролю забруднення молока, на основі якого у відповідності з затвердженими методиками розраховується внутрішня доза опромінення населення.

Таблиця 1. Кількість критичних населених пунктів у різних регіонах України у 2004 і 2006 рр. [1, 2]

Район	2004 р.	2006 р.
Рівненська область		
Дубровицький	13	2
Рокитнівський	29	19
Зарічненський	6	7
Сарненський	15	14
Володимирецький	4	5
Усього	67	47
Волинська область		
Камінь-Каширський	9	0
Любешівський	13	1
Маневицький	53	2
Усього	75	3
Житомирська область		
Смільчинський	24	1
Народицький	7	5
Олевський	9	5
Овруцький	15	3
Коростенський	2	5

Район	2004 р.	2006 р.
Лугинський	2	0
Малинський	1	0
Усього	60	19
Київська область		
Вишгородський	3	0
Чернігівська область		
Чернігівський	1	0

Аналіз наявної офіційної інформації «Загальнодержавної паспортизації...» [1] та наші попередні дослідження свідчать, що радіаційна ситуація має стійку тенденцію до покращання: з кожним роком зменшується кількість населених пунктів, де річна доза опромінення перевищує допустимий рівень 1 мЗв.

Кількість критичних населених пунктів поступово зменшується завдяки фізичному розпаду радіонуклідів, автореабілітаційним процесам та впровадженням контрзаходів (табл. 2). Проведені

протягом всього післяаварійного періоду контрзаходи забезпечили зменшення рівня вмісту ^{137}Cs в молоці в 4 - 12 разів.

Переважно знижується число критичних населених пунктів з річною дозою, що наближається до одиниці. Число ж населених пунктів з річною дозою близько п'яти та вище зменшується повільно, оскільки одних природних процесів замало і є необхідність зовнішнього втручання у вигляді адекватних контрзаходів (див. табл. 2).

Таблиця 2. Кількість населених пунктів з різними дозовими навантаженнями на населення за даними дозиметричної паспортизації [1, 2]

Рік паспортизації	Паспортна доза, мЗв/рік			
	$\leq 0,5$	0,5 - 1	1-5	>5
2001	1455	314	389	5
2002	1471	317	372	3
2003	1538	338	285	2
2004	1551	410	206	-
2005	1210	286	108	-
2006	1299	277	68	1

Річна ефективна доза опромінення в основному формується за рахунок надходження ^{137}Cs в організм людини з молоком. За прийнятою в Україні методикою паспортна доза внутрішнього опромінення населення розраховується на основі вимірювань СЕС середньої питомої активності ^{137}Cs в молоці кожного населеного пункту, який уведено до вживання молока (молочний еквівалент), населенням усіх місцевих продуктів харчування. Тому ефективна доза опромінення населення корелює із забрудненням молока, і там, де рівень забруднення молока перевищує 100 Бк/л, зазвичай ефективна доза перевищує 1 мЗв/рік.

Вивчення даних дозиметричної паспортизації дало змогу виділити населені пункти, найбільш критичні не за щільністю забруднення ґрунтів радіонуклідами, а за високими дозами внутрішнього опромінення. Доза опромінення дітей і дорослого населення, як відомо, на 75 - 90 % зумовлена вживанням молока та молочних продуктів. Це пов'язано з використанням більшістю населення під городи, випаси та сіножаті, особливо після розпаювання земель, торфово-болотних ґрунтів з аномально високими коефіцієнтами пе-

реходу ^{137}Cs з ґрунту в рослини.

Динаміка вмісту ^{137}Cs в молоці корів корелює з динамікою забруднення рослин. За попередніми даними вимірювань концентрації ^{137}Cs в молоці в межах програми паспортизації населених пунктів України у період 1987 - 1997 рр. періоди напівочищення молока від ^{137}Cs становили 3 - 15 років, залежно від часу після аварії, і є усередненими для різних типів ґрунтів. Ці дані задовільно збігаються із середніми значеннями періодів напівочищення для природних та сіяних трав на торфовому і дерново-підзолистому ґрунтах, визначених для системи «ґрунт - рослина». За даними розрахунків, у наступні роки коефіцієнт переходу ^{137}Cs в ланці «ґрунт - рослина - молоко» буде зменшуватись дуже повільно – у два рази за 6 - 20 років.

