

## *20 РОКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ: ПОГЛЯД В МАЙБУТНЄ*

*НАЦІОНАЛЬНА ДОПОВІДЬ УКРАЇНИ*



Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій  
та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи  
Всеукраїнський науково-дослідний інститут  
цивільного захисту населення та територій від надзвичайних ситуацій  
техногенного та природного характеру

20 років  
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ  
ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ

---

---

НАЦІОНАЛЬНА ДОПОВІДЬ УКРАЇНИ

**Для підготовки Національної доповіді використовувалися матеріали, представлені:**

Міністерством України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи

Міністерством палива і енергетики України

Міністерством охорони здоров'я України

Державним комітетом з ядерної і радіаційної безпеки України

Комітетом Верховної Ради України з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи

Національною Академією наук України

Академією медичних наук України

Національною комісією з радіаційного захисту населення України

**Матеріали, включені в доповідь, підготували:**

Л. М. Амджадін (4.1; 4.2); А. М. Архіпов (8.1); Д. А. Бази́ка (5.1); В. Г. Бар'яхтар (1); В. Г. Бебешко (5; 15); Д. О. Білий (5); Д. Г. Бобро (10); Г. О. Богданов (6.2); О. О. Бондаренко (8.1); М. М. Борисюк (12); К. М. Бруслова (5); В. О. Бузунов (5.1); О. Ф. Возіанов (5); О. В. Войцехович (2.2); О. Є. Гайдар (2); С. Г. Галкіна (5); О. Н. Гарнець (4.5); С. П. Гащак (8.1); В. М. Глигало (13); О. С. Гончарук (4.6.3); Д. М. Гродзінський (6.1); І. М. Гудков (6.1); Н. В. Гунько (5); С. В. Давидчук (2.2); В. В. Деревець (8.1); В. В. Долін (8.1); Н. Ф. Дубова (5); О. І. Дутов (6.2); О. М. Євдін (15); К. І. Жебровська (11); П. В. Замостьян (4.5); Ю. О. Іванов (8; 15); Т. М. Іванова (6.2; 15); А. І. Ізотенко (5.1); А. В. Іщенко (4.4); Л. В. Калиненко (6.2; 15); В. О. Кашпаров (6.2); С. І. Кіреєв (8.1); О. О. Ключніков (9; 15); О. М. Коваленко (5); Л. М. Ковган (3.3); Д. І. Комаренко (5); Н. О. Король (5); В. Н. Корзун (5.3); П. О. Корчагін (11); О. О. Косовець (2); В. А. Краснов (9); В. П. Краснов (6.4); С. В. Кульчицька (14; 15); О. М. Кутова (2; 4.4); М. Д. Кучма (6.4; 8); М. М. Лазарєв (6.1); В. П. Ландін (6.4); Т. Д. Лев (6.2); І. А. Ліхтарьов (3; 3.3); О. В. Линчак (5); О. Є. Литвиненко (2); К. М. Логановський (5); І. П. Лось (3.4; 5.3; 15); Л. О. Ляшенко (5); А. О. Можар (6.2); О. І. Насвіт (12.2); М. І. Омелянець (5); С. М. Омелянець (5; 12); Р. А. Омеляшко (4.3); О. О. Орлов (6.4); Т. О. Павленко (3.4); С. К. Парашин (10); Г. П. Перепелятников (2.2; 6.3); Л. В. Перепелятникова (6.2; 15); В. А. Піддубний (4.2); М. А. Пілінська (5); О. А. Пирогова (5); В. О. Полярков (13); Б. С. Прістер (6: 6.1–6.4; 13; 15); Ю. О. Привалов (4.2); В. А. Приліпко (4.2); А. Є. Присяжнюк (5.1); М. І. Проскура (8; 11; 15); Е. О. Рібакова (15); О. Г. Рогожин (4.6.2); А. М. Романенко (5); А. Ю. Романенко (5); Г. Б. Руденко (12; 15); В. М. Рудько (9); С. Ю. Саверський (2); Ю. І. Саєнко (4.1–4.3; 4.6.5; 15); Е. В. Саркісова (5); А. М. Сердюк (5; 15); Ю. М. Скалецький (3.2); В. В. Скворцов (11); Е. В. Соботович (11); Г. Є. Сотникова (6.2); Є. І. Степанова (5); В. О. Сушко (5); В. В. Талько (5); Л. Я. Табачний (2; 15); О. І. Тимченко (5.3); Н. В. Ткаченко (2; 15); В. В. Токаревський (11); Т. В. Тріскунова (5); М. Д. Тронько (5); О. І. Трофименко (4.2); В. П. Удовиченко (4.6.1); П. А. Федірко (5); Н. В. Ходорівська (4.6.4); В. І. Холоша (7; 8; 15); І. М. Хомазюк (5); О. М. Цимбалюк (5); Г. І. Чепурко (4.2); А. А. Чумак (5; 15); В. В. Чумак (3.1; 3.2); В. М. Шестопа́лов (8; 11; 15); Ю. О. Шибецький (11); О. І. Шкробов (2); М. О. Штейнберг (14; 15); В. М. Щербін (9); А. М. Яніна (5)

**Редакційна колегія:**

В. І. Балага (гол. ред.), В. І. Холоша (заст. гол. ред.), О. М. Євдін (заст. гол. ред.), Л. В. Перепелятникова (відп. секретар), В. Г. Бар'яхтар, В. Г. Бебешко, Г. Ф. Бурлак, В. М. Глигало, Д. М. Гродзінський, І. М. Гудков, Ю. О. Іванов, О. О. Ключніков, О. М. Кутова, М. Д. Кучма, І. П. Лось, Б. С. Прістер, М. І. Проскура, Г. Б. Руденко, Ю. І. Саєнко, А. М. Сердюк, В. О. Скакун, Е. В. Соботович, Л. Я. Табачний, Н. В. Ткаченко, В. М. Шестопа́лов

**Редакційно-технічна група:**

Л. В. Перепелятникова, Т. М. Іванова, Л. В. Калиненко, Е. О. Рібакова, А. М. Архіпов

**Організація-виконавець:**

Всеукраїнський науково-дослідний інститут цивільного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру МНС України

Д22 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє: Національна доповідь України.– К.: Атіка, 2006.– 224 с. [+8 іл.].

ISBN 966-326-166-8

*Відповідальність за викладення та достовірність матеріалів несуть автори розділів.*

ISBN 966-326-166-8

**ББК 31.47(4УКР)**

© Балага В. І., Холоша В. І., Євдін О. М.,  
Перепелятникова Л. В., 2006  
© Видавництво «Атіка», 2006

## СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

**АЗФ** – Активної зони фрагменти  
**АМН** – Академія медичних наук  
**АСУ БД ДЕМОСМОНІТОР** – Автоматизована система управління базами даних моніторингу медико-демографічних наслідків Чорнобильської катастрофи  
**АСКРС** – Автоматизована система контролю радіаційного стану  
**Бер** – Несистемна одиниця ефективної дози опромінення (1 бер = 0,01 Зв)  
**Бк (кБк, МБк, ГБк ТБк, ПБк)** – Бекерель (Бк·10<sup>3</sup>, Бк·10<sup>6</sup>, Бк·10<sup>9</sup>, Бк·10<sup>12</sup>, Бк·10<sup>15</sup>), одиниця радіоактивності  
**ВАВ** – Високоактивні відходи  
**ВБЕ** – Відносна біологічна ефективність  
**ВВЕР** – Водо-водяний енергетичний реактор  
**ВНДПІЕТ** – Всесоюзний науково-дослідний та проектний інститут енергетичних технологій Мінсередмаш СРСР  
**ВООЗ** – Всесвітня організація охорони здоров'я  
**ВП «Комплекс»** – Відокремлений підрозділ ДСП «Техноцентр»  
**ВР** – Відносний ризик  
**ВРХ** – Велика рогата худоба  
**ВТВЗ** – Відпрацьовані тепловиділяючі збірки  
**ВЯП** – Відпрацьоване ядерне паливо  
**ГДК** – Гранично допустима концентрація  
**Грей (Гр, Gy)** – Грей, одиниця поглиненої дози  
**ГПХ** – Гостра променева хвороба  
**Держкомстат** – Державний комітет статистики  
**ДСНВП «Екоцентр»** – Державне спеціалізоване науково-виробниче підприємство «Екоцентр»  
**ДІ РАВ** – Довгоіснуючі РАВ  
**ДК<sub>п</sub>** – Допустима концентрація в повітрі для населення  
**ДКЯР** – Державний комітет з ядерного регулювання  
**ДР-97** – Допустимі рівні вмісту радіонуклідів <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr у продуктах харчування та питній воді, чинні на даний момент  
**ДРУ** – Державний реєстр України  
**ДСП ЧАЕС** – Державне спеціалізоване підприємство «Чорнобильська атомна електростанція»  
**ЕКОСОС** – Економічна і Соціальна Рада ООН  
**ЕПР** – Електронний парамагнітний резонанс  
**ЄБРР** – Європейський банк реконструкції й розвитку  
**ЗВіЗБ(О)В** – Зона відчуження і Зона безумовного (обов'язкового) відселення  
**ЗВ** – Зона відчуження  
**Зв (мЗв)** – Зиверт (мілізиверт), одиниця ефективної дози  
**ЗПРРВ** – Завод з переробки рідких радіоактивних відходів  
**ІАЕ** – Інститут атомної енергії ім. Курчатова  
**ІАСК** – Інтегрована автоматизована система контролю  
**ІПБ АЕС** – Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАНУ  
**ЙДЗ** – Йод-дефіцитні захворювання  
**КЕС** – Комісія Європейських Співтовариств  
**КІЕП** – Київський інститут «Енергопроект»  
**КІРО** – Комплексне інженерно-радіаційне обстеження  
**КП (TF)** – Коефіцієнт переходу радіонуклідів у природних ланцюгах  
**КМЗ** – Зона накопичення критичної маси (Критмасова зона)  
**КПТРВ** – Комплекс з переробки твердих радіоактивних відходів  
**КР** – Контрольний рівень  
**ЛНА на ЧАЕС** – Ліквідація наслідків аварії на ЧАЕС  
**ЛПВМ** – Лавоподібні ПВМ  
**МАГАТЕ** – Міжнародне агентство з атомної енергії  
**МІНСЕРЕДМАШ (МСМ)** – Міністерство атомної промисловості СРСР  
**МКГЯБ** – Міжнародна консультативна група з ядерної безпеки

**МНС України** – Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи

**МОЗ України** – Міністерство охорони здоров'я України

**мР, (Р)/год** – Мілірентген (рентген) за годину, потужність експозиційної дози опромінення

**НАЕК «Енергоатом»** – Національна атомно-енергетична компанія «Енергоатом»

**НАНУ** – Національна академія наук України

**НБК** – Новий безпечний конфайнмент

**НДКІЕТ** – Науково-дослідний конструкторський інститут енерготехніки

**НДІБК** – Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій

**НВО «Прип'ять»** – Науково-виробниче об'єднання «Прип'ять»

**НКДАР ООН** – Науковий комітет ООН щодо дії атомної радіації

**НКРЗУ** – Національна комісія з радіаційного захисту України

**НРБУ-97** – Норми радіаційної безпеки України

**НЦРМ** – Науковий центр радіаційної медицини Академії медичних наук України

**НП** – Населений пункт

**ОГ** – Оперативна група

**ОДЗ** – Офіційні дозові записи у Державному реєстрі України

**ОСПУ-2005** – Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України

**ОУ** – Об'єкт «Укриття»

**ПВМ** – Паливовмісні матеріали

**ПЕД** – Потужність експозиційної дози

**ПЕК** – Паливно-енергетичний комплекс

**ПЗЗ ОУ** – План здійснення заходів ОУ (ПЗУ-SIP)

**ПЗРВ** – Пункти захоронення радіоактивних відходів

**ПКПТРВ** – Промисловий комплекс поводження з твердими РАВ

**ПРООН** – Представництво ООН в Україні

**ПТЛРВ** – Пункт тимчасової локалізації радіоактивних відходів

**РАВ** – Радіоактивні відходи

**РБМК** – Реактор великої потужності, каналний

**РГВ** – Рівень ґрунтових вод

**РЗМ** – Радіоактивно забруднені матеріали

**РРВ ОУ** – Рідкі радіоактивні відходи ОУ

**РОДОС** – Система збору та обробки інформації щодо аварії і вироблення рекомендації для прийняття рішень

**РЩЗ** – Рак щитоподібної залози

**СВЯП** – Сховище відпрацьованого ядерного палива

**СЕЗ «Славутич»** – Спеціальна економічна зона «Славутич»

**СЛР** – Самопідтримуюча ланцюгова реакція

**СПП** – Система пилопригнічення

**СРВ** – Сховище рідких відходів

**ССВЯП** – Сухе сховище ВЯП

**СТВ** – Сховище твердих відходів

**СУЗ** – Стержні управління захистом (система управління захистом реактора)

**ТВЕЛ** – Тепловиділяючі елементи

**«Техноцентр»** – Державне спеціалізоване підприємство «Техноцентр»

**ТЛД** – Термолюмінесцентний дозиметр

**ТПДПП** – Техногенно-підсилені джерела природного походження

**ТДР-91** – Тимчасові допустимі рівні, діяли до 1997 р.

**ТРАВ** – Тверді радіоактивні відходи

**ТУЕ** – Трансуранові елементи

**УБ-605** – Управління Будівництвом № 605 МСМ СРСР спеціалізованої будівельної організації, створеної для зведення саркофагу

**УДК ВО «Комбінат»** – Управління дозиметричного контролю виробничого об'єднання «Комбінат»

**УкрДО «Радон»** – Українське державне об'єднання «Радон»

**УЛНА** – Учасник ліквідації наслідків аварії

**УНДІСГР** – Український НДІ сільськогосподарської радіології

**УРУЦ** – Український радіологічний учбовий центр

**ХОЗЛ** – Хронічні обструктивні захворювання легенів  
**ЦРЕМЗВ** – Центр радіоекологічного моніторингу Зони відчуження  
**ЦСВЯП** – Централізоване сховище ВЯП  
**ЧАЕС** – Чорнобильська атомна електростанція  
**ЧК** – Чорнобильська катастрофа  
**ЧПВР** – Чорнобильська програма відродження та розвитку  
**ЧФУ** – Чорнобильський фонд «Укриття»  
**ЯЕК** – Ядерно-енергетичний комплекс  
**ALARA** – As Low As Reasonably Achievable  
**FGI** – French-German Initiative for Chernobyl  
**IPHECA** – International Program on Health Effects of the Chernobyl Accident  
**RADRUE** – Realistic Analytical Dose Reconstruction and Uncertainty Analysis  
**SIP** – Shelter Implementation Plan (ПЗЗ ОУ)

# ІСТОРИОГРАФІЯ ПОДІЙ

## 1. ЧОРНОБИЛЬСЬКА КАТАСТРОФА В УКРАЇНІ

Масштаб Чорнобильської катастрофи, найтяжчої за всю історію людства техногенної катастрофи, добре відомий як вченим, так і політикам всього світу. В навколишнє середовище потрапило близько 3% радіонуклідів, які на момент катастрофи були накопичені в четвертому енергоблоці ЧАЕС, що становить понад 300 МКі, або  $1,3 \cdot 10^{19}$  Бк радіонуклідів [1, 2].

Аварія призвела до забруднення більш як 145 тисяч км<sup>2</sup> території України, Республіки Білорусь та Російської Федерації, щільність забруднення радіонуклідами <sup>137</sup>Cs і <sup>90</sup>Sr якої перевищує 37 кБк/м<sup>2</sup>. Внаслідок Чорнобильської катастрофи постраждало майже 5 мільйонів людей, забруднено радіоактивними нуклідами близько 5 тисяч населених пунктів Республіки Білорусь, України та Російської Федерації. З них на Україні – 2293 селища та міст з населенням приблизно 2,6 млн людей. Чорнобильська аварія спричинила безпрецедентне опромінення населення зазначених вище держав. За унікальністю структури поширення: просторовою, часовою, професійно-віковою, а також за поєднанням зовнішнього та внутрішнього опромінення, вона не має аналогів впродовж всієї історії техногенних катастроф.

Крім України, Республіки Білорусь та Російської Федерації вплив Чорнобильської катастрофи відчули на собі Швеція, Норвегія, Польща, Австрія, Швейцарія, Німеччина, Фінляндія, Великобританія та інші держави.

Аварія сталась під час випробувань щодо використання вибігу турбогенератора для забезпечення власних потреб при повному обезструмлюванні АЕС, запропонованого Головним конструктором реакторної установки (Науково-дослідний конструкторський інститут енерготехніки (НДКІЕТ), м. Москва).

Випробування, в основному, розцінювались як перевірка електричного обладнання. Вплив такого експерименту на реактор достатньою мірою не був проаналізований.

Тепер зрозуміло, що такі експерименти треба було класифікувати як комплексні випробування блоку, і програму їх проведення необхідно було детально обговорити та узгодити з Генеральним проектувальником, Головним конструктором, Науковим керівником проекту АЕС з реакторами РБМК (Інститут атомної енергії імені І. В. Курчатова (ІАЕ), м. Москва) та органом Державного нагляду.

Цього зроблено не було. Більш того, чинні на той час в СРСР правила не вимагали від керівництва атомних станцій проведення узгоджень такого роду програм із зазначеними вище організаціями.

Проведення вказаних випробувань, з позицій сьогодення, є неправомірним.

Таким чином, головними причинами катастрофи є:

1. Проведення недостатньо повно та правильно підготовленого електричного експерименту.
2. Низький рівень професійної культури операторів, керівництва як станцій, так і міністерства електрифікації в цілому в галузі ядерної безпеки АЕС.
3. Недостатній рівень безпеки графіт-уранового реактора РБМК-1000.
4. Конструктивні недоліки РБМК-1000.
5. Помилки персоналу.

Всі ці факти відомі світовій громадськості. Проте, перелік та загальний обсяг робіт, який необхідно було виконати внаслідок цієї катастрофи; роль науки у вирішенні проблем радіаційної катастрофи; роль взаємодії уряду, вчених та політичних сил під час ліквідації наслідків катастрофи; роль соціально-психологічних факторів залишаються невідомими не тільки широким колам світової громадськості, а й навіть (у ряді випадків) – громадськості постраждалих країн.

У доповіді висвітлюються дії Урядів СРСР, України та Верховної Ради України, робота вчених з ліквідації наслідків катастрофи, проаналізовано великий позитивний досвід, накопичений за цей час. Відзначено помилки, допущені в цій роботі.

### Дії під час активної стадії аварії

Внаслідок аварії на 4-му блоці ЧАЕС були знищені бар'єри і системи безпеки, які захищають навколишнє середовище від радіонуклідів, що містяться в опроміненому паливі. Викид активності із пошкодженого реактора на рівні десятків мільйонів Кюрі на добу тривав протягом 10 днів – з 26 квітня до 6 травня [3], після чого знизився у тисячі разів. У літературі цей проміжок часу названо «активною стадією аварії».

Роботи з ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС з 26.04.1986 р. провадилися під керівництвом Урядової комісії СРСР, яка почала працювати в Чорнобилі, вже з другої половини дня 26 квітня і продовжувала свою діяльність до 1991 року.

Урядовою Комісією було виокремлено три головних види небезпеки від ядерного палива зруйнованого реактора.

*Ядерна небезпека.* Головне побоювання викликав той факт, що в реакторі міг залишитись неушкодженим значний кластер уран-графітової кладки. Вже перші розрахунки, виконані на початок травня 1986 р. [4], показали, що «при відсутності води і стержнів управління захистом (СУЗ) коефіцієнт розмноження нейтронів  $K_{\infty}$  становить  $\sim 1,16$  при температурі  $\sim 1000$  °С» і можливе виникнення ланцюгової реакції, що самопідтримується. Як було пізніше встановлено, температура в реакторі досягала близько 2000 градусів Цельсія і коефіцієнт розмноження нейтронів  $K_{\infty}$  був менше одиниці.

*Теплова небезпека.* Згідно з попередніми уявленнями, частина ядерного палива могла опинитись на нижній плиті реактора. Теплова небезпека полягала в можливості поступового пропалювання розпеченим паливом плити реактора, потім перекриттів нижніх приміщень реакторного відділення, надходженні радіоактивності до барботеру та далі до рівня ґрунтових вод і їх забруднення. Результати перших розрахунків були маловтішними – тепла небезпека могла бути реалізована.

*Радіаційна небезпека.* Цей вид небезпеки, перш за все, був пов'язаний з тим, що, головним чином, через горіння графіту не припинявся викид активності із зруйнованого реактора. Висота підйому гарячої струї досягала 2000 метрів і більше, що обумовило дальній тропосферний перенос радіонуклідів.

На своєму першому засіданні вночі 26 квітня Урядова Комісія прийняла рішення почати скидання з гелікоптерів у відкриту шахту реактора цілого ряду матеріалів для локалізації аварії. Як з'ясувалось в 1987 році, «бомбардування» реактора виявилось малоефективним – скинуті матеріали в реактор практично не потрапили внаслідок недостатньої точності «бомбометання» (скидання).

Чи вважати помилкою рішення Урядової Комісії щодо скидання спеціальних матеріалів у реактор? З позицій 2006 року – так, з позицій 1986 року – ні. Тоді дуже важливим був фактор часу – часу на визначення здатності вертольотчиків виконати рішення Урядової Комісії не було.

Цей приклад ілюструє, наскільки важливим є розробка процедури прийняття рішень в разі крупних техногенних катастроф, а також відпрацювання всіх елементів цих рішень заздалегідь.

У період активної стадії майже всі основні технічні заходи зосереджувались на локалізації аварії, запобіганні викиду радіоактивних речовин із реактора (див. [6]).

На першому етапі робіт щодо локалізації аварії та боротьби з викидом, була розвинута перша модель, точніше, – перший опис перебігу активної стадії [3, 9, 10]. Вона була представлена у доповіді радянської делегації в МАГАТЕ [3].

Повну модель аварії до цього часу ще не створено.

Одним з висновків, зроблених у результаті роботи над Чорнобильськими проблемами, була необхідність створення спільними зусиллями вчених європейських та постраждалих країн системи РОДОС. Це – спільна система, що включає в себе як систему збору інформації, так і програмний продукт для обробки інформації щодо аварії та вироблення рекомендацій для Уряду та/чи людей, що приймають рішення.

## **Дії Уряду України, Академії наук, інших державних установ та організацій (1986–1987 рр.)**

Урядова Комісія, за поданням Ю. А. Ізраєля та Л. А. Ільїна, прийняла рішення про створення 30-км Зони відчуження навколо Чорнобильської АЕС.

З 27 квітня 1986 року Уряд України провів евакуацію мешканців міст Прип'ять та Чорнобиль, районних центрів та сіл 30-км зони (близько 91 тисячі людей).

*Невеликий коментар щодо відселення мешканців м. Прип'ять.*

Підготовка до їх евакуації розпочалась ще 26 квітня, але рішенням Уряду СРСР та ЦК КПРС була затримана. На щастя, це не призвело до трагічних наслідків. Нагадаємо, що м. Прип'ять розташовано на відстані 4-х кілометрів у північно-західному напрямку від станції. Напрямок вітру того дня день був саме в бік міста. Сосновий бір (на відстані одного кілометра від станції приблизно в тому ж напрямку) під дією радіоактивної хмари перетворився на «рудий ліс», тобто загинув (у весняний період сосна гине при дозі опромінення 10 Грей чи 1000 Бер, доза



опромінення половинної летальності для людини становить 4 Грея або 400 Бер). Отже, зрозуміло, що затримка з евакуацією населення міста Прип'ять, безумовно, було помилкою.

3 травня 1986 року була створена Оперативна група (ОГ) з ліквідації аварії на ЧАЕС. Ця група негайно включилась в роботи як на станції, так і в постраждалих областях: Київській, Житомирській, Чернігівській та в місті Києві. ОГ було проведено цілу низку заходів щодо захисту населення від наслідків аварії. Це: і встановлення контролю над рівнем забруднення радіонуклідами продуктів харчування, і організація з травня по вересень оздоровчого відпочинку дітей, і створення спостережних пунктів по вимірюванню гамма-поля в м. Києві тощо. Детально все це висвітлено в [2].

Після аварії 4-й блок перетворився на відкрите джерело величезної активності. Тому для спеціалістів і Урядової Комісії з самого початку була зрозуміла необхідність створення об'єкту «Укриття», що закrije зруйнований блок. Його проектування і будівництво було закінчено за 6 місяців, випадок безпрецедентний у світовій практиці. В об'єкті «Укриття» з моменту його експлуатації була встановлена система контролю гамма і нейтронного полів, теплового та сейсмічного контролю. Результати моніторингу, що проводився з перших днів аварії протягом всіх років, свідчать про те, що завдяки «Укриттю» надходження РАВ в навколишнє середовище із зруйнованого 4-го блоку було мінімальним.

Вся діяльність Академії наук України та інших державних установ та організацій, починаючи з 26 квітня 1986 року, була спрямована на надання науково-технічної підтримки Уряду щодо ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи. З травня в Академії наук України також була створена ОГ з ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи.

Головними завданнями наукових установ та організацій в 1986 і 1987 роках були:

1. Збір, класифікація та подання Уряду інформації щодо забруднення земель, вод Дніпра, річок Дніпровського басейну, озер Полісся, забруднення повітря на постраждалих територіях.
2. Вироблення рекомендацій для Уряду щодо:
  - негайного захисту населення, яке постраждало від аварії на ЧАЕС;
  - довгострокової програми дій в Чорнобильській зоні відчуження (ЗВ);
  - дій на зруйнованому 4-му енергоблоці, в містах Прип'ять і Чорнобиль;
  - пілопригнічення на дорогах ЗВ;
  - дій на енергоблоках ЧАЕС, що продовжували працювати.

Силами Академії наук, Мінводгоспу, Держагропрому України та інших відомств в Інституті кібернетики АН України було створено аналітичний центр з прогнозування забруднення вод Дніпра по всьому його руслу. Перший прогноз було видано ОГ та Уряду України восени 1986 року. Цей прогноз підтвердився повністю. З того часу і до 1998 року цей центр регулярно складав для Уряду прогнози забруднення вод Дніпра під час осінніх та весняних паводків.

З 1986 року науковці академічних установ України спільно з науковим відділом ВО «Комбінат» (згодом – НВО «Прип'ять») організували систематичне вивчення впливу тривалого опромінювання на фауну і флору в Зоні відчуження (ЗВ).

Характерною особливістю роботи всіх офіційних комісій, і, в першу чергу, Оперативної групи Уряду в цей період – тісна співпраця з вченими.

### **Роботи 1989–1998 рр.**

У 1989 році при Академії наук України була створена міжвідомча комісія з розробки основних законів щодо захисту населення України, яке постраждало від аварії на ЧАЕС. На початку 1990 року Урядові було передано пакет документів, який став основою прийнятих Верховною Радою УРСР законів з цієї проблеми. Прийняття законодавчих актів і нормативно-правових документів дозволило значною мірою зменшити рівень складної соціально-психологічної напруги серед ліквідаторів і постраждалого населення.

Основні принципи законів щодо захисту населення, яке постраждало від Чорнобильської катастрофи, вченими України були вироблені спільно з групами вчених Білорусі та Росії.

У 1991 році в Україні було утворено Міністерство у справах захисту населення від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. Одним з перших кроків цього Міністерства було розроблення, спільно з Академією наук України, Національної програми науково-технічних робіт з відпрацювання стратегії робіт з ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи. До кінця 1991 року така Програма була створена, і з того часу і до 2001 року всі роботи виконувалися згідно з цією програмою.

Слід зазначити: якщо в 1986–1987 роках мало місце тісне співробітництво політичних керівників держави і вчених, то в 1990–1992 роках такого співробітництва вже не було, а в ряді випадків спостерігалось навіть явне протистояння.

## Деякі помилки і невдалі рішення

У вступі зазначалось: велика напруженість, пов'язана з відсутністю необхідних для прийняття рішень даних і виключно короткі терміни, в які ці рішення мали бути прийняті. Це призвело до ряду помилок і невдалих рішень в період літа – осені 1986 року. Помилки були допущені і в другий період – 1989–1992 роки. Вище вже було вказано на ряд помилок. Зупинимось ще на деяких, що видаються найбільш суттєвими.

### Помилки періоду 1986–1987 рр.

1. Приховування інформації про катастрофу від громадськості, що було ініційовано керівництвом держави і Мінсередмашу (Мінсередмаш – це Міністерство атомної промисловості СРСР). Аргументом для втаємничування цієї катастрофи висувалось міркування про запобігання паніці серед населення. Такі міркування дійсно були не безпідставними. Однак масштаби катастрофи були такими, що засекретити її виявилось неможливо. Факт відселення мешканців міст Прип'ять і Чорнобиль (27.04.86 і 06.05.86, відповідно) миттєво став надбанням населення України, Білорусі і Росії. Втім, до середини травня 1986 року лікарям Міністерства охорони здоров'я, засобом масової інформації заборонялось інформувати населення СРСР про роботи з ліквідації наслідків аварії, про засоби особистої гігієни, про розміри аварії. Карти радіаційного забруднення, рівні радіації, були засекречені до 1989 року.

Приховування інформації про Чорнобильську катастрофу призвело до виникнення і розповсюдження найнеймовірніших чуток щодо можливих наслідків катастрофи. Це, у свою чергу, зумовило виникнення дуже великого соціально-психологічного напруження серед населення і недовіри до офіційної інформації. Приховування інформації про Чорнобильську катастрофу, безумовно, було помилкою.

2. Керівництво СРСР відмовилось від міжнародного співробітництва при проведенні робіт з ліквідації наслідків ядерної катастрофи. Тільки в 1989 році Уряд СРСР звернувся до МАГАТЕ з проханням дати експертну оцінку діям щодо ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. При цьому в завданні, сформульованому керівництвом СРСР, мова йшла про території зі щільністю забруднення по  $^{137}\text{Cs}$  нижче  $15 \text{ Ки/км}^2$ . Відмова від міжнародного співробітництва також була помилкою.

Мали місце і технічні помилки, які пов'язані з відсутністю на той час (1986–1987 рр.) необхідних знань.

У другому періоді (1989–1993 рр.) одна з принципових помилок – те, що під тиском групи депутатів за основний критерій радіаційної небезпеки було прийнято не дозу опромінення людини, а щільність радіоактивного забруднення території. Як граничне безпечне, тобто не вимагає здійснення заходів щодо протирадіаційного захисту населення, значення щільності забруднення по  $^{137}\text{Cs}$  було встановлено  $15 \text{ Ки/км}^2$ , що призвело до помилкових оцінок, перш за все, на території Полісся. Тут широко розповсюджені кислі торф'яні ґрунти. В них міграція  $^{137}\text{Cs}$  в системі *ґрунт – рослина* значно вища, ніж на чорноземних чи глинистих ґрунтах. Ця обставина і зумовила перевищення нормативів на забруднення молока та м'яса навіть при «благополучних» щодо забруднення територіях. Наприклад, у Рівненській та Волинській областях щільності забруднення території становили 40 і менше  $\text{кБк/м}^2$ , в той же час коефіцієнти переходу *ґрунт – рослина – молоко* в цих районах достатньо високі. На жаль, ці північні регіони тільки в 1998 році були включені до числа постраждалих, і тільки з цього часу там почали проводити сільськогосподарські контрзаходи, спрямовані на зменшення забруднення продукції.

З вищевикладеного ясно, що тісна співпраця Уряду (керівників, які приймають рішення) з науково-технічними силами держави є необхідною і вкрай важливою умовою ефективних дій як у разі стаціонарних штатних умовах роботи реакторів, так і у разі аварій.

Ядерна енергетика як елемент загальної енергетики, безсумнівно, розвиватиметься в майбутньому. Саме тому ми вважаємо дуже важливим винести всі необхідні уроки з Чорнобильської катастрофи.

## Висновки

Викладені матеріали дозволяють зробити такі висновки.

1. Надпотужні природні сили, які використовуються в атомній енергетиці, потребують надвисокої культури операторів.
2. У будь-якій країні, що використовує ядерну енергетику, має бути створена високого рівня система підготовки і перепідготовки кадрів для атомної енергетики.
3. Ядерна енергетика, як галузь народного господарства – потребує існування в державі достатньо високого рівня як системи управління, так і науково-технічного співтовариства.

4. Безсумнівно, рівень безпеки атомних реакторів у теперішній час на порядок вищий від рівня безпеки РБМК атомних реакторів 80-х років. Однак, і на сучасному рівні розвитку ядерна енергетика залишається потенційно небезпечною галуззю індустрії. З цієї причини тісна співпраця Уряду (керівників, які приймають рішення) з науково-технічними силами держави є необхідною і вкрай важливою умовою ефективних дій як у випадку стаціонарних штатних умов роботи реакторів, так і у випадку аварій.

5. Чорнобильська аварія спричинила формування у частини людей неадекватного сприйняття радіаційного ризику, що призвело до психологічного дискомфорту.

6. Аварія продемонструвала необхідність створення і підтримання високого рівня національної системи реагування на випадок потенційно можливих техногенних аварій.

7. Аварія вказала на небезпеку відгородження ядерної енергетики від контролю громадськості і довела необхідність відкритого і об'єктивного діалогу з нею з усіх аспектів безпечного використання ядерної енергії.

8. Аналіз досвіду реагування на Чорнобильську аварію є унікальним для удосконалення системи аварійного реагування, яка повинна включати чіткі процедури дій, добре підготовлений персонал, необхідні прилади й обладнання, заздалегідь розроблені критерії і механізми прийняття рішень, систему підготовки кадрів рятувальників. Цей досвід має бути інтегрований до міжнародних рекомендацій і методик оцінки, моніторингу та реагування на ядерні аварії.

# ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ. СУЧАСНИЙ СТАН І ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ

## 2. РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 2.1. Радіоактивне забруднення довкілля у доаварійний період

Освоєння людством ядерної енергії у другій половині ХХ ст. призвело до штучного радіоактивного забруднення довкілля – зокрема глобального, зумовленого випробуванням ядерної зброї.

Сотні ядерних вибухів в атмосфері, що сталися протягом 1945–1981 років (переважна більшість – до 1963 року) утворили на Землі, головним чином в північній півкулі, загальний підвищений (порівняно до природного) радіаційний фон з максимумом у межах 40–50° північної широти, зменшуючись як у бік півночі, так і до екватора. За існуючими оцінками, до атмосфери надійшло 949 ПБк  $^{137}\text{Cs}$ , 578 ПБк  $^{90}\text{Sr}$  [1] та 555 ПБк  $^{131}\text{I}$  [2].

Динаміка середньорічних концентрацій  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  та сумарної бета-активності в приземному шарі атмосфери в середньому по СРСР (рис. 2.1.1) свідчить, що, починаючи з 1963 року, у зв'язку з природними процесами самоочищення та розпаду, мало місце суттєве поступове зниження концентрації радіонуклідів у приземному шарі атмосфери. Відновлення вибухів призупиняло цей спад, викликаючи підвищення на деякий час вмісту радіонуклідів у аерозолях, і лише, починаючи з 1981 року, після останнього ядерного вибуху в атмосфері, стало поступове зниження вмісту радіонуклідів тривало до квітня 1986 року.

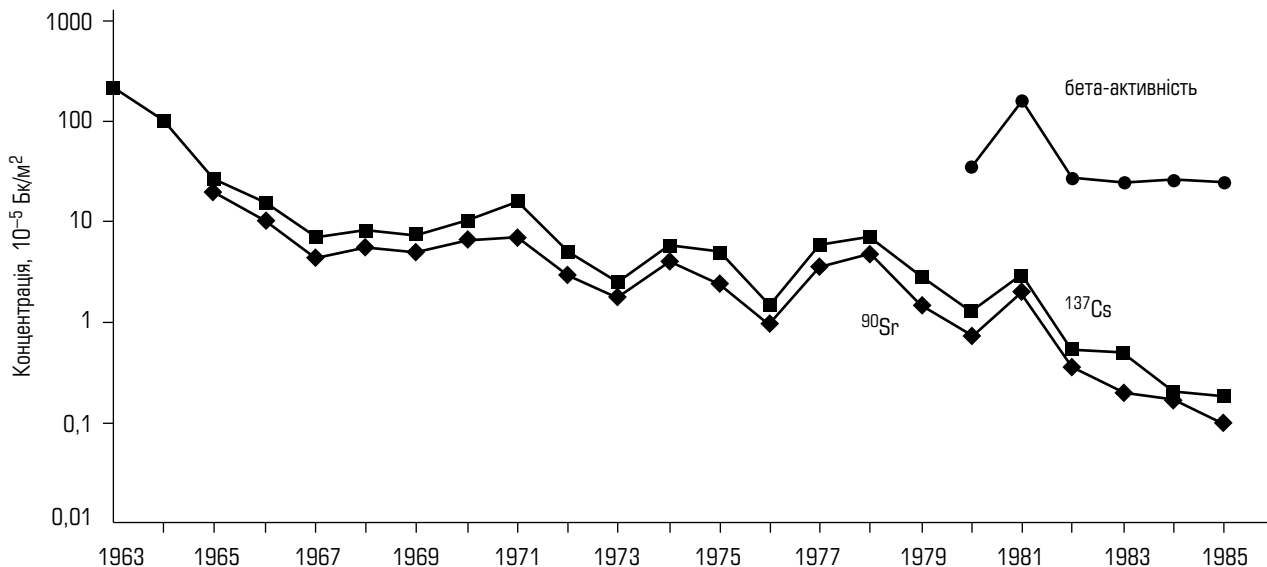


Рис. 2.1.1. Динаміка середньорічних концентрацій цезію-137, стронцію-90 та сумарної бета-активності в приземному шарі атмосфери (Звіт ІЕМ, 1985)

Середньомісячні концентрації  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у приземному шарі атмосфери на території країни у 1984–1985 роках досягали  $0,21 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> та  $0,12 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, відповідно [3], тоді як у містах Одеса, Баришівка вміст кожного з цих радіонуклідів у приземному шарі атмосфери дорівнював  $0,08 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> [4].

За даними моніторингу, накопичення  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у ґрунтах досягло свого максимуму у 1967–1968 роках (рис. 2.1.2). Перед аварією на Чорнобильській АЕС середні рівні забруднення ґрунтів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  на території України перебували у межах 0,8–4,0 кБк/м<sup>2</sup> (при практично сталому середньому значенні співвідношення  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$  близько 1,6) (див. вклейку: рис. 2.1.3 та рис. 2.1.4) [5]. За вибірковими даними вітчизняних та зарубіжних дослідників, у характерних для України широтах північної півкулі рівні забруднення ізотопами плутонію коливались у межах 10–60 Бк/м<sup>2</sup>.

Гамма-фон на висоті 1 м від поверхні ґрунту складав у середньому 10–20 мкР/годину, коли-

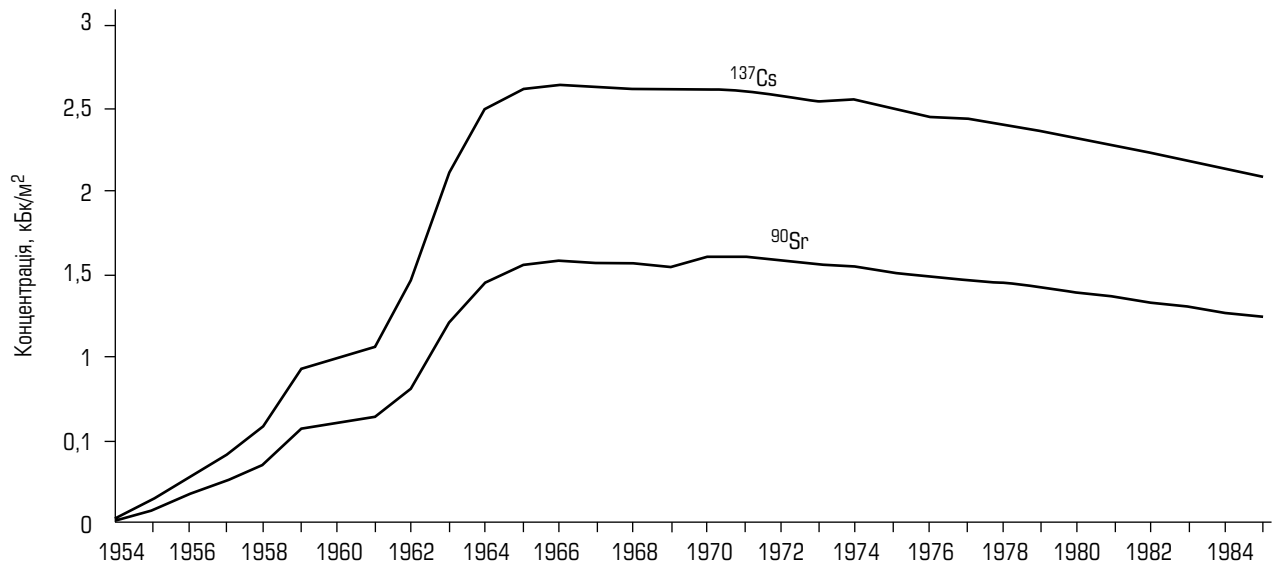


Рис. 2.1.2. Динаміка накопичення цезію-137 та стронцію-90 у ґрунті в середньому на території північної півкулі [3]

ваючись залежно від концентрації, головним чином, природних радіонуклідів у межах від 4 до 70 мкР/годину та досягаючи в окремих місцях Приазов'я, Полісся сотень мікрорентген на годину, що обумовлено природним накопиченням на цих ділянках мінералів- концентраторів природних урану та торію.

Динаміка забруднення поверхневих вод глобальним  $^{90}\text{Sr}$  за доаварійний період наведена на рис. 2.1.5. Основним джерелом надходження  $^{90}\text{Sr}$  у поверхневі води суходолу був змив його з поверхні територій водозбору. За технічних і технологічних обставин (відсутність належної кількості гамма-спектрометрів з достатньою чутливістю і селективних сорбентів цезію) моніторинг  $^{137}\text{Cs}$ , розчиненого у воді, здійснювався епізодично.

Вміст  $^{90}\text{Sr}$  у морській воді несуттєво відрізнявся від вмісту його у поверхневих водах суходолу. У Чорному морі середня концентрація  $^{90}\text{Sr}$  у 1985 році дорівнювала 16 Бк/м<sup>3</sup> [3].

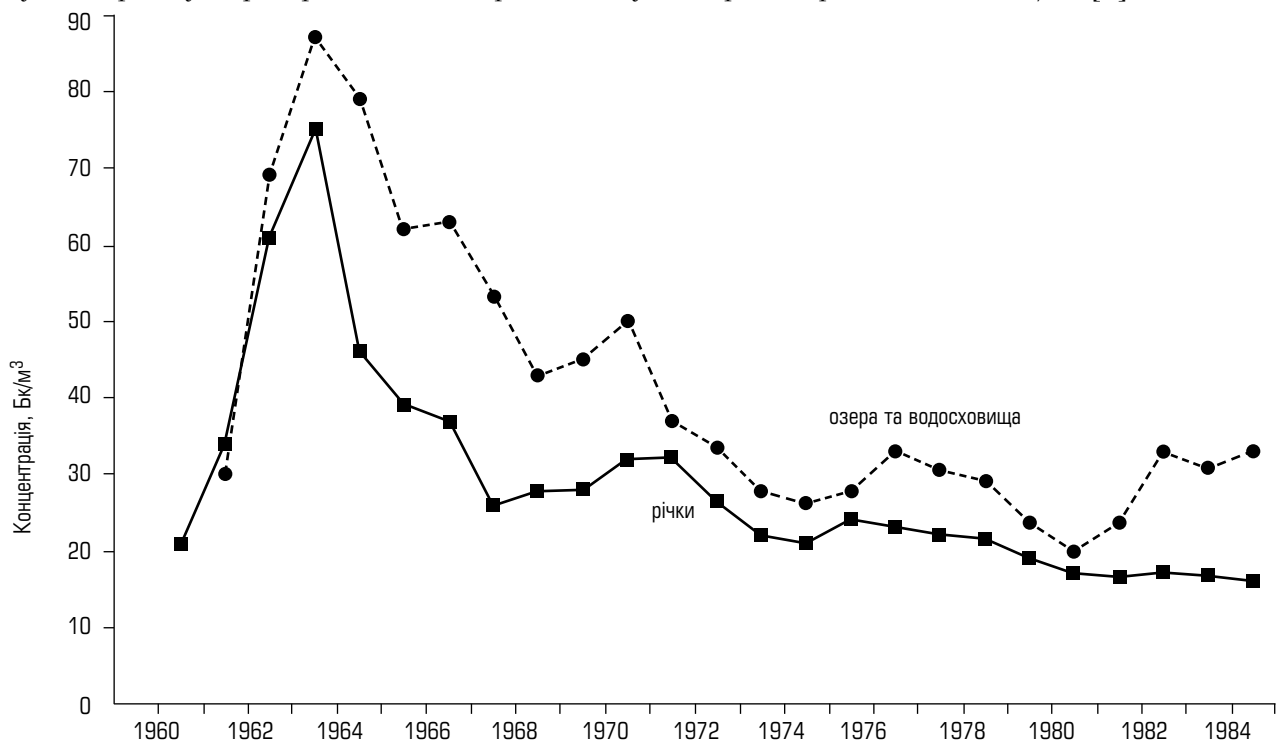


Рис. 2.1.5. Динаміка забруднення поверхневих вод  $^{90}\text{Sr}$  [3]

Додаткова доза опромінення населення внаслідок ядерних випробовувань за п'ятдесятирічний проміжок часу в середньому становить близько 1 мЗв [3].

Аварія на Чорнобильській АЕС суттєво змінила радіаційну обстановку на значних територіях у багатьох європейських країнах.

## **2.2. Характеристика радіоактивного забруднення довкілля внаслідок Чорнобильської катастрофи**

### **2.2.1. Джерело викиду радіонуклідів**

Внаслідок вибуху ядерного реактора 4-го блоку Чорнобильської АЕС та руйнації його захисних оболонок стався потужний викид радіоактивних речовин у тропосферу. Сумарна активність на момент аварії в активній зоні реактора перевищувала 210 Ексабеккерелів (ЕБк =  $10^{18}$  Бк), при цьому активність радіонуклідів з періодом напіврозпаду менше трьох діб становила близько 120 ЕБк (6). З побудовою над зруйнованим реактором захисних споруд («Укриття») викиди активності у довкілля фактично припинились. За підрахунками різних авторів, у довкілля було викинуто до 13 ЕБк радіонуклідів.

Близько 200 радіоактивних ізотопів елементів в різних фазових та хімічних формах переміщувались в атмосфері за складними траєкторіями на відстані у тисячі кілометрів від Чорнобильської АЕС і в травні 1986 року спостерігались в усіх країнах північної півкулі, на акваторіях Тихого, Атлантичного та Північного Льодовитого океанів, найпомітнішими із радіонуклідів були  $^{131}\text{I}$  та  $^{137}\text{Cs}$ . Співвідношення між різними радіонуклідами, залежно від часу викиду, суттєво відрізнялися.

Серед основних фаз активного викиду можна умовно виділити три: «експлозійну», «еманційну низькотемпературну» та «еманційну високотемпературну»:

перша – обумовлена поширенням переважно дрібнодиспергованих часток ядерного палива (з накопиченими під час роботи реактора продуктами поділу цього палива та його активації) і графіту, що утворилися внаслідок потужного вибуху реактора, та радіоактивних благородних газів, ізотопів йоду, тритію;

друга – характеризується повільним у часі зменшенням потужності викиду радіоактивних речовин протягом наступних за 26-м квітня п'яти днів із сумарним за активністю викидом, еквівалентним викиду першого дня [7]. Це було спричинено поступовим зниженням температури паливовміщуючих мас за низкою вжитих заходів, спрямованих на запобігання виникненню некерованої ланцюгової реакції, та зменшення викиду із зруйнованого реактора в атмосферу. Температура коливалась в межах 600–1000 °C і до атмосфери надходили найбільш летючі елементи та їх сполуки, серед яких переважали ізотопи телуру, йоду, цезію;

третья – була викликана підвищенням температури паливовміщуючих мас до 2000 °C і більше, що супроводжувалось відповідним збільшенням потужності викиду, зростанням у ньому частки тугоплавких елементів стронцію, цирконію, церію, ізотопів плутонію та інших.

Можна говорити і про четверту фазу – періодичних підйомів активності джерела викиду, яка спостерігалася ще майже до кінця травня 1986 р., проте забруднення повітря після них було у десятки разів менше, ніж під час перших трьох фаз [8].

За оцінками різних авторів, у зруйнованих приміщеннях 4-го блоку ЧАЕС залишилося від 70% [9] до 95% [10] палива від вмісту його в активній зоні на час аварії, решту разом з продуктами поділу та активації було викинуто за межі блоку, що спричинило глобальне забруднення навколишнього середовища.

З часом активність радіонуклідів, викинутих у довкілля, суттєво зменшилася і основну радіологічну небезпеку становлять трансуранові елементи та  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  (таблиця 2.2.1).

### **2.2.2. Фізичні та хімічні форми викинутих речовин, «гарячі частинки»**

До сьогодні відсутні точні знання про особливості фізико-хімічних процесів, що відбувалися в зруйнованому реакторі в період найбільшого викиду радіонуклідів (26.04.86–06.05.86) у довкілля. Внаслідок серії вибухів 26.04.86 та тривалого існування високотемпературної маси складного змісту залишків активної зони за межі 4-го блоку ЧАЕС було викинуто радіоактивні речовини у вигляді від крупноблочних уламків активної зони, устаткування ядерного реактора, біологічного захисту, які були зосереджені на території проммайdanчика ЧАЕС, до газОВО-пароаерозольної суміші з частинками мікронного та субмікронного розмірів, що поширилися по всьому світу. Для цілей прогнозу радіоекологічних наслідків на майбутнє вченими різних наукових напрямків здійснено прискіпливе вивчення фізичних та хімічних властивостей, форм, структури,

**Оцінки активності радіонуклідів, викинутих у довкілля внаслідок Чорнобильської катастрофи на момент аварії та 20 років потому**

| Радіонуклід                           | Період напіврозпаду | Активність викиду, ПБк |             |
|---------------------------------------|---------------------|------------------------|-------------|
|                                       |                     | 26.04.1986 [7]         | 26.04.2006  |
| <b>Інертні гази</b>                   |                     |                        |             |
| <sup>85</sup> Kr                      | 10,72 р.            | ~ 33                   | ~ 9,058000  |
| <sup>133</sup> Xe                     | 5,25 діб            | ~ 6500                 | < 0,000000  |
| <b>Летючі елементи</b>                |                     |                        |             |
| <sup>129</sup> Te                     | 33,6 діб            | ~ 240*                 | < 0,000000  |
| <sup>132</sup> Te                     | 3,26 діб            | ~ 1150                 | < 0,000000  |
| <sup>131</sup> I                      | 8,04 діб            | ~ 1760                 | < 0,000000  |
| <sup>133</sup> I                      | 20,8 год.           | ~ 2500                 | < 0,000000  |
| <sup>134</sup> Cs                     | 2,06 р.             | ~ 54                   | < 0,065000  |
| <sup>136</sup> Cs                     | 13,1 діб            | ~ 36*                  | < 0,000000  |
| <sup>137</sup> Cs                     | 30,0 р.             | ~ 85                   | ~ 53,550000 |
| <b>Елементи з проміжною летючістю</b> |                     |                        |             |
| <sup>89</sup> Sr                      | 50,5 діб            | ~ 115                  | < 0,000000  |
| <sup>90</sup> Sr                      | 29,12 р.            | ~ 10                   | ~ 6,210000  |
| <sup>103</sup> Ru                     | 39,3 діб            | ~ 168                  | < 0,000000  |
| <sup>106</sup> Ru                     | 368 діб             | ~ 73                   | < 0,000077  |
| <sup>140</sup> Ba                     | 12,7 діб            | ~ 240                  | < 0,000000  |
| <b>Важколетючі елементи</b>           |                     |                        |             |
| <sup>95</sup> Zr                      | 64,0 діб            | ~ 196                  | < 0,000000  |
| <sup>99</sup> Mo                      | 2,75 діб            | ~ 168                  | < 0,000000  |
| <sup>141</sup> Ce                     | 32,5 діб            | ~ 196                  | < 0,000000  |
| <sup>144</sup> Ce                     | 284 діб             | ~ 116                  | < 0,000002  |
| <sup>239</sup> Np                     | 2,35 діб            | ~ 400**                | < 0,000000  |
| <sup>238</sup> Pu                     | 87,74 р.            | ~ 0,035                | < 0,030000  |
| <sup>239</sup> Pu                     | 24 065 р.           | ~ 0,030                | < 0,030000  |
| <sup>240</sup> Pu                     | 6537 р.             | ~ 0,042                | < 0,042000  |
| <sup>241</sup> Pu                     | 14,4 р.             | ~ 6                    | ~ 2,292000  |
| <sup>242</sup> Pu                     | 376 000 р.          | ~ 0,00004**            | ~ 0,000040  |
| <sup>242</sup> Cm                     | 18,1 р.             | ~ 0,9                  | ~ 0,419000  |
| Загальне забруднення                  |                     | ~ 13 935,89593         | < 71,696119 |

мінерального та хімічного складу матеріалів, які сформували радіоактивне забруднення навколишнього природного середовища, на різних відстанях та за різними напрямками поширення цих матеріалів від Чорнобильської АЕС [7, 11, 12].

Характерними для «чорнобильських» викидів є наявність широкого спектра форм та складу речовин, які містять радіонукліди: газова, паро-аерозольна, аерозольна суміші, паливні частинки, мінеральні частинки-носії конденсованих на них радіонуклідів, агломерати різних мінеральних форм, органічні сполуки. Склад цих матеріальних форм варіює від фактично моноелементних благородних газів, атомарного йоду, рутенію до поліелементних сполук та агрегатів, паливних частинок, графітових, силікатних та інших частинок-носіїв з різними співвідношеннями між радіонуклідами, які були напрацьовані за час експлуатації чорнобильського реактора, та їх ступенями окислення [7, 11]. За визначенням, «гарячою частинкою» може бути будь-яке мікроскопічне мінеральне утворення, яке характеризується підвищеною радіоактивністю, переважна кількість

тих, що були утворені при аварії на Чорнобильській АЕС, належить до паливних частинок. Серед них розрізняють частинки [12], які покинули своє джерело під час різних фаз викиду: з неокисленим паливом (діоксидом урану) – на експлозійній фазі, та з різним ступенем окислення урану на наступних фазах, що відбувалися тривалий час за підвищених температур в активній зоні реактора (вірніше, – того середовища, що залишилося на його місці).

Багатофазовий процес руйнації ядерного реактора обумовив певні залежності у формуванні особливостей радіоактивного забруднення територій, різновіддалених від Чорнобильської АЕС. Більш ніж 90%  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{141,144}\text{Ce}$ , ізоотопів  $\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  було викинуто у вигляді паливних частинок розміром близько 10 мікрон і менше. Поширення  $^{137}\text{Cs}$  в межах зони відчуження майже на 75% пов'язано із паливними частинками [12]. Частинки з паливними, майже незмінними, співвідношеннями між радіонуклідами спостерігаються переважно в межах Зони відчуження. Південно-західний слід характеризується ознаками високого рівня фракціонування легколетких радіонуклідів, північний слід теж має подібні ознаки, а от у випадках на південних напрямках від ЧАЕС співвідношення близькі до паливних. Конденсаційні частинки, які мають розмір менший за паливні, більшою мірою характерні для територій, віддалених від ЧАЕС не менше як на 30–40 км. Радіонукліди, які входять до їх складу, мають переважно легкокорозійну форму [13].

Найбільшу відстань від ЧАЕС подолали  $^{103,106}\text{Ru}$ ,  $^{131,133}\text{I}$ ,  $^{132}\text{Te}$ ,  $^{134,137}\text{Cs}$  та радіоактивні інертні гази у складі паро-аерозольної, газової суміші та частинок субмікронного розміру, що і зумовило формування досить значних за площею радіоактивних «плям» на території більшості європейських країн. Ці ж радіоізотопи у значній кількості спостерігалися в Тихому та Атлантичному океанах, у випадіннях на території Північної Америки та Азії.

На території Зони відчуження  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{134,137}\text{Cs}$  у перші роки після аварії були переважно у нерозчинній формі [14] і входили до складу гарячих частинок, але з часом відбувалася руйнація цих частинок і  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{134,137}\text{Cs}$  набувають більшої рухливості у зоні гіпергенезу, особливо перший з них, який стає більш біодоступним, водночас –  $^{134,137}\text{Cs}$  залишається фактично на місці, зв'язуючись у малорухливі форми глинистими мінералами ґрунтів [15].

### 2.2.3. Особливості формування радіоактивного забруднення довкілля

#### *Масштаби забруднення і фактори, що їх зумовили*

Найбільшого забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи зазнали Білорусь, Росія та Україна. Проте, оскільки повітряні маси, насичені радіоактивними речовинами, мандрували над північною частиною земної кулі протягом декількох тижнів, то забруднення торкнулось майже всіх країн Європи, але більше за інших – країн Скандинавії та Альпійського регіону. Зону з підвищеними рівнями радіоактивного забруднення фактично було сформовано у перші десять днів, їх наявність, на відстанях понад 50 км від Чорнобильської АЕС, зумовлюється декількома факторами:

- викидом забруднених радіоактивних мас у атмосферу на висоту ~2000 м;
- випаданням дощів над територіями, де сталося забруднення;
- наявністю складних ландшафтних форм, які обумовлювали зміну напрямків та висоти руху повітряних мас, забруднених чорнобильським викидом.

Висота викиду радіоактивних речовин визначила глобальний характер забруднення, а дощі та ландшафти обумовили строкатість (плямистість) забруднення територій.

В Україні, у першу чергу випадінням дощів у Народицькому та Лугинському районах Житомирської області, південних районах Київської області, на Черкащині, Поділлі та Прикарпатті зумовлено формування там зон з підвищеними щільностями забруднення  $^{134,137}\text{Cs}$ . Дощі зумовили вимивання радіоактивних часток, аерозолів із тропосфери, і утворення, відповідно, зон радіоактивного забруднення на значній території Білорусі і Росії, а також у Швеції, Фінляндії, Німеччині, Австрії, Швейцарії, Греції, Болгарії, Румунії, Грузії.

При вивченні особливостей розподілу зон з підвищеним рівнем  $^{137}\text{Cs}$  з віддаленням від Чорнобильської АЕС, на відстанях 800–1400 км, відзначається поява локального максимуму, зумовленого впливом гірських масивів на переміщення повітряних потоків, у тому числі на збільшення атмосферних опадів у передгір'ях (Альпи, Балкани), отже, і на збільшення щільності випадінь  $^{137}\text{Cs}$ .

Результати оцінки розподілу  $^{137}\text{Cs}$  на території Європи за електронною картою забруднення Європи [16], наведені в таблиці 2.2.2, свідчать про те, що:

найвища щільність забруднення ( $q_{\text{Cs-137}}$ ) зосереджена в межах 30-км зони навколо ЧАЕС ( $R_{\text{внр}}$ ,  $R_{\text{звнш}}$  – відстань від ЧАЕС), а рівні забруднення, які перевищують глобальний фон, спостерігаються на відстані до 3000 км від місця аварії;



Розподіл  $^{137}\text{Cs}$  на території Європи [33]

| $R_{\text{внр}}, \text{ км}$ | $R_{\text{внш}}, \text{ км}$ | $S_{\text{території}}, \%$ | $*Q_{\text{Cs-137}}, \%$ | $q_{\text{Cs-137}}, \text{ кБк/кв. м}$ |
|------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|--|
| 0                            | 10                           | 0,0034                     | 1,70                     | 5030                                   |
| 10                           | 30                           | 0,0275                     | 4,69                     | 1730                                   |
| 30                           | 100                          | 0,3129                     | 7,19                     | 235                                    |
| 100                          | 400                          | 5,1587                     | 24,11                    | 48                                     |
| 400                          | 800                          | 15,275                     | 16,49                    | 11                                     |
| 800                          | 1400                         | 30,176                     | 25,46                    | 8,6                                    |
| 1400                         | 2000                         | 32,695                     | 15,47                    | 5,7                                    |
| 2000                         | 3000                         | 16,355                     | 4,89                     | 3,1                                    |
| 800                          | 3000                         | 79,226                     | 45,82                    | 6,0                                    |
| 1400                         | 3000                         | 49,05                      | 20,36                    | 4,2                                    |

*Примітка:*  $*Q_{\text{Cs-137}}$  – загальна кількість  $^{137}\text{Cs}$ , яка складається із глобального радіоцезію, який залишився на території Європи, та викинутого внаслідок Чорнобильської катастрофи (станом на травень 1986 року).

на території України, Білорусі, Європейської частини Росії, в межах кола з радіусом 400 км від ЧАЕС, на площі ( $S_{\text{території}}$ ), яка складає близько 5,5% від загальної площі території Європи, знаходиться майже 40% викинутої за межі промайданчика ЧАЕС кількості  $^{137}\text{Cs}$  ( $Q_{\text{Cs-137}}$ );

загальна кількість  $^{137}\text{Cs}$ , який випав на території Європи, складає близько 80 ПБк, що в межах похибки визначення узгоджується з оцінкою загальної кількості радіонукліда, яка була викинута за межі промайданчика ЧАЕС [8].

Після аварії майже на 75% території України (в 10 областях майже 100%) рівні забруднення  $^{137}\text{Cs}$  більш ніж вдвічі перевищували доаварійні, а його загальна активність, що виявлялася за межами об'єкта «Укриття» (без урахування тієї кількості, що була розміщена як радіоактивні відходи у відповідних сховищах та тимчасових пунктах зберігання), перевищила 13 ПБк.

Найбільшого за масштабами (близько 100%) та рівнями (понад 1 МБк/кв. м) забруднення зазнали Київська та Житомирська області. На територіях Рівненської, Черкаської та Чернігівської рівні вдвічі менші, а за масштабами площа забруднення зіставна (див. вклейку: рис. 2.2.1, таблицю 2.2.2) [6]. Майже на 100% території Донецької, Івано-Франківської, Луганської, Сумської та Чернівецької областей забруднення більш ніж вдвічі перевищили глобальні доаварійні рівні 1967–1968 років. Проте, не завжди високий рівень радіоактивного забруднення є причиною виникнення радіоекологічних проблем. За наявності ґрунтів, в яких  $^{137}\text{Cs}$  набуває більшої біодоступності, критичними для життєдіяльності можуть стати території із порівняно помірними (близько 40 кБк/кв. м) рівнями забруднення. Значна частина лісів, особливо Українського Полісся, належить до таких територій. Взагалі більш ніж 80% площі лісів зазнали значного забруднення  $^{137}\text{Cs}$  (таблиця 2.2.3).

Масштаби значного забруднення території України  $^{90}\text{Sr}$ , ізотопами  $\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  порівнянно із  $^{137}\text{Cs}$  суттєво менші (рис. 2.2.2–2.2.6, таблиці 2.2.4–2.2.5) [6]. Ці радіонукліди належать до групи важколетких, і їх основна кількість надійшла до атмосфери переважно у першу фазу аварії після серії вибухів активної зони 26.04.86 р. У наступні дні їх вихід у потоці паро-аерозольно-газової суміші був зумовлений горінням графіту, а також після підвищення температури в активній зоні до 2000 °С і більше за рахунок зростання диспергації палива, утворення більш летких поліелементних сполук, абсорбції на мінеральних частинках [7, 11].

Особливе місце у формуванні радіоактивного забруднення довкілля займають ізотопи радіоактивного йоду  $^{131}\text{I}, ^{132}\text{I}, ^{133}\text{I}, ^{135}\text{I}$ , які належать до групи легколетких елементів та є коротко існуючими радіонуклідами. (При цьому варто відзначити, що високою радіологічною значимістю відрізняється тільки  $^{131}\text{I}$ , з інших ізотопів йоду лише  $^{133}\text{I}$  зробив значимий внесок у зальну дозу опромінення щитоподібної залози дітей м. Прип'яті та навколишніх сіл). При підвищенні температури активної зони ізотопи йоду фактично майже повністю були викинуті до атмосфери і поширилися з повітряними масами по всій північній півкулі. Відсутність належної моніторингової мережі не дозволила оцінити точно масштаби поширення цих радіонуклідів. Результати модельних розрахунків, що базуються на нечисленних вимірюваннях та визначеннях співвідношень радіоїодів з різними радіонуклідами, особливо з  $^{137}\text{Cs}$ , ретельних визначеннях щільності забруднення території України  $^{137}\text{Cs}$ , а також прямих вимірюваннях дози опромінення щитоподібної залози (яка

Забруднення території України цезієм-137 (тис. км<sup>2</sup>)

| Область                   | Площа області | Рік  | Площа території зі щільністю забруднення <sup>137</sup> Cs, кБк/м <sup>2</sup> |       |       |       |       |        |         |         |          |        |  |
|---------------------------|---------------|------|--|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|----------|--------|--|
|                           |               |      | < 2  | 2-4   | 4-10  | 10-20 | 20-40 | 40-100 | 100-185 | 185-555 | 555-1480 | > 1480 |  |
| Автономна Республіка Крим | 27,0          | 1986 | 0,29   | 17,8  | 8,3   | 0,61  |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 11,94  | 11,41 | 3,62  | 0,03  |       |        |         |         |          |        |  |
| Вінницька                 | 26,5          | 1986 | 0,30   | 3,2   | 13,7  | 4,9   | 2,7   | 1,7    |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 1,8  | 8,2   | 11    | 2,9   | 2,22  | 0,38   |         |         |          |        |  |
| Волинська                 | 20,2          | 1986 | 0,27   | 2,4   | 10,3  | 4,5   | 2,5   | 0,23   |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 1,2  | 7,0   | 8,2   | 2,9   | 0,89  | 0,01   |         |         |          |        |  |
| Дніпропетровська          | 31,9          | 1986 | 8,2  | 8,1   | 10,8  | 4,4   | 0,40  |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 14,5   | 6,7   | 9,2   | 1,4   | 0,1   |        |         |         |          |        |  |
| Донецька                  | 26,5          | 1986 |  | 0,04  | 11,57 | 10,39 | 3,6   | 0,9    |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 |  | 2,5   | 16,6  | 5,35  | 2,0   | 0,05   |         |         |          |        |  |
| Житомирська               | 29,9          | 1986 | 0,5  | 2,1   | 7,4   | 6,3   | 2,6   | 5,4    | 3,27    | 1,69    | 0,51     | 0,13   |  |
|                           |               | 2006 | 1,6  | 4,6   | 8,9   | 2,7   | 3,5   | 5,8    | 1,39    | 1,08    | 0,29     | 0,04   |  |
| Закарпатська              | 12,8          | 1986 | 0,47   | 4,5   | 6,53  | 1,21  | 0,09  |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 2,5  | 6,98  | 2,96  | 0,36  |       |        |         |         |          |        |  |
| Запорізька                | 27,2          | 1986 | 0,85   | 12,5  | 12,1  | 1,72  | 0,03  |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 8,5  | 12,35 | 6,07  | 0,28  |       |        |         |         |          |        |  |
| Івано-Франківська         | 13,9          | 1986 | 0,07   | 1,9   | 3,2   | 5,9   | 2,43  | 0,4    |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 1,1  | 2,17  | 5,69  | 4,0   | 0,77  | 0,17   |         |         |          |        |  |
| Кіровоградська            | 24,6          | 1986 | 0,07   | 1,92  | 15,91 | 5,34  | 1,12  | 0,24   |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 0,58   | 11,3  | 10,03 | 2,21  | 0,43  | 0,05   |         |         |          |        |  |
| Київська                  | 28,9          | 1986 |  | 0,02  | 3,49  | 6,0   | 8,09  | 6,17   | 2,58    | 1,57    | 0,49     | 0,49   |  |
|                           |               | 2006 |  | 0,8   | 6,4   | 8,1   | 6,7   | 4,2    | 1,1     | 0,9     | 0,36     | 0,34   |  |
| Луганська                 | 26,7          | 1986 |  |       | 1,6   | 20,0  | 5,1   |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 |  | 0,1   | 14,8  | 11,39 | 0,41  |        |         |         |          |        |  |
| Львівська                 | 21,8          | 1986 | 2,2  | 17,3  | 2,3   |       |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 14,9   | 6,7   | 0,2   |       |       |        |         |         |          |        |  |
| Миколаївська              | 24,6          | 1986 |  | 9,5   | 13,9  | 1     | 0,1   |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 4,2  | 16,1  | 4,1   | 0,17  | 0,03  |        |         |         |          |        |  |
| Одеська                   | 33,3          | 1986 | 0,1  | 8,2   | 21,5  | 3,15  | 0,35  |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 2,3  | 20,34 | 9,8   | 0,81  | 0,05  |        |         |         |          |        |  |
| Полтавська                | 28,8          | 1986 |  | 1,1   | 25,4  | 2,3   |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 0,45   | 8,25  | 20,1  |       |       |        |         |         |          |        |  |
| Рівненська                | 20,1          | 1986 |  | 0,25  | 6,2   | 2,29  | 3,46  | 6,18   | 1,6     | 0,12    |          |        |  |
|                           |               | 2006 |  | 3,9   | 4,2   | 2,7   | 4,8   | 4,19   | 0,31    |         |          |        |  |
| Сумська                   | 23,8          | 1986 | 0,07   | 1,8   | 14,6  | 4     | 2,48  | 0,75   | 0,1     |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 0,99   | 6,42  | 11,44 | 3,64  | 0,93  | 0,38   |         |         |          |        |  |
| Тернопільська             | 13,8          | 1986 | 3,6  | 4,65  | 2,5   | 1,5   | 1,21  | 0,34   |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 7,3  | 2,27  | 2,17  | 1,38  | 0,65  | 0,03   |         |         |          |        |  |
| Харківська                | 31,4          | 1986 |  | 0,08  | 13,9  | 16,53 | 0,89  |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 0,03   | 2,64  | 24,53 | 4,2   |       |        |         |         |          |        |  |

| Область                 | Площа області | Рік  | Площа території зі щільністю забруднення $^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup> |        |        |        |       |        |         |         |          |        |
|-------------------------|---------------|------|---|--------|--------|--------|-------|--------|---------|---------|----------|--------|
|                         |               |      | < 2   | 2-4    | 4-10   | 10-20  | 20-40 | 40-100 | 100-185 | 185-555 | 555-1480 | > 1480 |
| Херсонська              | 28,5          | 1986 | 0,94  | 22,72  | 4,64   | 0,2    |       |        |         |         |          |        |
|                         |               | 2006 | 17,4  | 10,0   | 1,1    |        |       |        |         |         |          |        |
| Хмельницька             | 20,6          | 1986 | 1,68  | 7,85   | 6,41   | 3,34   | 1,03  | 0,28   | 0,01    |         |          |        |
|                         |               | 2006 | 7,4   | 6,0    | 4,93   | 1,83   | 0,32  | 0,12   |         |         |          |        |
| Черкаська               | 20,9          | 1986 |   | 0,72   | 7,0    | 4,8    | 3,4   | 4,3    | 0,61    | 0,17    |          |        |
|                         |               | 2006 | 0,17  | 3,9    | 7,0    | 3,3    | 4,0   | 2,3    | 0,22    | 0,01    |          |        |
| Чернівецька             | 8,1           | 1986 |   | 0,02   | 3,8    | 2,3    | 1,6   | 0,33   | 0,05    |         |          |        |
|                         |               | 2006 |   | 1,6    | 3,8    | 2,11   | 0,44  | 0,15   |         |         |          |        |
| Чернігівська            | 31,9          | 1986 | 0,56  | 5,8    | 10,7   | 6,2    | 6,41  | 1,52   | 0,56    | 0,15    |          |        |
|                         |               | 2006 |   | 8,0    | 11,8   | 6,9    | 3,55  | 1,4    | 0,25    |         |          |        |
| Зона Відчуження         | 2,6*          | 1986 |   |        |        |        | 0,01  | 0,30   | 0,5     | 0,93    | 0,43     | 0,43   |
|                         |               | 2006 |   |        |        |        | 0,18  | 0,5    | 0,54    | 0,77    | 0,3      | 0,31   |
| <b>Разом по Україні</b> | 603,7         | 1986 | 20,17   | 134,47 | 237,75 | 118,88 | 49,59 | 28,74  | 8,78    | 3,7     | 1,0      | 0,62   |
|                         |               | 2006 | 98,86   | 170,23 | 208,64 | 68,66  | 58,79 | 19,23  | 3,27    | 1,99    | 0,65     | 0,38   |

\* Площа території Зони відчуження та зони безумовного обов'язкового відселення, що розташована на території Київської області.

Таблиця 2.2.4

**Радіоактивне забруднення лісів України (км<sup>2</sup>)**

| № з/п | Область           | Щільність забруднення $^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup> |        |        |        |        |        |         |         |          |        | Загальна площа лісів |
|-------|-------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|--------|----------------------|
|       |                   | < 2  | 2-4    | 4-10   | 10-20  | 20-40  | 40-100 | 100-185 | 185-555 | 555-1480 | > 1480 |                      |
| 1     | Вінницька         | 0  | 45,3   | 1497,9 | 471,6  | 432,4  | 243,0  | 0,03    |         |          |        | 2690,2               |
| 2     | Волинська         | 58,2   | 332,6  | 3339,5 | 1592,4 | 1971,8 | 146,6  |         |         |          |        | 7441,1               |
| 3     | Дніпропетровська  | 42,1   | 132,1  | 443,1  | 76,1   |        |        |         |         |          |        | 693,4                |
| 4     | Донецька          | 0  | 0      | 530,8  | 326,0  | 186,7  | 28,6   |         |         |          |        | 1072,1               |
| 5     | Житомирська       | 23,6   | 266,9  | 1619,3 | 1159,0 | 872,8  | 3789,6 | 2089,2  | 1419,8  | 157,5    | 77,2   | 11474,9              |
| 6     | Закарпатська      | 555,9  | 3292,5 | 3202,4 | 868,3  | 106,6  |        |         |         |          |        | 8025,7               |
| 7     | Запорізька        | 169,1  | 37,8   |        |        |        |        |         |         |          |        | 206,9                |
| 8     | Івано-Франківська | 0  | 830,5  | 1916,3 | 2825,8 | 1171,9 | 108,7  |         |         |          |        | 6853,2               |
| 9     | Київська          | 0  | 0      | 255,6  | 964,2  | 1422,0 | 2108,2 | 765,0   | 733,3   | 260,8    | 163,8  | 6672,9               |
| 10    | Кіровоградська    | 0  | 16,3   | 773,1  | 218,6  | 42,2   | 4,9    |         |         |          |        | 1055,1               |
| 11    | АР Крим           | 0  | 268,3  | 2725,2 |        |        |        |         |         |          |        | 2993,5               |
| 12    | Луганська         | 125,1  | 6629,2 | 972,4  |        |        |        |         |         |          |        | 7726,7               |
| 13    | Львівська         | 0  | 0      | 192,5  | 1232,3 | 154,4  |        |         |         |          |        | 1579,2               |
| 14    | Миколаївська      | 0  | 65,4   | 167,7  | 17,2   | 0,6    |        |         |         |          |        | 250,9                |
| 15    | Одеська           | 1,8  | 52,5   | 729,1  | 191,2  | 46,0   | 0,2    |         |         |          |        | 1020,8               |
| 16    | Полтавська        | 0  | 58,0   | 1911,3 | 51,4   |        |        |         |         |          |        | 2020,7               |
| 17    | Рівненська        | 0  | 2,9    | 1046,4 | 777,4  | 1296,7 | 4204,3 | 681,3   | 18,2    |          |        | 8027,2               |
| 18    | Сумська           | 2,8  | 154,2  | 2265,4 | 944,6  | 533,5  | 118,6  | 0,2     |         |          |        | 4019,3               |

| № з/п | Область            | Щільність забруднення $^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup> |          |          |          |          |          |         |         |          |        | Загальна площа лісів |
|-------|--------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|--------|----------------------|
|       |                    | < 2  | 2–4      | 4–10     | 10–20    | 20–40    | 40–100   | 100–185 | 185–555 | 555–1480 | > 1480 |                      |
| 19    | Тернопільська      | 225,9  | 711,8    | 516,9    | 278,9    | 169,7    | 65,4     | 0,5     |         |          |        | 1969,1               |
| 20    | Харківська         | 0  | 0        | 1949,9   | 1326,1   | 54,0     |          |         |         |          |        | 3330,0               |
| 21    | Херсонська         | 0  | 671,6    | 50,0     |          |          |          |         |         |          |        | 721,6                |
| 22    | Хмельницька        | 34,9   | 532,7    | 1372,9   | 472,6    | 88,7     | 36,3     |         |         |          |        | 2538,1               |
| 23    | Черкаська          | 0  | 63,0     | 966,7    | 732,3    | 550,0    | 450,6    | 48,4    | 4,8     |          |        | 2815,8               |
| 24    | Чернівецька        | 0  | 0        | 1007,3   | 1165,2   | 655,5    | 38,1     | 0,1     |         |          |        | 2866,2               |
| 25    | Чернігівська       | 46,8   | 708,5    | 2416,1   | 1773,4   | 1073,9   | 706,1    | 219,9   | 13,9    |          |        | 6958,6               |
|       | Ліси України       | 1286,2   | 14 872,1 | 31 867,8 | 17 464,6 | 10 829,4 | 12 049,2 | 3804,6  | 2190    | 418,3    | 241    | 95 023,2             |
|       | <b>Вся Україна</b> | 20 170   | 134 470  | 237 750  | 118 880  | 49 590   | 28 740   | 8780    | 3700    | 1000     | 620    | 603 700              |

Таблиця 2.2.5

Забруднення території України стронцієм-90 (тис. км<sup>2</sup>)

| Область                   | Площа області | Рік  | Площа території зі щільністю забруднення $^{90}\text{Sr}$ , кБк/м <sup>2</sup> |      |      |       |       |        |         |         |          |        |  |
|---------------------------|---------------|------|--|------|------|-------|-------|--------|---------|---------|----------|--------|--|
|                           |               |      | < 2  | 2–4  | 4–10 | 10–20 | 20–40 | 40–100 | 100–185 | 185–555 | 555–1480 | > 1480 |  |
| Автономна Республіка Крим | 27,0          | 1986 | 21,8   | 5,2  |      |       |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 27,0   |      |      |       |       |        |         |         |          |        |  |
| Вінницька                 | 26,5          | 1986 | 16,2   | 7,8  | 2,43 | 0,07  |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 22,3   | 3,52 | 0,68 |       |       |        |         |         |          |        |  |
| Волинська                 | 20,2          | 1986 | 19,86  | 0,32 | 0,02 |       |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 20,16  | 0,04 |      |       |       |        |         |         |          |        |  |
| Дніпропетровська          | 31,9          | 1986 | 23,8   | 7,92 | 0,18 |       |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 30,8   | 1,1  |      |       |       |        |         |         |          |        |  |
| Донецька                  | 26,5          | 1986 | 18,4   | 7,68 | 0,42 |       |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 25,2   | 1,3  |      |       |       |        |         |         |          |        |  |
| Житомирська               | 29,9          | 1986 | 10,9   | 10,1 | 7,2  | 1,25  | 0,35  | 0,08   | 0,02    |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 18,9   | 6,5  | 3,73 | 0,58  | 0,13  | 0,05   | 0,01    |         |          |        |  |
| Закарпатська              | 12,8          | 1986 | 7,6  | 5,2  |      |       |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 12,68  | 0,12 |      |       |       |        |         |         |          |        |  |
| Запорізька                | 27,2          | 1986 | 26,1   | 1,1  |      |       |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 27,2   |      |      |       |       |        |         |         |          |        |  |
| Івано-Франківська         | 13,9          | 1986 | 5,0  | 8,48 | 0,42 |       |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 13,21  | 0,52 | 0,17 |       |       |        |         |         |          |        |  |
| Кіровоградська            | 24,6          | 1986 | 14,4   | 8,82 | 1,36 | 0,02  |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 22,0   | 2,35 | 0,25 |       |       |        |         |         |          |        |  |
| Київська                  | 28,9          | 1986 | 1,3  | 5,4  | 12,9 | 5,87  | 1,30  | 0,67   | 0,47    | 0,56    | 0,22     | 0,21   |  |
|                           |               | 2006 | 4,8  | 9,13 | 9,51 | 3,13  | 0,58  | 0,67   | 0,43    | 0,34    | 0,19     | 0,12   |  |
| Луганська                 | 26,7          | 1986 | 13,3   | 13,0 | 0,40 |       |       |        |         |         |          |        |  |
|                           |               | 2006 | 25,5   | 1,17 | 0,03 |       |       |        |         |         |          |        |  |

| Область                  | Площа області | Рік  | Площа території зі щільністю забруднення $^{90}\text{Sr}$ , кБк/м <sup>2</sup> |        |       |       |       |        |         |         |          |        |
|--------------------------|---------------|------|--|--------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|----------|--------|
|                          |               |      | < 2  | 2–4    | 4–10  | 10–20 | 20–40 | 40–100 | 100–185 | 185–555 | 555–1480 | > 1480 |
| Львівська                | 21,8          | 1986 | 20,82  | 0,98   |       |       |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 |  |        |       |       |       |        |         |         |          |        |
| Миколаївська             | 24,6          | 1986 | 23,4   | 1,2    |       |       |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 24,56  | 0,04   |       |       |       |        |         |         |          |        |
| Одеська                  | 33,3          | 1986 | 18,2   | 10,4   | 4,7   |       |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 26,7   | 6,6    |       |       |       |        |         |         |          |        |
| Полтавська               | 28,8          | 1986 | 21,6   | 7,1    | 0,1   |       |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 28,06  | 0,74   |       |       |       |        |         |         |          |        |
| Рівненська               | 20,1          | 1986 | 12,7   | 6,88   | 0,47  | 0,05  |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 18,8   | 1,21   | 0,07  | 0,02  |       |        |         |         |          |        |
| Сумська                  | 23,8          | 1986 | 22,25  | 1,53   | 0,02  |       |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 23,69  | 0,11   |       |       |       |        |         |         |          |        |
| Тернопільська            | 13,8          | 1986 | 11,1   | 2,41   | 0,29  |       |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 13,1   | 0,67   | 0,03  |       |       |        |         |         |          |        |
| Харківська               | 31,4          | 1986 | 20,4   | 10,88  | 0,12  |       |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 30,2   | 1,2    |       |       |       |        |         |         |          |        |
| Херсонська               | 28,5          | 1986 | 28,5   |        |       |       |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 28,5   |        |       |       |       |        |         |         |          |        |
| Хмельницька              | 20,6          | 1986 | 16,1   | 4,1    | 0,38  | 0,02  |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 20,0   | 0,46   | 0,14  |       |       |        |         |         |          |        |
| Черкаська                | 20,9          | 1986 | 8,5  | 6,1    | 5,53  | 0,77  |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 12,7   | 5,5    | 2,74  | 0,06  |       |        |         |         |          |        |
| Чернівецька              | 8,1           | 1986 | 2,3  | 5,05   | 0,73  | 0,02  |       |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 6,0  | 1,98   | 0,12  |       |       |        |         |         |          |        |
| Чернігівська             | 31,9          | 1986 | 16,2   | 9,9    | 4,2   | 1,47  | 0,13  |        |         |         |          |        |
|                          |               | 2006 | 24,1   | 5,0    | 2,3   | 0,49  | 0,01  |        |         |         |          |        |
| Зона Відчуження          | 2,6*          | 1986 |  |        |       | 0,38  | 0,26  | 0,52   | 0,47    | 0,56    | 0,2      | 0,21   |
|                          |               | 2006 |  |        | 0,01  | 0,53  | 0,35  | 0,63   | 0,43    | 0,34    | 0,19     | 0,12   |
| <b>Всього по Україні</b> | 603,7         | 1986 | 400,73   | 147,15 | 41,87 | 9,54  | 1,78  | 0,75   | 0,49    | 0,56    | 0,22     | 0,21   |
|                          |               | 2006 | 527,96   | 49,22  | 19,71 | 4,28  | 0,72  | 0,72   | 0,44    | 0,34    | 0,19     | 0,12   |

\* Площа території Зони відчуження та зони безумовного обов'язкового відселення, що розташована на території Київської області.

Забруднення території України ізотопами плутонію ( $^{238+239+240}\text{Pu}$ ) (тис. км<sup>2</sup>)

| Область                   | Площа області | Площа території зі щільністю забруднення $^{238+239+240}\text{Pu}$ , кБк/м <sup>2</sup> |               |              |             |            |             |             |             |             |             |
|---------------------------|---------------|---|---------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                           |               | < 0,04  | 0,04–0,1      | 0,1–0,2      | 0,2–0,4     | 0,4–1      | 1–2         | 2–4         | 4–10        | 10–20       | > 20        |
| Автономна Республіка Крим | 27,0          | 18,1  | 8,9           |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Вінницька                 | 26,5          | 24,5  | 2,0           |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Волинська                 | 20,2          | 16,8  | 3,4           |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Дніпропетровська          | 31,9          | 31,9  |               |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Донецька                  | 26,5          | 20,9  | 5,6           |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Житомирська               | 29,9          | 16,2  | 10,2          | 2,1          | 0,74        | 0,5        | 0,11        | 0,05        |             |             |             |
| Закарпатська              | 12,8          | 0,3   | 11,72         | 0,78         |             |            |             |             |             |             |             |
| Запорізька                | 27,2          | 22,5  | 4,7           |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Івано-Франківська         | 13,9          | 5,5   | 7,3           | 1,1          |             |            |             |             |             |             |             |
| Київська                  | 28,9          | 5,9   | 11,6          | 5,1          | 2,98        | 1,31       | 0,48        | 0,47        | 0,53        | 0,21        | 0,32        |
| Кіровоградська            | 26,4          | 23,1  | 1,45          | 0,05         |             |            |             |             |             |             |             |
| Луганська                 | 26,7          | 17,8  | 8,9           |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Львівська                 | 21,8          | 17,9  | 3,88          | 0,02         |             |            |             |             |             |             |             |
| Миколаївська              | 24,6          | 24,5  | 0,10          |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Одеська                   | 33,3          | 29,4  | 3,9           |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Полтавська                | 28,8          | 28,8  |               |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Рівненська                | 20,1          | 17,9  | 2,05          | 0,15         |             |            |             |             |             |             |             |
| Сумська                   | 23,8          | 22,96   | 0,84          |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Тернопільська             | 13,8          | 11,8  | 2,0           |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Харківська                | 31,4          | 31,12   | 0,28          |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Херсонська                | 28,5          | 25,6  | 2,9           |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Хмельницька               | 20,6          | 20,02   | 0,58          |              |             |            |             |             |             |             |             |
| Черкаська                 | 20,9          | 13,1  | 6,3           | 1,48         | 0,02        |            |             |             |             |             |             |
| Чернівецька               | 8,1           | 6,2   | 1,87          | 0,03         |             |            |             |             |             |             |             |
| Чернігівська              | 31,9          | 21,6  | 6,7           | 2,5          | 0,91        | 0,19       |             |             |             |             |             |
| Зона Відчуження           | 2,6*          |   |               |              | 0,38        | 0,26       | 0,43        | 0,47        | 0,53        | 0,21        | 0,32        |
| <b>Загалом по Україні</b> | <b>603,7</b>  | <b>474,4</b>  | <b>107,17</b> | <b>10,71</b> | <b>4,65</b> | <b>2,0</b> | <b>0,59</b> | <b>0,52</b> | <b>0,53</b> | <b>0,21</b> | <b>0,32</b> |

\* Площа території Зони відчуження та зони безумовного обов'язкового відселення, що розташована на території Київської області.

100% поглинає йод, що надходить до організму людини з атмосфери та із спожитими продуктами харчування), дозволили оцінити масштаби поширення  $^{131}\text{I}$  територією України (див. вклейку: рис. 2.2.7) та ризику отримання дітьми 1986 року народження дози на щитоподібну залозу, що перевищує допустимі рівні (50 мілігрей).

Природні процеси розпаду радіонуклідів за 20 років, що минули після аварії на Чорнобильській АЕС, внесли суттєві корективи у структуру розподілу радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  на території України. Майже вдвічі збільшилася площа території України, де рівні забруднення  $^{137}\text{Cs}$  співставні із доаварійними і більш ніж у двічі скоротилася площа території, де рівень забруднення  $^{90}\text{Sr}$  перевищував доаварійний (див. вклейку: рис. 2.2.1–2.2.4, таблиці 2.2.2, 2.2.4). Рівень і масштаби забруднення території України ізотопами Pu фактично не змінилися. Активність  $^{241}\text{Am}$  поступово зростає, за рахунок розпаду  $^{241}\text{Pu}$ , а масштаби його поширення співставні із таким ізотопів Pu (див. вклейку: рис. 2.2.5–2.2.6, таблицю 2.2.6).

### Деякі особливості формування забруднення урбанізованих територій

На відміну від природних, напівприродних ландшафтів, територій сільськогосподарського використання, забруднення урбанізованих територій характеризується низкою певних відмінностей. По-перше: формування радіоактивного забруднення відбувалось як за рахунок сухих та мокрих випадінь, так і за рахунок транспортних засобів, по-друге: на урбанізованих територіях переважають непроничні поверхні, які на відміну від сільськогосподарських (проникних) характеризуються певною адсорбуючою здатністю, що обумовлює неоднорідний перерозподіл забруднення при змиванні його з непроничних поверхонь. До особливостей забруднення урбанізованих територій належать: наявність точкових та лінійних аномалій, які формуються під ринвами, вздовж доріг, між бордюрами, водозливними риштаками, під окремими деревами, вздовж дамб; існування об'ємних джерел опромінювання в паркових зонах; утримання забруднення даховими покриттями (від 25 до 90% утриманого  $^{137}\text{Cs}$ ); наявність в місцях неорганізованого обмивання автомобілів невеликих площинних аномалій [17]. Водночас рівень зовнішнього опромінення на урбанізованих територіях нижче, ніж у сільській місцевості або в лісі.

#### 2.2.4. Радіоактивне забруднення водних систем

##### Забруднення водозбірних територій і водних систем

З часом радіонукліди поступово мігрують з поверхні у більш глибокі шари, значна їх кількість переміщується у просторі з поверхневими водами. Річки і дотепер залишаються основними транспортними системами перенесення забруднення. Радіоактивне забруднення водних об'єктів відбувалося як внаслідок прямих випадінь радіоактивних аерозолів, так і за рахунок вторинних ефектів змиву з поверхонь водозборів, перетікання із більш забруднених об'єктів до чистіших, а також внаслідок масообміну між донними відкладами та водними масами. За 1986–2005 роки тільки водами р. Прип'яті винесено понад 123 ТБк  $^{137}\text{Cs}$  та 148 ТБк  $^{90}\text{Sr}$ .

Водозбірні території річок Прип'яті і Дніпра є однією із найбільших водних систем у Європі. За існуючими оцінками [18], у басейні річок Дніпра і Прип'яті зосереджено близько 19,6 ПБк  $^{137}\text{Cs}$ ; і 2,3 ПБк  $^{90}\text{Sr}$ . Кількість радіонуклідів, яка потрапляє у воду, пропорційна:

- величині активності у верхньому, так званому ефективному, шару ґрунтів водозборів;
- долі обмінних форм радіонуклідів, що можуть переходити у ґрунтовий розчин (для різних типів ландшафту вона відрізняється за величиною);
- геохімічному складу самих ґрунтів;
- кількості води (шару стоку), що формується на забрудненій території впродовж гідрологічної події.

Найбільші рівні забруднення поверхневих водних об'єктів спостерігалися безпосередньо протягом періоду випадання аерозолів на їх акваторію. Протягом перших післяаварійних тижнів у річках Прип'ять, Тетерів, Ірпінь, Дніпро, навіть на відстані у декілька десятків кілометрів від ЧАЕС, рівні забруднення вод перевищували санітарні норми у десятки, сотні і навіть у тисячі разів. Найбільш високі рівні забруднення у воді короткотривало спостерігалися у р. Прип'ять біля м. Чорнобиль, де активність води по  $^{131}\text{I}$  досягала 4440 Бк/л (таблиця 2.2.7).

Таблиця 2.2.7

#### Максимальні рівні забруднення води р. Прип'яті, що були визначені за даними спостережень у перші тижні після аварії на ЧАЕС у травні 1986 р. [19]

| Радіонуклід       | Макс. активність, Бк/л | Радіонуклід           | Макс. активність, Бк/л |
|-------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| $^{137}\text{Cs}$ | 1591                   | $^{106}\text{Ru}$     | 271 **                 |
| $^{134}\text{Cs}$ | 827*                   | $^{144}\text{Ce}$     | 380                    |
| $^{131}\text{I}$  | 4440                   | $^{141}\text{Ce}$     | 400                    |
| $^{90}\text{Sr}$  | 30                     | $^{95}\text{Zr}$      | 1554                   |
| $^{140}\text{Ba}$ | 1400                   | $^{95}\text{Nb}$      | 420                    |
| $^{99}\text{Mo}$  | 670                    | $^{241}\text{Pu}$     | 33 ***                 |
| $^{103}\text{Ru}$ | 814                    | $^{239+240}\text{Pu}$ | 0.4                    |

\* Визначено за співвідношенням  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs} \sim 0,52$ .

\*\*  $^{103}\text{Ru}$  – визначено із припущення  $^{103}\text{Ru}/^{106}\text{Ru} (\sim 3)$  для аерозолей викиду з аварійного блоку ЧАЕС.

\*\*\* Визначено за  $^{241}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu} (\sim 82)$  в аерозолях.

Саме перевищення в десятки разів існуючих на той час гранично-допустимих концентрацій (ГДК) забруднення води питного водопостачання і невизначенність щодо подальших перспектив забруднення і контрзаходів, які, здавалося, можна було протиставити у подальшому розширенню радіоактивності із водними стоками, зумовили панічні настрої. Проте, вже протягом перших тижнів після завершення періоду аерозольних випадань, за рахунок фізичного розпаду короткоіснуючих радіонуклідів, а також відносно швидкої фіксації радіонуклідів у ґрунтах водозборів і донних відкладах водойм, спостерігалось швидке зниження рівнів забруднення поверхневих вод. З часом основними компонентами радіоактивного забруднення водних екосистем стали  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ , їх концентрації у Дніпровській водній системі спостерігалися на відносно низьких рівнях, тимчасово підвищуючись у річках під час весняних повеней і дощів. Основними джерелами вторинного постачання, перш за все  $^{90}\text{Sr}$ , у Дніпровську водну систему у зв'язку з природними процесами транспорту вод стали забруднені території заплави р. Прип'ять у Зоні відчуження ЧАЕС, а також фільтраційні стоки із водойм і підтоплених територій. Саме вони стали основними об'єктами радіаційного контролю і водоохоронних заходів, які тривали з певними періодами затухання і активізації протягом всього післяаварійного періоду.

### Проблема стоку радіонуклідів і забруднення річок

Процеси змиву радіоактивності у річки з поверхневим стоком на водозборах стали домінуючим фактором розповсюдження забруднення на значні території за межами Зони відчуження ЧАЕС. Проте, щорічне зменшення кількості радіонуклідів через природний змив з поверхні забруднених ґрунтів виявилось незначним, а саме: від кількох десятків до 1% загальної кількості радіоактивності в басейнах річок. На більшості водозборів України, де ґрунти переважно складаються із мінеральних часток, коефіцієнти змиву  $^{137}\text{Cs}$  склали  $1-5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^{-1}$ . Коефіцієнти змиву  $^{90}\text{Sr}$  з тих же територій були у 3–5 разів більшими ніж для радіоцезію, але також не перевищували верхню межу  $10^{-1} \text{ м}^{-1}$  [20, 21].

Саме тому процеси природного сніготанення і дощів за майже 20 років після аварії не суттєво зменшили загальну кількість радіонуклідів на водозбірних територіях, а також не призвели до суттєвого вторинного забруднення водних систем. Темпи зменшення рівнів забруднення води в р. Прип'ять  $^{137}\text{Cs}$  були більш високими, ніж для  $^{90}\text{Sr}$ , а суттєві підвищення рівнів забруднення вод річок Зони відчуження і, зокрема, р. Прип'ять спостерігалися лише в періоди високих повеней і підтоплення забруднених заплавних територій (рис. 2.2.8).