Найкритичнішим, як і раніше, є молоко, одержане від корів, які випасаються на угіддях, що не поліпшувались через складні природні умови або брак коштів. На жаль, ще й досі у багатьох населених пунктах населення випасає худобу на заболочених угіддях, де не можна виконати меліоративні роботи, і вони залишатимуться кри-

тичними ще тривалий час. У таких населених пунктах проведення контрзаходів є обов'язковим, перманентним і тривалим.

Основними завданнями досліджень є: обґрунтування необхідності застосування захисних заходів у сільському господарстві; класифікація сільськогосподарських угідь у рамках окремих колективних, фермерських чи приватних господарств за ступенем потреби в застосуванні контрзаходів; визначення переліку найбільш радіологічно ефективних захисних заходів у конкретних умовах; збір та аналіз даних про забруднення основної дозоутворюючої сільськогосподарської продукції; розробка та створення бази даних радіологічної ситуації в радіоактивно забруднених регіонах; застосування системи підтримки прийняття рішень „ReSCA” (стратегія реабілітації після Чорнобильської аварії), розробленої МАГАТЕ, з оптимізації впровадження захисних заходів; прогнозування зміни радіологічної ситуації в сільськогосподарській сфері при різних сценаріях застосування контрзаходів у різні строки після аварії та на різних рівнях (регіональний, локальний тощо).

Дослідження були спрямовані на розвиток ефективної стратегії застосування протирадіаційних контрзаходів, що забезпечить отримання чистої сільськогосподарської продукції місцевим населенням.

Для створення масиву вхідної інформації та заповнення бази даних для оптимізації застосування контрзаходів у 69 критичних населених пунктах Рівненській, Житомирській та Волинській областей, в яких за даними останньої офіційної дозиметричної паспортизації ефективна доза опромінення населення у 2006 р. перевищувала допустимий рівень 1 мЗв/рік, було проведено збір інформації щодо радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції (молоко, м'ясо, картопля, гриби) та угідь у критичних населених пунктах, кількості населення та кількості дійних корів, сучасний стан кормових угідь тощо. Тому наша робота була спрямована на співпрацю з відомчими радіологічними службами постраждалих регіонів, що здійснюють радіологічний контроль сільськогосподарської продукції. Одержані дані узагальнювались нами, в окремих випадках проводились паралельні вимірювання окремих проб, порівнювались та вносились у базу даних.

Узагальнені дані свідчать про те, що перевищення ДР-2006 напряму пов'язане із станом кормових угідь. У населених пунктах, де худоба переважно випасається в лісі, відсутні культурні пасовища або тривалий час угіддя не покращувались, зустрічається перевищення ДР-2006 у молоці.

Підсумовуючи зібрану інформацію, необхідно відзначити сталі зменшення забрудненості молока ^{137}Cs порівняно з минулими роками, проте ризик перевищення ДР у молоці та м'ясі залишається. Цьому може бути ряд причин: недотримання періодичності (5 - 7 років) перезалуження кормових угідь, недостатня кількість комбикормів з радіопротекторними властивостями, обмежене застосування мінеральних добрив та інших контрзаходів.

Основною задачею у віддалений період ліквідації Чорнобильської катастрофи є ведення сільськогосподарства таким чином, щоб види, масштаб та тривалість проведення захисних заходів були оптимальними та забезпечували максимально можливе зниження доз опромінення населення при мінімальних затратах [3 - 5].

Особливістю віддаленого періоду ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС є загальне погіршення соціально-економічної ситуації та різке зниження фінансування захисних заходів у сільському господарстві та лісах. У віддалений період після аварії актуальною є проблема оптимізації застосування контрзаходів з урахуванням їх ефективності, вартості та соціальної прийнятності.