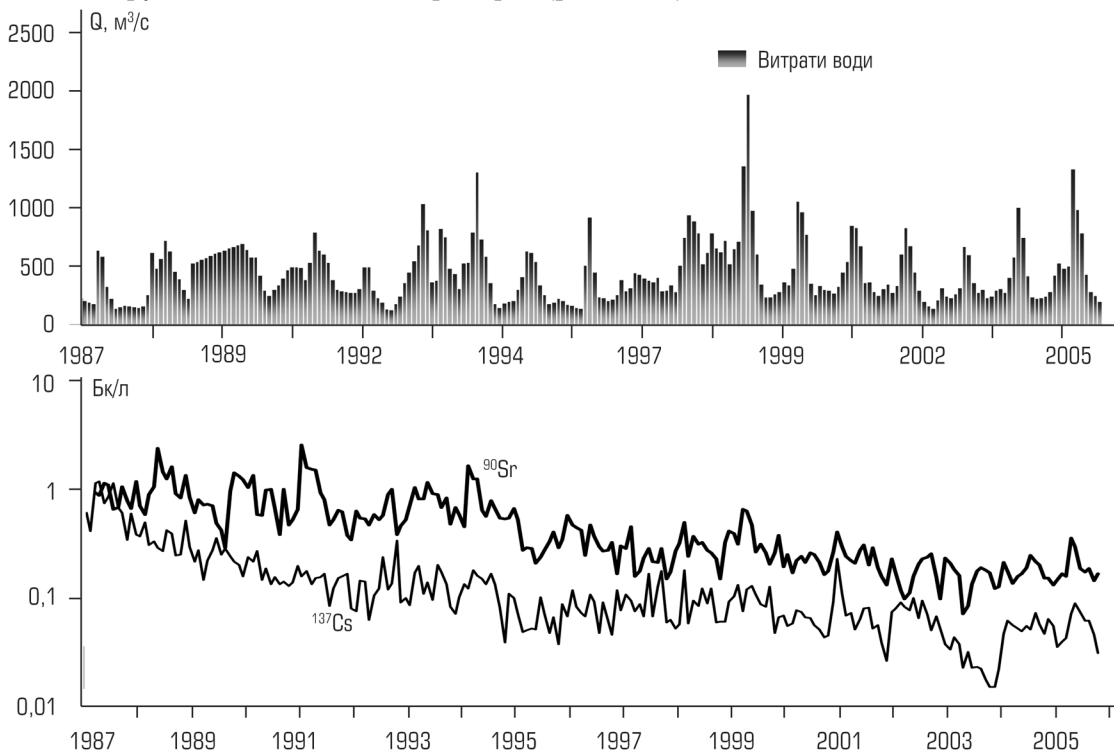


Рис. 2.2.8.  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  у воді р. Прип'ять біля м. Чорнобиль, за даними спостережень (середні значення за місяць)



Важливим відображенням ефекту автореабілітації забруднених водозборів і процесів фіксації  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунтах є той факт, що за всі роки після аварії (за винятком 1986 р., коли забруднення було сформовано, головним чином, за рахунок прямих випадань радіоактивності на акваторію водного об'єкту) водний стік радіоцезію формувався переважно за межами Зони відчуження ЧАЕС на території Білорусі, а після 1992 р. його внесок у формування забруднення дніпровської водної системи був несуттєвим (рис. 2.2.9).

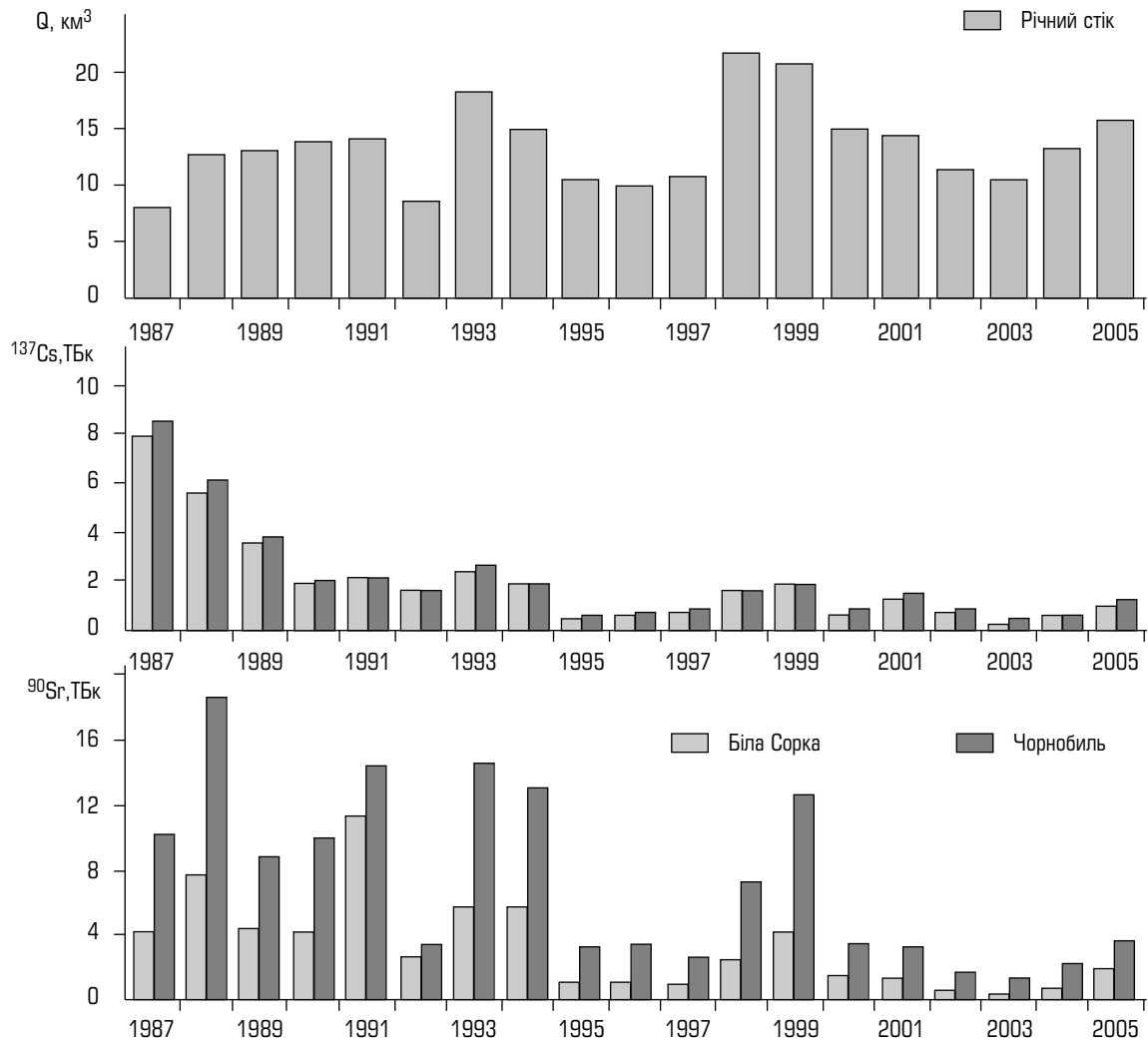


Рис. 2.2.9. Баланс формування водного стоку  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у межах водозборів Зони відчуження ЧАЕС

Водночас, протягом всіх років після аварії стік радіостронцію у дніпровські водосховища формувався переважно у Зоні відчуження ЧАЕС більшою частиною за рахунок фільтраційного стоку із водойм, дренажів підтоплених польдерних земель, і підтоплення заплав річок.

Суттєве зменшення радіоактивних стоків у річку, у зв'язку з реалізацією певних водоохоронних заходів після 1993 р. на заплавах і меліоративних системах у ближній зоні ЧАЕС, також позначилося на формуванні сучасного досить стабільного тренду зниження забруднення р. Прип'яті. За останнє десятиріччя найбільші рівні забруднення дніпровських вод  $^{90}\text{Sr}$  спостерігалися у 1999 р. і були викликані процесами затоплення забруднених заплав р. Прип'яті у ближній зоні ЧАЕС в умовах ще недобудованої другої (із водоохоронних) протиповеневої дамби на правому березі р. Прип'яті [22]. Після повного завершення її будівництва у 2003 р. вірогідність підтоплення найбільш забруднених територій зони ЧАЕС суттєво зменшилася.

#### *Радіоактивне забруднення озер і водосховищ*

Озера і водосховища були також спочатку забруднені переважно через аерозольні випадання і постачання радіонуклідів у водойми з прилеглих територій зі склоновим стоком. Концентрації радіонуклідів в озерах і водосховищах також зменшувалися достатньо швидко протягом першо-

го року випадань, але суттєво залежали від складових їх водного балансу. У деяких випадках (це стосується переважно поведінки  $^{137}\text{Cs}$  у замкнених водоймах із органічними ґрунтами водозборів і донних відкладів) рівень їх радіоактивного забруднення залашався досить високим протягом всього післяаварійного періоду і знижувався дуже повільно. У замкнених водоймах Зони відчуження ЧАЕС протягом останнього десятиріччя спостерігалися підвищені рівні забруднення  $^{90}\text{Sr}$  за рахунок вилучування його у воду із подрібнених частинок ядерного палива. Крім того, процеси колообігу радіонуклідів у замкнених водоймах формували сезонні коливання складових міграції радіонуклідів у системі «вода – гідробіоти» [23, 24].

Найбільш забрудненими озерами зони відчуження є закриті водойми на забруднених ділянках заплави річок, водойма-охолоджувач ЧАЕС, а також штучні водойми, що утворилися на забруднених територіях як наслідок спорудження гідротехнічних споруд або неефективної роботи дренажних систем на підтоплених територіях. Характерними прикладами таких водних об'єктів на території Зони відчуження є озеро Глибоке, водойма-охолоджувач ЧАЕС і штучні водойми підтоплення в басейнах річок Сахан, урочища Родвіно та інші.

**Озеро Глибоке** являє собою особливу водну систему. Воно розташоване на найбільш забрудненій ділянці лівобережної заплави річки Прип'яті на відстані декількох кілометрів від ЧАЕС. На водозборах озера і у намулах дна, навіть майже через 20 років після аварійного викиду ЧАЕС збережено значну кількість паливних часток зруйнованого реактора. Руйнування і вилучування радіонуклідів із цих часток ядерного палива є основним джерелом високих рівней радіоактивного забруднення водойми  $^{90}\text{Sr}$  в діапазоні від 100 до 200 Бк/л, що не тільки не спадає, а протягом останніх років зберігає тенденцію до підвищення.

**Водойма-охолоджувач ЧАЕС** є найбільшою із замкнених водойм площею понад 22 км<sup>2</sup> і об'ємом води до 149 млн м<sup>3</sup>, що була забрудненою радіоактивними випаданнями під час аварії, а також скидами з об'єктів проммайданчику ЧАЕС. За даними експериментальних досліджень, на 2005 р. у водоймі (переважно у донних відкладах) було накопичено близько 288 ТБк  $^{137}\text{Cs}$ , 42,5 ТБк  $^{90}\text{Sr}$  і 0,74 ТБк  $^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$ . Більша частина активності на сьогодні зосереджена у глибоководній частині водойми (рис. 2.2.10).

Щорічний винос  $^{90}\text{Sr}$  у р. Прип'ять із водойми за рахунок фільтрації із водойми становить всього кілька відсотків від стоку даного радіонукліду річкою за останні роки. Сучасний вміст  $^{90}\text{Sr}$  у водоймі становить 1–2 Бк/л. Сезонні варіації вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у водних масах водойми є результатом коливання біомаси фітопланктону у водоймі відповідно до його сезонної динаміки [25].

Якщо припинити регулярне поповнення втрат води на фільтрацію і випаровування із водойми за рахунок роботи насосної станції, рівні води у водоймі поступово впадуть і досягатимуть тих же відміток, що і у річці Прип'ять. Через 3–5 років після припинення підкачування води фільтрація із водойми припиниться, а частина дна із забрудненими донними відкладами буде оголеною для можливого вітрового підйому та перенесення. Після спуску водойми вона трансформується на систему відокремлених водойм, рівні води у яких будуть коливатися відповідно до сезону і водності року. Частина оголеного дна з високими рівнями радіоактивного забруднення піддаватиметься вітровій ерозії. Водночас, як свідчать дослідження останніх років, суттєвого впливу на формування близько-розташованих територій від розповсюдження радіоактивних часток дна не буде, донні відклади досить швидко заростуть рослинним покривом і навіть за відсутності будь-яких запобіжних заходів колишня водойма-охолоджувач ЧАЕС, відокремлена захисною дамбою, не буде суттєво впливати на вторинне забруднення прилеглих територій [26].

Сучасний стан водойми і варіанти застосування різних стратегій щодо спуску і реабілітаційних заходів на водоймі охолоджувачі ЧАЕС розглядалися в рамках кількох проектів міжнародного співробітництва, результати яких запропоновано використати у плануванні оптимального і небезпечного управління цією водоймою у зоні відчуження ЧАЕС.

**Дніпровські водосховища.** Водосховища Дніпровського каскаду також початково були забруднені радіоактивними аерозолями, що осіли на водну поверхню, і через постачання із річковим притоком. У процесі транспорту з дніпровськими водами радіонукліди, що надходили із річковим стоком, частково перерозподілялися в системі між водними масами і дном, як результат їх седиментації у донних відкладах. Процес виведення радіоцезію із водних мас у донні відклади і їх геохімічна фіксація стали основним фактором самоочищення водної системи і причиною того, що  $^{137}\text{Cs}$ , який надходив у водосховища із річками, практично не досягав Чорного моря. Домінуючими радіонуклідами у водних масах водосховища з плином часу став  $^{90}\text{Sr}$ , а із спектру чорнобильських радіонуклідів у донних відкладах переважає  $^{137}\text{Cs}$ . Кількісні оцінки стану забруднення дна водосховищ було виконано майже 10 років тому, і на 2005 р. можна припустити, що надані раніше величини суттєво не змінилися. Це сталося тому, що зменшення кількості радіонуклідів у водосховищах за рахунок фізичного розпаду і виносу їх у Чорне море було частково компенсовано

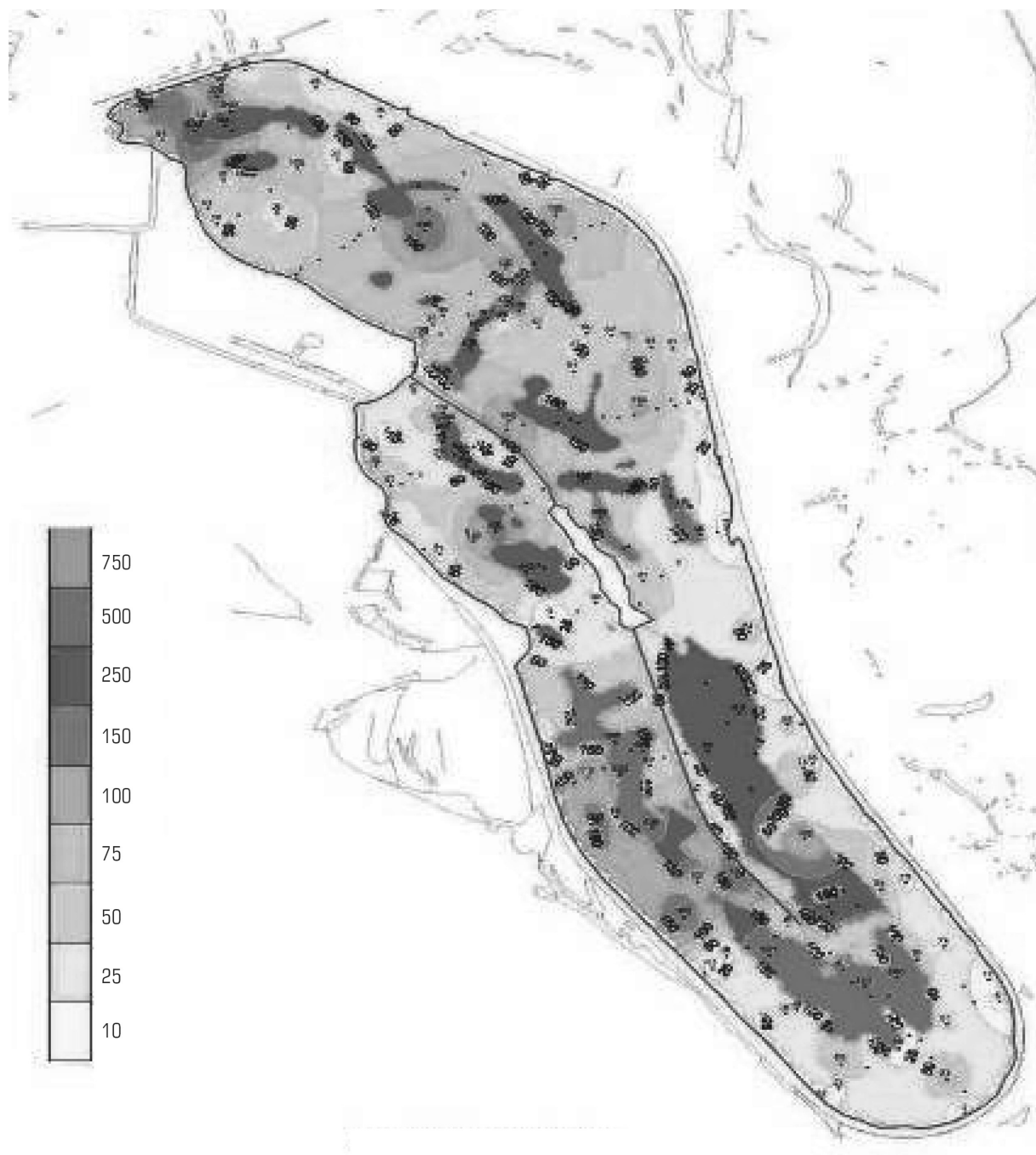


Рис. 2.2.10. Просторовий розподіл  $^{137}\text{Cs}$  (кБк/кг) у донних відкладах водойми-охолоджувача ЧАЕС, станом на 2003 р.

притоком радіонуклідів з водозборів басейну із річковим стоком [22, 27]. Завдяки активним процесам седиментації тільки незначна кількість  $^{137}\text{Cs}$ , що надходить у водні маси, потрапляє до водосховищ нижньої течії Дніпра, а рівні забруднення, наприклад, Каховського водосховища, у 2004–2005 рр. практично повернулися до рівнів, що спостерігалися до аварії на ЧАЕС 1986 р. З іншого боку, концентрації  $^{90}\text{Sr}$  зменшуються по довжині дніпровської водної системи на відстані від зони ЧАЕС всього на 30–40% переважно шляхом розбавлення чистими притоками і досягають Чорного моря без суттєвого накопичення у донних відкладах (рис. 2.2.11).

#### *Радіонукліди в морських екосистемах*

Сумарну кількість  $^{137}\text{Cs}$  в атмосферних опадах на акваторію Чорного і Азовського морів оцінено величиною приблизно 2,8 ПБк на всю поверхню моря, що майже подвоїло кількість  $^{137}\text{Cs}$ , який потрапив до акваторії, ще за рахунок глобальних випадів від ядерних вибухів (3,1 ПБк) [28–30].

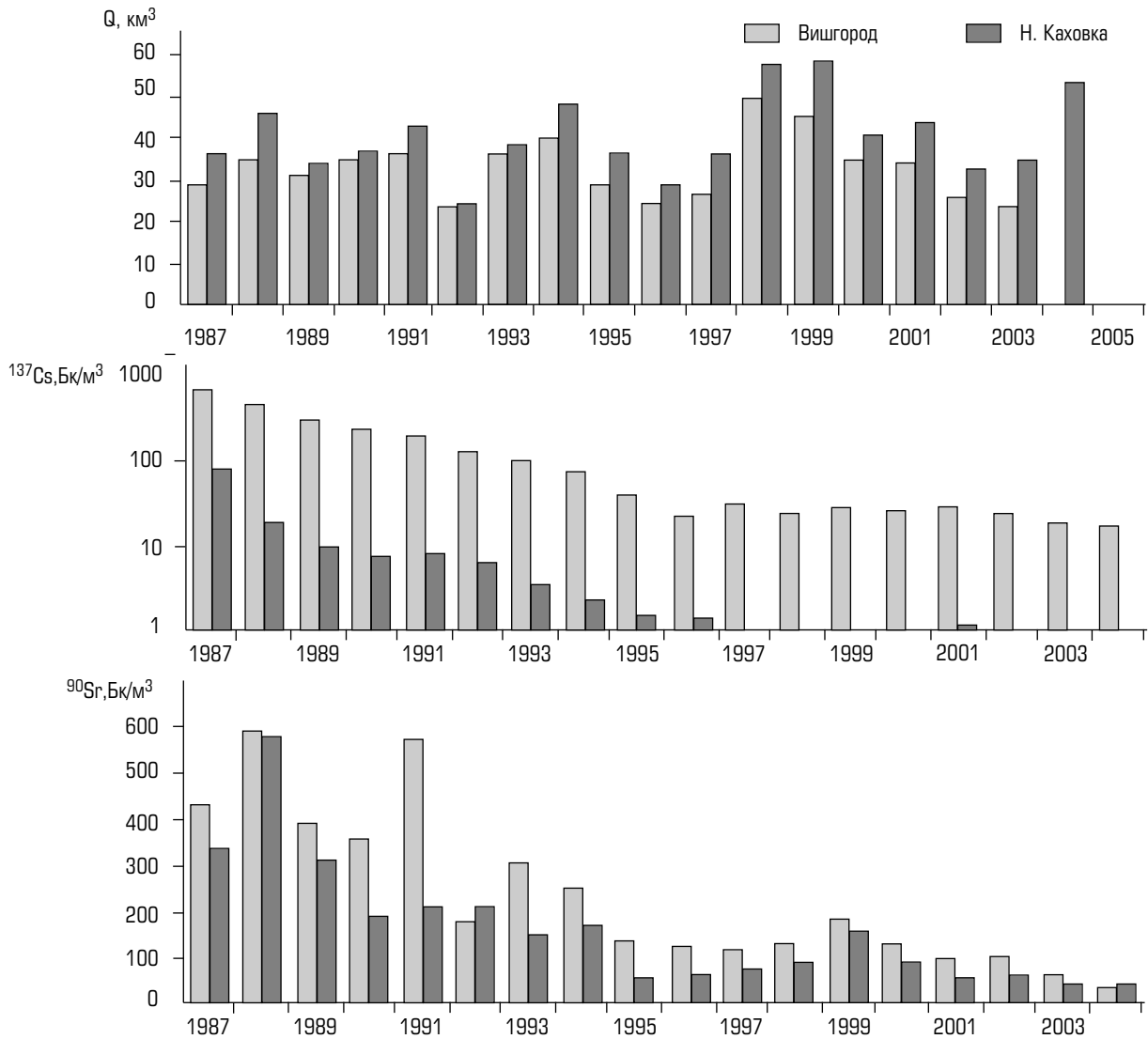


Рис. 2.2.11. Баланс стоку радіонуклідів, що витікали із річковим стоком із Київського водосховища і потрапляли у Дніпровсько-Бугський лиман

За даними широкого кола наукових досліджень українських і міжнародних організацій, найбільші рівні забруднення вод моря спостерігалися на початку травня 1986 р. і спостерігалися в діапазоні 15–500 Бк/м<sup>3</sup>. Але вже на осінь 1986 р. динамічні процеси переміщення водних мас привели до вирівнювання поля забруднення до 40–70 Бк/м<sup>3</sup> [29]. Через 15 років експедиційні дослідження стану моря засвідчили, що сучасні рівні забруднення моря зменшилися до 20–35 Бк/м<sup>3</sup> [30].

Динаміку накопичення радіонуклідів Чорнобильського походження, порівняно з тими, що потрапили в басейн моря протягом 50–60-х років минулого сторіччя, можна відстежувати за результатами вивчення вмісту радіоцезію у глибоководних осадах Чорного моря (глибина до 2000 м). За даними українських моніторингових досліджень (рис. 2.2.12), у шарах 0,8–1,0 см ґрунту чітко спостерігається пік «чорнобильського забруднення», а в шарах від 1,5 до 2,5 см простежуються сліди забруднення періоду широких випробувань ядерної зброї.

За роки після аварії додаткове привнесення радіонуклідів з річковими водами було незначним порівняно із початковим забрудненням за рахунок випадань з атмосферними опадами [27].

Аерозольне привнесення <sup>90</sup>Sr з атмосферними опадами і винос його в море річковим стоком збільшили кількість накопиченого стронцію у морі після періоду бомбових випробувань приблизно на 19% і було оцінено близько 1760 ТБк [29, 30]. Сьогодні кількість радіонуклідів у морі продовжує зменшуватися у зв'язку з фізичним розпадом радіонуклідів і частковим виведенням радіоактивності у глибоководні зони моря. Проте, за даними Інституту біології Південних морів НАНУ, більша частина радіоактивності ще зосереджена у верхньому (0–100 м) шарі Чорного

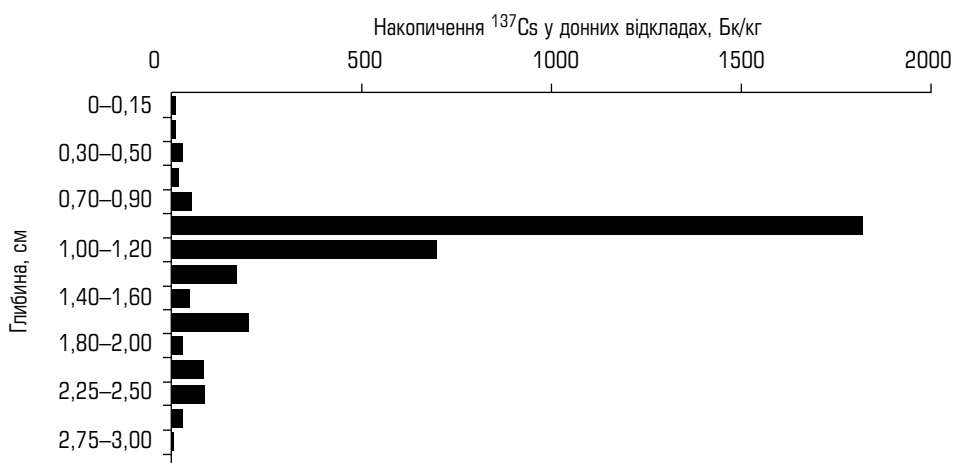


Рис. 2.2.12. Вертикальний профіль <sup>137</sup>Cs у донних відкладах центральної частини моря (глибина 1650 м)

моря. В Азовському морі радіонукліди переважно рівномірно розповсюджені по акваторії і накопичені у донних відкладах на рівнях трохи вище дочорнобильського фону.

Біоаккумуляція радіонуклідів чорнобильського походження у гідробіонтах Чорного моря була суттєво нижчою, ніж у прісноводних системах, завдяки більш високому вмісту конкуруючих йонів у солоній морській воді. Типові рівні накопичення радіонуклідів у молюсках становили 1–2 Бк/кг для <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr і  $1,6-2,5 \cdot 10^{-3}$  Бк/кг для <sup>239,240</sup>Pu. Рівні забруднення чорноморської хамси протягом періоду 1999–2003 років не перевищували в різних районах узбережжя моря 1–3 Бк/кг для радіоцезію і 0,1–0,7 Бк/кг для радіостронцію. Біологічних ефектів забруднення не було виявлено [30].

#### Радіонукліди в підземних водах

Найбільш розгалужену мережу спостережень за станом підземних вод було збудовано у Зоні відчуження ЧАЕС навколо місць стаціонарного і тимчасового поховання радіоактивних відходів, об'єктів спеціалізованого гідротехнічного будівництва, проммайданчику ЧАЕС, а також у місцях тимчасового проживання персоналу, що працює у Зоні відчуження ЧАЕС та на ділянках, де проводяться фонові спостереження [31]. За результатами спостережень, у цілому рівні забруднення підземних вод, за винятком ділянок розташування і впливи пунктів поховання радіоактивних відходів, впливи фільтраційних стоків із забруднених водойм і проммайданчика ЧАЕС, є відносно низькими і становлять величини у межах порядку від 0,1 і менше до 1,0 Бк/л для <sup>137</sup>Cs і від 1 до 10 Бк/л для <sup>90</sup>Sr на найбільш забруднених територіях зони відчуження. Швидкість розповсюдження ореолу забруднених підземних вод у напрямку їх розвантаження у річки є дуже повільною, навіть для радіостронцію [32].

У цілому для Зони відчуження і на прилеглих територіях забруднення підземних вод не було катастрофічних наслідків, як це очікувалося у найбільш консервативних прогнозах протягом перших років після аварії. Експертні оцінки показали, що навіть у разі повернення місцевого населення у села Зони відчуження із гіпотетичним використанням колодязної води і води із забруднених горизонтів для питного водопостачання, дози опромінення таких людей порівняно із факторами зовнішнього опромінення і дозами за рахунок споживання місцевих продуктів харчування будуть залишатися досить низькими [33].

Інтегральний стік радіонуклідів за рахунок розвантаження підземних вод у річки зони відчуження є і будуть залишатися у майбутньому відносно низькими порівняно із потоками радіонуклідів з поверхневим стоком на забруднених територіях і не можуть сформувати будь-які суттєві радіаційні ризики для населення України, що проживає за межами Зони відчуження ЧАЕС [30, 31].

Протягом останнього десятиріччя і на сьогодні відносно високі рівні забруднення вод, а у деяких випадках такі, що перевищують у десятки і сотні разів ГДК для вод питного постачання, спостерігаються тільки у межах безпосереднього поховання радіоактивних відходів, що були споруджені без спеціальних протифільтраційних геохімічних або інших інженерних бар'єрів. У деяких свердловинах по напрямку потоку підземних вод району ПТЛРВ «Рудий ліс» рівні забруднення вод <sup>90</sup>Sr навіть протягом 2004–2005 рр. досягали порядку 100 і навіть 1000 Бк/л.

Виняток також становлять деякі специфічні ділянки території із явно вираженими депресійними морфологічними формами рельєфу.

Згідно із прогностичними оцінками, фронт найбільшого забруднення підземних вод, у цілому інтегровано по Зоні відчуження ЧАЕС, почне розвантажуватися у р. Прип'ять не раніше, ніж через 50 років (рис. 2.2.13).

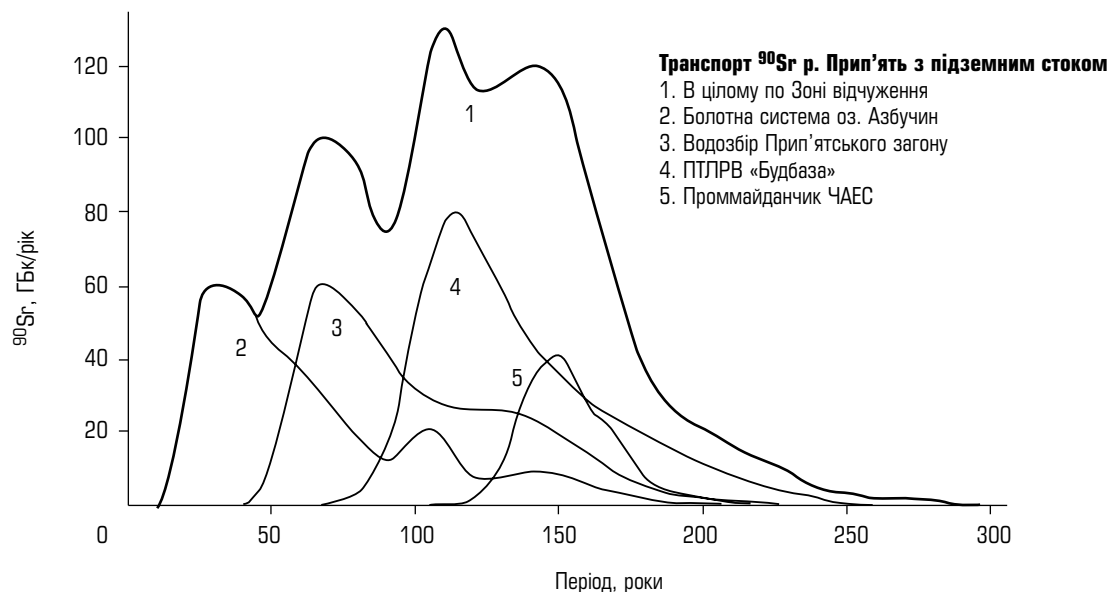


Рис. 2.2.13. Прогнозні оцінки вивезення  $^{90}\text{Sr}$  із підземним стоком, що формується у межах Зони відчуження ЧАЕС [29]

Протягом наступних років максимальне розвантаження має дорівнювати 100–120 ГБк (або 3,0–3,5 Кі). Порівняно із очікуваним стоком радіостронцію із поверхневими водами підземна складова стоку не буде перевищувати 10–15%.

Після спуску водойми охолоджувача, початок якого очікується в період між 2007 і 2010 роками, потоки забруднених вод із зони розташування проммайданчика ЧАЕС уповільняться, і це є оптимістичним очікуванням на припущення несуттєвого можливого забруднення дніпровської водної системи за рахунок радіонуклідів, що накопичені у підвалинах і підземних водах під зруйнованим реактором № 4 ЧАЕС. За результатами модельних розрахунків, які було виконано М. Железняком і С. Ківною, потік підземних вод із зони розташування сучасного об'єкта «Укриття» практично не досягатиме р. Прип'ять, бо навіть через сто років фронт  $^{90}\text{Sr}$  розповсюдиться не далі, ніж на 600 м, а тому за період досягнення русла річки рівні забруднення вод стануть практично незначущими.

### 2.3. Радіаційний моніторинг

Сьогодні мережа радіаційного моніторингу фактично зосереджена під егідою МНС України, яке силами Державної гідрометеорологічної служби проводить моніторинг на території всієї України, а в Зоні відчуження – ще й силами ДСНВП «Екоцентр». Крім цього, дозиметричні підрозділи АЕС НАЕК «Енергоатом» проводять регламентні спостереження навколо об'єктів ядерної енергетики.

Система радіаційного моніторингу в Україні після Чорнобильської катастрофи досі не отримала належної законодавчої, нормативно-правової і, як наслідок, дійової фінансової підтримки. Одним із останніх актів Кабінету Міністрів України (грудень 2004 р.) схвалена Концепція Програми моніторингу навколишнього природного середовища, проте Програма здійснення моніторингу, у тому числі – радіаційного, так і не перетворилася у законодавчий акт, а отже, – ще щонайменше протягом двох наступних років буде фінансуватися за залишковим принципом.

Система радіаційного контролю, особливо щодо контролю якості продукції, яка виробляється на радіоактивно забруднених землях, є більш розвинутою, проте скорочення більш ніж втричі обсягів фінансування цього напрямку у видатках на подолання наслідків Чорнобильської катастрофи за останні 10 років призвело до фактичної руйнації розвинутої мережі радіаційного контролю на території зон радіоактивного забруднення, перш за все в сільськогосподарській галузі,

а те, що залишилося, не враховує зміни форм виробництва в аграрному секторі. (Докладніше про систему радіаційного контролю див. у розділі 6).

### **2.3.1. Потужність експозиційної дози гамма-випромінення**

Визначення потужності експозиційної дози (ПЕД) гамма-випромінення на території України проводиться щоденно на 179 пунктах радіометричної мережі Гідрометслужби (у 1986 – на 205), 10 з яких знаходяться на території зон радіоактивного забруднення. Гамма-фон на більшій частині території країни перебував у межах 5–22 мкР/год, що близько до природних рівнів. На пунктах контролю, розташованих на забрудненій внаслідок аварії на ЧАЕС території, гамма-фон становив 6–31 мкР/год, максимальні рівні (без зони відчуження) спостерігались в м. Коростень (31 мкР/год).

Сучасні значення ПЕД становлять: на проммайданчику ЧАЕС 300–25000 мкР/год, м. Чорнобиль 20–50 мкР/год, КДП «Дитятки» близько 20 мкР/год.

На фоні загального зниження потужності дози простежується її сезонна мінливість, що має прояв у деякому зменшенні ПЕД у холодний час року. При цьому локальні мінімуми відповідають періодам з найбільшою висотою снігового покриву.

У 100-кілометрових зонах впливу діючих АЕС ПЕД гамма-випромінення перебувала у межах: Запорізька АЕС – 5–19 мкР/год, Південно-Українська АЕС – 7–19 мкР/год, Рівненська АЕС – 8–18 мкР/год, Хмельницька АЕС – 7–18 мкР/год.

У Києві гамма-фон протягом року коливається в межах 7–17 мкР/год, досягаючи в середньому за рік 12 мкР/год, тобто був у межах природного фону.

### **2.3.2. Радіоактивне забруднення приземного шару атмосфери**

Основним джерелом надходження техногенних радіонуклідів в атмосферне повітря на всій території країни на теперішній час є вторинний вітровий підйом радіоактивних елементів із земної поверхні.

За даними спостережень, останніми роками сумарна бета-активність атмосферних аерозолів на більшості станцій спостережень перебувала у діапазоні 0,075–0,179 мБк/м<sup>3</sup>. Об'ємна активність <sup>137</sup>Cs у повітрі на території країни не перевищувала 0,006–0,007 мБк/м<sup>3</sup> (за винятком 2002 р., коли досить сухі та спекотні літо та початок осені сприяли зростанню загальної радіоактивності повітря).

Аналіз результатів радіаційного контролю приземного шару атмосфери свідчить про тенденцію до збільшення за межами об'єкта «Укриття» кількості часток інгаляційних фракцій, які утворилися там у процесі спонтанного пилоутворення.

Наявність тривалих туманів сприяла зменшенню вмісту радіонуклідів у приземному шарі атмосфери, як це було в листопаді 2000 р., коли на всіх постах контролю одночасно відзначався мінімальний за весь період спостереження й майже однаковий за значеннями (незалежно від щільності поверхневого забруднення) вміст <sup>137</sup>Cs.

Але протягом останніх років концентрація <sup>137</sup>Cs у повітрі залишалась суттєво (на декілька порядків) меншою за допустимі рівні, встановлені НРБУ-97 для осіб категорії В (0,8 Бк/м<sup>3</sup>).

Вміст <sup>90</sup>Sr в атмосферних аерозолях у середньому на порядок нижче, ніж <sup>137</sup>Cs. Концентрація <sup>90</sup>Sr на більшій частині території протягом останніх років була у межах 0,0001–0,0012 мБк/м<sup>3</sup>, що в основному відповідає передаварійному рівню<sup>1</sup>, але в Зоні відчуження (станція Чорнобиль) вміст <sup>90</sup>Sr ще майже втричі перевищує дозаварійну величину і становить в середньому за рік 0,0021 мБк/м<sup>3</sup>. Максимальна концентрація <sup>90</sup>Sr спостерігалась у Чорнобилі і дорівнювала 0,0031 мБк/м<sup>3</sup>. У цілому по країні вміст <sup>90</sup>Sr в атмосферному повітрі є також значно нижчим за ДКВ, встановленої НРБУ-97 (0,2 Бк/м<sup>3</sup>).

### **2.3.3. Радіоактивне забруднення атмосферних випадань**

Щільність випадань із атмосфери техногенних радіонуклідів на більшості станцій контролю коливалась у незначних межах відносно значень попереднього року. Середня по території країни сума випадань <sup>137</sup>Cs останніми роками становить 5–6 Бк/м<sup>2</sup> за рік, інтенсивність випадань <sup>90</sup>Sr в середньому по країні досягала 2,2–2,3 Бк/м<sup>2</sup> за рік.

Річна щільність випадань <sup>137</sup>Cs на більшій частині території України змінювалась у межах

<sup>1</sup> Середньорічна концентрація <sup>90</sup>Sr у 1985 р. становила 0,0008 мБк/м<sup>3</sup>.

1,8–13,2 Бк/м<sup>2</sup>; на пунктах контролю, розташованих в зоні з щільністю забруднення ґрунтів цезієм-137 понад 5 Кі/км<sup>2</sup> (Коростень, Чорнобиль), вміст <sup>137</sup>Cs у випаданнях перевищував середній по країні більш ніж у чотири рази і становив близько 24 Бк/м<sup>2</sup> за рік.

Щільність випадань <sup>137</sup>Cs у Києві залишається дещо вищою, ніж на решті станцій спостережень (за винятком забрудненої зони). Також у Києві зберігається відносно висока інтенсивність випадань <sup>90</sup>Sr. Необхідно враховувати, що в Києві склались специфічні умови формування забруднення атмосфери, коли техногенні джерела забруднення, що притаманні великому промисловому центру, поєднуються з природними процесами вторинної вітрової міграції радіонуклідів на фоні постчорнобильського забруднення ґрунтів (<sup>137</sup>Cs – 0,63 Кі/км<sup>2</sup>, <sup>90</sup>Sr – 0,32 Кі/км<sup>2</sup>).

Найменша кількість <sup>137</sup>Cs у випаданнях спостерігалась на півдні країни (в середньому 0,15 Бк/м<sup>2</sup> за місяць).

Загалом в Україні вміст <sup>137</sup>Cs в атмосферних випаданнях все ще залишається вищим за рівень останнього передаварійного року<sup>1</sup>. Відношення річних сум випадань <sup>137</sup>Cs до аналогічних значень 1985 р. на більшості пунктів контролю перебуває у межах 1,3–9,2, у забрудненій зоні це співвідношення перевищує 15.

Існуюча радіометрична мережа охоплює всю територію країни і дозволяє здійснювати контроль за основними факторами, що формують або можуть негативно вплинути (у випадку порушення технологічного циклу на радіаційно-небезпечних об'єктах) на радіоактивне забруднення атмосферних випадань. Значна частина пунктів спостережень зосереджена в зонах впливу діючих АЕС, вздовж кордонів з суміжними державами, в забрудненій внаслідок чорнобильської аварії зоні; решта пунктів відбору розташована у великих промислових містах.

#### **2.3.4. Підготовка кадрів для системи радіаційного моніторингу**

Однією із важливих проблем при виникненні будь-якої радіологічної аварії є наявність спеціалістів та їх готовність активізувати діяльність системи радіаційного моніторингу навколишнього природного середовища та радіаційного контролю сільськогосподарської продукції та продукції лісів.

Один із найдієвіших заходів щодо підготовки радіоекологів і радіометристів – це використання такої інституції, як курси підвищення кваліфікації.

Серед перших таких навчальних закладів був спеціальний факультет, створений в 1987 р. при Київському державному університеті. Цей навчальний заклад за рік підвищував кваліфікацію понад 600 спеціалістів – радіоекологів, які значною мірою забезпечували радіаційний контроль сільськогосподарської продукції, що вироблялась на радіоактивно забруднених після аварії територіях. До 1999 р. в цьому закладі також було організовано перепідготовку спеціалістів із видачею диплома про другу вищу освіту за спеціальністю «Радіоекологія». Було підготовлено близько 20 спеціалістів.

Також у 1987 р. Мінагропром України у складі Інституту підвищення кваліфікації Державного комітету України з харчової промисловості була створена спочатку окрема кафедра, а пізніше – радіологічний центр, у якому до 1990 р. основна увага приділялася підготовці дозиметристів і лаборантів-радіометристів.

Підвищення кваліфікації керівних кадрів і спеціалістів різних міністерств, відомств і виконкомів місцевих Рад, що працювали в галузі радіаційного контролю, здійснювалася згідно із Законом України «Про освіту» і розпорядженням Кабінету Міністрів України № 156-р від 16.03.1992 р.

У 1994 р. колишнім Міністерством України в справах захисту населення від наслідків аварії на ЧАЕС був створений Український радіологічний учбовий центр (УРУЦ). За завданням МНС, підвищували свою кваліфікацію спеціалісти підприємств із різних міністерств і відомств: Укоопспілка, Міністерство екології та природних ресурсів, Держкомгеологія, Держлісгосп, Держводгосп, Держхарчпром, Держстандарт та ін.

На курсах підвищення кваліфікації УРУЦ слухачам читали лекції провідні вчені і спеціалісти НАНУ України, Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, Українського НДІ сільськогосподарської радіології, МОЗ України та інших з таких дисциплін, як фізичні основи радіоактивності, взаємодія випромінювання з речовиною, методи реєстрації іонізуючого випромінювання, біологічна дія іонізуючого випромінювання, дозиметрія іонізуючого випромінювання, основи радіоекології, радіаційний моніторинг, прилади та методи вимірювання радіоактивності навколишнього середовища, радіаційний захист та норми радіаційної безпеки та ін.

<sup>1</sup> Річні суми випадань <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr на території України, Північного Кавказу та Молдови у 1985 р. становили 1,43 Бк/м<sup>2</sup> та 9,02 Бк/м<sup>2</sup>, відповідно [11].



За 12 років існування Центру здійснено підвищення кваліфікації понад 5 тисяч фахівців, які працювали у галузі радіаційного контролю, та пройшли перепідготовку (з видачею диплома про другу вищу освіту за спеціальністю «Радіоекологія») близько 70 фахівців, в основному студентів Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, з яких за спеціальністю працюють 60 чоловік. У теперішній час в середньому за рік проходять навчання та атестуються близько 200 фахівців.

На сьогодні в Україні є небагато навчальних закладів, де можна за стислий період часу пройти необхідну підготовку в галузі радіоекології та радіометрії. В деяких вищих навчальних закладах лише розпочато підготовку екологів, для яких знання радіоекології надаються досить загальним планом, а радіометрія – взагалі поза увагою. Крім УРУЦ та Держжарчопрому України, підготовкою радіоекологів займаються вищі навчальні заклади, інститути НАНУ, підрозділи галузевих навчальних закладів.

Так, у Національному аграрному університеті України функціонує кафедра сільськогосподарської радіології, де студенти біологічних спеціальностей вивчають курс радіобіології. У Державному агроекологічному університеті України (м. Житомир) з 1991 р. здійснювалося навчання студентів за програмами «Радіобіологія», «Радіоекологія» та «Радіологія», а з 1999 р. введено нову спеціальність – «Радіоекологія».

Спеціалістів-радіоекологів вищої кваліфікації (кандидатів і докторів наук) готують у Національному аграрному університеті України, Державному агроекологічному університеті України (м. Житомир) та в Українському НДІ сільськогосподарської радіології Національного аграрного університету України.

### 3. ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ

Відповідно до структури чорнобильського джерела та шляхів формування доз опромінення населення України внаслідок Чорнобильської катастрофи виділяються чотири основних контингенти опромінених:

- ліквідатори (цивільні та військові), які у 1986 та 1987 роках брали безпосередню участь у роботах на ЧАЕС, її промайданчику і в межах 30-км зони;
- населення, що у травні 1986 р. було евакуйоване з міст Прип'ять, Чорнобиль та інших населених пунктів 30-км зони;
- населення, що проживає на радіоактивно забруднених територіях;
- діти та підлітки, які у 1986 р. отримали значні дози опромінення щитовидної залози.

Далі у такій послідовності розглядаються реконструйовані дози, що отримали учасники ЛНА на ЧАЕС (відомі також як «ліквідатори») та евакуйовані, а також дози внутрішнього, зовнішнього і сумарного опромінення населення, яке проживає на радіоактивно забруднених територіях. Дози опромінення населення ґрунтуються на результатах дозиметричного моніторингу активності  $^{131}\text{I}$  у щитоподібній залозі (понад 150 тис. прямих вимірювань) та вмісту  $^{137,134}\text{Cs}$  у організмі жителів (близько 30 тис. ЛВЛ-вимірювань), виконаних у 1986 р., а також на результатах широкомасштабного еколого-дозиметричного моніторингу, що проводився продовж 1987–2005 рр.: понад 800 тис. ЛВЛ-вимірювань і більш ніж 300 тис. вимірювань концентрації  $^{137,134}\text{Cs}$  у молоці корів приватного сектору.

#### 3.1. Дози опромінення учасників ЛНА

Учасники ЛНА на ЧАЕС (відомі також як «ліквідатори») становлять одну з найчисельніших і найбільш опромінену когорту постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС. Проте, ситуація із картиною опромінення ліквідаторів тривалий час лишалася невизначеною. Так, серед ліквідаторів 1986–1990 рр., включених до Державного реєстру України (ДРУ) осіб, що постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, лише близько половини мають записи про індивідуальні дози. Неясною також лишалась якість наявних дозиметричних записів, а також загальна успішність або неуспішність системи протирадіаційного захисту ліквідаторів під час виконання ними робіт з ліквідації наслідків аварії [1].

Тому протягом саме останніх п'яти років було заплановано та значною мірою втілено в життя великий комплекс робіт, спрямованих на привнесення ясності щодо реальних доз опромінення ліквідаторів та ретроспективної оцінки результатів дозиметричного контролю під час ЛНА.

##### 3.1.1. Стан інформації про дози опромінення учасників ЛНА

З точки зору якості та ступеня охоплення контингентів дозиметричним контролем, можна умовно виділити п'ять періодів (таблиця 3.1.1).

Таблиця 3.1.1

Періоди дозиметричного супроводу робіт із ЛНА

| Період      | Часовий інтервал            | Характеристика   |
|-------------|-----------------------------|--|
| Доаварійний | 1978 – 26.04.1986           | Нормальне функціонування дозиметричної служби ЧАЕС відповідно до НРБ-76  |
| Початковий  | 26.04.1986 – бл. 10.05.1986 | Неспроможність дозиметричної служби ЧАЕС, використання підходів воєнного часу при дозиметричному контролі військ   |
| Проміжний   | Бл. 10.05.1986 – 01.06.1986 | Паралельне функціонування дозиметричних служб ЧАЕС та у військах, впровадження єдиного ліміту опромінення (250 мГр), організація УБ-605 із власною дозиметричною службою           |
| Основний    | Червень – жовтень, 1986     | Функціонування дозиметричних служб ЧАЕС, УБ-605 та підрозділів МО на основі різних підходів  |
| Рутинний    | Після листопада 1986        | Паралельне функціонування дозиметричних служб ЧАЕС, УБ-605, ВО «Комбінат» та підрозділів МО. Поступове повернення до нормальної експлуатації, зниження дозових лімітів (1987–1988) |

Якщо під час доаварійного періоду служба дозиметрії та радіаційної безпеки задовільно справлялася із своїми завданнями, то раптова аварія показала повну неспроможність штатної дозимет-

рії ефективно визначати індивідуальні дози працюючих і забезпечувати необхідний рівень радіаційної безпеки персоналу в аварійних умовах. Слід відзначити, що цей початковий період «розгубленості» було швидко подолано і, починаючи з другої декади травня 1986 р., лад у дозиметричному супроводі аварійних робіт почав поступово встановлюватись. Вже на початку червня (близько місяця після аварії) було закладено підвалини ефективного радіаційного захисту і дозиметричного контролю основних контингентів, залучених до подолання наслідків аварії.

Якість дозиметричних даних (результатів дозиметричного моніторингу) суттєво залежала від того, якою службою або відомством здійснювався радіаційний захист учасників ЛНА та дозиметричний контроль [2].

Під час ЛНА (1986–1990 рр.) у 30-км зоні діяли чотири досить потужні незалежні дозиметричні служби (таблиця 3.1.2) та кілька менших самостійних служб (АН УРСР, АМН СРСР, Комплексна експедиція ІАЕ тощо).

Таблиця 3.1.2

**Основні дозиметричні служби, що здійснювали дозиметричний контроль учасників ЛНА**

|    | Служба  | Відомча належність   | Період роботи               | Охоплення ліквідаторів  | Якість даних   |
|----|---|--|-----------------------------|---|--|
| 1. | Служба дозиметричного контролю ЧАЕС                                 | Міністерство енергетики та електрифікації СРСР, починаючи з липня 1986 р.– Міністерство атомної енергії СРСР | Травень 1986 – по сьогодні  | Персонал ЧАЕС та тимчасово прикріплений до ЧАЕС персонал                    | Задовільна-висока (залежно від періоду після аварії) |
| 2. | Підрозділи МО   | Міністерство оборони СРСР  | Травень 1986 – кінець 1990  | Військові ліквідатори   | Низька   |
| 3. | Відділ дозиметричного контролю УБ-605                               | Міністерство середнього машинобудування СРСР   | Червень 1986–1987           | Цивільні та військові будівельники УБ-605                                   | Висока   |
| 4. | Управління дозиметричного контролю ВО «Комбінат» та його наступники | Міністерство атомної енергії СРСР  | Листопад 1986 – по сьогодні | Цивільний персонал, що працював у 30-км зоні за межами пром-майданчика ЧАЕС | Задовільна   |

Ці дозиметричні служби почали роботу у різний час після аварії, охоплювали різні контингенти і, головне, практикували кардинально різні підходи до оцінки індивідуальних доз опромінення учасників ЛНА. Через те повнота, якість та надійність їхніх дозиметричних даних суттєво відрізняються (таблиця 3.1.2).

Найкращим чином був організований дозиметричний контроль співробітників Управління Будівництвом (УБ) № 605 МСМ СРСР, спеціалізованої будівельної організації, створеної для зведення саркофага («Об'єкта «Укриття»). Результатом цієї зразкової роботи стало 100% охоплення якісним ТЛД індивідуальним контролем понад 20 тисяч співробітників УБ-605, здебільшого відряджених з підприємств МСМ, розташованих на території Росії.

Дозиметричний контроль, що здійснювався службою радіаційної безпеки ЧАЕС, характеризується провалом у перші тижні після аварії (коли штатні дозиметричні засоби виявилися непридатними для вимірювання високих рівнів доз) та поступовим відновленням якісного дозиметричного контролю (у червні – липні 1986 р.). Негативним наслідком нездатності штатного дозиметричного контролю ЧАЕС до швидкого переходу на аварійні умови стало те, що дози «ранніх ліквідаторів», – очевидно, найвищі серед усіх учасників ЛНА, – лишилися невідомими. Внаслідок цього повнота дозиметричних даних персоналу ЧАЕС була недостатньою (в тому числі – у сенсі покриття всього періоду участі у ЛНА дозиметричними даними для кожного з ліквідаторів). Саме цим і була обумовлена нагальна потреба у реконструкції індивідуальних доз. Всього протягом 1986–1996 рр. розрахунковим методом АДР було оцінено 1600 індивідуальних доз співробітників ЧАЕС та осіб, тимчасово приписаних до станції. Починаючи з липня 1986 р. дозиметричний контроль і реєстрація індивідуальних доз здійснювались на ЧАЕС належним чином, і ця дозиметрична інформація характеризується високою якістю і повнотою.

Дозиметричний контроль цивільного персоналу (постійного та тимчасово відрядженого), що працював у 30-км зоні, через організаційні негаразди практично не здійснювався протягом 1986 та частини 1987 р. доти, доки цю функцію на себе поступово не перебрало УДК ВО «Комбінат» / НВО «Прип'ять». Таким чином, дози цього контингенту (особливо у 1986–1987 роках) характеризуються недостатньою повнотою і не завжди високою якістю.

Найбільшим контингентом учасників ЛНА є військові ліквідатори: кадрові військовослужбовці, солдати строкової служби (на початковому етапі) та, найбільше, особи, тимчасово викликані до

лав армії із запасу. Важливість цієї категорії учасників ЛНА тим більша, що близько 95% офіційних дозових записів (ОДЗ) у Державному реєстрі України належать саме військовим ліквідаторам. Таке становище із забезпеченістю військових ліквідаторів ОДЗ є наслідком як 100% охоплення цього контингенту дозиметричним контролем, так і особливостями внесення дозиметричної інформації до ДРУ – через довідки про дозу (у випадку військовослужбовців – у вкладнику до військового білету, які були на руках у всіх військових, але у дуже небагатьох цивільних ліквідаторів).

Водночас, поруч із зразковим охопленням, дозиметрія військових ліквідаторів відрізнялася найнижчою точністю індивідуальних доз через грубість і неточність методів оцінки доз. Для військових ліквідаторів здебільшого використовувались груповий (один дозиметр на групу) та розрахунково-груповий (коли доза всім членам групи заздалегідь розраховувалась на підставі даних про дозиметричну обстановку та плановий час роботи) методи дозиметрії. Під час ретроспективного аналізу точності і зміщень дозових оцінок для військових ліквідаторів було встановлено, що в середньому попередньо оцінені цими методами дози удвічі перевищують реальні рівні опромінення, а геометричне стандартне відхилення є дуже високим і становить приблизно 2,2.

Показовим є також те, що не знайшло підтвердження розповсюджене тлумачення аномального розподілу індивідуальних доз військових ліквідаторів як свідчення фальсифікації дозиметричної інформації задля приведення звітності про рівні опромінення військовослужбовців у відповідність до діючих лімітів доз (250, 100 або 50 мЗв). Статистичними методами було доведено, що можливий внесок недостовірних (фальсифікованих) дозових записів не перевищує 10% від загальної їх кількості, а розподіли нетипових форм (збіднена ліва частина та різкий обрив при дозах вище ліміту) відповідають досить незвичайній практиці управління дозами [3], коли особи, що отримали гранично допустиму дозу, звільнялися з лав Збройних сил, а їм на заміну рекрутувалися нові резервісти.

У цілому дозиметричний контроль, що здійснювався для різних груп ліквідаторів, та система радіаційного захисту контингентів, залучених до робіт з подолання наслідків аварії на ЧАЕС, дозволили дотриматися діючих нормативів та лімітів доз опромінення. Масове переопромінення ліквідаторів було характерним лише для початкового етапу аварії і стосувалося досить обмеженої групи так званих «ранніх» ліквідаторів. У подальшому (починаючи з кінця травня 1986 р.) був забезпечений в цілому адекватний радіаційний захист багатотисячних контингентів, а випадки перевищення встановлених дозових лімітів (250 мЗв у 1986 р. та диференційовані ліміти 100 та 50 мЗв у подальші роки) були поодинокими і, як правило, відбувалися у встановлених діючими на той час НРБ-76 випадках.

### **3.1.2. Ретроспективна реконструкція та верифікація індивідуальних доз опромінення учасників ЛНА**

Недостатнє охоплення учасників ЛНА дозиметричним контролем, а також неповнота і неточність існуючих дозових записів зумовлюють гостру потребу у ретроспективній оцінці індивідуальних доз, отриманих ліквідаторами.

На сьогоднішній день найбільш точним і об'єктивним методом ретроспективної дозиметрії є ЕПР (Електронний Парамагнітний Резонанс), дозиметрія по емалі зубів. Метрологічні параметри ЕПР-дозиметричного протоколу НЦРМ (поріг чутливості – 50 мГр, похибка  $\pm 25$  мГр при малих дозах або 10% при дозах, вищих за 250 мГр) є скоріш за все найкращими серед усіх методів ретроспективної оцінки індивідуальних доз [4, 5]. Така перевага у точності і об'єктивності ЕПР-методу дозволяє використовувати його як так званий «золотий стандарт», тобто еталон, відносно якого можна перевіряти інші методи ретроспективної дозиметрії [6].

Основним фактором, що обмежує використання ЕПР дозиметрії, є недостатня доступність зразків для аналізу – зубів, видалених в учасників ЛНА. Для подолання цього обмеження в Україні була створена та ефективно функціонує система збору зубів<sup>1</sup>, які видаляються в учасників ЛНА за медичними показниками, збираються та зберігаються у Центральному банку біопроб дозиметричного призначення. Станом на кінець 2005 р. зібрано і зберігається у ньому 7544 зуба ліквідаторів. Мережа збору зубів охоплює 7 областей України (Дніпропетровська, Запорізька, Полтавська, Харківська, Черкаська, Чернігівська, Київська), у зборі зубів беруть участь 314 лікарів-стоматологів зі 167 лікувальних закладів стоматологічного профілю. На рис. 3.1.1 наведено динаміку збору зубів по Україні загалом та окремо по кожній з областей. Зниження темпу збору зубів в останні роки пов'язано із завершенням міжнародного проекту «Франко-германська ініціатива «Чорнобиль» та припинення фінансової підтримки цієї діяльності.

<sup>1</sup> Ця система не має аналогів у світі, до того ж вона функціонувала практично без жодних бюджетних витрат (за рахунок підтримки міжнародних проектів, зокрема: Франко-германської ініціативи «Чорнобиль» та Україно-американського проекту з дослідження лейкемії серед учасників ЛНА).

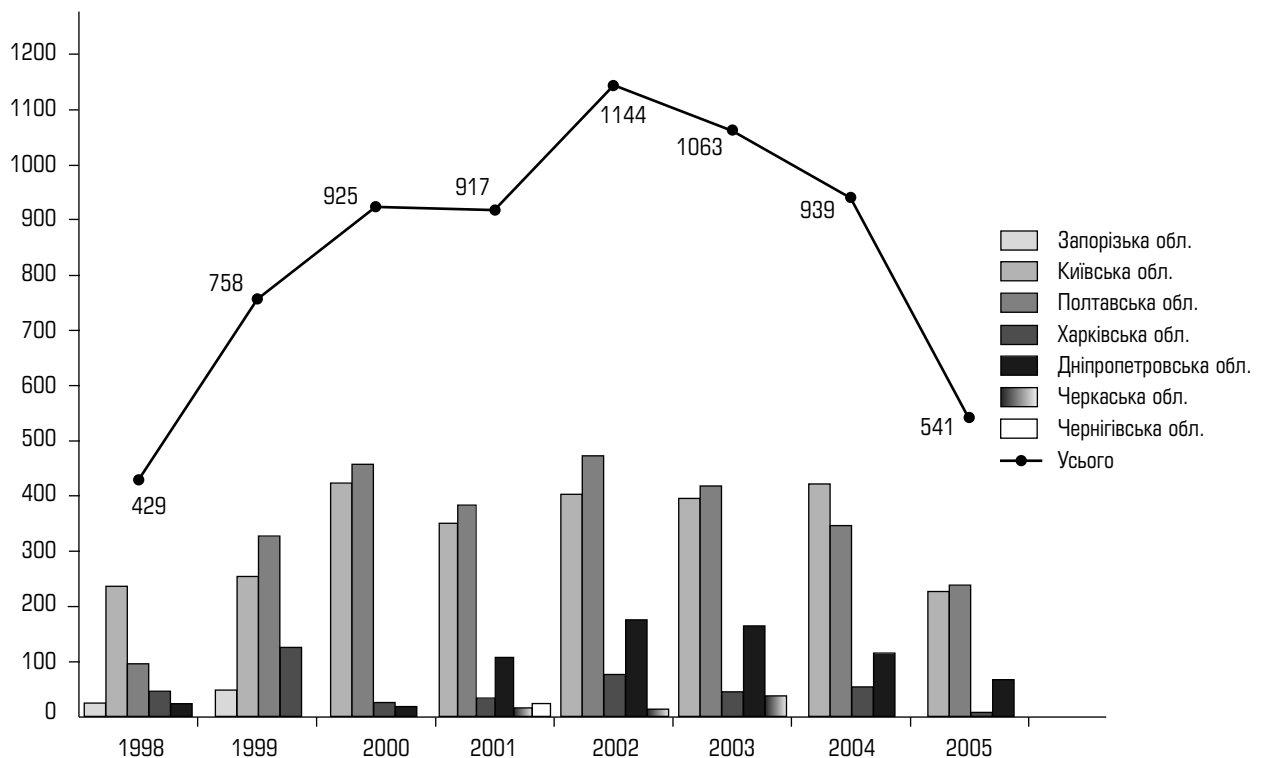


Рис. 3.1.1. Динаміка збору зубів учасників ЛНА та наповнення центрального банку біопроб дозиметричного призначення

Іншим методом індивідуальної ретроспективної дозиметрії, який було розроблено останніми роками і який успішно використовується для відновлення індивідуальних доз опромінення учасників ЛНА, є RADRUE (Realistic Analytical Dose Reconstruction and Uncertainty Analysis) – аналітично-розрахунковий метод, спільно розроблений фахівцями України (НЦРМ, ЧАЕС), Росії (Інститут біофізики), США (Національний інститут раку) та Франції (Міжнародна агенція з вивчення раку).

Визначальною рисою цього методу, який базується на опитуванні учасника ЛНА, аналізі достовірності відповідей експертом-дозиметристом та використанні розлогих баз даних про радіаційну обстановку у місцях робіт з ЛНА, є те, що він може бути універсально застосований до будь-якого ліквідатора, зокрема до померлих осіб (через опитування колег та родичів). Всього цим методом було реконструйовано дози для 1010 учасників ЛНА. Діапазон доз опромінення ліквідаторів 1986–1990 рр. склав від «близько нуля» до 3,2 Гр, а середня арифметична доза – 90 мГр (геометричне середнє – 12 мГр). Такий величезний діапазон доз відображає той факт, що когорта ліквідаторів є надзвичайно гетерогенною і включає, поруч із особами, що отримали дійсно суттєві дози опромінення у перші дні після аварії, також працівників побутового сектору або осіб, що відвідували 30-км зону під час короткотермінового відрядження. Дози опромінення окремих професійних категорій з числа учасників ЛНА дещо відрізняються (таблиця 3.1.3). Так, співробітники МВС (для яких було менше можливостей ефективно впливати на рівні опромінення) та професійні атомники (співробітники АЕС, робітники УБ-605) отримали відносно більші дози опромінення. Слід підкреслити, що остання група (професійні атомники) включає в себе також так званих «ранніх ліквідаторів», тобто осіб з персоналу ЧАЕС, які зазнали дії опромінення на початковому етапі аварії, коли ще не було налагоджено ефективної системи радіаційного захисту та дозиметричного контролю.

Цей висновок добре узгоджується із результатами незалежного аналізу офіційних дозових записів та міркуваннями якісного характеру відносно особливостей дозиметричного моніторингу військових контингентів під час ЛНА.

Динаміка доз опромінення військових ліквідаторів за роками (таблиця 3.1.3) адекватно відображає еволюцію радіаційної обстановки у 30-км зоні та поступове зниження дозових навантажень протягом 1987–1988 рр. Слід також відзначити, що в середньому дози опромінення військових ліквідаторів суттєво нижчі за офіційно зареєстровані та усталені у суспільній свідомості значення.

**Результати реконструкції індивідуальних доз методом RADRUE для окремих професійних категорій учасників ЛНА (дані Україно-американського дослідження лейкемії серед учасників ЛНА)**

| Категорія                      | Чисельність | Середня доза (мГр) | Медіанна доза (мГр) | Геометричне стандартне відхилення |
|--------------------------------|-------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Військові (загалом)            | 218         | 76                 | 54                  | 2,1                               |
| Окремо за роками участі у ЛНА: |             |                    |                     |                                   |
| 1986                           | 99          | 105                | 82                  | 1,89                              |
| 1987                           | 52          | 78                 | 46                  | 2,32                              |
| 1988                           | 44          | 29                 | 17                  | 2,41                              |
| 1989                           | 20          | 31                 | 17                  | 2,22                              |
| 1990                           | 3           | 60                 | 24                  | 2,89                              |
| Професійні атомники            | 35          | 381                | 277                 | 1,78                              |
| Співробітники МВС              | 27          | 203                | 173                 | 1,86                              |
| Відражені                      | 340         | 70                 | 48                  | 1,95                              |
| Водії                          | 213         | 64                 | 41                  | 1,99                              |

### 3.1.3. Опромінення кришталіка ока

Під час ЛНА дози дистанційного бета-опромінення практично не контролювались через обмеження наявної матеріально-технічної та методичної бази. Проте, у чорнобильській суміші радіонуклідів були рясно представлені жорсткі бета-випромінювачі ( $^{144}\text{Pu}$ ,  $^{106}\text{Rh}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ), які могли формувати суттєві дози дистанційного бета-опромінення відкритих ділянок шкіри та кришталіка ока. Масштабне дослідження [6] з реконструкції індивідуальних доз бета-опромінення кришталіка ока 8607 ліквідаторів-учасників Україно-американського окулярного чорнобильського дослідження (UACOS) було проведено спеціалістами НЦРМ спільно з Інститутом медицини праці АМН України (головним виконавцем проекту UACOS). Хоча кінцевою метою була оцінка сумарних доз на кришталік, показовим є також співвідношення між дозами гамма- та бета-опромінення (рис. 3.1.2). Було встановлено, що приблизно у 32% суб'єктів дослідження дози бета-опро-

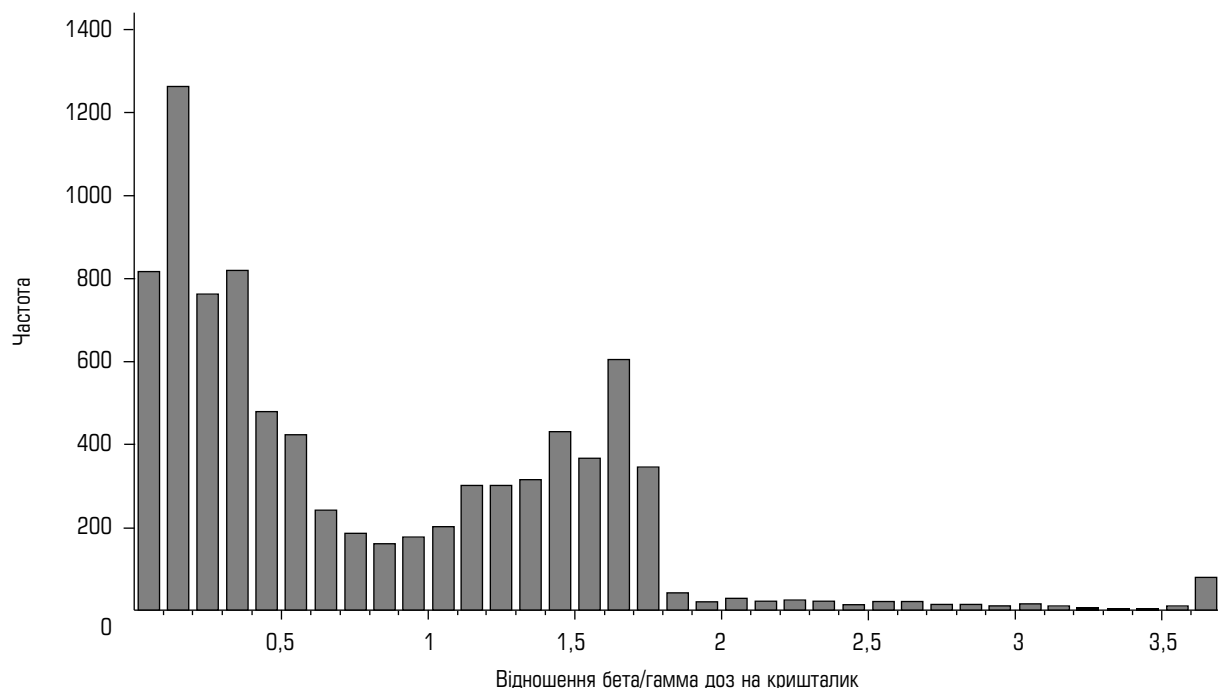


Рис. 3.1.2. Розподіл відношення дози бета-опромінення до дози гамма-опромінення для 8607 суб'єктів Україно-американського окулярного чорнобильського дослідження (UACOS)

мінення були вищі за відповідні гамма-дозы (тобто, сумарна доза опромінення кришталіка у більш ніж два рази вища за оцінку лише гамма-дозы) [6]. Водночас у близько 53% суб'єктів дозы бета-опромінення не перевищують половини відповідної дози гамма-опромінення (рис. 3.2). Найбільші дози опромінення отримали так звані «ранні ліквідатори». Дози найбільш чисельної групи суб'єктів дослідження – військових ліквідаторів добре узгоджуються із результатами реконструкції доз методом RADRUE (таблиця 3.1), військові ліквідатори 1986–1987 рр.).

### **3.2. Дози опромінення евакуйованих**

#### **3.2.1. Дози зовнішнього опромінення осіб, евакуйованих з поселень 30-км зони**

Було відновлено та проаналізовано індивідуальні ефективні дози зовнішнього опромінення представницьких груп евакуйованого населення 30-км зони: 12 632 мешканці Прип'яті та 14 084 жителі частини поселень 30-км зони. Ці евакуанти репрезентують 104 поселення 30-км зони, включаючи міста Прип'ять та Чорнобиль; 223 жителі Білоруської частини 30-км зони, які мешкали у 40 поселеннях, також були опитані та включені у загальну кількість досліджених. Великий ступінь охоплення евакуйованого населення цим імітаційно-стохастичним моделюванням (індивідуальні дози були визначені для 25% жителів м. Прип'ять та 35% населення решти поселень 30-км зони) дозволяє зробити обґрунтовані висновки про параметри опромінення, зокрема середні та колективні дози відповідних когорт, а також через 95% процентилі дозових розподілів, оцінити максимальні ймовірні дози опромінення.

Середня ефективна доза населення Прип'яті, яку було накопичено до моменту евакуації, становить 10,1 мЗв. Оцінена колективна доза зовнішнього опромінення цього контингенту складає 500 людино-Зв. Дози близько 4% евакуантів з Прип'яті (534 особи з 12 632 обстежених) перевищили рівень у 25 мЗв і лише 18 осіб (з цієї групи) отримали дози вище 50 мЗв. Максимальне значення ефективної дози серед цієї групи мешканців Прип'яті сягає 75 мЗв.

Індивідуальні дози були розраховані також для 14 084 осіб, яких було евакуйовано з населених пунктів 30-км зони. Розрахунок охоплював період від початку аварії та до моменту евакуації за межами 30-км зони. Середнє значення ефективної дози серед цієї групи (близько 35% від всього евакуйованого населення) досягло 15,9 мЗв, оцінена колективна доза зовнішнього опромінення всього населення 30-км зони (за винятком Прип'яті) дорівнює 640 людино-Зв. Серед цієї групи дози 1260 осіб (9%) перевищили 50 мЗв, для 120 (0,85%) осіб ефективні дози були вищі за 100 мЗв і лише для одної особи з числа опитаних із дозою 214 мЗв доза перевищила рівень 200 мЗв.

#### **3.2.2. Дози внутрішнього опромінення**

Консервативні оцінки компоненти внутрішнього опромінення показують, що за рахунок інгаляції (м. Прип'ять) сумарна ефективна доза опромінення евакуантів (без обліку опромінення щитовидної залози) менша або може дорівнювати компоненті зовнішнього опромінення (тобто, сумарна доза виявляється в 2 рази більшою, ніж зовнішня компонента). Там же, де евакуація була затримана на 10–15 днів (села 30-км зони), і істотну роль відіграло пероральне надходження чорнобильських радіонуклідів, внутрішнє опромінення могло перевищувати зовнішнє в 2–4 рази.

#### **3.2.3. Дози на маршруті евакуації**

Дози більшості населення Прип'яті, які було отримано під час власне евакуації, виявились в межах 11–19 мЗв, що може бути порівняне з передевакуаційним опроміненням населення. В середньому  $52 \pm 19\%$  дози евакуанти отримали саме під час евакуації, причому штатний маршрут евакуації в напрямку Поліського, який був передбачений планами з цивільної оборони, не був оптимальним – наприклад, у випадку евакуації населення Прип'яті в напрямку с. Біла Сорока (білоруський маршрут), дози у зв'язку з евакуацією дали б внесок лише на рівні 6% від загальної дози.

Таким чином, врахування дози на маршруті евакуації досить суттєво змінює загальну картину опроміненості евакуйованого населення, а вибір маршруту евакуації мав вирішальний вплив на додаткові дози опромінення евакуйованого населення.

### **3.3. Дози опромінення населення радіоактивно забруднених територій**

#### **3.3.1. Дози зовнішнього опромінення населення радіоактивно забруднених територій**

Щільність випадіння  $^{137}\text{Cs}$  чорнобильського походження, яка перевищує 37 кБк/м<sup>2</sup>, зареєстрована на приблизно 48 400 км<sup>2</sup> забруднених територій України, де переважно у сільських населених пунктах (далі – НП) проживає більш як 1,45 мільйонів жителів (рис. 3.3.1).

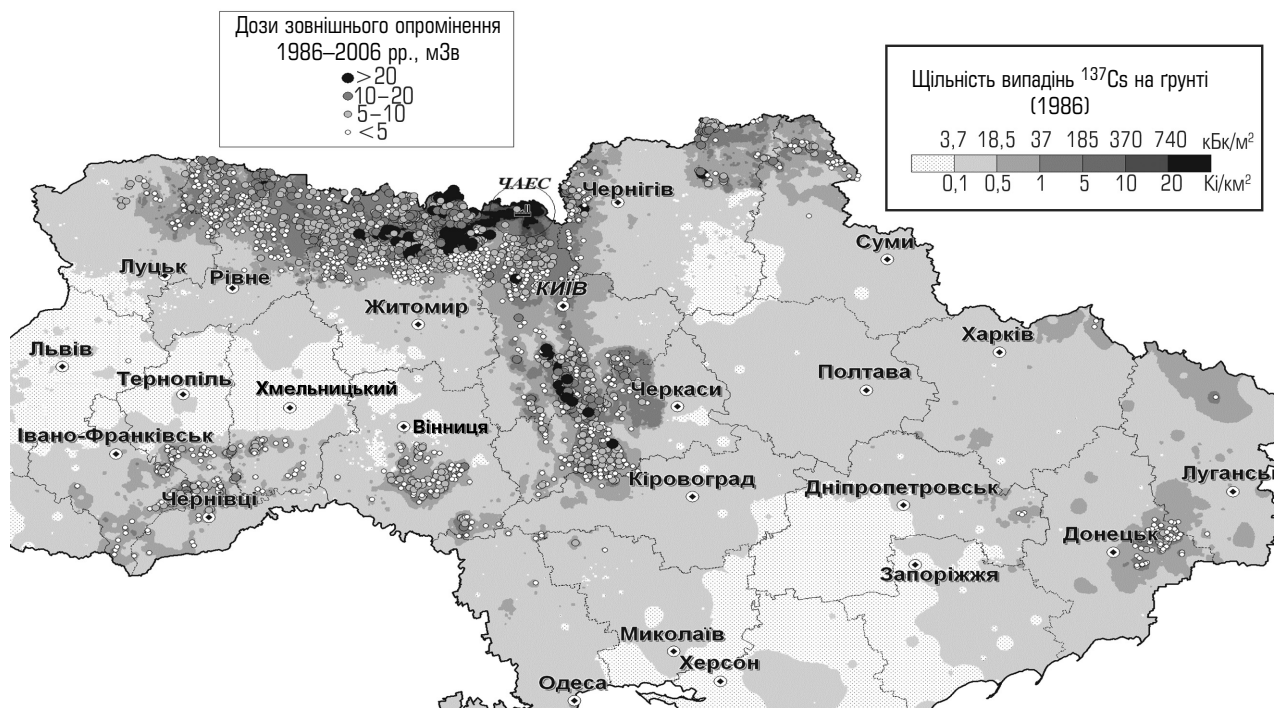


Рис. 3.3.1. Просторове розташування сільських НП з різними середніми дозами зовнішнього опромінення населення, накопиченими за 20 років (1986–2005 рр.), на територіях, де щільність випадінь  $^{137}\text{Cs}$  на ґрунті перевищує  $37 \text{ kBq/m}^2$

Середні дози зовнішнього опромінення для різних територій оцінені в інтервалі  $1,4\text{--}15 \text{ мЗв}$  для 1986 р.,  $3,8\text{--}40 \text{ мЗв}$  для перших 20 років після аварії, та  $5,2\text{--}55 \text{ мЗв}$  для 70-річного після-аварійного періоду.

Дози жителів територій з високими рівнями випадінь (що перевищують  $555 \text{ kBq/m}^2$ ) більш ніж у 50 разів перевищують середні дози жителів територій з низькими ( $< 37 \text{ kBq/m}^2$ ) випадіннями  $^{137}\text{Cs}$  на ґрунт [7–10].

#### Розподіл населення за інтервалами середніх доз зовнішнього опромінення

Середні дози зовнішнього опромінення жителів НП, де рівні випадінь  $^{137}\text{Cs}$  нижчі за  $37 \text{ kBq/m}^2$ , не перевищують  $1 \text{ мЗв}$  навіть за 70 років. У таблиці 3.3.1 наводяться дані лише для населення територій, де рівні випадінь  $^{137}\text{Cs}$  перевищують  $37 \text{ kBq/m}^2$ : близько 94% населення (більше ніж 1,36 млн мешканців) у 1986 р. і близько 54% населення (780 тис. мешканців) за період 1986–2005 рр. отримали дози зовнішнього опромінення, що не перевищують  $5 \text{ мЗв}$ . Водночас дозу, що перевищує  $10 \text{ мЗв}$  у 1986 р., отримали  $\sim 18,4$  тис. жителів, що проживають у 35 НП. Дозу, що перевищує  $10 \text{ мЗв}$  за 20 років (1986–2005 рр.), отримали  $\sim 194$  тис. жителів 344 НП. Серед цих останніх НП є такі, де доза зовнішнього опромінювання за 20 років перевищує  $50 \text{ мЗв}$ . Зовнішнє опромінення населення після 2005 р. внесе незначну добавку до тієї дози, яка вже отримана за 20 років.

Таблиця 3.3.1

Розподіл населення сільських НП та селищ міського типу України зі щільністю випадінь  $^{137}\text{Cs}$  на ґрунті понад  $37 \text{ kBq/m}^2$  за інтервалами дози зовнішнього опромінення, накопиченої за 1986 р., за 1986–2005 рр. та дози, що прогноуються за 70 років (1986–2055 рр.)

| Дозові інтервали (мЗв) | Роки              |      |              |      |                   |      |              |      |                   |      |              |      |
|------------------------|-------------------|------|--------------|------|-------------------|------|--------------|------|-------------------|------|--------------|------|
|                        | 1986              |      | 1986–2005    |      |                   |      | 1986–2055    |      |                   |      |              |      |
|                        | Кількість жителів |      | Кількість НП |      | Кількість жителів |      | Кількість НП |      | Кількість жителів |      | Кількість НП |      |
|                        | тис.*             | %    | НП           | %    | тис.*             | %    | НП           | %    | тис.*             | %    | НП           | %    |
| <1                     | 97                | 6,7  | 20           | 1,1  | –                 | –    | –            | –    | –                 | –    | –            | –    |
| 1–2                    | 770               | 53,2 | 940          | 50,3 | –                 | –    | –            | –    | –                 | –    | –            | –    |
| 2–5                    | 491               | 33,9 | 741          | 39,7 | 780               | 53,9 | 869          | 46,5 | 413               | 28,6 | 409          | 21,9 |



| Дозові інтервали<br>(мЗв) | Роки              |      |              |     |                   |      |              |      |                   |      |              |      |
|---------------------------|-------------------|------|--------------|-----|-------------------|------|--------------|------|-------------------|------|--------------|------|
|                           | 1986              |      |              |     | 1986–2005         |      |              |      | 1986–2055         |      |              |      |
|                           | Кількість жителів |      | Кількість НП |     | Кількість жителів |      | Кількість НП |      | Кількість жителів |      | Кількість НП |      |
|                           | тис.*             | %    | НП           | %   | тис.*             | %    | НП           | %    | тис.*             | %    | НП           | %    |
| 5–10                      | 71                | 4,9  | 131          | 7,0 | 471               | 32,6 | 654          | 35,0 | 665               | 46,0 | 837          | 44,8 |
| 10–20                     | 18                | 1,2  | 34           | 1,8 | 145               | 10,1 | 270          | 14,5 | 292               | 20,2 | 480          | 25,7 |
| 20–50                     | 0,36              | 0,03 | 1            | 0,1 | 49                | 3,4  | 72           | 3,9  | 71                | 4,9  | 128          | 6,9  |
| 50–100                    | –                 | –    | –            | –   | 0,6               | 0,04 | 2            | 0,11 | 5,1               | 0,35 | 13           | 0,70 |
| <b>Усього</b>             | 1446              | 100  | 1867         | 100 | 1446              | 100  | 1867         | 100  | 1446              | 100  | 1867         | 100  |

\* Округлені значення.

### Колективна доза зовнішнього опромінення сільського населення України

Базуючись на оцінках середніх доз зовнішнього опромінення для кожного НП, а також з урахуванням інформації про чисельність жителів, розрахована колективна доза зовнішнього опромінення, накопичена сільськими жителями України на ранній та середній фазах аварії (1986–2005 рр.) [7] (таблиця 3.3.2). Колективна доза зовнішнього опромінення за 1986–2005 рр. (для НП, де щільність випадінь  $^{137}\text{Cs}$  на ґрунті перевищує  $37 \text{ kBк/м}^2$ ) становить 9,2 тис. люд.·Зв. Основний внесок (~65%) у колективну дозу забезпечують особи, середня доза зовнішнього опромінення яких за 20 років перебуває в інтервалі 2–10 мЗв. Колективна доза для 49 тис. жителів сіл та селищ міського типу, у яких середні дози за 1986–2005 рр. перевищують 20 мЗв (частка цих жителів у структурі усїєї популяції становить близько 3,4%), забезпечує 14-відсотковий внесок у колективну дозу всього населення. Саме цих жителів (з 73 НП північної України) слід розглядати як критичну групу при проведенні різноманітних медичних та епідеміологічних досліджень.

Таблиця 3.3.2

### Розподіл колективної дози, накопиченої за 1986–2005 рр. жителями сільських НП та селищ міського типу, ( $\sigma_{0,j}^{CS} \geq 37 \text{ kBк/м}^2$ ) за інтервалами середніх доз зовнішнього опромінювання, накопичених за цей період

| Інтервал середньої дози (мЗв) | Колективна доза (люд.·Зв) | Кількість населення (тис.) | % від загального |           |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------|-----------|
|                               |                           |                            | Колективна доза  | Населення |
| 2–5                           | 2785                      | 780                        | 30,3             | 54        |
| 5–10                          | 3226                      | 471                        | 35,1             | 33        |
| 10–20                         | 1838                      | 145                        | 20,0             | 10        |
| 20–50                         | 1312                      | 49                         | 14,3             | 3,4       |
| 50–100                        | 37                        | 0,6                        | 0,40             | 0,04      |
| <b>Усього</b>                 | 9198                      | 1446*                      | 100              | 100       |

\* Округлені значення.

### Колективна доза зовнішнього опромінення населення міст

Колективна доза зовнішнього опромінення, накопичена за 20 років після аварії жителями міст, що розташовані на територіях, де щільність випадінь  $^{137}\text{Cs}$  на ґрунті перевищувала  $37 \text{ kBк/м}^2$ , досягає 19 тис. люд.·Зв.

### 3.3.2. Середні та колективні дози внутрішнього опромінення населення Київської, Житомирської та Рівненської областей через споживання забруднених радіоцезієм продуктів харчування

Дози внутрішнього опромінення населення трьох найбільш постраждалих областей України (Київської, Житомирської та Рівненської) зумовлені високими рівнями випадінь радіоцезію та високими коефіцієнтами переходу радіоцезію з ґрунту в рослинність.

Усього у 3793 НП сільської місцевості Житомирської, Київської та Рівненської областей проживає, відповідно, 765, 890 та 649 тисяч жителів. Більшість жителів отримали дози, що не перевищують 5 мЗв за 20 років: майже 86% населення Житомирської, більш ніж 99% населення Київської та менше 70% у Рівненській області [7, 8, 11, 12]. Дози, що перевищують 10 мЗв за 20 років, отримало приблизно 8% населення, що проживає у 236 НП трьох згаданих областей (від 0,3% у Київській до 17% у Рівненській). Для Рівненської області характерною є досить велика частка жителів, для яких доза внутрішнього опромінення за 20 років становить 5–10 (близько 16%) і навіть 10–20 мЗв (14%). Для Київської області відсоток жителів з дозою 10–20 мЗв становить лише 0,22%, а для Житомирської – 4,0%.

Колективна доза опромінення населення Київської, Житомирської та Рівненської областей, що була накопичена впродовж 1986–2005 рр. через споживання продуктів харчування, забруднених радіоцезієм аварійного походження, дорівнювала 5915 люд.·Зв [7, 12]. При цьому колективна доза внутрішнього опромінення жителів Рівненської області – 55% від колективної дози, оціненої для всіх трьох областей (при тому, що чисельність сільських жителів у цій області – лише 28% від загальної чисельності жителів трьох областей); жителі сільської місцевості Київської області забезпечили приблизно 39%, а Житомирської – 33% сумарної колективної дози внутрішнього опромінення населення трьох найбільш постраждалих областей України. 6,9% населення (158 800 мешканців у 229 НП) трьох областей з дозами 10–50 мЗв і 7,3% населення з дозами 5–10 мЗв забезпечує відповідно 48% і 20% усієї колективної дози внутрішнього опромінення; 67% населення (понад 1,5 млн жителів) з дозами, що не перевищують 1 мЗв за 20 років, обумовили менше 13% колективної дози.

### 3.3.3. Ефективні дози опромінення жителів районів загальнодозиметричної паспортизації

Оскільки в НП, які офіційно [13–15] вважаються такими, що зазнали радіоактивного забруднення, впродовж 1991–2005 рр. проводилася загальнодозиметрична паспортизація, окремо виконані оцінки доз внутрішнього, зовнішнього та сумарного опромінення за різні періоди після аварії для районів, у яких саме і знаходяться згадані НП: 73 райони 12 областей України. При оцінці середніх по районах доз опромінення, що наводяться далі, враховувалися не лише НП, в яких проводилася загальнодозиметрична паспортизація [16], а усі НП району, що розглядаються.

#### Середні ефективні дози зовнішнього та внутрішнього опромінення у 1986 р.

Традиційно внутрішнє опромінювання від радіоїоду розглядалося окремо і не включалося до загальної ефективної дози 1986 р. Це було пов'язано з існуючою в Україні ідеологією радіаційного захисту населення у післяаварійний період. Однак далі, для районів, де починаючи з 1991 р. проводилася загальнодозиметрична паспортизація, зроблені оцінки доз як з урахуванням радіоіотопів йоду, так і без цього джерела (таблиця 3.3.3).

Найбільші середні дози зовнішнього опромінення отримали жителі сільської місцевості Народицького (12 мЗв) та Поліського (10 мЗв) районів Житомирської та Київської областей. Це пов'язано з досить високими рівнями випадіння  $^{137}\text{Cs}$  на ґрунт у цих районах.

Таблиця 3.3.3

Середні ефективні дози зовнішнього та внутрішнього опромінення населення районів загальнодозиметричної паспортизації у 1986 р.

| Область, район |                   | $^{137}\text{Cs}$ у ґрунті, кБк/м <sup>2</sup> * | Кількість НП | Кількість жителів | Середні дози опромінення, мЗв |                  |                      |                                       |
|----------------|-------------------|--|--------------|-------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|---------------------------------------|
|                |                   |  |              |                   | зовнішнє                      | внутрішнє        |                      |                                       |
|                |                   |  |              |                   |                               | $^{131}\text{I}$ | $^{137}\text{Cs}$ ** | $^{131}\text{I} + ^{137}\text{Cs}$ ** |
| Вінницька      | Гайсинський       | 17   | 63           | 44 900            | 0,47                          | 0,70             | 0,32                 | 1,0                                   |
|                | Немирівський      | 22   | 90           | 46 300            | 0,50                          | 0,75             | 0,35                 | 1,1                                   |
|                | Томашпільський    | 28   | 33           | 32 000            | 0,69                          | 1,0              | 0,48                 | 1,5                                   |
|                | Тулчинський       | 43   | 51           | 45 000            | 1,5                           | 2,2              | 1,0                  | 3,2                                   |
| Волинська      | Камень-Каширський | 27   | 63           | 59 560            | 0,79                          | 1,2              | 0,54                 | 1,7                                   |
|                | Любешівський      | 19   | 45           | 41 500            | 0,51                          | 0,76             | 0,35                 | 1,1                                   |
|                | Маневицький       | 25   | 69           | 45 900            | 0,71                          | 1,1              | 0,49                 | 1,5                                   |

| Область, район |                        | $^{137}\text{Cs}$ у ґрунті, кБк/м <sup>2</sup> * | Кількість НП | Кількість жителів | Середні дози опромінення, мЗв |                  |                      |                                       |
|----------------|------------------------|--|--------------|-------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|---------------------------------------|
|                |                        |  |              |                   | зовнішнє                      | внутрішнє        |                      |                                       |
|                |                        |  |              |                   |                               | $^{131}\text{I}$ | $^{137}\text{Cs}$ ** | $^{131}\text{I} + ^{137}\text{Cs}$ ** |
| Житомирська    | Ємільчинський          | 41   | 119          | 40 070            | 1,3                           | 0,99             | 0,46                 | 1,5                                   |
|                | Коростенський          | 112  | 112          | 54 900            | 3,6                           | 0,93             | 0,43                 | 1,4                                   |
|                | Лугинський             | 179  | 47           | 21 360            | 4,8                           | 1,2              | 0,57                 | 1,8                                   |
|                | Малинський             | 52   | 104          | 28 050            | 1,4                           | 1,0              | 0,48                 | 1,5                                   |
|                | Народицький            | 395  | 79           | 20 680            | 12                            | 3,5              | 1,6                  | 5,1                                   |
|                | Нов.-Волинський        | 15   | 108          | 52 610            | 0,34                          | 0,39             | 0,18                 | 0,57                                  |
|                | Овруцький              | 147  | 152          | 67 380            | 3,8                           | 1,6              | 0,75                 | 2,4                                   |
|                | Олевський              | 94   | 55           | 39 300            | 3,0                           | 0,82             | 0,38                 | 1,2                                   |
| Київська       | Білоцерківський        | 58   | 60           | 51 500            | 1,1                           | 0,86             | 0,40                 | 1,3                                   |
|                | Богуславський          | 88   | 38           | 29 300            | 2,7                           | 1,6              | 0,73                 | 2,3                                   |
|                | Бородянський           | 64   | 42           | 24 700            | 2,2                           | 0,67             | 0,31                 | 0,98                                  |
|                | Вишгородський          | 69   | 56           | 47 400            | 1,6                           | 0,58             | 0,27                 | 0,84                                  |
|                | Іванківський           | 66   | 72           | 20 904            | 1,9                           | 0,60             | 0,28                 | 0,89                                  |
|                | Кагарлицький           | 60   | 50           | 29 280            | 1,8                           | 1,3              | 0,59                 | 1,9                                   |
|                | Києво-Святошинський    | 21   | 48           | 89 170            | 0,56                          | 0,18             | 0,08                 | 0,26                                  |
|                | Макарівський           | 27   | 66           | 35 550            | 0,77                          | 0,62             | 0,29                 | 0,90                                  |
|                | Миронівський           | 37   | 45           | 33 280            | 1,0                           | 0,86             | 0,40                 | 1,3                                   |
|                | Обухівський            | 27   | 43           | 26 700            | 0,72                          | 0,65             | 0,30                 | 0,95                                  |
|                | Поліський              | 279  | 40           | 9490              | 10                            | 3,1              | 1,4                  | 4,5                                   |
|                | Рокитнянський          | 106  | 20           | 25 550            | 3,5                           | 2,0              | 0,91                 | 2,9                                   |
|                | Таращанський           | 91   | 34           | 30 520            | 2,7                           | 1,8              | 0,82                 | 2,6                                   |
|                | Фастівський            | 20   | 46           | 33 960            | 0,59                          | 0,58             | 0,27                 | 0,9                                   |
| Рівненська     | Березнівський          | 37   | 53           | 45 810            | 1,1                           | 0,86             | 0,40                 | 1,3                                   |
|                | Володимирецький        | 61   | 66           | 53 500            | 1,8                           | 1,2              | 0,56                 | 1,8                                   |
|                | Дубровицький           | 101  | 56           | 46 500            | 3,3                           | 1,8              | 0,84                 | 2,6                                   |
|                | Зарічненський          | 67   | 49           | 29 180            | 1,9                           | 1,2              | 0,55                 | 1,7                                   |
|                | Рокитнівський          | 79   | 38           | 42 290            | 2,3                           | 1,4              | 0,63                 | 2,0                                   |
|                | Сарненський            | 53   | 62           | 56 970            | 1,6                           | 1,1              | 0,52                 | 1,7                                   |
| Черкаська      | Звенигородський        | 71   | 39           | 40 300            | 2,2                           | 3,3              | 1,5                  | 4,8                                   |
|                | Канівський             | 44   | 54           | 33 700            | 1,5                           | 2,3              | 1,1                  | 3,4                                   |
|                | Катеринопільський      | 71   | 22           | 18 300            | 1,8                           | 2,6              | 1,2                  | 3,8                                   |
|                | Корсунь-Шевченківський | 41   | 55           | 34 500            | 0,94                          | 1,4              | 0,65                 | 2,1                                   |
|                | Тальнівський           | 54   | 41           | 29 910            | 1,4                           | 2,1              | 0,97                 | 3,1                                   |
| Чернігівська   | Козелецький            | 19   | 108          | 53 190            | 0,57                          | 0,37             | 0,17                 | 0,54                                  |
|                | Корюківський           | 17   | 79           | 21 400            | 0,37                          | 0,44             | 0,20                 | 0,64                                  |
|                | Ріпкинський            | 39   | 115          | 30 100            | 1,1                           | 0,75             | 0,35                 | 1,1                                   |
|                | Семенівський           | 49   | 86           | 20 610            | 1,1                           | 0,86             | 0,40                 | 1,3                                   |
|                | Чернігівський          | 31   | 125          | 68 800            | 0,62                          | 0,85             | 0,39                 | 1,2                                   |

\* Середньозважене по району.

\*\* Тут і далі під скороченням  $^{137}\text{Cs}$  також і всі інші (окрім  $^{131}\text{I}$ ) радіонукліди чорнобильських випаднів.

Оскільки забруднення рослинності у 1986 р. було поверхневим і визначалося рівнями радіоактивних випадінь, реконструйовані ефективні дози внутрішнього опромінення населення Народицького та Поліського районів також були найвищі: з урахуванням вкладу в ефективну дозу радіоіотопів йоду ці дози (за 256 діб 1986 р.) становили, відповідно, 5,1 та 4,5 мЗв.

*Середні ефективні дози зовнішнього та внутрішнього опромінення  
у 1987–2005 рр. та деякі дозові співвідношення*

Територіальний розподіл районів загальнодозиметричної паспортизації Київської, Житомирської та Рівненської областей за інтервалами середніх доз зовнішнього та внутрішнього опромінення у 1987–2005 рр. різний: так, райони з найвищими дозами зовнішнього опромінення, що перевищують 10 мЗв, знаходяться на півночі Київської та Житомирської (Народицький район) областей, тоді як райони, де доза внутрішнього опромінення перевищує 10 мЗв, – на півночі Рівненської області.