Критерієм оцінки радіологічної ефективності контрзаходів є кратність зниження (reduction factor - RF) вмісту радіонуклідів у продукції. Однак використання тільки одного критерію не дозволяє оцінювати ефективність різних стратегій контрзаходів (комбінацій контрзаходів) і забезпечити завдання оптимізації їх застосування. Тому стратегія оптимізації проведення протирадіаційних заходів у кожному конкретному випадку базується на комплексі радіологічних, економічних і соціально-психологічних критеріях і комбінації:

вартісний вираз одиниці відвернутої колективної дози (економічна ефективність - вартість люд.-Зв);

кількість і вартість ресурсів, необхідних для проведення захисних і реабілітаційних заходів;

зменшення ризику перевищення нормативів із вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській і лісовій продукції;

зниження колективної дози від вживання забрудненої продукції (дозова ефективність);

соціально-психологічна прийнятність контрзаходів визначається громадською думкою даного контрзаходу в даний період.

Перший і останній з критеріїв найбільш важливі при оптимізації застосування захисних заходів у сільських населених пунктах. У цьому випадку зниження колективної дози та вартість цих заходів розглядаються як критерії, що забезпечують оптимальний вибір дій і використовують

ються в пакеті програм ReSCA [6] (Remediation Strategy after Chernobyl Accident – стратегія реабілітації після Чорнобильської аварії), яка є результатом регіонального проекту МАГАТЕ. Даний програмний продукт дає можливість керувати накопиченою інформацією, обробляти її та пропонувати варіанти технічних рішень з розрахунком витрат на впровадження того чи іншого протирадіаційного заходу чи їх сукупність (корінне та поверхнєве покращання пасовищ, застосування фероцинвмісних засобів, використання чистого корму, внесення мінеральних добрив). Дана програма максимально враховує дані, характерні для кожного населеного пункту і дає змогу моделювати параметри при плануванні захисних заходів на рівні кожного випасу для кормовиробництва. Оптимізація використання контрзаходів базується на мінімізації вартості відвернутої дози опромінення населення з урахуванням прийнятності то чи іншого контрзаходу населенням та директивними органами.

Результати оптимізації застосування контрзаходів та розробка сценаріїв реабілітації для критичних населених пунктів Рівненської області

Оптимізація застосування контрзаходів для критичних населених пунктів Рівненської області (табл. 3) проводилась за допомогою програми ReSCA для двох наборів модельних параметрів: для середнього споживання молока в Україні на рівні 234 л/рік (оцінки для критичної групи населення) і для значення 390 л/рік, прийнятого в якості «молочного еквіваленту» в методиці розрахунку паспортних доз при офіційному плануванні захисних заходів в Україні. Оптимізація проводилась тільки для населених пунктів, у яких проживає на даний час населення та утримуються дійні корови. Ураховуючи коливання курсу національної валюти та цін у 2008 - 2009 рр. усі оцінки затрат проводились в євро (у цінах 2004 р.), як і передбачено в програмі ReSCA.

Таблиця 3. Результати загальнодозиметричної паспортизації населених пунктів у 2006 р., дані вимірювання дози за вмістом ^{137}Cs в організмі людей [1] і розраховані за допомогою програми ReSCA для двох рівнів споживання молока населенням