У більшості районів Житомирської, Київської, Рівненської та Чернігівської областей (таблиця 3.3.4) відносний внесок зовнішнього та внутрішнього опромінення (включаючи опромінення від <sup>131</sup>I) у сумарну дозу 1986 р. приблизно збігаються (близькі до 50%). Однак починаючи з 1987 р., коли забруднення рослинності визначалося кореневим шляхом надходження (що суттєво залежить від типів ґрунтів), відносні вклади цих двох шляхів опромінення у різних регіонах виявились суттєво різними. У більшості районів Вінницької, Київської та Черкаської областей, та у ряді районів Житомирської області внесок дози зовнішнього опромінення у сумарну дозу 1987–1990, 1991–2000 та 2001–2005 рр. перевищував 70% і навіть 95%. Водночас в усіх трьох районах загальнодозиметричної паспортизації Волинської області та в усіх шести районах Рівненської області цей внесок не перевищував 30% і навіть 10%.

Таблиця 3.3.4

**Відносні (у відсотках) внески зовнішнього (Зов) та внутрішнього (Вн) шляхів опромінення  
у сумарну дозу опромінення за різні періоди 1986–2005 рр.**

| Область, район |                   | Роки |     |           |     |           |     |           |     |           |     |
|----------------|-------------------|------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
|                |                   | 1986 |     | 1987–1990 |     | 1991–2000 |     | 2001–2005 |     | 1986–2005 |     |
|                |                   | Зов. | Вн. | Зов.      | Вн. | Зов.      | Вн. | Зов.      | Вн. | Зов.      | Вн. |
| Вінницька      | Гайсинський       | 31   | 69  | 93        | 7,0 | 91        | 9,0 | 93        | 7,0 | 54        | 46  |
|                | Немирівський      | 31   | 69  | 94        | 6,0 | 92        | 8,0 | 94        | 6,3 | 54        | 46  |
|                | Томашпільський    | 31   | 69  | 93        | 7,0 | 91        | 9,0 | 93        | 7,4 | 54        | 46  |
|                | Тулчинський       | 31   | 69  | 96        | 4,0 | 95        | 5,0 | 96        | 4,1 | 55        | 45  |
| Волинська      | Камень-Каширський | 31   | 69  | 12        | 88  | 10        | 90  | 12        | 88  | 14        | 86  |
|                | Любешівський      | 31   | 69  | 8,0       | 92  | 6,0       | 94  | 8,0       | 92  | 10        | 90  |
|                | Маневецький       | 31   | 69  | 12        | 88  | 10        | 90  | 12        | 88  | 15        | 85  |
| Житомирська    | Ємільчинський     | 47   | 53  | 36        | 64  | 30        | 70  | 35        | 65  | 37        | 63  |
|                | Коростенський     | 72   | 28  | 85        | 15  | 81        | 19  | 85        | 15  | 79        | 21  |
|                | Лугинський        | 73   | 27  | 52        | 48  | 46        | 54  | 52        | 48  | 56        | 44  |
|                | Малинський        | 49   | 51  | 83        | 17  | 80        | 20  | 83        | 17  | 65        | 35  |
|                | Народицький       | 70   | 30  | 75        | 25  | 70        | 30  | 75        | 25  | 72        | 28  |
|                | Нов.-Волинський   | 38   | 62  | 56        | 44  | 49        | 51  | 55        | 45  | 46        | 54  |
|                | Овруцький         | 62   | 38  | 43        | 57  | 37        | 63  | 43        | 57  | 46        | 54  |
|                | Олевський         | 71   | 29  | 54        | 46  | 47        | 53  | 53        | 47  | 57        | 43  |
| Київська       | Білоцерківський   | 47   | 53  | 92        | 8,0 | 90        | 10  | 92        | 8,3 | 68        | 32  |
|                | Богуславський     | 54   | 46  | 94        | 6,0 | 93        | 7,0 | 94        | 5,9 | 73        | 27  |
|                | Бородянський      | 69   | 31  | 70        | 30  | 64        | 36  | 69        | 31  | 68        | 32  |
|                | Вишгородський     | 66   | 34  | 81        | 19  | 76        | 24  | 80        | 20  | 73        | 27  |
|                | Іванківський      | 69   | 31  | 73        | 27  | 68        | 32  | 73        | 27  | 70        | 30  |
|                | Кагарлицький      | 49   | 51  | 93        | 7,0 | 92        | 8,0 | 93        | 6,6 | 70        | 30  |

| Область, район |                     | Роки |     |           |     |           |     |           |     |           |     |
|----------------|---------------------|------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
|                |                     | 1986 |     | 1987–1990 |     | 1991–2000 |     | 2001–2005 |     | 1986–2005 |     |
|                |                     | Зов. | Вн. | Зов.      | Вн. | Зов.      | Вн. | Зов.      | Вн. | Зов.      | Вн. |
| Київська       | Києво-Святошинський | 69   | 31  | 78        | 22  | 73        | 27  | 77        | 23  | 73        | 27  |
|                | Макарівський        | 46   | 54  | 75        | 25  | 70        | 30  | 75        | 25  | 60        | 40  |
|                | Миронівський        | 45   | 55  | 78        | 22  | 73        | 27  | 77        | 23  | 60        | 40  |
|                | Обухівський         | 43   | 57  | 88        | 12  | 85        | 15  | 88        | 12  | 63        | 37  |
|                | Поліський           | 69   | 31  | 79        | 21  | 74        | 26  | 79        | 21  | 74        | 26  |
|                | Рокитнянський       | 55   | 45  | 90        | 10  | 88        | 12  | 90        | 10  | 72        | 28  |
|                | Таращанський        | 51   | 49  | 96        | 4,0 | 95        | 5,0 | 96        | 4,0 | 72        | 28  |
|                | Фастівський         | 41   | 59  | 82        | 18  | 78        | 22  | 82        | 18  | 60        | 40  |
| Рівненська     | Березнівський       | 47   | 53  | 30        | 70  | 25        | 75  | 30        | 70  | 33        | 67  |
|                | Володимирецький     | 51   | 49  | 31        | 69  | 26        | 74  | 31        | 69  | 34        | 66  |
|                | Дубровицький        | 55   | 45  | 34        | 66  | 29        | 71  | 34        | 66  | 37        | 63  |
|                | Зарічненський       | 52   | 48  | 20        | 80  | 16        | 84  | 19        | 81  | 23        | 77  |
|                | Рокитнівський       | 53   | 47  | 19        | 81  | 15        | 85  | 19        | 81  | 23        | 77  |
|                | Сарненський         | 50   | 50  | 28        | 72  | 23        | 77  | 28        | 72  | 31        | 69  |
| Черкаська      | Звенигородський     | 31   | 69  | 97        | 3,0 | 96        | 4,0 | 97        | 2,8 | 55        | 45  |
|                | Канівський          | 31   | 69  | 96        | 4,0 | 95        | 5,0 | 96        | 3,8 | 55        | 45  |
|                | Катеринопільський   | 31   | 69  | 95        | 5,0 | 94        | 6,0 | 95        | 5,0 | 54        | 46  |
|                | Корсунь-Шевченків.  | 31   | 69  | 90        | 10  | 88        | 12  | 90        | 10  | 53        | 47  |
|                | Тальнівський        | 31   | 69  | 93        | 7,0 | 92        | 8,0 | 93        | 6,8 | 54        | 46  |
| Чернігівська   | Козелецький         | 51   | 49  | 61        | 39  | 55        | 45  | 61        | 39  | 56        | 44  |
|                | Корюківський        | 36   | 64  | 45        | 55  | 39        | 61  | 45        | 55  | 40        | 60  |
|                | Ріпкинський         | 50   | 50  | 64        | 36  | 58        | 42  | 64        | 36  | 57        | 43  |
|                | Семенівський        | 46   | 54  | 62        | 38  | 56        | 44  | 61        | 39  | 54        | 46  |
|                | Чернігівський       | 33   | 67  | 62        | 38  | 56        | 44  | 61        | 39  | 46        | 54  |

Це зумовлено високими коефіцієнтами переходу  $^{137}\text{Cs}$  «грунт – рослинність». Для районів південної та центральної частини Житомирської та Київської областей характерними є чорноземи, що і зумовило невеликий внесок внутрішньої компоненти у загальну дозу опромінення. Однак, оскільки саме на цих територіях були найвищі рівні радіоактивних випадінь, це призвело до високих рівнів доз зовнішнього опромінення населення цих територій.

*Середні сумарні ефективні дози опромінення у різні періоди 1986–2005 рр.*

У таблиці 3.3.5 наведені оцінки середніх сумарних ефективних доз опромінення населення (за кількістю у кожному НП) районів загальнодозиметричної паспортизації для різних періодів впродовж часу, що минув після аварії: 1986 р., 1987–1990 рр., 1991–1993 рр., 1994–2000 рр., 2001–2005 та за 1986–2005 рр.

Найвищі середні дози сумарного (зовнішнього та внутрішнього) опромінення (таблиця 3.3.5), що перевищують 20 мЗв за 20 років, визначаються у населення Лугинського та Овруцького районів Житомирщини. Це райони, які характеризуються досить високими середніми рівнями випадінь  $^{137}\text{Cs}$  (150–180 кБк·м<sup>-2</sup>), що і зумовило суттєві дози зовнішнього опромінення. Крім того, змішаним типом ґрунтів у цих районах зумовлені відносно високі значення коефіцієнтів переходу  $^{137}\text{Cs}$  «грунт – рослинність» і, відповідно, високі дози внутрішнього опромінення. Тому і відносні внески цих двох шляхів у середню накопичену за 1986–2005 рр. дозу приблизно однакові.

Середні накопичені за 1986–2005 рр. дози сумарного опромінення, що перевищують 20 мЗв, виявлені також у селах Дубровицького, Зарічненського та Рокитнівського районів Рівненської області. Середня по району щільність випадінь  $^{137}\text{Cs}$  у НП цих районів – 70–100 кБк/м<sup>2</sup>, що обумовило відносно невисокі (менше 5 мЗв за цей період) дози зовнішнього опромінення.

**Середні сумарні ефективні дози опромінення населення районів загальнодозиметричної паспортизації у різні часові періоди після Чорнобильської аварії**

| Область, район |                        | Середні сумарні дози внутрішнього та зовнішнього опромінення, мЗв |           |           |           |           |           |
|----------------|------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                |                        | 1986  | 1987–1990 | 1991–1993 | 1994–2000 | 2001–2005 | 1986–2005 |
| Вінницька      | Гайсинський            | 1,5   | 0,41      | 0,15      | 0,22      | 0,10      | 2,4       |
|                | Немирівський           | 1,6   | 0,43      | 0,16      | 0,23      | 0,10      | 2,5       |
|                | Томашпільський         | 2,2   | 0,60      | 0,22      | 0,32      | 0,15      | 3,5       |
|                | Тульчинський           | 4,6   | 1,2       | 0,45      | 0,66      | 0,30      | 7,3       |
| Волинська      | Камень-Каширський      | 2,5   | 5,3       | 2,5       | 3,4       | 1,3       | 15,0      |
|                | Любешівський           | 1,6   | 5,0       | 2,4       | 3,3       | 1,2       | 13,6      |
|                | Маневицький            | 2,2   | 4,6       | 2,2       | 3,0       | 1,1       | 13,2      |
| Житомирська    | Ємільчинський          | 2,7   | 2,9       | 1,3       | 1,8       | 0,71      | 9,4       |
|                | Коростенський          | 4,9   | 3,4       | 1,3       | 1,9       | 0,82      | 12,3      |
|                | Лугинський             | 6,6   | 7,4       | 3,1       | 4,4       | 1,8       | 23,3      |
|                | Малинський             | 2,9   | 1,4       | 0,53      | 0,76      | 0,34      | 5,9       |
|                | Народицький            | 17  | 13        | 5,1       | 7,3       | 3,2       | 45,8      |
|                | Новоград-Волинський    | 0,91  | 0,50      | 0,21      | 0,29      | 0,12      | 2,0       |
|                | Овруцький              | 6,2   | 7,1       | 3,1       | 4,3       | 1,7       | 22,4      |
|                | Олевський              | 4,2   | 4,4       | 1,9       | 2,6       | 1,1       | 14,2      |
| Київська       | Білоцерківський        | 2,4   | 1,0       | 0,37      | 0,53      | 0,24      | 4,5       |
|                | Богуславський          | 4,9   | 2,3       | 0,84      | 1,2       | 0,55      | 9,8       |
|                | Бородянський           | 3,2   | 2,5       | 1,0       | 1,4       | 0,62      | 8,7       |
|                | Вишгородський          | 2,5   | 1,6       | 0,62      | 0,90      | 0,39      | 6,0       |
|                | Іванківський           | 2,8   | 2,1       | 0,85      | 1,2       | 0,52      | 7,6       |
|                | Кагарлицький           | 3,6   | 1,5       | 0,57      | 0,83      | 0,38      | 7,0       |
|                | Києво-Святошинський    | 0,81  | 0,58      | 0,23      | 0,33      | 0,14      | 2,1       |
|                | Макарівський           | 1,7   | 0,82      | 0,32      | 0,46      | 0,20      | 3,5       |
|                | Миронівський           | 2,3   | 1,1       | 0,42      | 0,60      | 0,26      | 4,7       |
|                | Обухівський            | 1,7   | 0,66      | 0,25      | 0,36      | 0,16      | 3,1       |
|                | Поліський              | 15  | 10        | 4,0       | 5,8       | 2,5       | 37,3      |
|                | Рокитнянський          | 6,3   | 3,1       | 1,2       | 1,7       | 0,76      | 13,1      |
|                | Таращанський           | 5,3   | 2,2       | 0,82      | 1,2       | 0,54      | 10,1      |
|                | Фастівський            | 1,4   | 0,58      | 0,22      | 0,32      | 0,14      | 2,7       |
| Рівненська     | Березнівський          | 2,4   | 2,9       | 1,3       | 1,8       | 0,72      | 9,1       |
|                | Володимирецький        | 3,6   | 4,8       | 2,1       | 3,0       | 1,2       | 14,6      |
|                | Дубровицький           | 5,9   | 7,7       | 3,4       | 4,8       | 1,9       | 23,6      |
|                | Зарічненський          | 3,6   | 7,6       | 3,5       | 4,9       | 1,9       | 21,5      |
|                | Рокитнівський          | 4,2   | 9,6       | 4,4       | 6,2       | 2,4       | 26,9      |
|                | Сарненський            | 3,3   | 4,7       | 2,1       | 3,0       | 1,2       | 14,3      |
| Черкаська      | Звенигородський        | 6,9   | 1,8       | 0,66      | 1,0       | 0,44      | 10,8      |
|                | Канівський             | 4,9   | 1,3       | 0,48      | 0,69      | 0,31      | 7,7       |
|                | Катеринопільський      | 5,6   | 1,5       | 0,55      | 0,80      | 0,36      | 8,8       |
|                | Корсунь-Шевченківський | 3,0   | 0,84      | 0,32      | 0,46      | 0,20      | 4,8       |
|                | Тальнівський           | 4,5   | 1,2       | 0,45      | 0,65      | 0,29      | 7,1       |
| Чернігівська   | Козелецький            | 1,1   | 0,76      | 0,31      | 0,44      | 0,19      | 2,8       |
|                | Корюківський           | 1,0   | 0,65      | 0,28      | 0,40      | 0,16      | 2,5       |
|                | Ріпкинський            | 2,2   | 1,4       | 0,55      | 0,79      | 0,33      | 5,2       |
|                | Семенівський           | 2,3   | 1,4       | 0,58      | 0,83      | 0,35      | 5,5       |
|                | Чернігівський          | 1,9   | 0,81      | 0,33      | 0,47      | 0,20      | 3,7       |

Основний внесок (80 і більше відсотків) у дозу опромінення жителів цих районів зробило внутрішнє опромінення через споживання радіоактивно забруднених продуктів місцевого виробництва.

*Колективні дози опромінення у різні періоди 1986–2005 рр.*

У таблиці 3.3.6 наведені оцінки колективних доз сумарного опромінення жителів районів загальнодозиметричної паспортизації у різні періоди 1986–2005 рр., а також відсоток компоненти зовнішнього опромінення у сумарну колективну дозу. Цей відсоток змінюється від району до району і становить від 7% (Любешівський район Волині) до 97% (Звенигородський район Черкась-

Таблиця 3.3.6

**Колективні дози сумарного (зовнішнього та внутрішнього) опромінення населення районів загальнодозиметричної паспортизації у різні часові періоди після Чорнобильської аварії та відсоток колективної дози, що пов'язаний з шляхом зовнішнього опромінення**

| Область, район |                     | 1986            |    | 1987–2005 |     | 1986–2005 |    |
|----------------|---------------------|-----------------|----|-----------|-----|-----------|----|
|                |                     | Колективна доза |    |           |     |           |    |
|                |                     | люд.-Зв         | %* | люд.-Зв   | %*  | люд.-Зв   | %* |
| Вінницька      | Гайсинський         | 66,96           | 31 | 39,3      | 92  | 106,2     | 54 |
|                | Немирівський        | 73,79           | 31 | 42,9      | 93  | 116,7     | 54 |
|                | Томашпільський      | 70,15           | 31 | 41,3      | 92  | 111,5     | 54 |
|                | Тульчинський        | 208,87          | 31 | 118,4     | 96  | 327,3     | 55 |
| Волинська      | Камень-Каширський   | 149,42          | 31 | 743,1     | 11  | 892,5     | 14 |
|                | Любешівський        | 67,08           | 31 | 497,8     | 7,3 | 564,9     | 10 |
|                | Маневицький         | 103,17          | 31 | 502,3     | 11  | 605,4     | 15 |
| Житомирська    | Ємільчинський       | 109,70          | 47 | 267,3     | 33  | 377,0     | 37 |
|                | Коростенський       | 269,83          | 72 | 403,6     | 83  | 673,4     | 79 |
|                | Лугинський          | 141,18          | 73 | 357,5     | 50  | 498,7     | 56 |
|                | Малинський          | 82,27           | 49 | 84,4      | 82  | 166,6     | 65 |
|                | Народицький         | 355,47          | 70 | 591,5     | 73  | 946,9     | 72 |
|                | Новоград-Волинський | 48,07           | 38 | 59,0      | 53  | 107,1     | 46 |
|                | Овруцький           | 416,61          | 62 | 1094,2    | 40  | 1510,8    | 46 |
|                | Олевський           | 163,75          | 71 | 394,5     | 51  | 558,2     | 57 |
| Київська       | Білоцерківський     | 122,23          | 47 | 109,0     | 91  | 231,3     | 68 |
|                | Богуславський       | 144,81          | 54 | 142,7     | 93  | 287,5     | 73 |
|                | Бородянський        | 78,18           | 69 | 137,9     | 67  | 216,1     | 68 |
|                | Вишгородський       | 116,18          | 66 | 166,4     | 79  | 282,6     | 73 |
|                | Іванківський        | 59,13           | 69 | 98,8      | 71  | 157,9     | 70 |
|                | Кагарлицький        | 106,71          | 49 | 97,3      | 93  | 204,0     | 70 |
|                | Києво-Святошинський | 72,63           | 69 | 113,2     | 76  | 185,9     | 73 |
|                | Макарівський        | 59,34           | 46 | 64,1      | 73  | 123,4     | 60 |
|                | Миронівський        | 76,43           | 45 | 78,4      | 76  | 154,8     | 60 |
|                | Обухівський         | 44,52           | 43 | 38,1      | 87  | 82,6      | 63 |
|                | Поліський           | 139,09          | 69 | 214,7     | 77  | 353,8     | 74 |
|                | Рокитнянський       | 162,26          | 55 | 171,8     | 89  | 334,0     | 72 |
|                | Таращанський        | 160,83          | 51 | 146,5     | 96  | 307,4     | 72 |
|                | Фастівський         | 48,85           | 41 | 43,0      | 80  | 91,9      | 60 |
| Рівненська     | Березнівський       | 108,20          | 47 | 309,4     | 28  | 417,6     | 33 |
|                | Володимирецький     | 193,05          | 51 | 590,7     | 29  | 783,7     | 34 |

| Область, район |                        | 1986            |    | 1987–2005 |    | 1986–2005 |    |
|----------------|------------------------|-----------------|----|-----------|----|-----------|----|
|                |                        | Колективна доза |    |           |    |           |    |
|                |                        | люд.-Зв         | %* | люд.-Зв   | %* | люд.-Зв   | %* |
| Рівненська     | Дубровицький           | 273,71          | 55 | 826,0     | 31 | 1099,7    | 37 |
|                | Зарічненський          | 104,87          | 52 | 521,7     | 18 | 626,6     | 23 |
|                | Рокитнівський          | 178,99          | 53 | 956,5     | 17 | 1135,5    | 23 |
|                | Сарненський            | 187,58          | 50 | 625,3     | 26 | 812,8     | 31 |
| Черкаська      | Звенигородський        | 279,70          | 31 | 156,4     | 97 | 436,1     | 55 |
|                | Канівський             | 165,32          | 31 | 93,4      | 96 | 258,7     | 55 |
|                | Катеринопільський      | 102,27          | 31 | 58,6      | 94 | 160,9     | 54 |
|                | Корсунь-Шевченківський | 103,29          | 31 | 62,7      | 89 | 166,0     | 53 |
|                | Тальнівський           | 133,17          | 31 | 77,9      | 93 | 211,1     | 54 |
| Чернігівська   | Козелецький            | 59,52           | 51 | 90,0      | 58 | 149,5     | 56 |
|                | Корюківський           | 21,63           | 36 | 32,0      | 42 | 53,6      | 40 |
|                | Ріпкинський            | 65,69           | 50 | 91,1      | 62 | 156,8     | 57 |
|                | Семенівський           | 48,20           | 46 | 65,3      | 59 | 113,5     | 54 |
|                | Чернігівський          | 128,31          | 33 | 124,7     | 59 | 253,0     | 46 |

\* Відсоток колективної дози зовнішнього опромінення.

кої області). Найбільший внесок зовнішнього опромінення (понад 90%) оцінено для районів Вінницької області та ряду районів Черкащини, найнижчий – для районів Волині (7–11%) та Рівненщини (17–30%). Найбільші колективні дози отримали сільські жителі Овруцького району Житомирської області та Дубровицького і Рокитнівського районів Рівненської області.

### 3.3.4. Середні сумарні та колективні ефективні дози опромінення всього населення України, накопичені впродовж 1986–2005 рр.

Найвищі середні ефективні дози сумарного опромінення у 1986 р. (таблиця 3.3.7), оцінені для жителів Житомирської та Київської областей, складають 2,1 мЗв. У період 1987–2005 рр. найвищі середні дози сумарного опромінення оцінені для жителів Рівненської (4,6 мЗв), Житомирської (3,9 мЗв), Київської (2,8 мЗв) та Волинської (2,9 мЗв) областей. Загалом за цей період найвищі кумулятивні дози сумарного опромінення отримали жителі Рівненської (6,2 мЗв) і Житомирської (5,9 мЗв) областей, а також жителі Волинської (3,8 мЗв), Київської (4,9 мЗв) та Черкаської (3,5 мЗв) областей.

Таблиця 3.3.7

### Середні по областях України дози сумарного (зовнішнього та внутрішнього) опромінення, накопичені за різні періоди після аварії

| Область          | Чисельність населення (тис.) | Середні дози, мЗв |           |           | Колективна доза, люд.·Зв |           |           |
|------------------|------------------------------|-------------------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
|                  |                              | Роки              |           |           | Роки                     |           |           |
|                  |                              | 1986              | 1987–2005 | 1986–2005 | 1986                     | 1987–2005 | 1986–2005 |
| Вінницька        | 1953                         | 1,1               | 1,1       | 2,2       | 2233                     | 2111      | 4345      |
| Волинська        | 1047                         | 0,88              | 2,9       | 3,8       | 920                      | 3067      | 3987      |
| Луганська        | 2832                         | 1,3               | 1,8       | 3,1       | 3650                     | 5085      | 8735      |
| Дніпропетровська | 3810                         | 0,71              | 1,3       | 2,0       | 2699                     | 4885      | 7583      |
| Донецька         | 5328                         | 1,1               | 1,7       | 2,9       | 5892                     | 9316      | 15 208    |
| Житомирська      | 1548                         | 2,1               | 3,9       | 5,9       | 3213                     | 5977      | 9189      |
| Закарпатська     | 1203                         | 0,54              | 0,75      | 1,3       | 644                      | 903       | 1548      |



| Область           | Чисельність населення (тис.) | Середні дози, мЗв |           |           | Колективна доза, люд.·Зв |               |                |
|-------------------|------------------------------|-------------------|-----------|-----------|--------------------------|---------------|----------------|
|                   |                              | Роки              |           |           | Роки                     |               |                |
|                   |                              | 1986              | 1987–2005 | 1986–2005 | 1986                     | 1987–2005     | 1986–2005      |
| Запорізька        | 2045                         | 0,57              | 1,0       | 1,6       | 1161                     | 2011          | 3172           |
| Івано-Франківська | 1375                         | 1,2               | 1,2       | 2,4       | 1594                     | 1667          | 3260           |
| Київська          | 1874                         | 2,1               | 2,8       | 4,9       | 3911                     | 5253          | 9164           |
| Кіровоградська    | 1233                         | 0,86              | 1,0       | 1,9       | 1059                     | 1283          | 2343           |
| Крим (Республіка) | 2005                         | 0,61              | 1,0       | 1,6       | 1232                     | 2017          | 3249           |
| Львівська         | 2671                         | 0,53              | 0,87      | 1,4       | 1424                     | 2336          | 3760           |
| Миколаївська      | 1301                         | 0,61              | 0,88      | 1,5       | 799                      | 1143          | 1942           |
| Одеська           | 2656                         | 0,81              | 1,0       | 1,8       | 2161                     | 2692          | 4853           |
| Полтавська        | 1732                         | 0,76              | 1,1       | 1,9       | 1324                     | 1916          | 3240           |
| Рівненська        | 1162                         | 1,6               | 4,6       | 6,2       | 1870                     | 5295          | 7165           |
| Сумська           | 1425                         | 0,93              | 1,3       | 2,2       | 1326                     | 1819          | 3145           |
| Тернопільська     | 1150                         | 0,76              | 1,0       | 1,7       | 872                      | 1103          | 1976           |
| Харківська        | 3163                         | 0,79              | 1,0       | 1,8       | 2487                     | 3205          | 5692           |
| Херсонська        | 1222                         | 0,44              | 0,71      | 1,2       | 543                      | 868           | 1411           |
| Хмельницька       | 1528                         | 0,77              | 1,0       | 1,7       | 1182                     | 1474          | 2656           |
| Черкаська         | 1522                         | 1,8               | 1,7       | 3,5       | 2781                     | 2593          | 5374           |
| Чернівецька       | 914                          | 1,5               | 1,3       | 2,9       | 1410                     | 1229          | 2639           |
| Чернігівська      | 1427                         | 0,95              | 1,4       | 2,3       | 1352                     | 1959          | 3311           |
| м. Київ           | 2469                         | 1,1               | 1,6       | 2,7       | 2793                     | 3941          | 6734           |
| м. Севастополь    | 381                          | 0,90              | 1,1       | 2,0       | 342                      | 422           | 764            |
| <b>Усього</b>     | <b>50 976</b>                | <b>–</b>          | <b>–</b>  | <b>–</b>  | <b>50 873</b>            | <b>75 572</b> | <b>126 444</b> |

Найбільші колективні дози за 1986–2005 рр. отримали жителі Донецької області (більш ніж 15 тис. люд.·Зв), що зумовлено не стільки радіаційним фактором, скільки найбільшою серед усіх областей чисельністю населення. В той же час середня індивідуальна сумарна доза жителів цієї області становить 2,9 мЗв.

### 3.3.5. Поглинуті дози опромінення щитоподібної залози населення України від радіоїоду аварійного походження

У результаті аварійного викиду на Чорнобильській АЕС практично на усій території України пройшли випадіння радіоїоду, що стали джерелом внутрішнього опромінення щитовидної залози (через споживання радіоактивно забруднених продуктів харчування та інгаляційного надходження) практично всього населення України.

Рівні випадінь  $^{131}\text{I}$  на території України були вкрай нерівномірними, а середньообласні їх значення варіюють від 0,01 МБк/м<sup>2</sup> (Івано-Франківська область) до 2,02 МБк/м<sup>2</sup> (Київська область) [17, 18]. При цьому найбільш забрудненими (0,16–2,02 МБк/м<sup>2</sup>) виявилися північні області: Київська, Житомирська, Рівненська, Чернігівська, Черкаська та Волинська (карта-схема на рис. 3.3.2).

У травні – червні 1986 р. було виконано понад 150 000 прямих вимірювань активності радіоїоду у щитоподібній залозі населення (переважно у дітей і підлітків) [19–21], що проживали на найбільш постраждалих територіях Київської, Житомирської та Чернігівської областей.

На основі аналізу та узагальнення результатів цих вимірювань, а також із застосуванням екологічних моделей міграції радіоїоду у довкіллі були реконструйовані поглинуті дози опромінення щитоподібної залози мешканців усіх населених пунктів України [22–24]. У межах кожного населеного пункту оцінювалося 38 гендерно-вікових доз: для кожної вікової групи в інтервалі 0–18 років та для обох статей.

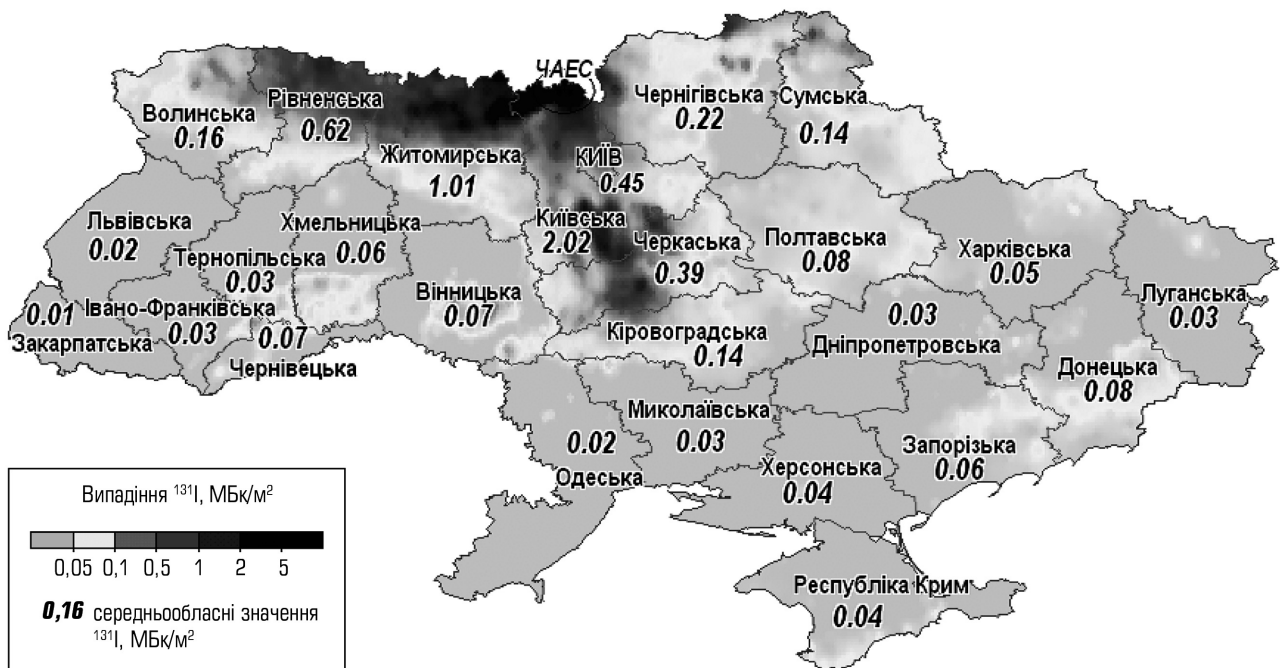


Рис. 3.3.2. Територіальний розподіл кумулятивних випадів  $^{131}\text{I}$  по території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС [17, 18]

*Середньогрупові поглинуті дози опромінення щитоподібної залози мешканців північних районів Київської, Житомирської та Чернігівської областей*

До найбільш постраждалих від радіаційної аварії територій України належать 13 районів півночі Київської, Житомирської та Чернігівської областей. При цьому максимального впливу (як з точки зору доз опромінення, так і можливих радіологічних наслідків [25, 26]) зазнали діти та підлітки на момент аварії (таблиця 3.3.8).

Таблиця 3.3.8

**Середні по районах Київської, Житомирської та Чернігівської областей поглинуті дози опромінення щитоподібної залози від радіоюду (мГр) дитячого та підліткового населення північних районів України**

| Область      | Район               | Кількість НП | Кількість населення 0–18 років (1986) | Середня по районах поглинута доза опромінення щитоподібної залози, мГр |             |              |
|--------------|---------------------|--------------|---------------------------------------|--|-------------|--------------|
|              |                     |              |                                       | середня по району  | мінімальна* | максимальна* |
| Житомирська  | Коростенський       | 113          | 33 600                                | 221  | 37          | 1470         |
|              | Лугинський          | 49           | 7500                                  | 318  | 79          | 1138         |
|              | Народицький         | 76           | 7000                                  | 1559   | 119         | 6879         |
|              | Овруцький           | 154          | 22 700                                | 533  | 82          | 2166         |
|              | Олевський           | 60           | 19 000                                | 213  | 44          | 1259         |
| Київська     | Іванківський        | 67           | 7100                                  | 199  | 55          | 632          |
|              | Бородянський        | 45           | 15 600                                | 161  | 52          | 797          |
|              | Вишгородський       | 58           | 18 400                                | 263  | 69          | 757          |
|              | Киево-Святошинський | 51           | 45 200                                | 51   | 22          | 128          |
|              | Макарівський        | 63           | 10 400                                | 205  | 85          | 716          |
|              | Поліський           | 61           | 8100                                  | 778  | 16          | 7269         |
| Чернігівська | Козелецький         | 107          | 16 100                                | 130  | 26          | 605          |
|              | Ріпкинський         | 112          | 9900                                  | 236  | 34          | 1471         |
|              | Чернігівський       | 125          | 18 200                                | 427  | 43          | 6528         |

\* У межах НП району.

Аналіз отриманих оцінок доз показав, що у Житомирській області найвищі поглинуті дози опромінення щитоподібної залози (5000–7000 мГр) дістали діти та підлітки чотирьох сіл Народицького району: Ноздрище, Нове Шарно, Христинівка та Малі Міньки. У Київській області найвищі поглинуті дози опромінення щитоподібної залози (2000–4000 мГр) дістали діти та підлітки п'яти населених пунктів Поліського району: Варовичі, Ковшилівка, Кливини, Володимирівське та Денисовичі, а також с. Городчан Чорнобильського району (тепер Іванківського). У дітей та підлітків с. Весняне Поліського району середня доза опромінення щитоподібної залози склала ~7300 мГр. У Чернігівській області найвищі дози опромінення щитоподібної залози (1500–7000 мГр) у дітей та підлітків шести населених пунктів Чернігівського району: для мешканців сіл Москалі, Мньов та Скупарі ці дози лежать в інтервалі 1500–2000 мГр, для с. Центральне дорівнюють 3200 мГр, а для с. Локотьків – навіть 6500 мГр. Середня для дітей та підлітків поглинута доза опромінення щитоподібної залози для міст Київ, Житомир та Чернігів склала: 53, 40 та 128 мГр, відповідно.

*Середні дози опромінення щитоподібної залози дітей та підлітків різних областей України*

Для усіх областей України, м. Києва та АР Крим виконані оцінки середніх по області доз опромінення щитоподібної залози дітей та підлітків окремо для кожної з 38 гендерно-вікових груп (визначених за чисельністю жителів гендерно-вікової групи в окремому НП) (таблиця 3.3.9). Виявилось, що середні поглинуті дози опромінення щитоподібної залози в різних областях України лежать в інтервалі від 3 мГр (Закарпатська) до 94 мГр (Житомирська). Найбільші середні по області дози різних вікових груп оцінені для Житомирської (29–169 мГр), Київської (28–170 мГр), Чернігівської (20–121 мГр), Рівненської (23–149 мГр) та Черкаської (18–117 мГр) областей.

Базуючись на агрегованих на рівні області дозах опромінення щитоподібної залози дітей та підлітків, всю територію України можна умовно поділити на три дозові зони (рис. 3.3.3):

*Таблиця 3.3.9*

**Середні по областях України гендерно-вікові дози опромінення щитоподібної залози (мГр), М – хлопчики, F – дівчатка**

| Область           | Вік у 1986 році |    |       |     |         |     |          |    |          |    |          |    |
|-------------------|-----------------|----|-------|-----|---------|-----|----------|----|----------|----|----------|----|
|                   | 1–18 років      |    | 1 рік |     | 5 років |     | 10 років |    | 14 років |    | 18 років |    |
|                   | F               | M  | F     | M   | F       | M   | F        | M  | F        | M  | F        | M  |
| АР Крим           | 13              | 16 | 29    | 33  | 18      | 22  | 9        | 12 | 7        | 10 | 5        | 7  |
| Вінницька         | 13              | 16 | 29    | 32  | 18      | 21  | 9        | 12 | 7        | 11 | 5        | 7  |
| Волинська         | 32              | 39 | 70    | 76  | 44      | 50  | 22       | 31 | 19       | 29 | 12       | 18 |
| Дніпропетровська  | 5               | 6  | 12    | 13  | 7       | 9   | 3        | 4  | 3        | 4  | 2        | 3  |
| Донецька          | 8               | 10 | 20    | 21  | 13      | 14  | 6        | 7  | 4        | 6  | 3        | 4  |
| Житомирська       | 80              | 94 | 169   | 170 | 109     | 122 | 57       | 74 | 46       | 66 | 29       | 47 |
| Закарпатська      | 3               | 4  | 6     | 7   | 4       | 5   | 2        | 3  | 2        | 3  | 1        | 2  |
| Запорізька        | 10              | 12 | 23    | 26  | 14      | 17  | 7        | 9  | 5        | 7  | 4        | 5  |
| Івано-Франківська | 7               | 8  | 15    | 16  | 9       | 10  | 5        | 6  | 4        | 6  | 2        | 4  |
| Київська          | 76              | 85 | 170   | 162 | 103     | 110 | 53       | 65 | 42       | 59 | 28       | 38 |
| Кіровоградська    | 31              | 38 | 73    | 77  | 45      | 52  | 21       | 29 | 17       | 26 | 11       | 16 |
| Луганська         | 4               | 5  | 10    | 9   | 6       | 6   | 3        | 3  | 2        | 3  | 1        | 2  |
| Львівська         | 5               | 6  | 12    | 13  | 7       | 9   | 4        | 5  | 3        | 4  | 2        | 3  |
| Миколаївська      | 8               | 9  | 17    | 19  | 11      | 13  | 5        | 7  | 4        | 6  | 3        | 4  |
| Одеська           | 6               | 6  | 13    | 14  | 8       | 9   | 4        | 5  | 3        | 4  | 2        | 3  |
| Полтавська        | 19              | 23 | 45    | 48  | 27      | 32  | 13       | 17 | 11       | 16 | 7        | 11 |
| Рівненська        | 64              | 77 | 143   | 149 | 89      | 98  | 43       | 59 | 38       | 55 | 23       | 35 |
| Сумська           | 25              | 31 | 59    | 62  | 37      | 42  | 18       | 24 | 14       | 22 | 9        | 13 |
| Тернопільська     | 6               | 8  | 15    | 16  | 9       | 10  | 4        | 6  | 3        | 5  | 2        | 4  |

| Область        | Вік у 1986 році |    |       |     |         |    |          |    |          |    |          |    |
|----------------|-----------------|----|-------|-----|---------|----|----------|----|----------|----|----------|----|
|                | 1–18 років      |    | 1 рік |     | 5 років |    | 10 років |    | 14 років |    | 18 років |    |
|                | F               | M  | F     | M   | F       | M  | F        | M  | F        | M  | F        | M  |
| Харківська     | 9               | 10 | 22    | 22  | 13      | 15 | 6        | 7  | 5        | 7  | 3        | 4  |
| Херсонська     | 12              | 16 | 27    | 32  | 17      | 21 | 8        | 12 | 6        | 11 | 4        | 7  |
| Хмельницька    | 14              | 18 | 31    | 35  | 19      | 24 | 10       | 14 | 8        | 13 | 5        | 8  |
| Черкаська      | 49              | 61 | 112   | 117 | 70      | 79 | 34       | 48 | 26       | 44 | 18       | 28 |
| Чернівецька    | 14              | 16 | 32    | 33  | 20      | 21 | 9        | 12 | 8        | 11 | 5        | 7  |
| Чернігівська   | 54              | 62 | 120   | 121 | 74      | 82 | 37       | 45 | 32       | 39 | 20       | 28 |
| м. Київ        | 32              | 32 | 77    | 68  | 47      | 48 | 21       | 21 | 17       | 20 | 12       | 12 |
| м. Севастополь | 20              | 19 | 49    | 43  | 30      | 31 | 13       | 14 | 11       | 13 | 8        | 8  |

(1) Зона *високих* доз опромінювання щитовидної залози (понад 35 мГр), що включає п'ять північних областей: Київську, Житомирську, Чернігівську, Рівненську і Черкаську.

(2) Зона відносно *помірних* доз опромінення щитоподібної залози (14–34 мГр), до якої увійшли шість областей: Сумська, Полтавська, Кіровоградська, Вінницька, Хмельницька і Волинська, а також Херсонська область і Автономна Республіка Крим.

(3) Зона відносно *низьких* доз опромінювання щитоподібної залози (менше 14 мГр), до якої можна віднести решту 12 областей України.



Рис. 3.3.3. Середні по областях України поглинуті дози опромінення щитоподібної залози дітей та підлітків (вік на момент аварії)

### 3.4. Опромінення населення забруднених територій джерелами неаварійного походження

На сьогоднішній день фаза аварії на ЧАЕС, за міжнародними критеріями, віднесена до заключної відновлювальної стадії аварії – ситуації пролонгованого опромінення [25]. На цій стадії аварійні дози опромінення незначні і зменшити їх розумної ціною у більшості випадків неможливо. Тому сучасною системою протирадіаційного захисту передбачено зменшення додаткових доз опромінення населення за рахунок інших керованих джерел пролонгованої дії неаварійного походження із застосуванням процедур оптимізації контрзаходів.

До керованих «неаварійних» джерел належать техногенно-підсилені джерела природного походження (ТПДПП): радон у повітрі приміщень, природні радіонукліди в будівельних матеріалах та питній воді.

На рис. 3.4.1 наведені середньозважені сумарні, існуючі на даний момент дози опромінення населення забруднених територій.

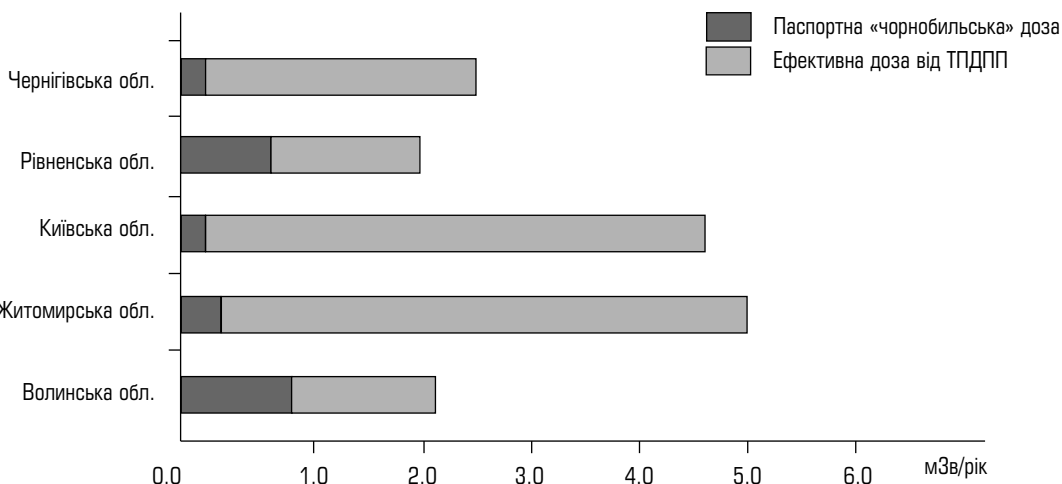


Рис. 3.4.1. Існуючі на даний час ефективні дози опромінення населення джерелами «неаварійного» походження територій окремих областей, віднесених до категорії постраждалих від аварії на ЧАЕС

Для більшості територій забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС додаткові «аварійні» дози опромінення в структурі керованої компоненти існуючих на даний час сумарних доз становлять 5–10% (за винятком окремих регіонів Рівненської області).

Структура та процентний внесок кожного джерела в існуючу сумарну дозу опромінення населення забруднених територій Рівненської та Київської областей наведено на рис. 3.4.2.

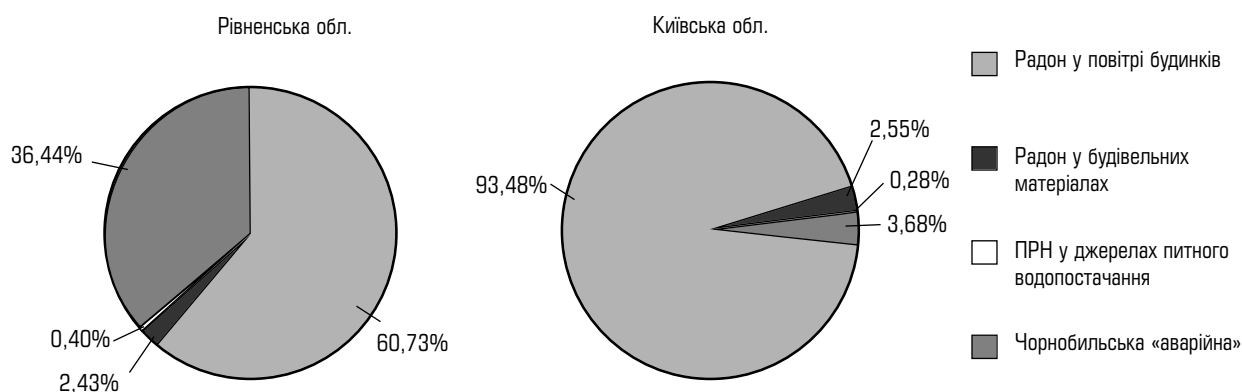


Рис. 3.4.2. Структура і процентний внесок окремих джерел опромінювання в сумарні існуючі ефективні дози опромінення населення

## 4. СОЦІАЛЬНА ПОЛІТИКА ЩОДО ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

### 4.1. Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи з позицій 20-річного періоду

Сьогодні соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи (ЧК) доцільно розглядати в контексті процесів двадцятирічних перетворень в українському суспільстві, які суттєво відобразилися на соціальному самопочутті і ставленні різних категорій постраждалих, що приводить до перегляду соціальних ризиків для різних категорій потерпілих та віднайдення нових моделей шансів активної життєдіяльності, а значить, відродження життя постраждалих громад. Перегляду підлягають особливості та обсяги соціальних наслідків – безпосередніх і віддалених, прямих і опосередкованих, оскільки стан спільноти та довкілля динамічно змінюється.

Загальна динамічна оцінка соціальних наслідків можлива лише на основі комплексного поєднання різних джерел інформації: державної та адміністративної статистики; результатів науково-практичних обстежень; соціологічних опитувань; експертних оцінок тощо. Така концепція реалізована Інститутом соціології Національної академії наук України, який з 1992 р. і понині проводить систематизовані дослідження, узагальнені під назвою «Соціально-психологічний моніторинг наслідків Чорнобильської катастрофи», результати яких відображені у тринадцяти виданнях циклу наукових праць [1–13] і враховуються при прийнятті відповідних управлінських рішень.

Замовником цих робіт виступає Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від Чорнобильської катастрофи. Діапазон соціальних наслідків аварії на ЧАЕС є надзвичайно широким (див. схему 4.1), кожна складова потребує уваги й відповідного реагування держави і суспільства. Соціальний моніторинг показав, що є помилковим зводити політику подолання соціальних наслідків ЧК до соціальної допомоги, оскільки це призводить до соціального виключення зі сфери активного життя величезних мас постраждалих, а в деяких випадках – до соціальної деградації. А відтак – через 20 років після ЧК завдання відродження та розвитку окремих груп та громад потерпілих продовжує ускладнюватись, перетворюючи ефек-



Схема 4.1. Структура соціальних наслідків Чорнобильської катастрофи за результатами соціально-психологічного моніторингу Інституту соціології НАН України (1992–2005 рр.)