Населений пункт	^{137}Cs у ґрунті (на 2006 р.), кБк/м ²	Ефективна доза опромінення, мЗв/рік			
		Результати загальнодозиметричної паспортизації у 2006 р.		ReSCA при різному вживанні молока	
		Паспортна	ЛВЛ ¹ (внутрішня)	240 л/рік	390 л/рік
<i>Рівненська область. Володимирецький район</i>					
Городок	32	1,7	0,2	0,93	1,4
Діброва	38	1,2	0,15	0,74	1,1
Журавлине	54	1,1	0,16	0,96	1,4
<i>Рівненська область. Дубровицький район</i>					
Будимля	65	1,8	0,32	1,36	1,8
Великий Черемель	104	2,5	0,48	1,53	2,1
<i>Рівненська область. Зарічненський район</i>					
Бір	55	3,4	0,79	1,97	2,8
Борове	19	1,6	0,15	0,81	1,2
Зелена Діброва	29	1,2	0,26	0,91	1,2
Лисичин	35	2,5	0,25	1,33	2,0
Млинок	38	1,1	0,12	0,64	0,9
Серники	58	1,7	0,15	0,86	1,24
<i>Рівненська область. Рокитнівський район</i>					
Березове	43	1,5	0,18	0,8	1,17
Більськ	36	1,6	0,14	0,75	1,13
Вежиця	69	5,5	0,61	2,48	3,9
Глинне	19	1,3	0,16	0,65	0,97
Грабунь	51	2,2	0,2	1,12	2,64

¹ ЛВЛ - лічильник випромінювання людини.

Населений пункт	^{137}Cs у ґрунті (на 2006 р.), кБк/м ²	Ефективна доза опромінення, мЗв/рік			
		Результати загальнодозиметричної паспортизації у 2006 р.		ReSCA при різному вживанні молока	
		Паспортна	ЛВЛ (внутрішня)	240 л/рік	390 л/рік
<i>Рівненська область. Рокитнівський район</i>					
Дроздинь	39	3,7	0,47	1,7	2,64
Дубно	34	1,2	0,12	0,61	0,88
Єльне	69	3,5	0,37	1,64	2,5
Заболоття	46	2,5	0,29	1,21	1,82
Залав'я	43	1,3	0,1	0,67	0,98
Осницьк	90	1,1	0,13	0,7	0,9
Переходичі	98	1,7	0,32	1,01	1,4
Познань	26	1,3	0,1	0,62	0,98
Сновидовичі	68	1,1	0,1	0,63	0,85
Старе Село	36	2,8	0,6	1,35	2,05
Сехі	80	1,8	0,13	1,13	1,58
Хміль	22	1,9	0,14	0,88	1,36
<i>Рівненська область. Сарненський район</i>					
Вири	49	1,5	0,17	0,7	1,04
Гранітне	33	1,3	0,11	0,7	1,06
Карасин	61	1,3	0,18	0,7	1,12
Карпилівка	52	2,7	0,09	1,1	1,6
Клесів	53	1,8	0,11	1,3	1,9
Клесів	105	3,1	0,11	1,6	2,3
Олексіївка	33	1,2	0,09	0,64	0,93
Орлівка	52	1,1	0,1	0,63	0,91
Пугач	50	3,2	0,16	1,66	2,5
Рудня-Карпилівська	65	3,0	0,23	1,41	2,2
Селище	55	1,1	0,06	0,7	1,0
Федорівка	50	1,3	0,12	0,5	0,72
Чабель	37	1,2	0,08	0,7	1,07
Чемерне	43	1,0	0,07	0,65	0,96
Ясногірка	41	1,2	0,11	0,8	1,2

Значення паспортних ефективних доз внутрішнього опромінення населення в критичних населених пунктах Рівненської області добре узгоджуються з розрахунками за програмою ReSCA (при середньорічному споживанні молока населенням 390 л/рік) і в середньому в сім разів перевищують результати розрахунків на основі прямих вимірювань вмісту ^{137}Cs в організмі людей (рис. 1). Це вказує на невиправданий консерватизм методики оцінки паспортних доз, яка офіційно використовується для прийняття управлінських рішень через завищені значення використання молока населенням у теперішній час.