тивність постчорнобильської соціальної політики на серйозну проблему для України, надто ж – для населення регіонів, потерпілих від катастрофи [14].

При цьому під соціальною політикою розуміється система заходів, спрямованих на здійснення соціальних програм, підтримання добробуту, рівня життя населення, забезпечення зайнятості, підтримки галузей соціальної сфери, попередження соціальних конфліктів [15]. Національна політика в галузі комплексного захисту постраждалих від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС базується на таких основних принципах:

- пріоритету життя та здоров'я потерпілих від Чорнобильської катастрофи, повної відповідальності держави за створення безпечних і нешкідливих умов життя та праці;
- комплексного розв'язання завдань охорони здоров'я, соціальної політики і використання забруднених територій на основі національних програм;
- соціального захисту та повного відшкодування завданої шкоди постраждалим;
- використання економічних методів поліпшення життя шляхом проведення політики пільгового оподаткування громадян, які постраждали від Чорнобильської катастрофи, та їхніх об'єднань;
- здійснення заходів щодо професійної переорієнтації та підвищення кваліфікації постраждалого населення;
- співробітництва і проведення консультацій між державними органами і постраждалими (їхніми представниками, усіма соціальними групами) під час прийняття рішень з соціального захисту на місцевому та державному рівнях;
- міжнародного співробітництва стосовно охорони здоров'я, соціального і протирадіаційного захисту, охорони праці, використання світового досвіду організації роботи з цих питань [16].

До 1990 року не існувало достатньо повного правового та законодавчого поля з питань соціального захисту та визначення статусу громадян, які постраждали внаслідок ЧК. Діяли постанови ЦК КПРС, Ради Міністрів СРСР, накази галузевих міністерств і відомств. Більшість із зазначених документів мали грифи таємності, що звужувало межі їх використання. Нині основи законодавчого забезпечення соціального захисту постраждалого населення закладено у Законі України від 28 лютого 1991 р. № 796-ХІІ «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи», яким визначено основні положення щодо реалізації конституційного права громадян, що постраждали внаслідок ЧК, на охорону їхнього життя та здоров'я; створено єдиний порядок визначення статусу постраждалих осіб. На базі даного Закону розроблені та введені в дію відповідні підзаконні акти. У 1991–2004 рр. Верховна Рада України внесла низку змін до цього Закону, уточнивши норми законодавства, розширивши соціальні гарантії постраждалим, ввівши новий порядок визначення категорій постраждалих, значно розширивши коло пільг та компенсацій потерпілим дітям, інвалідність яких пов'язана з ЧК. На Міністерство з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи покладено функцію координації дій щодо подолання соціальних наслідків.

Відразу по аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 р. в Україні була запроваджена компенсаційна політика, яка стосувалася всіх категорій постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи. Компенсації проводилися у формі виплат та безкоштовного і позачергового допуску до різного роду послуг, що призвело до вагомого зростання обсягу видатків у національних бюджетах. Після отримання країною незалежності політичні інститути, що перебували на стадії зародження, від імені своїх виборців енергійно взялися за вирішення наявних проблем, породжених ЧК, внаслідок чого парламент неодноразово давав згоду на відшкодування затрат без належної оцінки ресурсних можливостей. А відтак, взяті зобов'язання так і не були повністю виконані, а «чорнобильські виплати» лягли важким тягарем на національний бюджет [17].

З роками «чорнобильська» проблема все більше трансформувалася з технічної у переважно соціальну: нині близько 90% передбачених Держбюджетом коштів на фінансування чорнобильських програм мають соціальне спрямування. Саме тому, з січня 2004 р. значна частина повноважень і більшість програм соціального захисту громадян, які постраждали внаслідок ЧК, передані за рішенням уряду від МНС до Міністерства праці та соціальної політики – центрального органу виконавчої влади, відповідального за проведення соціальної політики у державі.

Указом Президента України від 5.03.2004 р. № 283 визначено розроблення і координацію програм реалізації державної політики у сфері соціального захисту населення, у тому числі громадян, які постраждали внаслідок ЧК, одним з основних завдань Мінпраці. Це дозволяє забезпечити комплексне вирішення питань соціального захисту громадян, які постраждали внаслідок ЧК, створити діючу управлінську вертикаль на загальнодержавному рівні з урахуванням спроможності їх виконувати вже існуючими регіональними органами праці та соціального захисту

населення, дозволить комплексно вирішувати «чорнобильські проблеми», визначати пріоритетність видатків, контролювати цільове використання бюджетних коштів.

#### 4.2. Система соціального захисту та обслуговування постраждалого населення

Відповідно до Закону України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи», під особливий державний соціальний захист взяті безпосередні учасники ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, найбільш уразливі верстви населення – діти та інваліди, мешканці населених пунктів, що розташовані на територіях з підвищеними рівнями радіоактивного забруднення.

На 1 січня 2006 р. в Україні 2 594 071 особа мала статус постраждалих внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС (таблиця 4.2.1). При скороченні загальної кількості постраждалих на 19% за період 1997–2006 рр. виявилися, цілком природно, дві характерні особливості. Стрімко, майже у, 1,8 раза зріс контингент категорії 1 – «інвалідів Чорнобиля». Не так суттєво, на 3% зросла кількість постраждалих категорії Г – тих, які працювали за межами Зони відчуження. А найшвидше скоротилася (на 24%) чисельність категорії 2А – учасників ліквідації наслідків аварії у 1986–1987 рр. Це свідчить про те, що саме перша хвиля «ліквідаторів», чоловіків у молодому віці, зазнала найсильнішого удару по здоров'ю.

Таблиця 4.2.1

##### Динаміка загальної чисельності громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи за категоріями (на 1 січня 1997–2006 рр.)

| Категорії постраждалих  |                                     | Кількість постраждалих осіб за роками |                  |                  |                  |                 |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
|   |                                     | 1997                                  | 2000             | 2005             | 2006             | 2006 до 1997, % |
| Категорія 1: Інваліди, інвалідність яких пов'язана з Чорнобильською катастрофою |                                     | 59 582                                | 86 775           | 105 251          | 106 824          | 179             |
| Категорія 2   |                                     | 339 666                               | 307 982          | 276 072          | 268 815          | 79              |
| у тому числі:   | 2А – (учасники ЛНА у 1986–1987 рр.) | 252 939                               | 227 135          | 197 817          | 191 167          | 76              |
|   | 2Б потерпілі                        | 86 727                                | 80 847           | 78 255           | 77 648           | 90              |
| Категорія 3   |                                     | 558 637                               | 549 649          | 537 504          | 533 144          | 95              |
| у тому числі:   | 3А – (учасники ЛНА у 1987–1990 рр.) | 69 620                                | 62 729           | 55 391           | 52 346           | 75              |
|   | 3Б – потерпілі                      | 489 017                               | 486 920          | 482 113          | 480 798          | 98              |
| Категорія 4   |                                     | 1 169 804                             | 1 150 273        | 1 081 469        | 1 065 022        | 91              |
| Категорія Г: особи, які працювали за межами Зони відчуження                     |                                     | 2530                                  | 2862             | 2780             | 2606             | 103             |
| Потерпілі діти (у тому числі від опромінення щитоподібної залози, 1986 р.)      |                                     | 1 083 107                             | 1 264 329        | 643 030          | 617 660          | 57              |
| <b>Усього</b>   |                                     | <b>3 213 326</b>                      | <b>3 361 870</b> | <b>2 646 106</b> | <b>2 594 071</b> | <b>81</b>       |

Джерело: Дані Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, 2006 р.

Статус постраждалих постійно переглядає Комісія із спірних питань визначення статусу осіб, які брали участь у ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС [16].

Інформація про постраждалих збирається у відповідному Банку даних при МНС, завданням якого є забезпечення центральних і місцевих органів виконавчої влади достовірною інформацією. Нині в Україні налічується 19 109 сімей, які отримують пільги внаслідок втрати годувальника, смерть якого пов'язана з Чорнобильською катастрофою [19]. Такі сім'ї є в усіх регіонах країни (таблиця 4.2.2).

Кількість сімей, які розпалися чи не склалися внаслідок переселення, вахтової специфіки роботи на АЕС, стану здоров'я ліквідаторів, допоміжного персоналу, переселених тощо, на жаль, не відстежується. Зате чітко окреслилася тенденція зростання кількості тих, хто не планує створювати сім'ю, а також зафіксовані зміни в ієрархії причин, за яких молоді люди не бачать себе у статусі одружених, і «чорнобильський» фактор відіграє вирішальну негативну роль. Втім, всі категорії потерпілих вважають сім'ю головним інститутом виживання.

Впродовж кількох останніх років Україна проводить радикальне реформування системи соціального захисту населення. Сьогодні на порядку денному пошук оптимальних шляхів надання



**Кількість сімей, які отримують пілги внаслідок втрати годувальника, смерть якого пов'язана з Чорнобильською катастрофою (на 1 січня 2006 року) [6]**

| Регіони, області  | Кількість сімей | Регіони, області        | Кількість сімей |
|-------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| АР Крим           | 155             | Одеська                 | 167             |
| Вінницька         | 332             | Полтавська              | 440             |
| Волинська         | 1057            | Рівненська              | 1734            |
| Дніпропетровська  | 743             | Сумська                 | 247             |
| Донецька          | 915             | Тернопільська           | 203             |
| Житомирська       | 2058            | Харківська              | 596             |
| Закарпатська      | 114             | Херсонська              | 72              |
| Запорізька        | 139             | Хмельницька             | 186             |
| Івано-Франківська | 118             | Черкаська               | 929             |
| Київська          | 4776            | Чернівецька             | 90              |
| Кіровоградська    | 227             | Чернігівська            | 740             |
| Львівська         | 306             | м. Київ                 | 2544            |
| Луганська         | 136             | м. Севастополь          | 9               |
| Миколаївська      | 76              | <b>Разом по Україні</b> | <b>19 109</b>   |

*Джерело:* Дані Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, 2006 р.

соціальної допомоги та послуг на місцевому рівні. На виконання постанови Кабінету Міністрів України від 17.08.2002 р. № 1146 «Про вдосконалення механізму надання соціальної допомоги» Мінпраці створюються умови для поглиблення адресності соціальної допомоги та спрощення механізму її надання. З прийняттям Указу Президента України від 10.10.2005 р. № 430 до компетенції Міністерства праці та соціальної політики віднесено питання організації та координації робіт, пов'язаних із визначенням статусу осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, забезпечення здійснення заходів щодо санаторно-курортного лікування і оздоровлення цих осіб.

У 2005 р. за ініціативою Міністерства прийнято постанови Кабінету Міністрів України від 12.07.2005 р. № 562, якою збільшено у 4–5 разів розміри щорічних грошових допомог на оздоров-

Таблиця 4.2.3

**Переселення із зони безумовного (обов'язкового) відселення (сімей)**

|   | Всього | У тому числі по областях |          |            |              |
|---|--------|--------------------------|----------|------------|--------------|
|   |        | Житомирська              | Київська | Рівненська | Чернігівська |
| Планувалося відселити                                     | 18 147 | 8480                     | 8721     | 721        | 228          |
| Переселено у 1990–2005 рр.                                | 14 893 | 5961                     | 8382     | 344        | 206          |
| У тому числі (за роками):                                 |        |                          |          |            |              |
| 2001  | 45     | 40                       | 5        |            |              |
| 2002  | 68     | 68                       | –        |            |              |
| 2003  | 91     | 91                       | –        |            |              |
| 2004  | 60     | 60                       |          |            |              |
| 2005  | 79     | 79                       | –        | –          | –            |
| Проживають у зоні безумовного (обов'язкового) відселення) | 1258   | 734*                     | 88*      | 517**      | 12**         |

\* Необхідно переселити за бажанням сімей; \*\* відмовилися від переселення.

*Джерело:* Дані Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, 2006 р.

**Переселення із зон гарантованого добровільного відселення та посиленого радіологічного контролю**

| Переселено                      | Сімей | Переселено | Сімей |
|---------------------------------|-------|------------|-------|
| Впродовж 1990–2005 рр. (всього) | 14171 | 2000       | 370   |
| У тому числі (за роками):       |       | 2001       | 286   |
| 1996                            | 1367  | 2002       | 86    |
| 1997                            | 945   | 2003       | 229   |
| 1998                            | 504   | 2004       | 69    |
| 1999                            | 615   | 2005       | –     |

*Джерело:* Дані Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, 2006 р.

лення постраждалим громадянам, та від 27.12. 2005 р. № 1293, якою починаючи з 1 січня 2006 р. збільшено розміри пенсій, призначених згідно із статтею 54 Закону України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи»:

у 3,5 раза – пенсію по інвалідності учасникам ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 р. та пенсію у зв'язку із втратою годувальника внаслідок Чорнобильської катастрофи членам їх сімей;

у 2,5 раза – пенсію по інвалідності учасникам ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС у 1987–1990 рр., громадянам, евакуйованим у 1986 р. із Зони відчуження, та пенсію у зв'язку із втратою годувальника внаслідок Чорнобильської катастрофи членам їх сімей.

Однією із складових соціального захисту постраждалих стало переселення громадян із радіоактивно забруднених територій та поліпшення житлових умов інвалідів внаслідок Чорнобильської катастрофи. З моменту прийняття урядових рішень про евакуацію та переселення постраждалих з радіоактивно забруднених територій евакуйовано та переселено понад 52 тис. сімей (164,7 тис. осіб, з них у 1986–1990 рр. – 90 784 особи) [19].

Станом на 01.01.2006 р. на черзі для забезпечення житлом постраждалих перебувала 44 191 сім'я, у тому числі: 10 630 сімей інвалідів-чорнобильців, 15 149 сімей переселенців з радіоактивно забруднених територій, які перебувають на квартирному обліку з 1990–1991 рр., та 18 412 сімей, віднесених до категорії 2. Варто зауважити, що впродовж 1993–2005 рр. житло було надане 7351 сім'ї інвалідів-чорнобильців, які, згідно з чинним законодавством, повинні забезпечуватися житлом протягом одного року з моменту зарахування на квартирний облік за рахунок коштів державного бюджету. Для вирішення у повному обсязі їх житлового питання необхідно близько 5,8 млрд грн. Виплату компенсацій за втрачене постраждалими нерухоме майно планується завершити до 31 грудня 2007 р.

Відродження активного способу життя, орієнтації, стан здоров'я, самопочуття, міграційні настрої постраждалих значною мірою залежать від розв'язання їх господарських та численних буденно-побутових проблем [22]. З урахуванням цього головними напрямками Чорнобильської будівельної програми визначено: 1) поліпшення умов проживання потерпілого населення на радіо-

Таблиця 4.2.5

**Надання житла сім'ям інвалідів-чорнобильців**

| Надано житла                    | Сімей | Надано житла (за роками) | Сімей |
|---------------------------------|-------|--------------------------|-------|
| Впродовж 1990–2005 рр. (всього) | 7351  | 2000                     | 7351  |
| У тому числі (за роками):       |       | 2001                     | 602   |
| 1996                            | 845   | 2002                     | 247   |
| 1997                            | 858   | 2003                     | 340   |
| 1998                            | 525   | 2004                     | 168   |
| 1999                            | 839   | 2005                     | 152   |

*Джерело:* Дані Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, 2006 р.

активно забруднених територіях та в місцях компактного переселення шляхом будівництва медичних закладів, закладів освіти, газових мереж та здійснення газифікації квартир; 2) створення робочих місць у селищах компактного переселення громадян; 3) здійснення невідкладних заходів у зоні безумовного (обов'язкового) відселення. Однією з проблем її реалізації стала велика кількість об'єктів незавершеного будівництва, що за станом на 01.01.2006 становить 1419 одиниць. Житлово-побутове забезпечення постраждалих має розв'язати програма соціального розвитку постраждалих громад і територій.

За даними соціального моніторингу наслідків Чорнобильської катастрофи, впродовж усього часу після аварії постраждали відзначають погіршення стану свого здоров'я, причому зростає роль екологічного чинника погіршення здоров'я. Якщо в 1999 р. негативний вплив екологічної ситуації в постраждалих регіонах на здоров'я відзначали 49% опитаних, то в 2001 р. ця частка зросла до 64% [23] з регіональними відмінностями [24]. На самооцінку стану здоров'я впливає рівень сприйняття екологічного ризику: чим вищий рівень сприйняття радіаційного ризику, тим відповідно більше низька самооцінка здоров'я [25].

Особливо різко змінюються самооцінки здоров'я такою категорією, як самопоселенці [26]. Якщо у 1999 р. 40% самоселів оцінювали себе такими, що мають хронічні хвороби або інвалідність, то у 2003 р. частка таких сягнула 82%. Загальновідомий життєвий оптимізм і міфілогізована свідомість нині не завадять їм тверезо оцінювати свій рівень здоров'я як низький [27]. Сьогодні, незважаючи на подальше домінування у настроях постраждалих громад високого рівня стурбованості станом власного здоров'я і здоров'я дітей, вони висловлюють порівняно меншу потребу в додаткових медичних установах [28].

Здоров'я населення, включаючи і потерпілих внаслідок Чорнобильської катастрофи, має розглядатися не лише як медико-фізична, а й як соціальна та економічна категорія, від стану й тенденцій розвитку якої залежить майбутній добробут і безпека усього суспільства.

Результати соціологічного моніторингу населення постраждалих територій свідчать про зростаючу роль формування екологічної культури, яка є засадничою діяльністю людини, спрямованою на організацію й трансформацію природного світу відповідно до власних потреб та намірів [25]. Із зростанням освіти громадянина підвищується адекватна оцінка глобальних факторів і адекватного поведіння на радіоактивно забрудненій місцевості.

Дослідження зафіксували розбіжності у повсякденному функціонуванні та відображенні цінностей у свідомості. Соціальний дисбаланс між усталеним набором цінностей та реальними можливостями їх досягнення призводить до втрати індивідами потягу до культурних стимулів та цивілізованих засобів їх досягнення, провокують зрушення у ціннісно-нормативному полі етнічної культури, деструктуючи мотиваційно-вольову сферу формування особистості [29].

Сфера освіти та система інформування у разі відповідних переформувань навчальних курсів та програм мала б сприяти когнітивній активності людей. За допомогою спеціально розроблених, адаптованих для кожної цільової групи програм можна досягти прямого зниження або непрямой компенсації наявних ризиків [30, 31]. Втрачені мережі культурно-просвітніх закладів не замінено альтернативними структурами.

За даними соціально-психологічного моніторингу Інституту соціології НАН України, багато постраждалих працюють неповний робочий день або епізодично (таблиця 4.2.6). У 1998 р. найвищий рівень зайнятості повний робочий день мали мешканці II зони (обов'язкового відселення) – 69%, а в 1999 р. частка зайнятих повний робочий день у цій зоні різко зменшилася на 22% і становила 47% [31], залишившись майже на тому ж рівні у 2003 р. Подібна тенденція відбулася серед мешканців III зони (обов'язкового відселення). Найменша частка зайнятих повний робочий день відзначається серед жителів зони відчуження – 3% (в 1998 р. – 0%).

Таблиця 4.2.6

Розподіл різних груп населення за видами зайнятості (%)

| Групи населення                    | Види зайнятості            |      |                              |      |                   |      |            |      |
|------------------------------------|----------------------------|------|------------------------------|------|-------------------|------|------------|------|
|                                    | Працюю повний робочий день |      | Працюю неповний робочий день |      | Працюю епізодично |      | Безробітні |      |
|                                    | 1998                       | 2003 | 1998                         | 2003 | 1998              | 2003 | 1998       | 2003 |
| Жителі Зони відчуження (1-ша зона) | –                          | 3    | –                            | 0    | –                 | 2    | –          | 8    |
| Жителі 2-ї зони                    | 69                         | 48   | 14                           | 2    | 0                 | 5    | 2          | 8    |
| Жителі 3-ї зони                    | 65                         | 41   | 12                           | 4    | 1                 | 3    | 2          | 10   |
| Жителі «чистої зони»               | 43                         | 53   | 8                            | 11   | 6                 | 6    | 4          | 12   |

Частка неповної зайнятості (або прихованого безробіття) також мала тенденцію до зменшення. З 1998 до 2003 р. стан зайнятості серед мешканців 2-ї та 3-ї зони, порівняно із жителями «чистих районів», погіршився. Натомість, стан зайнятості жителів «чистих» районів значно поліпшився (окрім рівня безробіття). Отже, поживлення економічної ситуації в країні спричинило поживлення на ринку праці, проте рівень зайнятості потерпілого населення суттєво знизився. Основою причиною втрати роботи потерпілими виявилось постаріння населення – вихід на пенсію (таблиця 4.2.7).

Таблиця 4.2.7

**Розподіл причин незайнятості безробітних за регіонами проживання 1999–2003 рр.  
(у % від тих, що відповіли)**

| Причини незайнятості  | Регіон проживання |      |                  |      |
|---|-------------------|------|------------------|------|
|   | II уражена зона   |      | III уражена зона |      |
|   | 1999              | 2003 | 1999             | 2003 |
| Звільнення у зв'язку з реорганізацією, ліквідацією підприємства (виробництва) | 19                | 5    | 5                | 6    |
| Звільнення з інших причин   | 19                | 12   | 9                | 9    |
| Непрацевлаштований (а) після закінчення школи, ПТУ, ВНЗ                       | 5                 | 2    | 7                | 13   |
| Невлаштований після звільнення зі строкової служби у Збройних Силах           | 0                 | 2    | 0                | 0    |
| Вихід на пенсію   | 32                | 74   | 35               | 60   |
| Ліквідація власної справи   | 5                 | 0    | 9                | 4    |
| Інше  | 19                | 6    | 35               | 7    |

Показово, що у 3-й зоні непрацевлаштованість після закінчення навчальних закладів збільшилася майже вдвічі [32]. Обмеженість виробничої діяльності на значних площах забруднених територій зробила соціальні виплати основним джерелом добробуту, як і для пенсіонерів у цілому, що породжує соціально пасивну психологію громад з переважною орієнтацією на патерналістські моделі життя. Аби остаточно не втратити постраждалі соціуми, треба негайно відроджувати виробничі потужності та моделі самозайнятості.

### 4.3. Збереження культурної спадщини Чорнобильської зони

Українське Полісся, як складова частина історичного ареалу прабатьківщини слов'ян, належить до найунікальніших історико-етнографічних регіонів слов'янського світу. В усіх сферах матеріальної і духовної культури поліщуків донині збереглося багато реліктових явищ, які мають неціненне значення для відтворення етнічної історії українського та інших слов'янських народів.

Чорнобильська катастрофа перетворила цю унікальну і малодосліджену територію в безлюдну дику пущу, де обірвалася етнокультурна спадкоємність поколінь. Зона відчуження та зона безумовного (обов'язкового) відселення поглинули в безодню забуття 4125 км<sup>2</sup>, на яких у 178 поселеннях впродовж віків 136 тисяч людей зберегли культуру праукраїнців.

Вимушене переселення та розсосередження корінних мешканців Полісся неминуче веде до руйнування духовного мікрокосмосу компактної етнічної групи та її асиміляції в новому еколого-культурному середовищі. На відселених територіях залишився приречений на загибель цілісний етнокультурно-мовний континуум, який назавжди зникає з лиця землі. Руйнівні процеси спостерігаються і в зоні гарантованого добровільного відселення.

Врятування культурних надбань почалося процесом всебічного системно-цілісного пошуку та фіксації етнокультурних цінностей з метою створення багатопрофільного регіонального науково-інформаційного фонду, який складається з мобільних експонатів, що підлягають вивезенню, та нерухомих пам'яток історії (меморіалів, історичних поховань і кладовищ, археологічних об'єктів), які залишаються на відселених територіях та підпадають під періодичний пам'яткоохоронний моніторинг.

Згідно з постановою Верховної Ради України, ця робота покладена на Історико-культурологічну експедицію Мінчорнобиля України, яка з 1992 р. працює за перспективною комплексною програмою із залученням тимчасових творчих колективів профільних академічних інститутів, вузів, музеїв та громадських організацій України.

Протягом 1993–1995 рр. проведені польові експедиційні дослідження, виконується фото-, фоно-, відеофіксація пам'яток традиційної народної культури, мови та історії краю, відбувається

суцільна інвентаризація нерухомих пам'яток історії, археології та монументального мистецтва, а також збираються антропологічні матеріали, архівна документальна спадщина та предмети музейного значення.

З 2001 р. ці роботи організуються спеціально створеним у системі МНС України Державним науково-виробничим підприємством «Центр захисту культурної спадщини від надзвичайних ситуацій».

На сьогодні комплексним дослідженням охоплено 311 постраждалих поселень Центрального Полісся та 94 компактних поселення переселенців, у результаті чого зібрано значний науковий джерельний фонд, який налічує понад 110 тис. документних одиниць (у т. ч., 50 тис. фотонегативів, 1600 годин аудіозаписів та 320 годин відеозаписів, близько 14 тис. архівних документів на паперовій основі) та понад 10 тис. етнографічних експонатів, які зберігаються у тимчасових фондосховищах Києва, Іванкова, Чорнобиля. Проведена інвентаризація понад 1000 нерухомих пам'яток у 500 поселеннях, серед яких є багато нововиявлених пам'яток археології та історії. Зокрема, сенсаційними стали відкриття ранньонеолітичної стоянки 6 тисячоліття до н. е. на р. Прип'ять та середньовічного міста Чорнобиля кінця XI – поч. XII ст. (розкопки на цей час тривають). За матеріалами пошукових робіт випущено 30 наукових та науково-популярних видань (загальним обсягом 475 друк. аркушів), проведено цілий ряд історико-етнографічних виставок.

Зібрано унікальний архівно-музейний фонд. Але особливо гостро постає проблема його збереження, правового захисту та впровадження у науковий та загальнокультурний обіг. Водночас актуальним завданням залишається термінове продовження рятувальних польових досліджень культури поліщуків, яка поступово гине.

Одна лише Україна з-поміж потерпілих від Чорнобильської катастрофи країн створила унікальний музей-архів. Лише Україна досягла рівня міжнародного іміджу держави, яка дбає про збереження унікальної культурної спадщини постраждалих територій, усвідомлюючи її значення для світової культурної пам'яті.

Сьогодні Центр захисту культурної спадщини від надзвичайних ситуацій працює над створенням Музею-архіву етнокультурної спадщини уражених районів Українського Полісся. На його досвіді та інформаційно-матеріальній базі доцільно розробити систему превентивних стратегій захисту національної культурної спадщини на випадок подібних катастроф.

#### **4.4. Діяльність Центрів соціально-психологічної реабілітації та інформування постраждалого населення**

Віддалені негативні наслідки Чорнобильської катастрофи мають, у першу чергу, соціально-психологічний характер і пов'язані перш за все з розпадом традиційних форм організації життєдіяльності людей, неможливістю повноцінної економічної діяльності на забруднених територіях, а також із сталими страхами постраждалого населення щодо здоров'я дорослих і дітей. Склалася ситуація полімодальної життєвої кризи у спільнотах потерпілих, що породжує цілу низку соціальних ризиків, конфронтацію, нетерпимість у міжособистісних і міжгрупових стосунках, знижується загальний рівень толерантності у спільнотах. Все це супроводжується значним зростанням негативних явищ практично в усіх сферах життя спільноти, індукуючи продовження кризи.

Цілеспрямованим подоланням психологічних проблем постраждалого населення займалися лише Центри соціально-психологічної реабілітації та інформування населення, що були створені впродовж 1994–2000 рр. Міністерством з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи за підтримки програм ООН (Бородянка, Боярка, Іванків, Коростень, Славутич).

Основними завданнями цих інституцій були: 1) надання соціально-психологічної підтримки населенню постраждалих регіонів, 2) активізація людей на конструктивне вирішення проблем, 3) розвиток соціальної відповідальності та здатності кожної окремої людини взяти відповідальність за своє життя, не покладаючись в усьому на владу, 4) розбудова соціальних зв'язків та розвиток громад. Швидкість подолання кризових станів пропорційна часу, необхідного для такого відновлення.

Існують дві оптимальні стратегії: 1) відновлення колишнього способу життя – ефективна в умовах короткострокових криз (пожежа, повінь, вибух і т. п.); 2) побудова нових групових норм і моделей поведінки, адекватних новим умовам життя, коли є неможливим повернення до колишнього способу життя.

Реабілітаційні Центри продемонстрували високу практичну ефективність (таблиця 4.4.1). Про суттєвий ефективний вплив на життя громад вказують понад 90% керівників і мешканців регіонів, в яких працюють Центри.

**Оцінка впливу Центрів соціально-психологічної реабілітації населення на життя громади (у %)**

| Ступінь впливу | Керівники | Дорослі | Підлітки |
|----------------|-----------|---------|----------|
| Сильний        | 61        | 27      | 73       |
| Середній       | 33        | 58      | 21       |
| Слабкий        | 6         | 9       | 4        |
| Відсутній      | 0         | 6       | 2        |

Центри стали невід’ємною й необхідною частиною соціального життя спільнот зі значним впливом на нормалізацію соціальних процесів. Фактично ці установи надають соціальну та психологічну підтримку не тільки постраждалим від Чорнобильської катастрофи, а й усім мешканцям, які потребують цього. Крім роботи безпосередньо у населених пунктах, де вони розміщені, Центри розповсюджують свою діяльність на значну кількість сіл регіонів, здійснюючи виїзні акції або залучаючи жителів цих сіл до роботи, що здійснюються у самому центрі – семінари, круглі столи тощо. Центри проводять роботу по створенню громадських об’єднань, орієнтованих на самоуправління при вирішенні життєво важливих для членів громади задач із залученням відповідних фахівців, програм місцевого розвитку та розвитку регіону, підготовка на базі Центрів фахівців з малого бізнесу, підтримки молодіжних програм тощо. По суті Центри можуть перетворитися на центри соціального розвитку регіону, надаючи при цьому методичну та фахову підтримку подібним інституціям в інших населених пунктах, наприклад, сільським молодіжним центрам тощо.

На жаль, унікальні надбання Центрів не набувають широкомасштабного поширення в Україні. Вони залишаються поодинокими острівками інноваційного науково-практичного досвіду.

#### **4.5. Розвиток соціального партнерства у відродженні життя на постраждалих територіях: Програми ПРООН**

Чорнобильська програма відродження та розвитку (ЧПВР) розпочала свою діяльність в 2002 р. на основі рекомендацій Звіту «Гуманітарні Наслідки Аварії на Чорнобильській АЕС: Стратегія Відродження», ініційована агенціями ООН. ЧПВР є третьою фазою Чорнобильської програми ООН, яка діяла в 1999–2002 рр., зокрема робіт із підтримки соціально-психологічної реабілітації постраждалого населення.

Метою діяльності ЧПВР є підтримка зусиль Уряду України щодо подолання довготермінових соціальних, економічних і екологічних наслідків Чорнобильської катастрофи, створення більш сприятливих умов життя та забезпечення сталого людського розвитку в регіонах, що постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС. Завдяки партнерству з міжнародними організаціями, обласними та районними державними адміністраціями, сільськими радами, науковими установами, неурядовими організаціями і приватним бізнесом, ЧПВР надає підтримку громадам у реалізації їхніх ініціатив з економічного, соціального розвитку та відродження довкілля, а також сприяє поширенню інформації про Чорнобильську катастрофу в Україні та за її межами.

Серед національних партнерів ЧПВР: МНС України, профільні комітети Верховної Ради України, обласні та районні державні адміністрації, сільські ради, організації громад, наукові установи і неурядові організації, що діють на постраждалих територіях. ЧПВР застосовує випробований в світовій практиці підхід регіонального розвитку із залученням громад, змінюючи «синдром жертви». На сьогоднішній день обсяг фінансування ЧПВР сягає близько 3,5 млн доларів США.

Діяльність ЧПВР поширюється нині на 17 найбільш постраждалих районів (у чотирьох областях України) – Бородянський, Іванківський, Києво-Святошинський, Макарівський, Поліський (Київська обл.); Брусилівський, Ємільчинський, Коростенський, Лугинський, Овруцький, Олевський, Народицький (Житомирська обл.); Чернігівський, Ріпкинський (Чернігівська обл.), Дубровицький, Зарічненський та Рокитнівський (Рівненська обл.).

Основні напрями діяльності ЧПВР:

- *Сприяння вдосконаленню державної політики* – підтримка законодавчих змін та інноваційних стратегій щодо подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (сталий розвиток постраждалих регіонів, безпечне проживання, всебічне інформування населення).

- *Самоорганізація та розвиток громад* – підвищення потенціалу у громад щодо реалізації власних пріоритетних програм соціального, економічного, екологічного відродження та розвитку.

• *Інституційна підтримка* – розширення можливостей та зміцнення потенціалу організацій та установ, що мають сприяти соціально-економічному розвитку та екологічному відродженню забруднених регіонів.

Реалізація цих завдань здійснюється через діяльність основних технічних компонентів програми. «Малі гранти», що надаються в межах проекту, стають засобом переконання як організацій громад, так і державних адміністрацій у потенціальних вигодах таких партнерських стосунків.

Станом на грудень 2005 р. створено і діє 171 організація громад (ОГ) у 133 селах (близько 20 тис. членів), які вирішують конкретні проблеми відродження та розвитку сіл: відбудова шкіл, лазень, фельдшерсько-акушерських пунктів (ФАП) та амбулаторій, створення молодіжних та громадських центрів, ринків, сервісних центрів, очищення парків, проекти газифікації та водозабезпечення.

Варто відзначити, що внесок ЧПВР ПРООН в реалізацію згаданих проектів громад становить у середньому 34%, а решту коштів громада залучила самостійно як з коштів місцевих бюджетів, так і приватних спонсорів, а головне: громада сама вносить до 20% загальної вартості проекту коштами або виконуючи певні види будівельних робіт своїми силами. Це особливо важливо з огляду на необхідність забезпечення сталості результатів роботи.

За сприяння програми було створено та фінансово підтримано Агенції місцевого економічного розвитку в 3-х районах Житомирської області (Брусилів, Коростень, Овруч) та 2 районах Київської області (Бородянка та Іванків) задля підтримки розвитку малого та середнього підприємництва, створення інвестиційно сприятливого клімату в регіоні, розвитку співробітництва між владою та бізнесом щодо стійкого економічного розвитку регіону. Загальна сума наданих грантів становила близько 140 тис. дол. США.

ЧПВР постійно підтримує діалог з Урядом України. Розробляється програма втілення рекомендацій «Стратегії відродження», зокрема в контексті міжрегіонального співробітництва між Україною, Росією та Білоруссю та соціально-економічного відродження постраждалих територій. Започатковано роботу Чорнобильського форуму економічного розвитку постраждалих територій, що об'єднує вітчизняних та іноземні представники бізнесу, окремих потенційних інвесторів, влади, науки, громадянського суспільства.

Впродовж 2004–2005 рр. 41 громада отримала та успішно реалізувала гранти (у загальній сумі 72 000 доларів США) для розроблення бізнес-планів, економічного та бізнес навчання, реєстрації нового бізнесу тощо. Структура мобілізації ресурсів для 125 проектів громад в 2003–2005 рр., загальною вартістю близько 2 млн дол. США, така: місцева влада – 39%; ПРООН/ЧПВР – 34%; громади – 18%; спонсори – 9%. Розроблені та розповсюджуються серед населення через місцеві установи та ЗМІ інформаційні матеріали щодо безпечного проживання на забрудненій території, а також проведені семінари для медпрацівників та вчителів.

У 2006 р. ЧПВР продовжуватиме співпрацю з Урядом України, зокрема щодо відзначення 20-х роковин Чорнобильської катастрофи. ПРООН є співорганізатором проведення міжнародної конференції «20 років після Чорнобильської аварії». Планується низка заходів із залученням представників країн-донорів.

#### **4.6. Основні проблеми подальшого соціального розвитку постраждалих громад і територій**

##### **4.6.1. Соціальні проблеми працівників ЧАЕС та жителів міста Славутича**

Дотримуючись Меморандуму про взаєморозуміння між Урядом України, урядами країн «Великої Сімки» та Комісією Європейського Співтовариства щодо закриття Чорнобильської АЕС, Україна 15 грудня 2000 року достроково зупинила Чорнобильську атомну електростанцію, яка виділяла в середньому щорічно для утримання міста Славутича близько 143 млн грн. Дострокове закриття ЧАЕС набагато ускладнило вирішення медичних, соціальних, екологічних, радіаційних, технічних та інших проблем м. Славутича. Ситуація надто загострюється через відсутність загальнодержавної програми виведення ЧАЕС з експлуатації. Крім цього, немає загальнодержавної програми перетворення об'єкта «Укриття» в екологічно безпечний стан. Саме в такому сенсі треба розглядати проблему збереження і розвитку міста Славутича [33–37]. Головною проблемою Славутича залишається проблема соціального захисту людей. Місто збудоване після аварії для проживання експлуатаційного персоналу Чорнобильської атомної і є в чистому вигляді монопрофільним. Територія міста належить до зони посиленого радіоактивного контролю.

Із 24 365 осіб населення м. Славутича (станом на 01.01.05 р.) – 71% (17,3 тис.) зі статусом постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи, з них учасників ліквідації аварії: I катего-

рії – 661 особа; II категорії – 5233 особи; III категорії – 2209 осіб. Визнано потерпілими від аварії 5847 дітей.

Через зупинку ЧАЕС місто втратило джерело формування місцевого бюджету та близько 10 тис. робочих місць, а також можливості додаткового фінансування соціальної сфери. Головні завдання міста: 1) збереження, розвиток і утримання соціальної інфраструктури міста в повному обсязі; 2) створення компенсуючих робочих місць; 3) ефективне управління людськими ресурсами; 4) забезпечення соціальних виплат і гарантій персоналу, що вивільняється, і жителям міста.

Органами державної влади різного рівня були прийняті рішення щодо забезпечення життєдіяльності м. Славутича і соціальних гарантій працівникам ДСП «Чорнобильська АЕС» та жителям м. Славутича у зв'язку із закриттям станції. Неодноразово видавались доручення Президентом України, Прем'єр-міністром України, приймалися рішення Міжвідомчої комісії з комплексного розв'язання проблем Чорнобильської АЕС.

На жаль, донині значна частина вказаних документів стосовно забезпечення життєдіяльності м. Славутича не виконується. Наприклад, через недостатній рівень фінансування єдиного медичного закладу в місті склалася критична ситуація: захворюваність з тимчасовою втратою працездатності працівників Чорнобильської АЕС зросла на 17,8%; за 9 місяців 2005 р. кількість взятих на облік ВІЛ-інфікованих зросла на 26%; на сьогодні в медсанчастині перебувають на обліку 60 наркоманів та 383 особи із захворюванням на алкоголізм; у м. Славутичі помирають переважно люди працездатного віку. Серед померлих у 2004 р. 53% – це когорта у віці 18–59 років; кількість лікарів на 10 тисяч населення міста – 37,3 особи, а загалом по Україні – 41,3; у 2005 р. медична сфера міста була фактично профінансована в розмірі 13,1 млн грн., при потребі 19 млн грн.

До цього часу не повною мірою реалізовані заходи завершення будівництва об'єктів соціальної інфраструктури та житлових будинків, які передбачені Програмою соціального захисту. Загальна черга на отримання житла та поліпшення житлових умов у м. Славутичі становить 946 осіб, у тому числі 32 сім'ї перебувають на квартирному обліку з 1992 р.

Найбільш нагальною проблемою залишається потреба створення в місті компенсуючих робочих місць. У 2005 р. скасована спеціальна економічна зона «Славутич», головною метою якої було залучення інвестицій для створення нових робочих місць у місті та забезпечення працевлаштування працівників Чорнобильської АЕС, які вивільняються у зв'язку з достроковим її закриттям. Суб'єктами СЕЗ «Славутич» є 16 підприємств з 19-ма інвестиційними проектами загальною кошторисною вартістю 78 908,48 тис. дол. США, реалізація проектів передбачає створення 839 нових робочих місць. Славутич має кращий показник в Україні щодо надходження інвестицій на душу населення (1270 доларів США). З початку реалізації проектів у спеціальній економічній зоні залучено інвестицій на суму – 30 732,21 тис. дол. США, створено 626 робочих місць. Натомість у Славутичі необхідно створити 3750 нових робочих місць за 2001–2008 рр. Для цього потрібне фінансування з державного бюджету в обсязі 15,7 млн грн., які не виділяються.

У складних соціально-економічних умовах головними завданнями міської влади став пошук альтернативних джерел фінансування, всі зусилля зосереджені на об'єднанні жителів міста у реалізації стратегії «Славутич – технокополіс».

Місто плідно співпрацює з міжнародними донорськими організаціями – ТАСІС, АМР (США), UNESCO, Асамблеєю Вкладників Чорнобильського фонду «Укриття» та багатьма іншими. Громада м. Славутича продовжує роботу, пов'язану з подоланням наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, соціальним захистом населення прилеглих до Чорнобильської АЕС територій. Найближчим часом проведе другі громадські слухання з реалізації концептуального проекту Нового безпечного конфайнменту.

Необхідно провести на урядовому рівні інвентаризацію всіх законодавчих та нормативно-правових актів стосовно Чорнобилю з метою підготовки нового нормативного узагальнюючого документа. Потрібно прийняти дві державні програми: 1) щодо перетворення об'єкта «Укриття» в безпечний стан; 2) щодо зняття блоків ЧАЕС з експлуатації.

Разом з міжнародною спільнотою потрібно відпрацювати План Здійснення Заходів щодо перетворення об'єкта «Укриття» в екологічно безпечний стан. Враховуючи вимоги Орхуської конвенції, провести новий конкурс розробки нового ТЕО Конфайнменту.

Дотримуючись пункту 9 розділу 6 Меморандуму про взаєморозуміння між Урядами країн «Великої Сімки», Комісією Європейського співтовариства і Урядом України щодо закриття Чорнобильської АЕС, щонайменше раз на рік проводити зустрічі для контролю за реалізацією всеохоплюючої програми щодо підтримки закриття Чорнобильської АЕС.

З метою виконання рекомендацій кількох Парламентських слухань Верховної Ради стосовно Чорнобильської катастрофи, створити центральний орган управління цієї проблематики. Місто Славутич може стати місцем його розміщення.



#### **4.6.2. Зміна поселенської структури в забруднених регіонах**

Загалом в Україні неухильно збільшується кількість сіл з малою людністю. Мережа сільських поселень розріджується [38]. Серед «деградуючих» сіл розрізняють «занепадаючі» (частка осіб пенсійного віку понад 50%, а якщо людність до 200 осіб – понад 40%) і «вмираючі» (з населенням менше ніж 50 осіб або де немає дітей до 16 років, або частка осіб пенсійного віку перевищила 65%). Процес деградації сільської поселенської мережі найбільш активно відбувається на Північному Сході України – від 40 до 60%. У більшості центральних і східних областей України деградує до 27–31% сіл. Найменше деградуючих сіл в західних областях, на Херсонщині і в Криму. Наслідки Чорнобилю заторкнули здебільшого сільське розселення.

У Зоні відчуження (2,12 тис. км<sup>2</sup> в Київській і Житомирській областях) у 1986 р. було здійснено евакуацію населення з 76 населених пунктів. Цілковито збезлюднене одне місто (Прип'ять) та 63 сільські населені пункти (з них понад 20 фізично знищено), 11 сіл деградували і вмирають, одне місто (Чорнобиль) деградувало у переважно тимчасове вахтове поселення. Поселенська мережа Чорнобильського району практично знищена, а сам він зник з мапи України.

У зоні безумовного (обов'язкового) відселення (2,00 тис. км<sup>2</sup>, 92 поселення Західного і Східного слідів забруднення). Внаслідок відселення з цієї зони цілком обезлюдніли у Київській області – 17, у Житомирській – 19 сіл. У Рівненській, Волинській, Чернігівській областях – жодного. Інші 56 населених пунктів деградували, однак з нерівномірним ступенем занепаду. Найменше деградували практично не виселені внаслідок небажання переїздити села західних Волинської та Рівненської областей, а також смт Народичі. Найбільше деградували недовиселені села Чернігівської, Київської та Житомирської областей, більшість з яких вмирає внаслідок відпливу молоді. Деградуючі смт Поліське і Вільча поступово перетворюються на тимчасові поселення [39–40].

У зоні гарантованого добровільного відселення (22,62 тис. км<sup>2</sup> на Західному, Східному і Південному слідах забруднення). Тут розташовано 835 населених пунктів. Унаслідок незворотної міграції з цієї зони, перш за все молоді, особливо активної наприкінці 1980-х та у першій половині 1990-х рр. прискорилося депопуляція і деградація сіл, особливо в Київській, Чернігівській та Житомирській областях (десятки сіл швидко перейшли до категорії вмираючих, деякі обезлюднили). У Волинській і Рівненській областях ситуація не змінилася. З другої половини 1990-х років обсяги міграції і депопуляції почали зменшуватися, а народжуваність подекуди (північні райони Житомирської області) зростає. Тож темпи деградації населених пунктів у цій зоні значно уповільнилися, а в деяких районах спостерігається певний ренесанс.

Зона посиленого радіоекологічного контролю має площу 26,71 км<sup>2</sup>. До неї потрапило 1290 населених пунктів. Основними чинниками «чорнобильського» впливу на розвиток поселенської мережі в цій зоні були: по-перше, психологічно зумовлені зменшення плідності жінок та посилення стихійної незворотної міграції молоді; по-друге, створення нового міста Славутич для працівників Чорнобильської АЕС; розвиток інфраструктури і збільшення людності десятків сіл, кількох селищ міського типу та міст за рахунок облаштування евакуйованих і переселенців у Бородянському та кількох інших районах Київської області, приналежних до IV зони. На більшість сіл «чорнобильський» вплив був негативним, а в місцях вселення «чорнобильських» переселенців – позитивним.

Таким чином, в перше десятиліття по аварії на ЧАЕС спостерігалися як локальні гостро негативні (в місцях евакуації і відселення постраждалих), так і позитивні (в місцях їхнього вселення) прямі «чорнобильські» впливи на поселенську мережу через міграційну активність. З середини 1990-х років на перший план виходить і починає домінувати опосередкований вплив через «чорнобильську» складову поглиблення демографічної кризи, особливо на селі.

Чорнобильська катастрофа безпосередньо спричинила: повне збезлюднення одного міста та ста сіл; створення одного нового міста; необоротну деградацію як мінімум 67 сіл, одного міста та 3 селищ міського типу; прискорену деградацію до тисячі сіл, усе – в північній частині Житомирської і Київської областей та в західній частині Чернігівської області. Якщо взяти до уваги, що за 1986–2001 рр. в Україні зникло близько 1000 сіл, то «чорнобильський» внесок у загальну деградацію мережі сільського розселення припустимо в першому наближенні оцінити у 10–15%. Однак, у Житомирській і Київській областях він, як на сьогодні, переважає всі інші чинники.

#### **4.6.3. Роль місцевих громад у подоланні наслідків аварії на ЧАЕС**

Унаслідок аварії на ЧАЕС забрудненими виявилися території понад дві тисячі населених пунктів на території дванадцяти областей України [41]. Переважна більшість цих населених пунктів – села та селища міського типу, жителі яких орієнтовані на розвиток усталено традиційних галузей виробництва, передовсім на сільськогосподарське виробництво [42]. Усі категорії

потерпілих майже повністю використовують присадібні ділянки лише з одною метою – вирощують продукцію тільки для власного споживання [43].

Попри всю важливість доходів від домашнього господарювання, визначальними для більшості сімей залишаються доходи за основним місцем роботи або пенсії, різні соціальні виплати. Поліпшення добробуту потерпілих не вирішить архаїчне особисте підсобне господарство, сільські жителі не пов'язують підвищення доходів з розширенням земельних ділянок для особистого підсобного господарства або фермерства [44]. Головні надії вони покладають на виробничу господарську діяльність осіб працездатного віку, попри значні патерналістські настрої [45].

Це при тому, що розвиток виробничої сфери має набагато триваліші у часі вигоди, потреба в ній серед потерпілих зростає набагато швидшими темпами, аніж потреба у різного роду виплатах та пільгах [46]. Види проблем:

*Проблеми інституціонального характеру* – юридичне (законодавче), методичне, управлінське забезпечення подолання наслідків аварії повинні забезпечити структурні зміни всього соціального життя уражених територій, привнести насамперед конкуренцію, зжити монополізм у всіх його проявах.

*Проблеми співіснування* приватних підприємств і фермерських господарств як ринкових структур і органів місцевого самоврядування стосовно відносин власності, менеджменту, сучасних форм організації виробництва, переробки та збуту виробленої продукції.

*Проблеми існування населених пунктів як соціальних структур.* Поділ функцій виробництва і утримання соціальної сфери між підприємствами, муніципалітетами та громадськими об'єднаннями. Саме громада повинна вирішувати проблему створення нових робочих місць, інакше варто очікувати моральну деградацію і криміналізацію значної частини населення.

Постає завдання побудови нових механізмів функціонування громад, виходячи з існування інституту приватної власності, де інтереси виробників часто не тільки не збігаються з інтересами територіальної громади, а й часто є і діаметрально протилежними, а звідси проблема пошуку компромісу між ними. Створення таких механізмів є прерогативою виключно органів місцевого самоврядування. Світова практика напрацювала принципи взаємодії структур влади і структур громадянського суспільства. Органи місцевого самоврядування потрібно перетворити на структури громадянського суспільства, здатні ефективно брати участь у суспільному житті. Місцеві податки мають сплачуватися безпосередньо на рахунок місцевої ради, а не фіскальних органів. Фіскальні органи повинні отримувати не сам платіж, а тільки копію платіжного доручення про сплату місцевого податку.

Права органів місцевого самоврядування, тобто громад, у т. ч. сільських, достатньо повно прописані у відповідних законах, але за недостатньої інформованості в сфері законодавства та відсутності механізмів реалізації законів не відбувається суттєвих змін. Нагально необхідно розробити механізми для виконання норм законодавства. Вельми актуальна проблема навчання/перепідготовки/підвищення кваліфікації для керівників сільських/апарату сільських рад. Першочергове завдання – перетворення сільського голови з декоративної фігури на формального і неформального лідера громади, менеджера території.

Бюджет повинен бути прозорим і доступним для членів громади (в сільській та/чи районній бібліотеці). Механізмом вирішення будь-яких проблем має стати приватна ініціатива під постійним контролем державних організацій та громадськості. Стимули мають бути переважно моральні та фінансові, в поєднанні з адміністративними, – і саме в такому порядку. Натомість існують заходи, що *можуть бути здійснені практично без фінансових витрат з боку держави* – впровадження демократичних процедур у діяльність органів місцевої влади.

*Заходи, що потребуватимуть відносно незначних капіталовкладень* – інвестування в людський капітал: постійна перекваліфікація всіх кадрів; необмежений доступ до освіти для всіх категорій молоді [47]. Існує також велика різниця у якості освіти міських і сільських жителів.

*Заходи, що потребують значних інвестицій* – створення сучасної інфраструктури, сприятливої для розвитку бізнесу, перш за все несільськогосподарського.

Сприяння розвитку громад, використання його організаційного та людського потенціалу може стати локомотивом розвитку уражених територій та запорукою подолання негативних наслідків аварії на ЧАЕС.

#### **4.6.4. Сценарії активізації життєвих позицій потерпілих: розвиток та безпека**

Сучасні підходи у соціальній політиці щодо потерпілих потребують переорієнтування передовсім на формування у них активних життєвих позицій та культури радіологічної безпеки, що має стати одною із найважливіших позицій їхньої життєдіяльності.

Дослідження Центру соціальних експертиз Інституту соціології НАН України визначили

варіанти позитивних соціальних впливів у форматі соціального проектування: сценаріїв сприяння розвитку та безпеці з метою впровадження *найактуальніших змін у найважливіших сферах життєдіяльності – управлінської, професійної та побутової культури радіологічної безпеки людини у таких напрямках: вдосконалення системи управління; вдосконалення системи фінансування та розподілу необхідних коштів; забезпечення кадрами та підвищення якості їхньої підготовки; активізація місцевого соціального потенціалу.*

Під соціальними проектами вдосконалення діяльності кожної сфери розуміються *моделі позитивних соціальних впливів* з метою зниження радіологічного ризику та розв'язання нагальних проблем потерпілих завдяки *організаційним та самоорганізаційним* зусиллям, що містять: *організаційні аспекти* (пропозиції щодо планування «згори-донизу»; *самоорганізаційні аспекти* (сценарії локальних соціальних проектів).

*Джерелами соціальних впливів у кожній сфері* виступають суб'єкти державного управління та активісти самоуправління; керівництво медичних, освітніх, виробничих закладів та установ; професійні спілки, громади; місцеві громади, активісти; добровільні організації, добровільці, зокрема, міжнародні; громади/організації зі спільними проблемами/інтересами (медичними, освітніми, виробничими тощо); підприємства (бізнесмени).

**А. Сфера медицини та оздоровлення:** 1) визнати право на самозахист у зниженні радіоекологічного ризику для всього потерпілого населення; 2) визнати необхідність участі медичних працівників у поширенні знань щодо самостійного оздоровлення людей з переліком самооздоровчих засобів та методик, їх викладанням у програмах професійної підготовки медичних працівників; 3) ввести до переліку послуг медичних закладів консультування за темами: самостійне зниження радіологічного ризику; самооздоровлення; самопрофілактика захворювань.

**Б. Сфера освіти та інформації:**

• *Вдосконалення професійної підготовки фахівців* за сферами: 1) медицина та оздоровлення – пріоритети якісної діагностики та ефективного лікування, запровадження методів самостійного оздоровлення та профілактики; 2) освіта та комунікація – додати радіологічний чинник у програми навчальних предметів з перенавчанням учителів; 3) виробнича та побутово-господарська сфера – навчити методам самостійної дозиметрії та безпечним засобам домашнього господарювання; 4) сфера управління – ввести основи радіоекологічної безпеки в норми чинного законодавства та поширювати кращий досвід; 5) готувати кадровий ресурс – волонтерів для допомоги в кожній конкретній сфері; 6) навчати засобам самостійного повсякденного захисту від негативного впливу радіологічного чинника.

• *Вдосконалення загальної освіти потерпілого населення:* 1) визнати обов'язковим формування повсякденної культури радіаційної безпеки у потерпілого населення на базі освітніх закладів; 2) у програми основних шкільних предметів включити розділи про радіоактивні елементи та безпечне проживання у радіологічно забрудненій місцевості; 3) запровадити програми соціально-психологічної підтримки потерпілих щодо активізації життєвих позицій.

**В. Сфера виробництва та побутового господарства:** 1) аналізувати якість інвестиційного клімату та можливості його поліпшення з метою вдосконалення працюючих, започаткування нових виробництв та інфраструктури; 2) активізувати роботу місцевих шкіл бізнесу; 3) суттєво покращити дозиметричний контроль та повсякденно оприлюднювати дані дозиметрії; 4) створити практику самостійного дозиметричного контролю: на підприємствах, у місцевих громадах, для звичайних громадян.

**Г. Удосконалення системи управління:** 1) практичне утвердження права людини на радіоекологічну безпеку та самостійний активний захист; 2) перегляд законодавчих положень з метою активізації життєвих позицій населення та самостійного підвищення радіоекологічної безпеки; 3) удосконалення законодавчих та нормативних актів щодо регулювання розвитку бізнесу; 4) розробка критеріїв ефективності та належна координація дій різних управлінських інстанцій; 5) вдосконалення системи фінансування із залученням громадського контролю за цільовим використанням коштів; 6) забезпечення інформаційної відкритості дій управління.

Висока соціальна актуальність розгортання соціальних проектів у життєву практику громад суттєво підвищить їхні шанси на вихід із «замкненого кола» обмежених можливостей, підвищить культуру радіоекологічної безпеки та сприятиме відродженню та розвитку спільнот потерпілих.

#### **4.6.5. Динаміка соціально-психологічного стану постраждалих**

Аварія, евакуація, участь у ліквідаційних роботах – події минулого. Але для постраждалих Чорнобильська катастрофа залишається постійним чинником високої суб'єктивної значущості [48]. Соціально-психологічні наслідки Чорнобильської катастрофи, основними показниками яких слугують: стан здоров'я, психологічний стан і соціальне самопочуття, дестабілізація пове-

дінки і свідомості людей, погіршення фізичного стану, стали визначальними добробуту, кардинальної зміни способу життя та картини світосприйняття, ознаками потерпілих від аварії на ЧАЕС та її наслідків.

Інтегральною, багатозначною особливістю індивідуальної та суспільної свідомості постраждалих є укорінений «синдром жертви», який, за соціальним моніторингом Інституту соціології НАН України, з часом поширюється з 19% у 1992 р. до 35% у 1999 р. [49]. Ці люди не забувають про катастрофу, не вірять у суттєву ліквідацію наслідків, визнають себе та своїх дітей жертвами на все життя; мають підвищений рівень тривожності, низький матеріальний стан; низький рівень адаптаційної активності; високий рівень зневіри в людях, у власних силах та кращому майбутньому [48].

До сьогодні не вдалосявилікувати ні медичними засобами, ні за рахунок матеріальних компенсацій, ні реабілітацією докільця низку соціальних «синдромів»:

- «*синдром жертви*» – потерпілі на все життя;
- «*синдром сталого соціального виключення*» – безініціативність, патерналізм, вимоги «вічної ренти від держави» і співчуття від інших;
- «*синдром евакуації і переселення*» – порушена картина світу, слабка адаптація до нових умов;
- «*синдром втраченого здоров'я*» – щороку самооцінки рівня здоров'я дорослих і дітей погіршуються дедалі більше;
- «*синдром невпевненості та розгубленості*» – при майже повній недовірі до влади і опорі на власні сили та сім'ю, потерпілі покладають розв'язання всіх своїх проблем на державу;
- «*синдром невігластва*» – незнання ситуації, законів та правил життєдіяльності у забрудненому середовищі, потерпілі живуть за повсякденними поняттями суб'єктивного ризику.

Соціально-психологічний стан постраждалих характеризується цілою низкою парадоксів, серед яких: 1) незадоволеність владою та повна особиста пасивність часто поєднуються з орієнтацією на довічну державну ренту для себе та для своїх дітей – допомога і більше допомоги; 2) висока стурбованість станом власного здоров'я не підкріплюється дотриманням елементарних санітарно-гігієнічних норм та правил поведінки в забруднених регіонах; 3) схильність до гіперболізації свого стану, у якому постійно відшукується згубність чорнобильського чинника, натомість відсутність бажання змінити ситуацію – небажання брати участь у екологічно орієнтованих заходах чи впливі на прийняття рішень владними органами; 4) зацікавленість та гіперболізація суб'єктивних оцінок ризиків замість зосередженості на пошуках шансів інноваційних моделей виживання; 5) замкненість на інтересах сім'ї та архаїчно-примітивних формах господарювання, втрата відчуття потенціалу громади, ролі її провідників; натомість – великі надії на Бога та «сильну владу».

Двадцять років, що минули після аварії, не лише не стерли, а, навпаки, чіткіше зафіксували процеси формування неадекватного сприйняття світу у постраждалих, зміну пріоритетів життєвих цінностей, гіпертрофування жахів. В оцінках життєвих ситуацій превалює ірраціональний підхід, емоційне, підсвідоме реагування. Кожна група постраждалих має специфічні характеристики соціальних та психологічних втрат від аварії, хоча ряд ознак є типовими для всіх.

**Задоволеність життям і рівень оптимізму.** Масова свідомість постраждалого населення характеризується переважанням песимістичних установок стосовно постчорнобильських життєвих ситуацій. Оптимістично настроєні лише чверть постраждалих [50].

**Домінанти масової свідомості.** Найбільший рейтинг у масовій свідомості постраждалого населення мають особистісні морально-культурні якості (чесність, вихованість, чуйність). Праксеологічні якості (відповідальність, ініціативність, ретельність, обізнаність), які за умов кризи і нестабільності в суспільстві повинні слугувати активній самоорганізації і самодіяльності людей, відсунуті на другий план.

За період 1991–2004 рр. зросла домінанта, пов'язана із задоволенням матеріальних потреб населення, забезпеченням безпечних умов існування, законності і порядку в суспільстві. Як і у перші роки по аварії, постраждале населення зосереджене на проблемах елементарного виживання, для якого найнагальнішими потребами є грошова допомога, продукти харчування, медична допомога. Орієнтація масової свідомості щодо реалізації демократичних цінностей у постраждалих відсунута на задній план і суттєво знизилася за своєю значущістю.

Серед усіх категорій постраждалих найактуальнішими залишаються проблеми, пов'язані з майбутнім дітей, зростанням цін, стану здоров'я, аварією на ЧАЕС, забезпеченістю сім'ї продовольством та товарами.

**Ціннісні пріоритети.** Провідні ціннісні пріоритети постраждалих концентруються навколо здоров'я, дітей, сім'ї, матеріального добробуту, а також сприятливого морально-психологічного клімату в суспільстві [50, 51]. Залишаються несуттєвими пріоритети, пов'язані з реалізацією

підприємницької ініціативи, активізацією політичної і культурної участі у суспільному житті. Орієнтація на самоорганізацію, самозахист, самодіяльність у постраждалого населення (включаючи підвищення кваліфікації, відкриття власної справи, придбання землі для фермерства) залишається слабо виявленою.

Розв'язання власних проблем виживання постраждали покладають здебільшого на себе, свою сім'ю та рідних. Мало покладаються у цій справі на громадські організації і не довіряють владним структурам [52].

**Екологічна складова у життєдіяльності постраждалих.** Мешканці забруднених територій вказують на погіршення стану довкілля у їхніх поселеннях, що негативно впливає на стан здоров'я. Вирішення проблем довкілля покладається переважно на центральні та місцеві органи влади. Готовність до власної участі в екологічно орієнтованих заходах вкрай низька. Тільки 25% мешканців II зони та 35% – III зони згодні брати участь у таких природоохоронних заходах, як озеленення поселень та очищення та впорядкування поселення.

Висока стурбованість станом власного здоров'я та своїх дітей при недотриманні правил поведінки у забруднених регіонах, здавалося б, мала актуалізувати застороги щодо вживання лісових грибів і ягід. Натомість спостерігаються постійні збирання, заготівля, споживання та вивезення лісової продукції із забруднених територій на продаж.

Сприйняття потерпілими аварії на ЧАЕС та впливу її наслідків на повсякденну свідомість характеризується таким: 1) вагомою роллю суб'єктивних самооцінок стану довкілля, здоров'я, орієнтацій потерпілих; 2) великою різницею між об'єктивними оцінками та суб'єктивними самооцінками; 3) в екстремальних ситуаціях люди керуються переважно суб'єктивними оцінками – суб'єктивні ризики переважають об'єктивні.

**Моделі виживання.** Серед постраждалих діють пасивні механізми моделі виживання, що зумовлене відсутністю системи заходів реабілітації, аби вирвати постраждалих із стану приреченості та утриманства. Ситуація дійшла до того, що від 40% до 62% мешканців важко визначитись щодо потреб простих, зрозумілих та необхідних кожному послуг та об'єктів. Десоціалізація опустилася до того, що близько 40% осіб не здатні, наприклад, визначитися у такій нагальній потребі, як газифікація поселень та автобусне сполучення [53] (таблиця 4.6.1).

Таблиця 4.6.1

**Оцінки мешканцями забруднених територій стану та потреб їхніх поселень щодо окремих складових соціальної інфраструктури (2003, %)**

| Складові інфраструктури    | Не потребуємо | Не маємо, але потребуємо | Маємо, але недостатньо | Маємо достатньо | Важко сказати |
|----------------------------|---------------|--------------------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Медичний заклад            | 5             | 15                       | 28                     | 5               | 46            |
| Дитячі дошкільні заклади   | 5             | 18                       | 19                     | 11              | 47            |
| Школа                      | 6             | 8                        | 14                     | 19              | 52            |
| Позашкільні дитячі заклади | 7             | 20                       | 14                     | 6               | 54            |
| Пошта                      | 9             | 5                        | 22                     | 21              | 55            |
| Сітьове радіо              | 5             | 5                        | 15                     | 15              | 57            |
| Прийом телепередач         | 4             | 5                        | 24                     | 13              | 55            |
| Газифікація                | 4             | 34                       | 15                     | 10              | 38            |
| Автобусне сполучення       | 4             | 24                       | 25                     | 7               | 41            |
| Бібліотека                 | 3             | 16                       | 18                     | 12              | 61            |
| Будинок (клуб) культури    | 4             | 6                        | 16                     | 13              | 61            |
| Спортивний комплекс        | 5             | 23                       | 9                      | 4               | 60            |
| Доступ до Інтернету        | 6             | 19                       | 10                     | 4               | 62            |
| Церква                     | 6             | 16                       | 5                      | 29              | 44            |

Той самий високий рівень невизначеності від 40% до 64% зафіксований щодо додаткових потреб окремих видів діяльності та послуг. Що може бути найпотрібнішим у поселенні, як повноцінна система послуг? Натомість, 48% постраждалих не визначились, при тому, що тільки 2% зазначили, що все це вже є у поселенні (таблиця 4.6.2). Найбільша потреба у нових робочих місцях – 59% мешканців.

## Оцінки мешканцями забруднених територій потреб щодо окремих видів діяльності та послуг (2003, %)

| Потреби   | Уже маємо, це зроблено | Маємо потребу | Не маємо потреби | Важко сказати |
|---|------------------------|---------------|------------------|---------------|
| Реабілітувати довкілля, зробити безпечним для життя   | 2                      | 18            | 2                | 50            |
| Створити нові робочі місця, забезпечити всіх роботою  | 1                      | 59            | 3                | 38            |
| Створити умови для ефективних способів господарювання   | 2                      | 46            | 2                | 50            |
| Створити повноцінну систему послуг в нашому поселенні (освіта, медицина, пошта, транспорт тощо) | 1                      | 48            | 2                | 48            |
| Створити умови для заснування і облаштування власного сімейного бізнесу                         | 1                      | 31            | 4                | 64            |

Пошук нових моделей виживання у десоціалізованих громадах постраждалих – завдання надзвичайно актуальне, натомість надто складне.

### Висновки

1. Значна частина потерпілих продовжує перебувати у стані соціальної та психологічної дезадаптації. Загалом відсутня актуальна готовність потерпілого населення до реальної ініціативної поведінки у найближчій перспективі.

У критеріальну систему надзвичайних ситуацій доцільно ввести поняття соціальних ризиків. Суб'єктивний ризик, який формується у людини соціокультурними традиціями та умовами повсякденного життя, деструктує ризики об'єктивні. Так, самосели занизили свої суб'єктивні ризики перед об'єктивними, а переселені – навпаки, підвищили.

2. Гострота переселення у свідомості населення практично знизилася до рівня загальнонаціональних тенденцій бажань пересічних людей поміняти місце проживання. Тому потерпілих у зонах ураження доцільно залишати на основі соціального договору між ними і державою – обоє беруть на себе визначені в угоді зобов'язання.

Разом з тим, у зонах ураження належить вчасно відроджувати соціально-економічне та соціально-культурне життя. Не можна тримати спільноти, а тим паче дітей і молодь в атмосфері вмираючого життя.

3. Зайнятість потерпілого населення, за їхніми оцінками, дедалі втрачає регулювання з боку держави. Безробіття, не враховуючи самозайнятості, потребує актуального вирішення. Найперспективнішим виробництвом потерпілі вважають переробку сільськогосподарської продукції, виробництво споживчих товарів, народні промисли з впровадженням інноваційних технологій.

На усіх уражених територіях потрібно сприяти підвищенню кваліфікації та перекваліфікації значної частини працездатного населення, розвитку бізнесу та несільськогосподарських виробництв, тим більше, що постраждали самі вбачають у цьому шлях до покращання свого добробуту.

4. Усі жителі 2-ї та 3-ї зон та більшість переселених отримують один або декілька видів соціальної допомоги. Здебільшого це: 1) пільгові путівки для оздоровлення; 2) пільгове оподаткування для потерпілих; 3) доплати для тих, які проживають в забруднених районах.

Соціальну допомогу треба зберігати в майбутньому, але державна соціальна політика має розширити свій діапазон і не зводиться лише до соціальної допомоги. В основу соціальної політики доцільно покласти принцип соціальної реабілітації активних індивідів і спільнот, а не тільки медичну і матеріальну допомогу. Адресні методики і засоби реабілітації мають бути адаптовані щодо принаймні трьох «соціальних категорій» потерпілих:

- «самодостатні» – здатні після реабілітації самостійно себе і свою сім'ю забезпечити всім необхідним;

- «напівсамодостатні» – до їхнього самозабезпечення потрібна ще й частка соціальної допомоги;

- «утриманці» – можуть існувати лише за рахунок соціальної допомоги.

5. Залишається вкрай низьким рівень системного інформування постраждалих. Підвищену значущість має своєрідний народний канал: спілкування з родичами, друзями, знайомими. Дуже

низьку значущість мають спеціалізовані, а в даному випадку найавторитетніші джерела: поради медиків, екологів, юристів, які потрібно регулярно підтримувати.

6. «Ліквідатори» – особлива категорія, які своїм здоров'ям і життям зупиняли лихо. Нині вони майже всі вважають, що забуті суспільством і нікому не радять добровільно «йти у ліквідатори», якщо станеться щось подібне. Феномен соціального забуття, особливо в ситуації, коли світова спільнота намагається забути Чорнобиль, надзвичайно важлива для України. Пovoєнна Європа все зробила, аби не забувся нацизм, євреї все зробили і роблять аби не забути голокост. Нам треба все зробити, щоб не забулися неліквідовані наслідки Чорнобилю.

7. Майже всі проблеми Чорнобилю розв'язувалися б ефективніше й адекватніше, аби відразу після аварії запрацював моніторинговий реєстр потерпілих. Україна у 80-х роках минулого сторіччя мала світовий рівень науки, техніки і досвіду автоматизації інформаційних систем. Для ведення моніторингу реєстру потерпілих було все. Не було управлінського розуміння важливості такої справи. Тому й губимося, коли, наприклад, громадські організації наводять жахливі дані про рівень захворюваності, соціальну дезадаптацію та смертність серед ліквідаторів. А всі явища мають бути підкріплені вірогідною статистикою.

8. Треба поширювати цінний досвід роботи Центрів соціально-психологічної реабілітації та інформування потерпілого населення.

9. Всілякої підтримки з боку держави і громадськості заслуговує діюча Чорнобильська програма відродження та розвитку.

## 5. МЕДИЧНІ АСПЕКТИ

### 5.1. Стан здоров'я населення

Аналіз і узагальнення основних результатів наукових досліджень за перші 10 років після аварії свідчать, що медичні наслідки Чорнобильської аварії суттєво відрізнялися від прогнозованих ефектів. Основний внесок у порушення стану здоров'я всіх категорій постраждалих вносили нестохастичні ефекти у вигляді широкого спектра непухлинних форм соматичних та психосоматичних захворювань. Вони здебільшого виступали як чинники втрати працездатності та смертності.

За результатами 15-річного спостереження за різними групами постраждалих у 2001 р. українськими вченими спільно з фахівцями ВООЗ, НКДАР ООН, МАГАТЕ та інших організацій розроблено прогноз та рекомендації з мінімізації медичних наслідків аварії на найближчі роки [1].

#### **5.1.1. Чинники можливого негативного впливу на здоров'я людини в ситуації радіаційної аварії**

Чорнобильська катастрофа показала, що радіаційні аварії за своїм негативним впливом на здоров'я людини є багаточинниковими подіями. Одним з основних чинників є аварійне опромінення. Мірою можливого негативного впливу опромінення на здоров'я людини є доза.<sup>1</sup>

Опромінення може викликати певні медичні наслідки, серед яких – захворювання на рак (щитоподібної залози, лейкемії, солідні раки), генетичні відхилення та ін. Через відсутність відповідних рецепторів радіаційний чинник завжди викликає дуже велике занепокоєння, стрес, почуття тривоги за своє та своїх близьких здоров'я. Це занепокоєння є об'єктивним аспектом реагування населення на аварійне забруднення території, що призводить до серйозних психосоціальних наслідків.

Радіаційна Чорнобильська аварія призвела також до економічних збитків у більшості країн світу, але особливо це стосується України, Білорусі та Росії. І перш за все, це підрив економіки сім'ї у людей, що проживають на забруднених територіях. Економічний чинник сприяв загостренню ендемії забруднених територій.

Найзабрудненіші території Українського Полісся, розташовані на дерново-підзолистих та піщаних ґрунтах, завжди були ендемічними щодо важливих для нормального функціонування організму мікроелементів (йоду, селену, кобальту, заліза та ін.). В доаварійний період недостача мікроелементів компенсувалася певною мірою привізними продуктами, в тому числі морськими з великим вмістом зазначених мікроелементів. Підрив економіки сім'ї практично виключив з дієти харчування сільського населення привізні продукти, що призвело до необхідності споживання продуктів виключно власного та місцевого виробництва і як результат – до загострення ендемії території, виникнення захворювань, пов'язаних з недостатністю повноцінного харчування.

#### **5.1.2. Функціонування реєстрів постраждалих**

Найважливішим у програмах спостереження за здоров'ям стало створення Державного реєстру України осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи (ДРУ). Кількість осіб, включених до ДРУ, змінювалася від 264 857 у 1987 р. до 2 846 455 у 1996 р. На 01.01.2005 р. на обліку в ДРУ перебували 2 405 890 осіб, з них: учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА) на ЧАЕС – 229 884; евакуйованих із 30-кілометрової зони ЧАЕС – 49 887; осіб, які проживають на радіаційно забруднених територіях – 1 554 269; діти, які народилися від зазначених контингентів – 428 045 [2].

Порівняння даних ДРУ з результатами обліку за іншими формами державної статистичної звітності свідчить про неповноту як загального обліку в ДРУ постраждалих осіб, так і їх охоплення медичним наглядом (рис. 5.1.1). Стратегія обліку не передбачає ефективного зворотного зв'язку з низовими ланками ДРУ та оперативного використання даних обліку на районному рівні.

Труднощі в експлуатації і розвитку ДРУ пов'язані із застарілою технічною базою та недостатнім кадровим забезпеченням на всіх рівнях його функціонування, неналежним дозиметричним, науково-методичним та інформаційно-аналітичним супроводом унаслідок нестабільного і недостатнього фінансування.

Інші спеціалізовані реєстри – це Клініко-епідеміологічний реєстр НЦРМ АМН України

<sup>1</sup> Доза – величина поглиненої тканиною, органом чи всім тілом людини енергії.



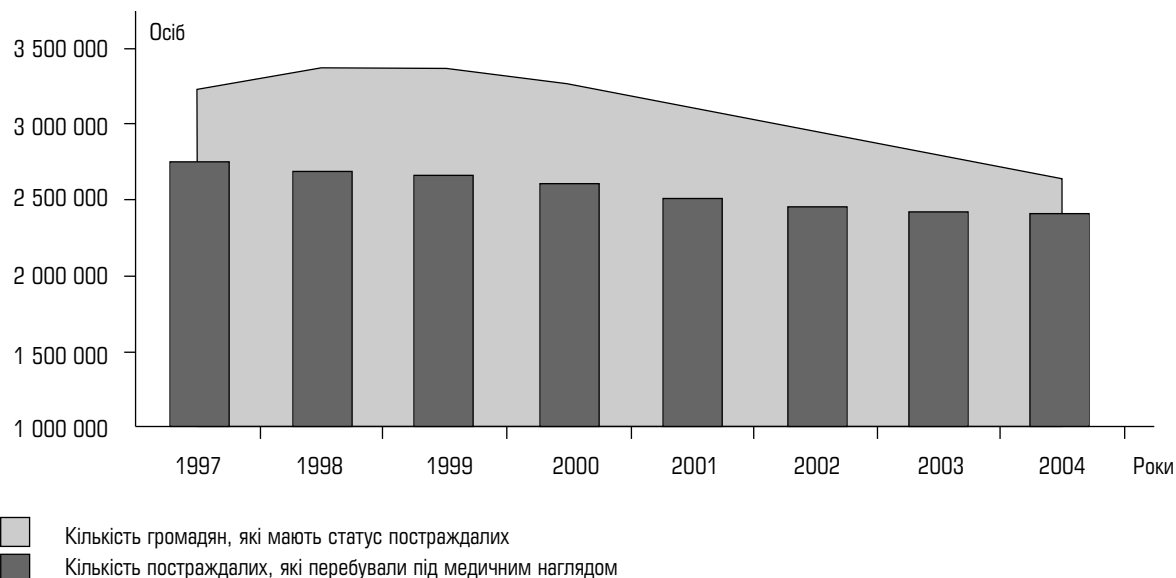


Рис. 5.1.1. Динаміка чисельності громадян із числа постраждалих, які перебували під медичним наглядом у лікувально-профілактичних закладах МОЗ України у 1997–2004 рр., (на кінець року; дані НЦРМ АМН України)

(репрезентативні вибірки з ДРУ за групами обліку та контрольні групи загальною чисельністю 42 000 осіб); Національний канцер-реєстр на базі Інституту онкології АМН України, що функціонує з 1996 р., Клініко-морфологічний реєстр раку щитоподібної залози (Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка АМН України); Український гематологічний реєстр (НЦРМ АМН України); Автоматизована систему управління базами даних моніторингу медико-демографічних наслідків Чорнобильської катастрофи (АСУ БД ДЕМОСМОНІТОР, НЦРМ АМН України).

Протягом 20 років після Чорнобильської катастрофи у постраждалих України зареєстровано радіогенні стохастичні і детерміновані ефекти, а також інші наслідки дії на здоров'я комплексу чинників аварії та її ліквідації.

### 5.1.3. Стохастичні ефекти

#### *Рак щитоподібної залози у дітей*

Зростання захворюваності дітей на рак щитоподібної залози (РЩЗ) розпочалося з 1989 р. За даними Інституту ендокринології та обміну речовин АМН України, за 1989–2004 рр. тільки в Україні прооперовано 3400 осіб, які були дітьми та підлітками на момент аварії. З числа захворілих померло 11 осіб. У 2001 р. було зареєстровано 369 випадків захворювань, у 2002 р. – 311, у 2003 р. – 337, у 2004 р. – 374, тобто захворюваність вийшла на певне плато без очікуваного зниження (рис. 5.1.2) [3].

Незважаючи на майже 99% ефективність найближчих результатів лікування хворих на РЩЗ, якість їх життя у віддалений період залишається зниженою, у зв'язку з довічною необхідністю замісної терапії тироїдними гормонами, з обмеженими фізичними, психологічними можливостями та репродуктивною функцією. Всі вони будуть потребувати медичної підтримки держави в наступний період.

#### *Рак щитоподібної залози в опромінених у дорослому віці*

Після 2001 р. зареєстровано прогнозований експертами надлишок тироїдного раку в УЛНА 1986–1987 рр. (серед чоловіків перевищення загальнонаціонального рівня впродовж 1990–1997 рр. у 4 рази, а в 1998–2004 рр. – у 9 разів, серед жінок-УЛНА – відповідно в 9,7 та 13 разів).

Зареєстровано також не прогнозоване у 2001 р. підвищення частоти РЩЗ в інших групах обліку: у евакуйованих – у 4 рази в 1990–1997 рр. та в 6 разів – в 1998–2004 рр.; у дорослого населення, яке мешкає на радіоактивно забруднених територіях – у 4,1 рази впродовж 1990–2004 рр. порівняно з 1980–1989 рр., та у 1,6 рази відносно національного рівня) [4]. Вперше показано залежність між рівнями випадіння радіоїоду та захворюваності на РЩЗ не тільки у дітей, а й підлітків та дорослих (таблиця 5.1.1). Прогнозується збільшення числа випадків РЩЗ у наступні роки.

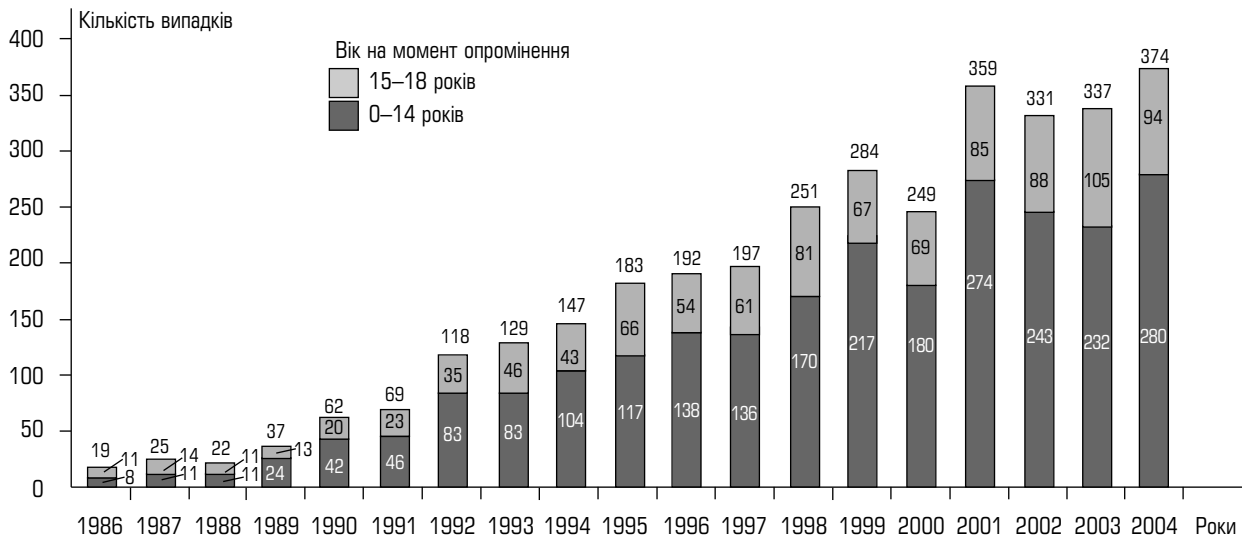


Рис. 5.1.2. Кількість випадків раку щитоподібної залози у дітей та підлітків України (0–18 років на момент аварії на ЧАЕС; дані Інституту ендокринології та обміну речовин ім. акад. В. П. Комісаренка АМН України)

Таблиця 5.1.1

**Стандартизовані показники захворюваності на рак щитоподібної залози (МКХ9 193) у різних групах постраждалих в Україні (дані НЦРМ АМН України)**

| Групи та період спостереження                           | Очікувана кількість випадків | Виявлена реальна кількість випадків | Стандартизований показник ризику SIR (%) | 95% довірчий інтервал |
|---|------------------------------|-------------------------------------|--|-----------------------|
| Учасники ліквідації наслідків аварії (1990–2004)        | 28,1                         | 156                                 | 554,3                                    | 467,3–641,3           |
| Евакуйовані з 30-кілометрової зони (1990–2004)          | 31,1                         | 175                                 | 563,5                                    | 480,0–647,0           |
| Мешканці радіоактивно забруднених територій (1990–2004) | 151,5                        | 247                                 | 163,1                                    | 142,7–183,4           |

*Лейкемія*

Через 15 років після аварії з'явилась тенденція до зростання числа випадків лейкемії в УЛНА, що одержали значні дози опромінення: серед 134 реконвалесцентів гострої променевої хвороби (ГПХ) 5 випадків онкогематологічних захворювань закінчилися смертю в стислі терміни від початку хвороби.

У когорті з 110 645 ліквідаторів наслідків аварії в Україні за період 1986–2000 рр. міжнародною групою експертів у рамках проекту співробітництва України та США в галузі мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи було підтверджено 101 випадок захворювань, у тому числі 49 випадків хронічної лімфобластної лейкемії, 15 – хронічної мієлоїдної лейкемії, 18 – гострих лейкемії і 4 випадки лейкемії з великих гранулярних лімфоцитів [5]. Дослідження ризиків показало вірогідне зростання частоти лейкемії (таблиця 5.1.2).

Серед мешканців забруднених радіонуклідами територій не виявлено експесу цього захворювання (дослідження захворюваності на лейкемії в рамках Франко-німецької Чорнобильської ініціативи).

Дані щодо лейкемії серед дітей, які були опромінені внутрішньоутробно, суперечливі, вони потребують подальшої верифікації.

*Захворюваність на інші злоякісні новоутворення*

За результатами 18-річного аналізу вірогідне зростання показників частоти раку встановлено лише для УЛНА, тоді як в інших групах постраждалих вони є значно нижчими, ніж по Україні в цілому (таблиця 5.1.3). Ці дані відповідають раніше зробленим прогнозам. Водночас, не можна відкидати можливих змін захворюваності та смертності від злоякісних новоутворень протягом 40 років після опромінення.

**Ризики лейкемії в учасників ліквідації наслідків аварії за 15 років після опромінення  
(за даними спільного українсько-американського проекту з дослідження лейкемії, листопад 2005 р.)**

| Вид лейкемії  | Відносний надлишковий ризик, ERR* | 95% довірчий інтервал | Ступінь вірогідності, <i>p</i> |
|---|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Усі лейкемії (УЛНА)   | 2,41                              | 0,11–7,54             | 0,03                           |
| Усі лейкемії (за винятком хронічної лімфатичної лейкемії) – УЛНА  | 3,22                              | –0,61–12,89           | 0,041                          |
| Хронічна лімфатична лейкемія – УЛНА   | 1,55                              | –0,67–7,93            | 0,306                          |
| Усі лейкемії (за відсутності хронічної лімфатичної лейкемії) у виживших після атомного бомбардування в Японії | 4,55                              | 2,83–7,07             | 0,01                           |

\* Показник стандартизований за роком народження та областю проживання.

**Стандартизовані показники захворюваності для всіх форм раку (МКХ9 140-208)  
в різних групах постраждалих в Україні (дані НЦРМ АМН України)**

| Групи та період спостереження                           | Очікувана кількість випадків | Виявлена кількість випадків | Стандартизований показник ризику SIR (%) | 95% довірчий інтервал |
|---|------------------------------|-----------------------------|--|-----------------------|
| Учасники ліквідації наслідків аварії (1990–2004)        | 4529                         | 4922                        | 108,70                                   | 105,6–111,7           |
| Евакуйовані з 30-кілометрової зони (1990–2004)          | 2615                         | 2182                        | 83,40                                    | 79,9–86,9             |
| Мешканці радіоактивно забруднених територій (1990–2004) | 13 211,6                     | 11 221                      | 84,90                                    | 83,4–86,5             |

Викликає занепокоєння зростання частоти раку молочної залози у жінок-УЛНА 1986–1987 рр.– в 1,9 раза впродовж 1990–2004 рр. у порівнянні з показниками відповідних вікових груп жіночого населення України (таблиця 5.1.4).

**Стандартизовані показники захворюваності на рак молочної залози (МКХ9 174)  
у різних групах постраждалого жіночого населення в Україні (дані НЦРМ АМН України)**

| Групи та період спостереження                            | Очікувана кількість випадків | Виявлена кількість випадків | Стандартизований показник ризику SIR (%) | 95% довірчий інтервал |
|--|------------------------------|-----------------------------|--|-----------------------|
| Жінки – учасниці ліквідації наслідків аварії (1990–2004) | 100,2                        | 279                         | 278,5                                    | 245,8–311,2           |
| Евакуйовані з 30-кілометрової зони (1990–2004)           | 254,1                        | 198                         | 77,9                                     | 67,1–88,8             |
| Мешканки радіоактивно забруднених територій (1990–2004)  | 1153,1                       | 756                         | 65,6                                     | 60,9–70,2             |

Захворюваність евакуйованих жінок на рак молочної залози зросла в 1,6 раза, хоча вона ще не перевищує національні показники.

Молекулярно-генетичні дослідження, виконані в Інституті урології АМН України у співробітництві з Медичним Університетом м. Осака (Японія), свідчать про те, що у 53% випадків відбувається мутаційна інактивація пухлинно-супресорного гену *p53* та у 96% випадків – розвиток передракових змін в уротелії сечового міхура серед хворих – мешканців забруднених територій внаслідок хронічної довгострокової (понад 14 років) дії малих доз іонізуючого опромінення, що призводить до генетичної нестабільності з можливим розвитком переважно інвазивних форм раку сечового міхура [6].

*Генетичні ушкодження*

Селективний цитогенетичний моніторинг критичних груп постраждалого населення України проводився протягом двадцяти післяаварійних років.

В усіх обстежених групах у різні терміни після аварії частота аберацій хромосом в лімфоцитах периферичної крові (як інтегральних, так і специфічних для дії іонізуючого опромінення *in vivo*) вірогідно перевищувала доаварійні показники, характерні для спонтанного хромосомного мутагенезу [7]. Підвищена частота хромосомних аберацій виявлена у дітей, які зазнали комбінованого опромінення  $^{131}\text{I}$  і  $^{137}\text{Cs}$ , особливо на територіях, ендемічних по йоду. Показано вплив тироїдної патології на індукцію хромосомної нестабільності в соматичних клітинах людини [8]. Виявлено затриманий цитогенетичний ефект в послідовних клітинних генераціях у нащадків опромінених батьків, що свідчить про реальність трансмісії хромосомної нестабільності [9].

У віддалені терміни після аварії виявлено неадекватну реакцію хромосомного апарату на тестуюче мутагенне навантаження *in vitro* – адаптивний відгук у дитячого населення забруднених територій і нестабільність геному в УЛНА зі значними індивідуальними коливаннями [9].

Виявлено статистично вірогідне зростання в 1,6 раза частоти мутацій у мінісателітних локусах ДНК внаслідок опромінення батьків до зачаття, в той час як опромінення матерів не супроводжувалось підвищенням мутацій мінісателітних локусів ДНК статевих клітин [10].

#### 5.1.4. Детерміновані ефекти

##### Гостра променева хвороба

Гостра променева хвороба (ГПХ) – загально визнаний детермінований наслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Після ретельного ретроспективного аналізу (1989) історій хвороб 237 осіб, яким було встановлено діагноз ГПХ в 1986 р., реальна кількість постраждалих з таким діагнозом зменшилась до 134 осіб, з них 28 пацієнтів померли протягом перших трьох місяців після аварії, 14 – протягом перших 15 років та ще 16 – в наступні роки (дані на 1 січня 2006 р.), незважаючи на постійний медичний контроль, систематичне лікування і реабілітаційні заходи (рис. 5.1.3).

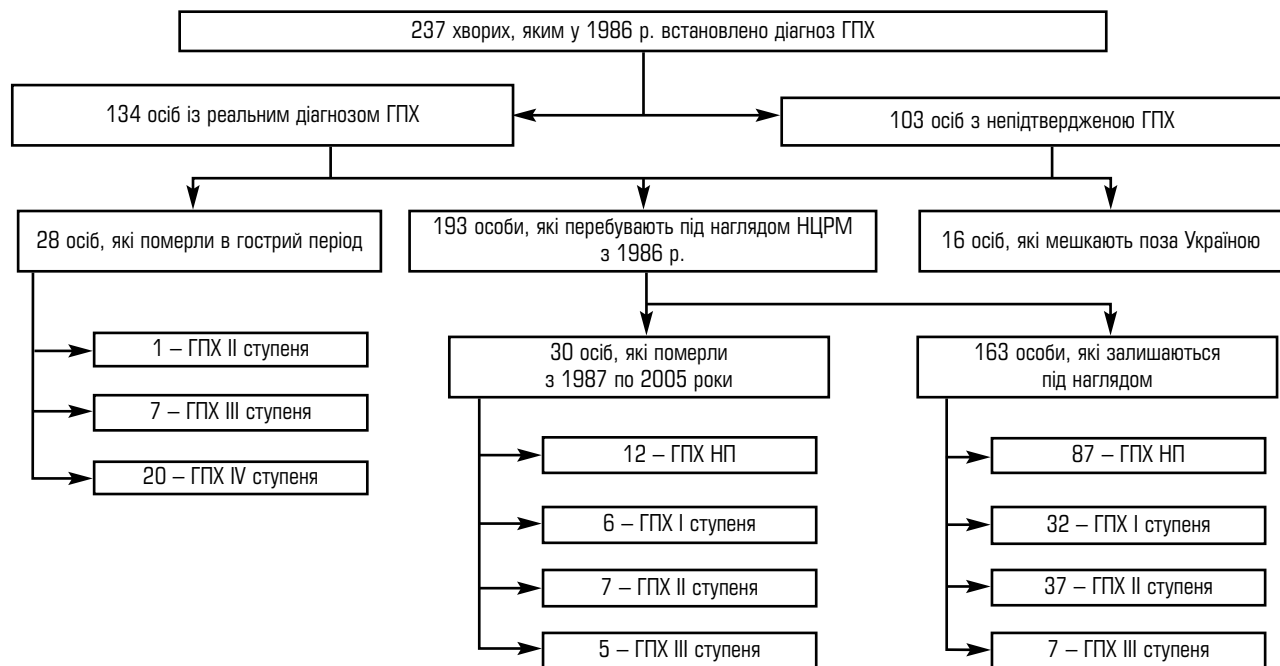


Рис. 5.1.3. Динаміка кількості осіб, які зазнали гострої променевої хвороби внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (ГПХ – гостра променева хвороба; ГПХ НП – непідтверджена гостра променева хвороба) за даними НЦРМ АМН України

Ті, хто перенесли ГПХ і залишаються живими, страждають на хронічні захворювання внутрішніх органів і систем, що виникли від сумісної дії різних негативних чинників Чорнобильської аварії, насамперед радіаційного (від 5–7 до 10–12 діагнозів одночасно). Соматична патологія у цих постраждалих характеризується початково високим і стабільним рівнем захворювань нервової системи, значною питомою вагою запальних та ерозивно-виразкових процесів у травному тракті, поступовим зростанням частоти хвороб гепато-біліарної, серцево-судинної і дихальної систем.

У значної частини з них типово радіаційними проблемами залишаються розвиток променевих катаракт, частота виникнення яких залежить від поглинутої дози опромінення, і наслідки

променевих опіків шкіри різного ступеня тяжкості (у 1/3 постраждалих) – від невеликих за площиною і глибиною уражень променевих дерматитів аж до ампутації кінцівки в одного хворого.

Практично всі особи, які потерпіли від ГПХ, незалежно від ступеня її тяжкості отримали другу групу інвалідності у зв'язку зі стійкою втратою працездатності як внаслідок низьких показників здоров'я, так і через неможливість працювати за фахом професіонала-атомника або пожежника. Основна кількість цих людей щорічно, а залежно від стану здоров'я – і частіше проходить стаціонарне обстеження і лікування в клініці НЦРМ АМН України.

Результати тривалого спостереження та інтегральної оцінки стану здоров'я цієї когорти людей свідчать про несприятливий прогноз щодо ефективності підтримувальної терапії, реабілітаційних заходів, спрямованих на запобігання ускладненням перебігу хвороб та збільшення тривалості життя [11].

### Катаракта

Зафіксовано 165 випадків **радіаційної (променевої) катаракти** – очної патології, яка вважається детермінованим специфічним ефектом радіаційного опромінення. Встановлено, що радіаційна катаракта може розвинутися внаслідок впливу не тільки високих доз радіаційного опромінення, а й доз опромінення значно менших за 1 Гр (таблиця 5.1.5). Наявні дані (обстежено 14 731 УЛНА) свідчать на користь погляду на радіаційну катаракту як на стохастичний ефект радіаційного опромінення [12].

Таблиця 5.1.5

#### Залежність доза-ефект для радіаційної катаракти в учасників ліквідації наслідків аварії (дані НЦРМ АМН України)

| Залежність ризику від радіаційної катаракти | Рівень аддитивно-відносного ризику     | P      |
|---|--|--------|
| دوزи опромінення                            | 3,451 (1,347; 5,555) на 1 Гр           | < 0,05 |
| тривалості участі в ЛНА                     | 1,095 (1,017; 1,173) на 1 log (1/tdn)* | < 0,05 |

\* tdn – кількість днів участі в ліквідації наслідків аварії.

Доведено наявність дозозалежного зростання поширеності інволюційної катаракти, хоріоретинальних макулярних дистрофій, патології склистого тіла серед УЛНА.

У мешканців зони гарантованого добровільного відселення у порівнянні з менш забрудненими територіями інволюційна катаракта, макулярні дистрофії, патологія судин сітківки спостерігаються з більшою частотою.

### Імунологічні ефекти

Двадцятирічні післяаварійні дослідження підтвердили, що імунна система належить до критичних систем організму за радіочутливістю. Імунологічне обстеження в НЦРМ АМН України понад 120 000 осіб різних груп обліку дало можливість виявити основні типи радіаційного ушкодження та відновлення імунної системи, окреслити її значення в формуванні віддалених ефектів опромінення. Вивчення дозових залежностей та часу опромінення показало, що у 23,2% УЛНА через 11–13 років після опромінення зберігаються прояви комбінованого імунологічного дефіциту: депресії Т-ланки з високим ступенем кореляції числа CD3<sup>+</sup> HLA – DR<sup>-</sup> клітин з дозою опромінення [13].

Виявлено HLA-антигени (HLA-A10; HLA-A28; HLA-B38) та їх комбінації, які асоційовані з підвищеною радіочутливістю організму людини. Наявність у фенотипі пацієнта антигенів HLA-B5, Cw2, Cw5 дає можливість прогнозувати високу стійкість та низький ризик розвитку захворювання при дії іонізуючого випромінювання [14, 26].