Дозові коефіцієнти та методологія в розрахунках паспортних доз і в програмі ReSCA однакові, однак при рівному вживанні молока невеликі відмінності (див. рис. 1) обумовлені тим, що використовувалися різні рівні радіоактивного за-

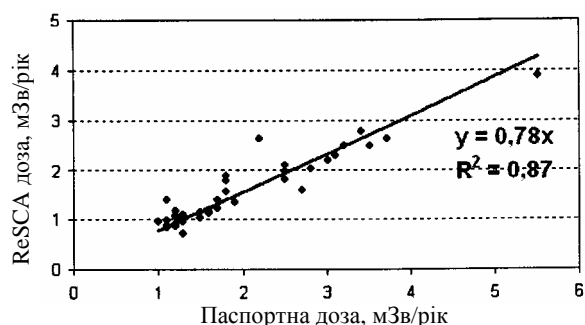


Рис. 1. Співвідношення між ефективною паспортною дозою та розрахунковою дозою за програмою ReSCA при середньорічному споживанні молока населенням 390 л/рік.

бруднення молока в кожному населеному пункті. При паспортизації застосовувалися середні результати вимірювань СЕС активності молока корів для всього села, у той час як за програмою

ReSCA використовувалися дані забруднення молока корів з кожного випасу та сінокошу.

Розрахована за допомогою програми ReSCA внутрішня ефективна середньорічна доза опромінення критичних груп населення в Рівненській області (див. табл. 3) при середньорічному для цих регіонів споживання молока 234 л/рік приблизно в 3,5 рази перевищує результати розрахунків на основі прямих вимірювань вмісту ¹³⁷Cs в організмі, що так добре узгоджується у співвідношенні між дозою для критичної групи (10 % населення з найвищими внутрішніми дозовими навантаженнями) і середньою внутрішньою дозою в селах, що дорівнює 3. У зв'язку з цим, на наш погляд, при розгляданні доцільності проведення захисних заходів цілком можливо орієнтуватися на дозові навантаження для критичної групи населення.

При оптимізації застосування контрзаходів за допомогою програми ReSCA в населених пунктах у випадку розрахунку доз для критичної групи населення (вживання молока 234 л/рік) тільки в 17 селах буде спостерігатись перевищення допустимої ефективної дози 1 мЗв/рік (рис. 2). Для даних населених пунктів найбільш ефективним, з точки зору вартості відвернутої дози, є застосування фероцину (144 тис. євро) для молочних корів і корінне поліпшення луків у селах Вежиця та Бір (118 тис. євро). Таким чином, проведення контрзаходів у 17 населених пунктах, в основному Рокитнівського району (231,0 тис. євро), на суму біля 262,7 тис. євро в рік (табл. 4), дозволяє зменшити ефективну дозу опромінення критичної групи населення нижче допустимого рівня 1 мЗв. При цьому буде відвернута протягом року колективна доза в 17,6 люд.-Зв, а її середня вартість становить 14,9 євро/люд.-мЗв.

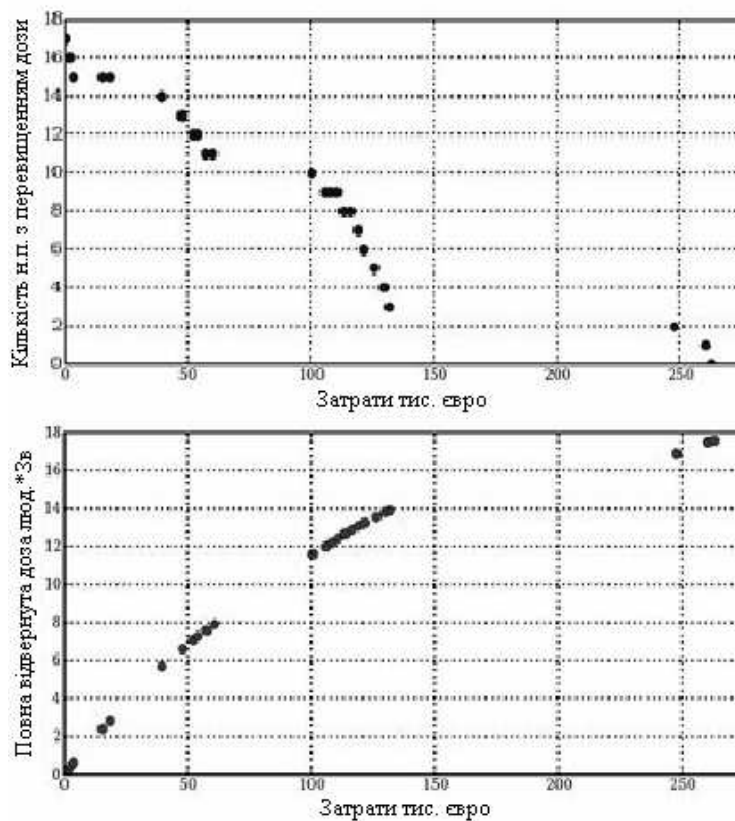


Рис. 2. Зміна кількості населених пунктів (н.п.) із дозовими навантаженнями вище 1 мЗв/рік для критичної групи населення (при вживанні молока 243 л/рік) і відверненої колективної дози залежно від затрат на проведення контрзаходів у Рівненській області.

При оптимізації за допомогою програми ReSCA застосування контрзаходів у населених пунктах у випадку розрахунку паспортних доз (вживання молока дорівнює «молочному еквіваленту» в методиці паспортизації - 390 л/рік) уже в 32 населених пунктах буде спостерігатись перевищення допустимої ефективної дози 1 мЗв/рік. Для даних населених пунктів також

найбільш ефективним, з точки зору вартості відверненої дози, є застосування фероцину (258 тис. євро в рік) для молочних корів (рис. 3) і корінне поліпшення луків у ряді населених пунктів (363 тис. євро). Також у деяких селах доцільно використовувати мінеральні добрива під картоплю та інформувати населення відносно радіоактивного забруднення грибів та способів їх кулі-

Таблиця 4. Затрати на проведення контрзаходів та обумовлена цим відвернена колективна доза

Район	Затрати, тис. євро	Відвернена доза, люд.-Зв	Ціна відверненої дози, євро/люд.-мЗв	Затрати, тис. євро	Відвернена доза, люд.-Зв	Ціна відверненої дози, євро/люд.-мЗв
Володимирецький				10,920	1,311	8,33
Дубровицький	7,520	0,860	8,75	26,752	1,203	22,23
Зарічненський	10,512	0,720	14,59	33,792	2,138	15,80
Рокитнівський	231,000	14,761	15,65	509,768	26,263	19,41
Сарненський	13,640	1,247	10,94	49,400	3,431	14,40
Усього	262,672	17,588	14,934	630,632	34,346	18,36115

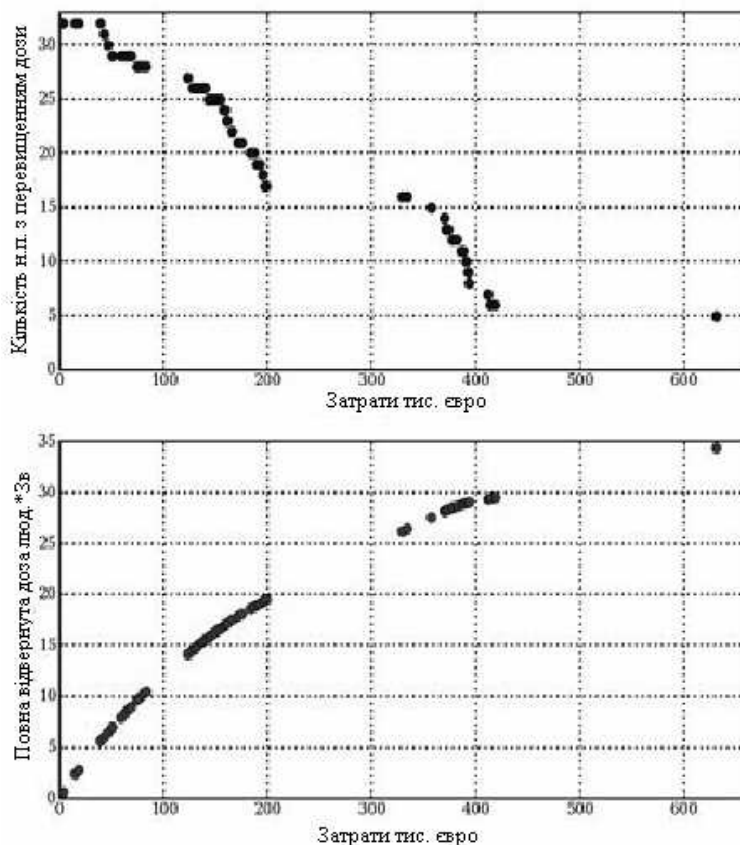


Рис. 3. Зміна кількості населених пунктів з дозовими навантаженнями вище 1 мЗв/рік (при вживанні молока 390 л/рік) і відверненої колективної дози залежно від затрат на проведення контрзаходів у Рівненській області.

нарного обробітку. Таким чином, проведення контрзаходів у цих населених пунктах, в основному Рокитнівського району (510 тис. євро), на суму близько 630,6 тис. євро на рік (див. табл. 4), дозволяє зменшити ефективну паспортну дозу опромінення населення нижче допустимого рівня у 27 населених пунктах. При цьому буде відвернена протягом року колективна доза 34,3 люд.-Зв, а її середня вартість становитиме 18,3 євро/люд.-мЗв (див. табл. 4). У п'яти населених пунктах неможливо буде в майбутньому за рахунок застосування традиційних контрзаходів (корінне поліпшення в цих населених пунктах або вже провели, або його неможливо зробити з

різних причин) зменшити паспортну дозу опромінення нижче 1 мЗв/рік (див. рис. 3).

Висновки

Значення паспортних ефективних доз внутрішнього опромінення населення в критичних населених пунктах Рівненської області добре узгоджуються з розрахунками за програмою ReSCA (при середньорічному споживанні молока населенням 390 л/рік) і в середньому в сім разів перевищують результати розрахунків на підставі прямих вимірювань вмісту ^{137}Cs в організмі населення.

Розрахована за допомогою програми ReSCA внутрішня ефективна середньорічна доза опромінення критичних груп населення у Рівненській області при середньорічному для цих регіонів вживанні молока 234 л/рік приблизно в 3,5 рази перевищує результати розрахунків на підставі прямих вимірювань вмісту ^{137}Cs в організмі, що добре узгоджується у співвідношенні між дозою для критичної групи та середньою внутрішньою дозою в населених пунктах, що дорівнює 3.

Оптимізація застосування контрзаходів для критичних населених пунктів Рівненської області показала:

у випадку розрахунку доз для критичної групи населення (вживання молока 234 л/рік) тільки в 17 населених пунктах буде спостерігатись перевищення допустимої ефективної дози 1 мЗв/рік. Для даних населених пунктів найбільш ефективним, з точки зору вартості відверненої дози, є застосування фероцину (144 тис. євро, в цінах 2004 р.) для молочних корів і корінне поліпшення луків у населених пунктах Вежиця і Бір (118 тис. євро). Проведення контрзаходів у 17 населених пунктах, в основному Рокитнівського району (231,0 тис. євро), на суму близько 262,7 тис. євро в рік, дає змогу зменшити ефективну дозу опромінення критичної групи населення нижче допустимого рівня 1 мЗв. При цьому буде відвернена протягом року колективна

доза в 17,6 люд.-Зв, а її середня вартість становитиме 14,9 євро/люд.-мЗв;

у випадку розрахунку паспортних доз (вживання молока дорівнює «молочному еквіваленту» в методиці паспортизації - 390 л/рік) у 32 населених пунктах буде спостерігатись перевищення допустимої ефективної дози 1 мЗв/рік. Для даних населених пунктів найбільш ефективним, з точки зору вартості відверненої дози, є застосування фероцину (258 тис. євро) для молочних корів і корінне поліпшення луків у чотирьох населених пунктах (363 тис. євро). У деяких населених пунктах доцільним є використання мінеральних добрив під картоплю та інформування населення відносно радіоактивного забруднення грибів та способів їх кулінарного обробітку. Проведення контрзаходів у цих населених пунктах, в основному Рокитнівського району (510 тис. євро), на суму близько 630,6 тис. євро в рік, дає змогу зменшити ефективну паспортну дозу опромінення населення нижче допустимого рівня у 27 населених пунктах. При цьому буде відвернена протягом року колективна доза у 34,3 люд.-Зв, а її середня вартість становитиме 18,3 євро/люд.-мЗв. У п'яти населених пунктах не вдасться в майбутньому за рахунок застосування традиційних контрзаходів зменшити паспортну дозу опромінення нижче 1 мЗв/рік.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Ліхтарьов І. А.* Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 2005 - 2006 рр. (Збірка 11) / І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, З. Н. Бойко та ін. - К.: МНС, 2007. - 63с.
2. *Ліхтарьов І. А.* Загальнодозиметрична паспортизація в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 2001 - 2004 рр. (Збірка 10) / І. А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, З. Н. Бойко та ін. - К.: МНС, 2005. - 57с.
3. *Fesenko S. V., Alexakhin R. M., Balonov M. I. et al.* An extended critical review of twenty years of countermeasures used in agriculture after the Chernobyl accident // *Science of the total environment.* - 2007. Vol. 383 (1). P. 1 - 24.
4. *Fesenko S. V., Alexakhin R. M., Balonov M. I. et al.* Twenty years' application of agricultural countermeasures following the Chernobyl accident: lessons learned // *Journal of Radiological Protections.* - 2006. Vol. 26. - P. 351 - 359.
5. *Кашпаров В. А., Перевозников О. Н., Лазарев Н. М., Полищук С. В.* Стратегия применения контрмер в критических населенных пунктах Украины спустя 20 лет после аварии на ЧАЭС // *Чернобыль 20 лет спустя. Стратегия восстановления и устойчивого развития пострадавших регионов: Материалы Междунар. конф.* 19 - 21 апр. 2006 г., Минск: Беларусь, 2006 (448 с.), с. 122 - 131.
6. *Jacob P., Fesenko S., Firsakova S. et al.* Remediation strategies for rural territories contaminated by the Chernobyl accident // *J. Environ. Radioactivity.* - 2001. - Vol. 56. - P. 51 - 76.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ ПРОТИВОРАДИАЦИОННЫХ МЕР В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЯХ

В. А. Кашпаров, Э. С. Тенкач, М. А. Журба

Для 69 населенных пунктов Ровенской, Житомирской и Волынской областей, в которых по данным последней официальной дозиметрической паспортизации эффективная доза облучения населения в 2006 г. превышала допустимый уровень 1 мЗв/год, были проведены сбор информации и необходимые экспериментальные

работы для заполнения базы данных программы ReSCA с целью оптимизации использования контрмер и разработки сценариев реабилитации для критических населенных пунктов Украины. Показано, что использование традиционных контрмер при сравнительно небольших затратах на их осуществление позволяет уменьшить дозовые нагрузки на критические группы населения ниже допустимых уровней.

Ключевые слова: ReSCA, критические населенные пункты, противорадиационные мероприятия, загрязнения радионуклидами.

OPTIMIZATION OF IMPLEMENTATION OF ANTIRADIATION MEASURES IN AGRICULTURE AT THE RADIONUCLIDE CONTAMINATED TERRITORIES

V. O. Kashparov, E. S. Tenkach, M. A. Zhurba

For 69 settlements of Rovno, Zhitomir and Volyn' regions, where the effective dose of irradiation to population in 2006 exceeded the permissible level of 1 mSv/year according to the last official dosimetric survey, the information was acquired and necessary experimental works were carried out in order to update the ReSCA database for optimization of the countermeasures application and for development of the remediation scenarios for the critical settlements of Ukraine. It is shown that application of the traditional countermeasures at the relatively small expenses for their realization enables to reduce the doses to the critical groups of population below the permissible level.

Keywords: ReSCA, critical settlements, antirad measures, radionuclide contamination.

Надійшла до редакції 11.03.09,
після доопрацювання – 03.07.09.