Серед осіб з різним діапазоном дозових навантажень виявлена істотна поширеність носійства цитомегаловірусної інфекції, вірусних гепатитів С та В [15].

У віддалений період, через 15–18 років після опромінення, встановлено пороги збереження радіаційно індукованих імунних порушень на рівні доз в 200–350 мЗв. Взаємодія імунної та нервової систем може поглиблювати імунологічні розлади. Реакції адаптивного та активаційного типів в осіб, опромінених підпороговими дозами, напевно, пов'язані з психологічним стресом та іншими побічними чинниками [16].

Дозозалежні ефекти в імунній системі спостерігаються навіть через 15 і більше років як на індивідуальному, так і на груповому рівні. У віддалений період кількість клітин з мутацією TCR прямо корелювала зі зниженням імунітету в осіб, що перенесли ГПХ (рис. 5.1.4).

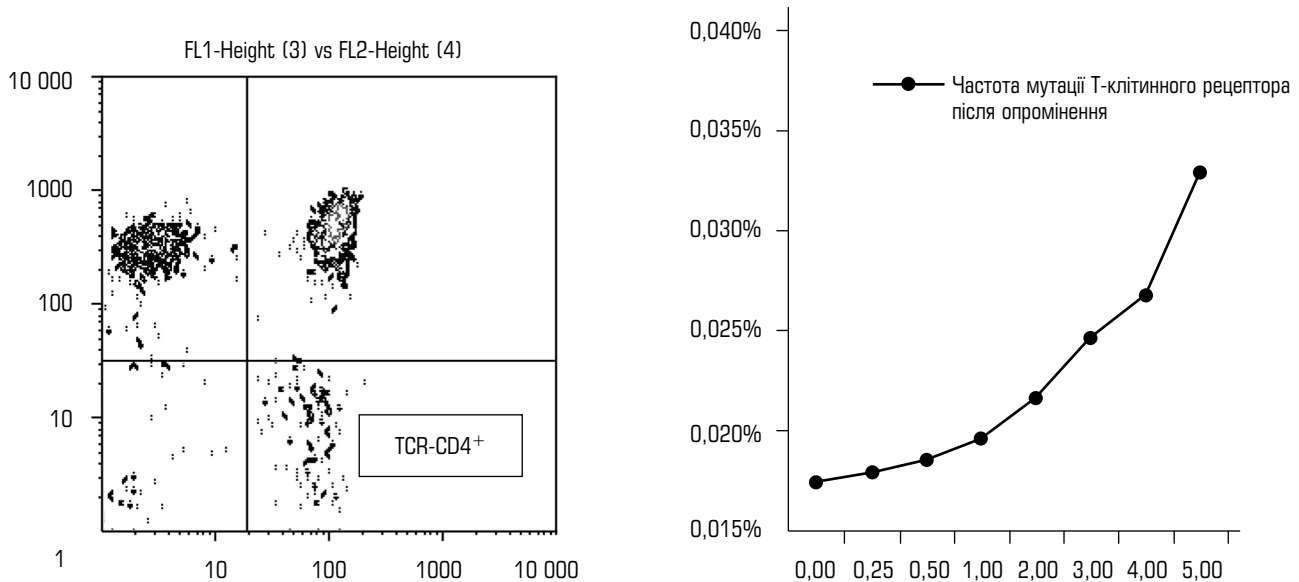


Рис. 5.1.4. Частота визначення мутацій Т-клітинного рецептора залежно від дози опромінення (дані НЦРМ АМН України)

Висока проліферативна активність і акумуляція CD34<sup>+</sup> клітин після опромінення у великих дозах, відбиває процеси адаптації, а в сполученні зі зниженим апоптозом стає основою для формування пізніх радіаційно індукованих ефектів, зокрема лейкемії [17].

#### Непухлинні захворювання

Загальна захворюваність та інвалідність. Результати проведених епідеміологічних досліджень свідчать, що в період 1988–2003 рр. частка здорових серед УЛНА 1986–1987 рр. зменшилась із 67,6% до 7,2%, а частка хворих на хронічні хвороби збільшилась із 12,8% (1988) до 81,4% (2003). У структурі непухлинної захворюваності провідними є класи хвороб систем кровообігу, травлення та нервової (таблиця 5.1.6).

Таблиця 5.1.6

**Поширеність (%) і структура (%) непухлинних захворювань серед ліквідаторів 1986–1987 рр. (чоловіків) за роками спостереження (дані НЦРМ АМН України)**

| Класи захворювань                        | 1988  |      | 1999   |      | 2003   |      |
|--|-------|------|--------|------|--------|------|
|  | ‰     | %    | ‰      | %    | ‰      | %    |
| Усі захворювання                         | 420,0 | 100  | 3012,1 | 100  | 3530,7 | 100  |
| Хвороби системи кровообігу               | 95,6  | 22,8 | 676,2  | 17,3 | 932,6  | 26,4 |
| Хвороби системи травлення                | 96,8  | 23,1 | 733,0  | 24,3 | 887,9  | 25,1 |
| Хвороби нервової системи і органів чуття | 85,3  | 20,3 | 555,5  | 18,4 | 563,8  | 16,0 |
| Хвороби дихальної системи                | 47,0  | 11,2 | 340,3  | 11,3 | 334,2  | 9,5  |
| Хвороби кістково-м'язової системи        | 35,3  | 8,3  | 270,7  | 8,99 | 295,7  | 8,4  |
| Хвороби ендокринної системи              | 41,3  | 9,8  | 168,0  | 5,6  | 218,8  | 6,2  |
| Хвороби сечостатевої системи             | 9,8   | 2,3  | 77,4   | 2,6  | 98,4   | 2,8  |
| Психічні розлади                         | 5,8   | 1,4  | 29,8   | 1,0  | 24,9   | 0,7  |
| Хвороби шкіри і підшкірної клітковини    | 2,0   | 0,5  | 16,1   | 0,5  | 13,0   | 0,4  |
| Гематологічні захворювання               | 1,1   | 0,3  | 6,9    | 0,23 | 8,2    | 0,2  |

Дози зовнішнього опромінення всього тіла в межах 0,1–1,0 Гр є чинником ризику розвитку широкого спектра непухлинних захворювань УЛНА 1986–1987 рр. Частота захворюваності більша серед УЛНА, які отримали дозу опромінення понад 250 мЗв (рис. 5.1.5) [18].

Серед УЛНА 1986–1987 рр. відзначається високий рівень і швидке зростання інвалідності:

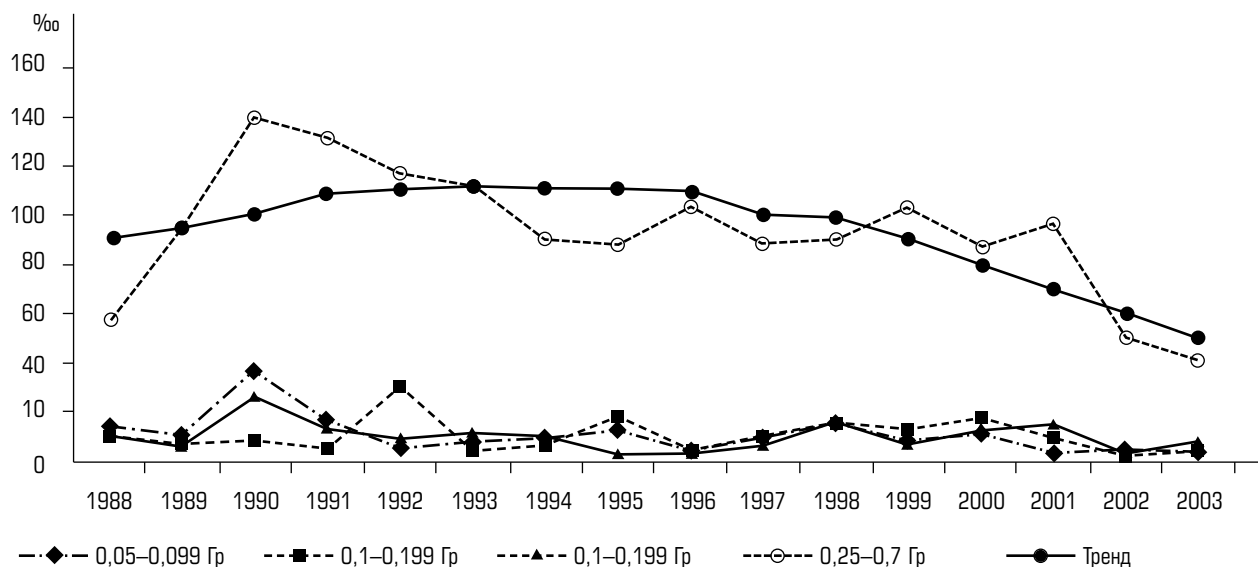


Рис. 5.1.5. Частота непухлинної захворюваності УЛНА на ЧАЕС 1986–1987 рр. за роками спостереження в залежності від дози зовнішнього опромінення всього тіла 0,25 Гр (дані НЦРМ АМН України)

з 2,71‰ до 208,3‰ протягом 1988–2003 рр. За даними ДРУ, при дозах зовнішнього опромінення всього тіла понад 0,25 Гр високий рівень інвалідності формується за рахунок УЛНА старших вікових груп (40–59 років на момент обстеження).

Установлено негативні тенденції змін стану здоров'я дорослого населення, евакуйованого з м. Прип'яті і 30-кілометрової зони ЧАЕС. З 1988 по 2002 роки кількість здорових осіб серед обстежених зменшилась з 67,7% до 22%, тоді як хронічно хворих збільшилась з 31,5% до 77%, поширеність непухлинних хвороб зросла з 631,5 до 3037,2‰, вперше виявлених хвороб – з 377,4 до 1104,5‰. З 1991–1992 рр. захворюваність дорослих евакуйованих перевищує аналогічні показники дорослого населення України.

У динаміці дослідження виявлено вірогідно вищий загальний рівень захворюваності та поширеності хвороб в когортах евакуйованих, які проживають після евакуації на радіоактивно забруднених територіях, порівняно з евакуйованими – мешканцями умовно чистих територій [19].

Негативний стан здоров'я, за даними дослідження, не є результатом впливу лише радіаційного чинника.

Значну роль в його погіршенні в післяаварійний період відіграє вплив комплексу нерадіаційних чинників соціально-економічного, побутового, поведінкового характеру й інших чинників. Серед дорослого евакуйованого населення показники інвалідності з 1988 по 2002 рр. зросли з 4,6 до 103,4%.

Серед населення, яке мешкає на радіоактивно забруднених територіях за період 1988–1999 рр. поширеність хвороб і первинна захворюваність зросли більше ніж у 2 рази (відповідно з 620,9 до 1275,6‰ і з 309,5 до 746,0); з 1993–1994 рр. показники захворюваності потерпілих перевищують популяційні (рис. 5.1.6).

Захворюваність мешканців радіоактивно забруднених територій залежить від зони мешкання.

У спеціальному когортному дослідженні мешканців радіоактивно забруднених територій встановлено, що в осіб з дозою опромінення на щитоподібну залозу понад 200 сГр, порівняно з тими, у кого ця доза становить менше ніж 30 сГр, відмічається високий відносний ризик розвитку захворювань органів кровообігу, особливо цереброваскулярної патології, а також вищий ризик формування ендокринної патології і хвороб кістково-м'язової системи.

#### *Серцево-судинні захворювання постраждалих осіб мають зв'язок з радіаційним впливом*

Для УЛНА встановлено мінімальні дози опромінення, які викликають зростання захворюваності на серцево-судинні хвороби (таблиця 5.1.7).

Виявлено залежність від дози опромінення для цереброваскулярної патології в УЛНА (рис. 5.1.7). Ризик розвитку цих захворювань вище в опроміненіх осіб з дозами 0,5–0,99 Гр і 1 Гр у порівнянні з опроміненіми в дозах менших за 0,1 Гр [20].

Установлено, що формування окремих класів і нозологічних форм непухлинних хвороб

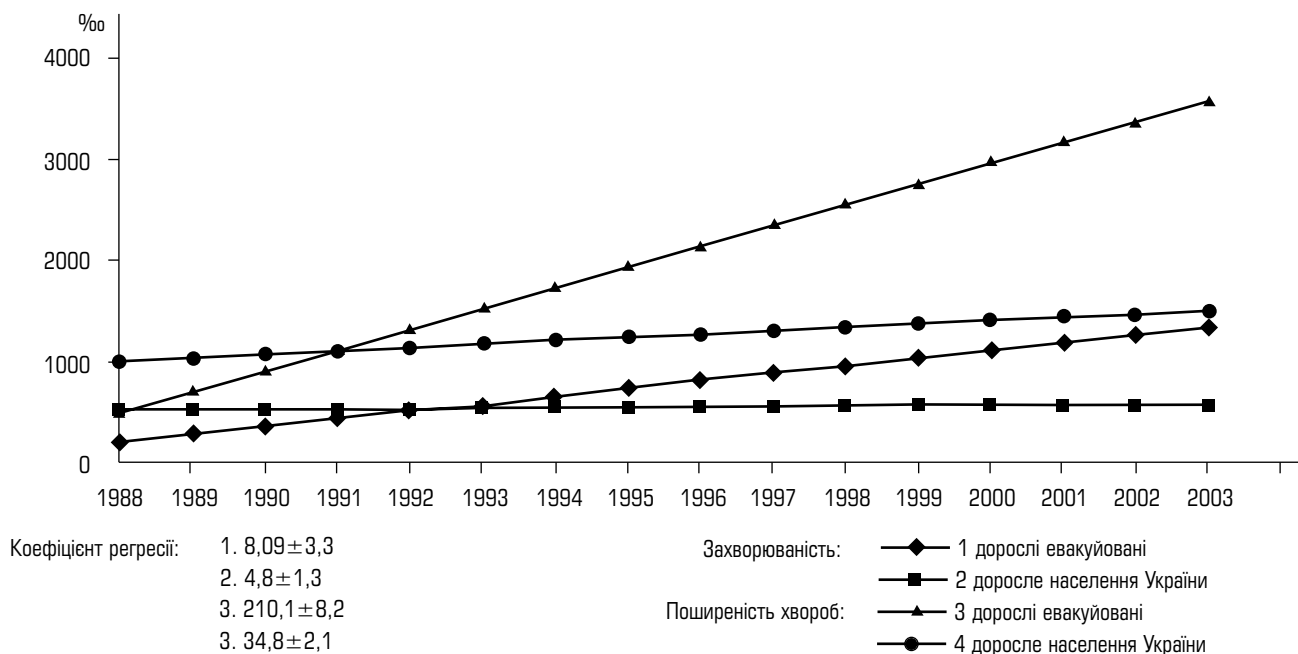


Рис. 5.1.6. Захворюваність та поширеність непухлинних хвороб у евакуйованих осіб з м. Прип'яті в порівнянні з населенням України за 1988–2003 рр. (дані НЦРМ АМН України)

Таблиця 5.1.7

**Мінімальні дози опромінення, що викликають зростання частоти серцево-судинної патології в учасників ліквідації наслідків аварії (дані НЦРМ АМН України)**

| Нозологічні форми                   | Код за ICD-10 | Код за ICD-9 | Доза зовнішнього опромінення, Гр; $p < 0,05$ |
|-------------------------------------|---------------|--------------|--|
| Ангіопатія та ангіосклероз сітківки | H35,0         | 362,1        | $\geq 0,5$                                   |
| Гіпертензійна хвороба               | I10–I15       | 401–405      | $\geq 1,0$                                   |
| Ішемічна хвороба серця              | I20–I25       | 410–414      | $\geq 0,25$                                  |
| Ендоміокардіальний фіброз           | I42,0         | 425,0        | $\geq 0,1$                                   |
| Цереброваскулярні хвороби           | I60–I69       | 430–438      | $\geq 0,25$                                  |

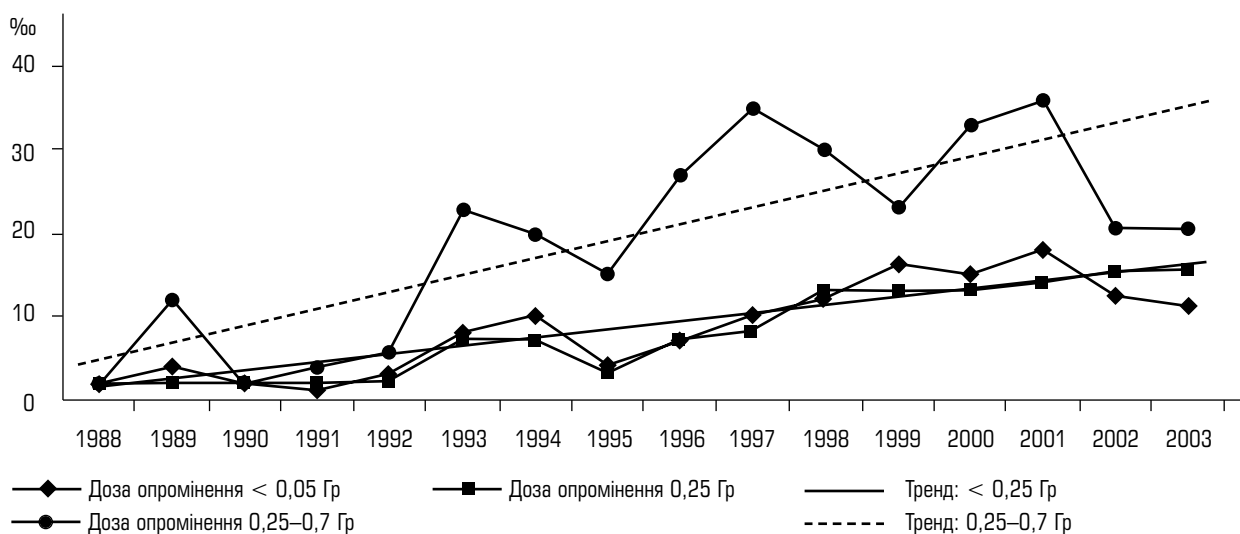


Рис. 5.1.7. Частота цереброваскулярних захворювань в учасників ліквідації наслідків аварії 1986/87 рр. за період 1988–2003 рр. є вірогідно вищою при дозах опромінення понад 0,25 Гр (дані НЦРМ АМН України)



серед евакуйованих вірогідно залежить від дози зовнішнього гамма-опромінення всього тіла (понад 0,05 Гр) та дози опромінення щитоподібної залози (0,3 Гр).

### Нейропсихіатричні ефекти

Розлади нервово-психічної сфери у постраждалих осіб продовжують залишатись актуальною проблемою сьогодення [20].

Нервово-психічним розладам у віддалений період ГПХ властивий прогресуючий перебіг з послідовною зміною етапів з вегетосудинного і вегето-вісцерального на церебрально-органічний і соматогенної патології (рис. 5.1.8).

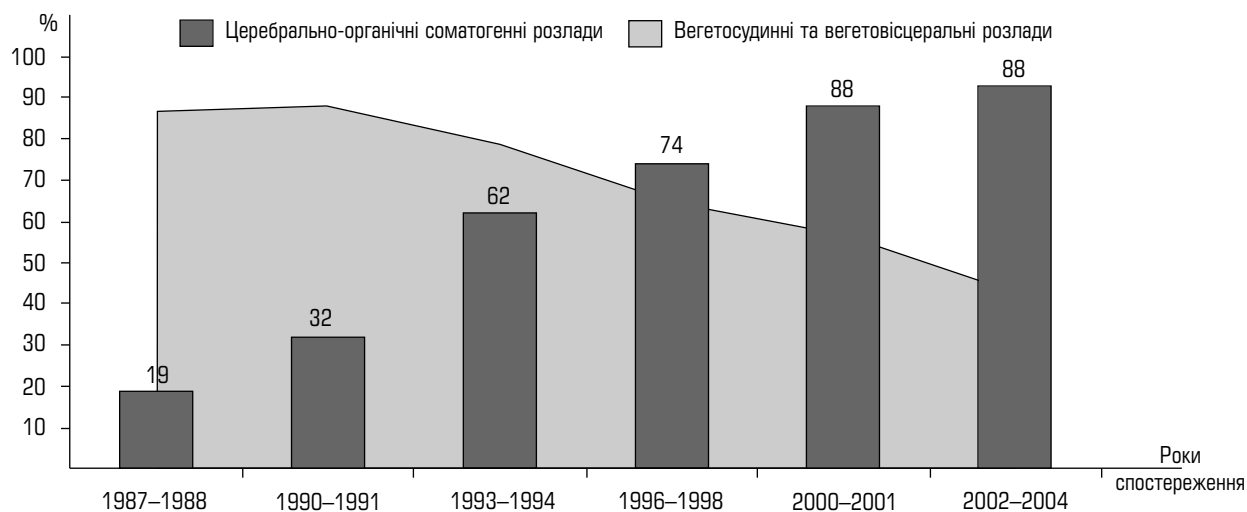


Рис. 5.1.8. Динаміка вегетативних та органічних психічних розладів після гострої променевої хвороби

Пострадіаційні органічні психічні розлади спостерігаються у 62% хворих з дозами опромінення понад 1 Зв. Нейропсихологічні дослідження виявили дозозалежні ознаки ураження лівої скроневої ділянки, глибоких церебральних структур та лобних формацій переважно лівої гемісфери. Кількісною нейровізуалізаційною особливістю віддаленого періоду ГПХ є атрофія кори гемісфер головного мозку та дозозалежне ураження провідникових шляхів домінантної півкулі.

Дослідження репрезентативної когорти УЛНА за допомогою стандартизованого психіатричного інтерв'ю в рамках Франко-німецької Чорнобильської ініціативи свідчить про збільшення поширеності психічних розладів до 36% серед УЛНА у порівнянні із українською популяцією (20,5%), а також про зростання депресії УЛНА до 24,5% у порівнянні з популяцією (9,1%).

Починаючи з 1990 р. зареєстровано підвищення захворюваності на шизофренію персоналу Чорнобильської зони відчуження до 5,4 осіб на 10 000, порівняно з 1,1 – на 10 000 загалом в Україні.

Характерними психічними розладами у віддалений період після аварії для обстежених УЛНА є варіанти органічного розладу особистості. Дозозалежні нейропсихіатричні, нейрофізіологічні, нейропсихологічні і нейровізуалізаційні порушення виявлені при дозах загального опромінення понад 0,3 Зв.

Психічне здоров'я жінок, евакуйованих з м. Прип'яті, погіршено внаслідок посттравматичних стерсових розладів, депресії, соматоформних розладів, тривоги і соціальної дисфункції.

### Бронхолегенева система

За даними МОЗ України, захворюваність дорослих та підлітків, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС, на бронхіт хронічний і неуточнений, емфізему в 2004 р. у порівнянні з 1990 р. зросла з 316,4 до 528,47 на 10 000 осіб, а на бронхіальну астму – з 25,7 до 55,44 на 10 000 осіб.

При комбінованій дії зовнішнього опромінення та інгаляції осколкової суміші радіонуклідів бронхолегенева система стає однією з основних тканин-мішеней, що в подальшому клінічно реалізується у хронічні обструктивні захворювання легенів (ХОЗЛ). Про це свідчать результати клініко-морфологічного дослідження 2736 опромінених хворих на ХОЗЛ і 309 хворих на ХОЗЛ без радіаційного впливу в анамнезі, отримані протягом 1987–2005 рр.

За даними клініко-епідеміологічного реєстру НЦРМ АМН України (16 133 обстежених УЛНА), спостерігається зростання показників захворюваності на ХОЗЛ. У групі з 7665 УЛНА

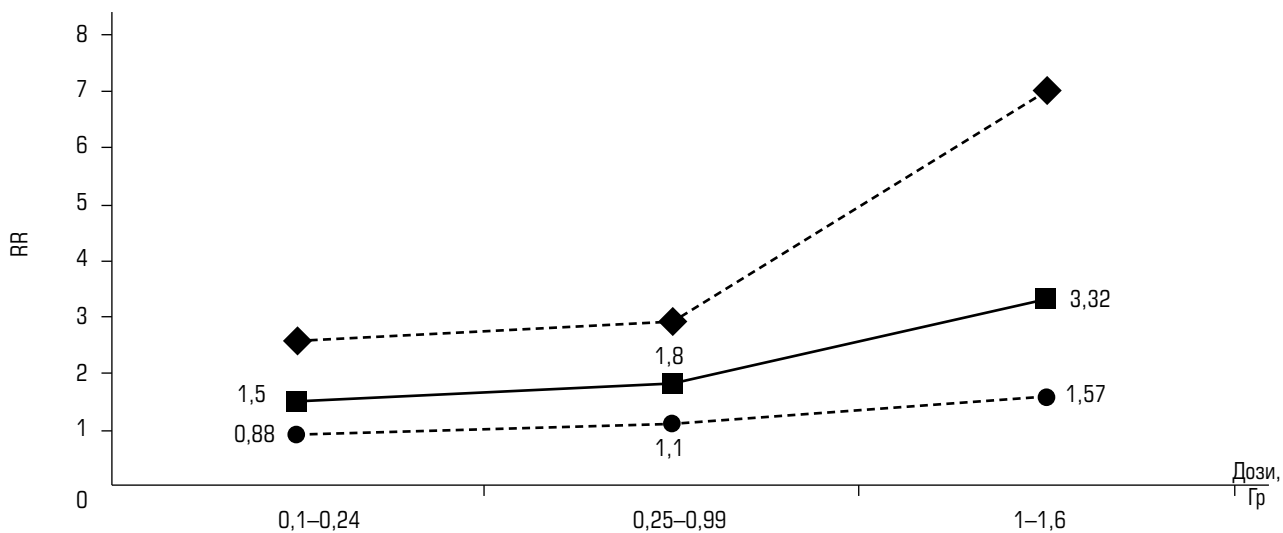


Рис. 5.1.9. Відносні ризики (RR) і 95% довірчий інтервал поширеності хронічного обструктивного бронхіту (491,2, МКБ-9) серед чоловіків, УЛНА 1986–1987 рр. з різними дозами опромінення всього тіла (дані клініко-епідеміологічних досліджень НЦРМ АМН України з 09.1992 р. по 04.2004 р.)

1986–1987 рр. з дозами опромінення 250 мЗв і вище виявлено вірогідні відносні ризики захворювання на хронічний обструктивний бронхіт; зв'язок хронічного бронхіту з опроміненням був дозозалежним (рис. 5.1.9).

Патоморфоз ХОЗЛ при дії радіаційно-пилового та інших ушкоджувальних чинників в УЛНА характеризується зміною мінімальної клінічної симптоматики раннього періоду на швидкий розвиток фібротичних змін в легенях та слизовій оболонці бронхів, прогресуючу їх деформацію, що супроводжується поглибленням вентиляційних порушень [21].

#### *Захворювання системи травлення*

У перші післяаварійні роки патологія системи травлення була зумовлена порушеннями вегетативної регуляції моторної та секреторної функції шлунка, які у подальшому призвели до розвитку ерозивного гастродуоденіту і виразкової хвороби шлунка та дванадцятипалої кишки.

На етапі першого десятиліття в УЛНА та мешканців забруднених територій рівень захворюваності на виразкову хворобу значно перевищував такий у населення України. Збільшення випадків виразкової хвороби та важкість її перебігу у зазначених осіб були індуковані чинниками Чорнобильської катастрофи.

Дослідження останніх років з вивчення клініко-морфологічних аспектів виразкової хвороби в осіб, що були евакуйовані з територій із високим рівнем радіоактивного забруднення, свідчать про прогресивний перебіг запалення у шлунку, який збігається за часом виникнення з періодом аварії на ЧАЕС і реалізується вже в наш час виникненням виразкової хвороби [22].

Спостерігається розвиток хронічних гепатитів та цирозів печінки як віддалених наслідків Чорнобильської катастрофи, які на першому етапі після аварії на ЧАЕС визначались як дифузні зміни печінки, що мали риси адаптивно-компенсаторної гепатопатії [23].

#### *Стан гемопоетичної системи*

Результати моніторингу стану гемопоетичної системи постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС протягом 20 років показали, що у частини обстежених спостерігалися відхилення в аналізах периферичної крові. В периферійній крові 25% УЛНА у перші 1–2 роки відмічалася лейкопенія, у незначній кількості осіб – підвищення вмісту еритроцитів та рівня гемоглобіну (9,5%), збільшення кількості лейкоцитів (12%), зниження кількості тромбоцитів (9%), підвищення кількості еозинофілів (10,5%), лімфоцитів (14,5%) та моноцитів (10,5%).

Такі нестабільні відхилення реєструвалися і у віддалені періоди після аварії: лейкоцитоз та лейкопенія у 24% та 19,7% обстежених, у 7,6% – тромбоцитопенія, у 2,4% – тромбоцитоз. У 15% випадків зустрічалася комбінація різних синдромів, наприклад – лейкопенія і тромбоцитопенія, лейкопенія, анемія і тромбоцитопенія.

Для всього періоду спостереження характерними були якісні порушення в ядрі та цитоплазмі гранулоцитів, лімфоцитів, еритроцитів. Серед мегакаріоцитів реєструвалося збільшення

кількості «старих» клітин, з наявністю тромбоцитів велетенської форми, клітин з поліморфною зернистістю, а у частини обстежених – агрегати тромбоцитів, скупчення мікро- і макроформ.

Постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС з різноманітними кількісними та якісними порушеннями елементів усіх паростків гемопоєзу становлять групу ризику онкогематологічних захворювань: з групи ризику 4200 осіб, відібраної після обстеження гематологами НЦРМ АМН України 46 000 постраждалих дітей, дотепер реалізувалось 11 випадків лейкемії.

#### Непухлинна тироїдна патологія

Актуальною проблемою для всіх категорій потерпілих є хронічний тироїдит (рис. 5.1.10) та інша непухлинна тироїдна патологія. З особливою гостротою ця проблема постає для мешканців ендемічних по йоду територій українського Полісся.

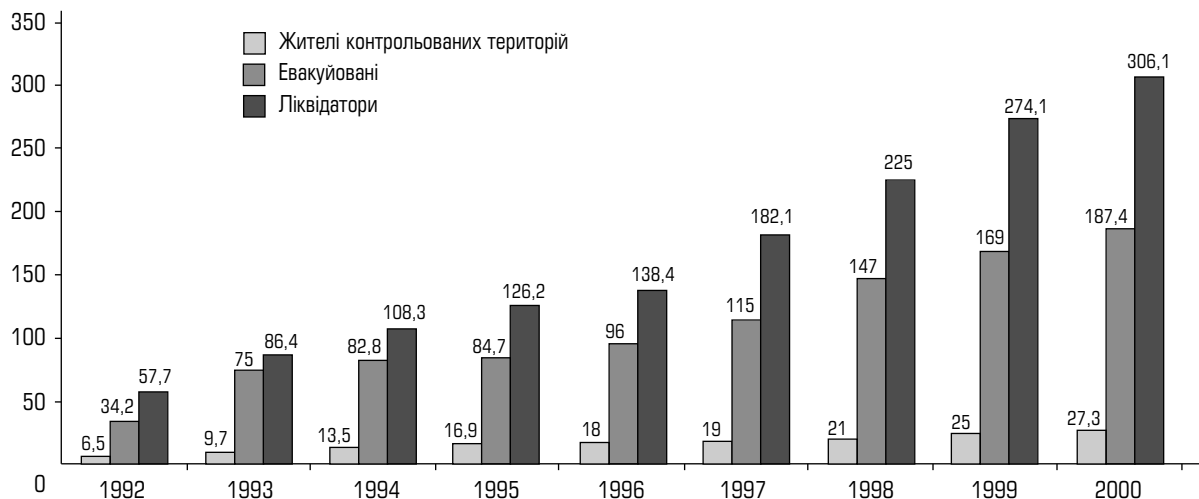


Рис. 5.1.10. Поширеність хронічного тироїдиту в Україні в групах постраждалих (дорослих і підлітків, на 10 000; дані МОЗ України)

#### Стан здоров'я дитячого населення

Стійкі негативні зміни в стані здоров'я дитячого населення належать до медичних наслідків Чорнобильської катастрофи.

Статистичні дані про стан здоров'я дітей віком 0–14 років, потерпілих внаслідок аварії на ЧАЕС, свідчать про те, що в усі післяаварійні роки їх захворюваність має тенденцію до поступового зростання з 455,4‰ у 1987 р. до 1367,2‰ у 2003 р. Зростає і поширеність непухлинних хвороб (рис. 5.1.11).

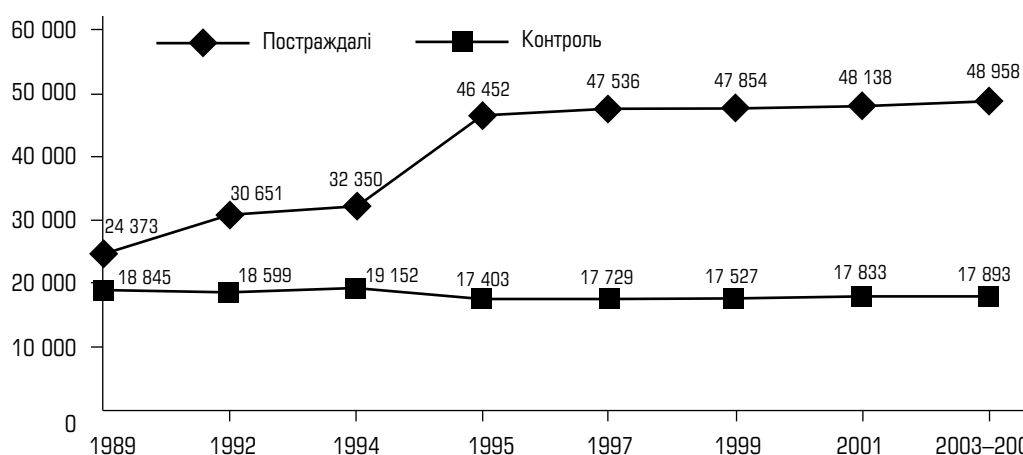


Рис. 5.1.11. Динаміка загального рівня поширеності непухлинних хвороб (0/000) серед постраждалих дітей та підлітків

На теперішній час в структурі захворюваності дітей 0–14 років провідними є хвороби органів дихання; нервової системи; органів травлення; шкіри та підшкірної жирової клітковини; інфекційні та паразитарні хвороби; хвороби крові та кровотворних органів.

Спостерігається зниження питомої ваги практично здорових дітей (з 27,5% у 1986–1987 рр. до 7,2% у 2003 р.), збільшення кількості дітей із хронічними захворюваннями (з 8,4% у 1986–1987 рр. до 77,8% у 2003 р.), а кількість дітей-інвалідів серед постраждалих у 4 рази перевищує середньопопуляційний рівень в Україні. Найбільш несприятливі зрушення відмічено у підлітків з високими дозами опромінення щитоподібної залози та підлітків, опромінених внутрішньоутробно. Серед них частка практично здорових не перевищує 2,8%.

Суттєві зміни стосуються показників захворюваності органів травлення (23,9% у 1988 р. та 72,5% у 2003 р.). Має місце підвищення частоти сполучених уражень травного тракту та їх омолодження – ці захворювання діагностуються вже у дошкільному віці.

Відчувається значний вплив наслідків Чорнобильської катастрофи на імунну систему дітей. У 82,5% з них (у контролі 39,5%,  $p < 0,05$ ) реєструється імунний дисбаланс, що лежить в основі підвищення частоти алергічних уражень шкіри, захворювань ЛОР-органів, бронхолегеневої системи, а також імунодефіцитних станів [24].

Особливостями розвитку соматичної патології, є полісистемний, поліорганний характер уражень, рецидивуючий перебіг з відносною резистентністю до терапії [25, 26].

Оцінка радіаційних ризиків для підлітків, які проживають на забруднених територіях, показала, що 92,8% радіаційних ефектів буде пов'язано з опроміненням щитоподібної залози; 4,8% – з зовнішнім гамма-опроміненням; 2,3% – внутрішнім опроміненням за рахунок  $^{137}\text{Cs}$  та 0,1% – за рахунок  $^{90}\text{Sr}$ . Ці ризики можуть реалізовуватися до 2055 р. [24].

Динамічні спостереження за дітьми, які зазнали впливу іонізуючої радіації у період внутрішньоутробного розвитку, свідчать, що опромінення щитоподібної залози і центральних органів імуногенезу плода в діапазоні доз, які характерні для Чорнобильської аварії, може викликати ушкодження, які проявляються після народження порушенням росту та розвитку, зростанням частоти стабільних ушкоджень хромосомного апарату, порушенням функціонування імунної системи та підвищенням ризику розвитку мультифакторіальної патології [27, 28].

У рамках Франко-німецької Чорнобильської ініціативи у пренатально опромінених дітей виявлено більше захворювань нервової системи і психічних розладів. Опромінені діти мали нижчий загальний IQ, зумовлений нижчим вербальним IQ та, відповідно, мали підвищену частоту дисгармонійного інтелекту. Коли ця дисгармонія у пренатально опромінених дітей перевищувала 25 балів, вона корелювала з дозою опромінення плоду. Матері обох груп не мали розбіжностей у вербальному інтелекті [30].

Виявлено радіонейроембріологічний ефект у вигляді дисгармонії інтелектуального розвитку дитини за рахунок зменшення вербального IQ при внутрішньоутробному опроміненні на 8-му та пізніших тижнях гестації у дозах на ембріон та плід  $> 20$  мЗв, дозах на щитоподібну залозу *in utero*  $> 300$  мЗв, що відбиває дисфункцію кортико-лімбічної системи переважно у домінуючій (лівій) півкулі. Показано, що за умов радіаційної аварії з викидом у довкілля радіонуклідів йоду при малих дозах зовнішнього опромінення плоду, ушкодження головного мозку можливе не лише у найкритичніший період цереброгенезу (8–15-й тижні гестації), а й у більш пізні терміни вагітності, коли дози опромінення щитоподібної залози *in utero* найвищі.

Діти, які народилися в опромінених батьків, також мають низький рівень здоров'я. Про це свідчать високі показники загальної захворюваності, що протягом останніх 5 років варіюють в межах 1134,9–1367,2‰ (по Україні в цілому 960,0–1200,3 ‰).

За даними комплексного обстеження, частка практично здорових серед них становить 2,56–9,2%, (у контролі – 18,61–24,6%), а індекс патологічної ураженості дорівнює 5,43–5,97. Цю категорію дітей характеризують зниження спроможності адаптуватися до умов зовнішнього середовища, відставання біологічного віку від календарного, наявність порушень імунітету з найбільшою виразністю усіх змін у дітей, які народилися в УЛНА 1986–1987 рр. з дозою опромінення 25 сЗв і більше.

У дітей, народжених у опромінених батьків, формується феномен геномної нестабільності. У них частіше реєструються зовнішні стигми дизембріогенезу, малі аномалії розвитку внутрішніх органів та вроджені вади, спостерігається посилення мутаційного процесу не тільки в індикаторних клітинах, а й у клітинах-мішенях, що може призвести до порушень їх функціонування та бути підставою виникнення стохастичних, а можливо, й деяких нестохастичних ефектів радіаційного впливу [29].

Психічний статус постраждалого дитячого населення всіх категорій значно нижчий у порівнянні з однолітками контрольних груп. Серед найважливіших психологічних відхилень визначено такі: відчуття себе жертвою; стан соціальної відчуженості та дискримінації особливо щодо отримання освіти, працевлаштування, утворення сім'ї; відсутність ініціативності; рентні установки; відчуття фатальності у сприйнятті стану свого здоров'я; очікування неминучих наслідків опромі-

нення для себе та для своїх близьких. Хворобливий емоційний стан є сильнодіючим чинником ініціації психосоматичних порушень, а в подальшому і психосоматичної захворюваності.

При обстеженні евакуйованих підлітків виявлено статистично значущі зв'язки психоемоційного напруження з окремими нозологічними групами: невротичні розлади, психопатії та інші психічні розлади неспсихотичного характеру; непухлинні захворювання щитоподібної залози (гіпофункція, гіперфункція залози, тироїдит); гастроудоденальна патологія (гастрити, гастроудоденіти, виразки шлунку та дванадцятипалої кишки) та вегетативні порушення, що підкреслює необхідність розробки програм психо-соціальної підтримки з включенням специфічних щодо цих нозологій заходів.

*Стан репродуктивної функції жінок, що проживають на територіях, забруднених радіонуклідами*

Науковим комітетом з дії атомної радіації при ООН (2000) зроблено висновок про те, що зростання числа вроджених дефектів і репродуктивних втрат, яке показано в деяких дослідженнях, не можна пов'язати із радіаційним впливом внаслідок аварії. Враховуючи розміри доз, накопичених населенням, такий висновок здається закономірним і збігається з основним масивом наукових знань світової радіобіології.

Відсутність єдиного погляду на репродуктивні ефекти опромінення в малих дозах зумовила необхідність визначення можливості впливу радіаційного чинника на рівень репродуктивних втрат у жінок Київської області, які проживають на територіях, забруднених радіонуклідами.

За розрахунками, проведеними за даними відомчої статистичної звітності МОЗ України, не виявлено підвищеного ризику виникнення репродуктивних втрат за 1992–2003 рр. – відносний ризик 0,90 при довірчому інтервалі (ДІ) 0,87–0,94, самовільних викиднів, як їх основної компоненти (0,91 при ДІ 0,87–0,95), та мертворожень (0,79 при ДІ 0,71–0,87) серед населення радіоактивно забруднених районів Київської області порівняно з радіоактивно «чистими» та областю в цілому. Збільшення ймовірності виникнення самовільних викиднів до 12 тижнів вагітності за той же період також не відзначено (0,95 при ДІ 0,90–1,01) [31].

У рамках виконання Цільової комплексної програми генетичного моніторингу населення на 1999–2003 рр., затвердженої Указом Президента України № 118/99 від 04.02.1999 р.), досліджені випадки самовільних викиднів до 12 тижнів гестації серед бажаних вагітностей, зареєстровані за спеціальною картою у 1442 жінок, з накопиченими індивідуальними дозами загального опромінення, розрахованими відповідно до «Загальнодозиметричної паспортизації населених пунктів України» (2000).

З вибірки були вилучені карти реєстрації, в яких самовільні викидні зафіксовані у жінок, що проживали за межами Київської області та України в цілому, а також випадки, коли один з подружньої пари був ліквідатором наслідків аварії на ЧАЕС або переселенцем із зони обов'язкового відселення, оскільки за даними карт неможливо було виявити для цих осіб накопичену дозу. Не брались до уваги також випадки самовільних викиднів серед жінок віком старше 40 років з трьома та більше дітьми та медичними абортами в анамнезі у зв'язку з підвищеною ймовірністю індукованості даного викидню. Для перевірки гіпотези про вплив чинників на рівень патології як критеріальну статистику використано відношення переваг (OR), розраховане за таблицями сполучених ознак, де критична область розрахована за ДІ прийнятого рівня значущості (5%) з урахуванням асимптотичного розподілу щодо тієї групи, яка не зазнавала впливу радіаційного чинника.

Установлено, що жінки, які проживають у радіоактивно забруднених населених пунктах і накопичили певну дозу загального опромінення, мають підвищений ризик виникнення у них самовільних викиднів порівняно з тими, хто проживав на радіоактивно чистій території. Ризик був підвищений у всіх групах спостереження і дорівнював значенням, представленим у таблиці 5.1.8 [32].

*Таблиця 5.1.8*

**Ймовірність виникнення самовільного викидню залежно від накопиченої жінкою дози загального опромінення (Київська область, 1999–2003 рр.)**

| Роки      | Накопичена доза загального опромінення |           |          |           |          |           |              |           |
|-----------|--|-----------|----------|-----------|----------|-----------|--------------|-----------|
|           | Загалом                                |           | До 5 мЗв |           | 5–10 мЗв |           | Понад 10 мЗв |           |
|           | OR*                                    | ДІ**      | OR       | ДІ        | OR       | ДІ        | OR           | ДІ        |
| 1999–2003 | 1,36                                   | 1,14–1,63 | 1,33     | 1,09–1,63 | 1,34     | 1,01–1,77 | 1,76         | 1,05–2,97 |

\* OR – відношення переваг; \*\* ДІ – довірчий інтервал.

На сьогодні репродуктивно активними є жінки, які на час аварії перебували в пре- і пубертатному віці, тобто були більш чутливі до зовнішніх впливів. Опромінення, особливо щитоподібної залози, в цей період може викликати гормональні та імунні зміни, наслідком яких, у свою чергу, може бути порушення репродуктивної функції. Слід також зауважити, що окремі райони Київської області є дефіцитними за йодом, що підсилює чутливість організму до негативних впливів [33].

Для оцінки впливу змішаних факторів проведений стратифікований аналіз із визначенням об'єднаного ризику за методом Мантела-Ханзела, при якому враховується різниця інформативності за стратами. Стратифікаційному аналізу піддавались дані, зібрані в групах жінок з накопиченою дозою загального опромінення понад 5,0 мЗв та без неї.

Виявлено, що вплив проживання на забруднених територіях посилюють: наявність у жінок шкідливої звички палити; гострі інфекційні захворювання за три місяці до вагітності, хронічні інфекції, лікування від безпліддя в минулому, вживання ліків в преконцепційний період (таблиця 5.1.9). При цьому ймовірність викидня підвищується в 2,5–3,0 рази [34].

Таблиця 5.1.9

**Оцінка ризику самовільних викиднів серед жінок Київської області, накопичена доза загального опромінення яких була понад 5,0 мЗв, 1999–2001 рр.**

| Додатковий фактор ризику | Відношення переваг | Довірчий інтервал |
|--------------------------|--------------------|-------------------|
| Паління                  | 3,81               | 1,49–10,27        |
| Хронічні інфекції        | 4,63               | 2,42–9,29         |
| Гострі інфекції          | 3,22               | 1,48–7,26         |
| Лікування від безпліддя  | 4,72               | 1,55–16,15        |
| Вживання ліків           | 3,59               | 1,82–7,55         |

Таким чином, переконливо встановлено підвищення ризику виникнення спонтанних викиднів у жінок, що проживають на забруднених територіях. Однакова ймовірність виникнення викиднів у групах з різними дозами опромінення свідчить на користь нерадіаційної природи підвищення. Незалежно від механізму розвитку виявленого ефекту, для народження дитини жителям забруднених територій необхідно здійснювати не лише контрзаходи стосовно зменшення накопиченої дози загального опромінення, а й проводити санацію щодо хронічних захворювань, зокрема ендокринних, і вести здоровий спосіб життя ще до планування вагітності [35].

*Медичний і біофізичний супровід робіт з перетворення об'єкта «Укриття» (ОУ) на екологічно безпечну систему*

Медичний і біофізичний супровід робіт з перетворення об'єкта «Укриття» (ОУ) на екологічно безпечну систему є однією з найактуальніших проблем сучасної клінічної радіобіології.

Унікальність цих робіт полягає в тому, що персонал виконує виробничі завдання в умовах впливу таких високоактивних відкритих джерел іонізуючого випромінювання, які зазвичай виконуються в герметичних приміщеннях із застосуванням дистанційних маніпуляторів для істотного зниження рівнів доз зовнішнього опромінення та виключення можливої інкорпорації радіонуклідів.

З урахуванням багаторічного досвіду мінімізації медичних наслідків аварії на ЧАЕС, результатів обстеження і лікування безпосередньо працівників ОУ, вимог законодавчих і нормативних документів України, а також кращої міжнародної практики в НЦРМ АМН України розроблено програму медичного і біофізичного контролю за станом здоров'я і професійною придатністю персоналу, який бере участь у роботах по плану здійснення заходів (ПЗЗ) з перетворення ОУ на безпечну систему з метою адекватного працевлаштування і запобігання професійним та загальним захворюванням, а також нещасним випадкам на виробництві.

Передбачена взаємозв'язана технологія вхідного і заключного, індивідуального інспекційного, періодичного, поточного (передзмінного і післязмінного), а також спеціального медичного контролю, встановлено єдиний регламент медичного, психофізіологічного і професійного відбору, який полягає у визначенні експертною комісією категорії здоров'я персоналу та відповідність його вимогам, які продиктовані роботами на ОУ.

Паралельно й одночасно з медичним контролем проводиться і біофізичний.

За результатами вхідних медичного та біофізичного контролю з 2119 осіб персоналу підрядних організацій ПЗЗ впродовж року, починаючи з жовтня 2004 р., допущено до робіт лише 1059 працівників (49,9%), не допущені 1060 (50,1%). Причиною високого рівня недопуску виявилися різноманітні хронічні захворювання. Допущений до робіт персонал підрядника ПЗЗ має

від 2 до 10 хронічних захворювань (дихальна, серцево-судинна, травна, нервова системи). Стадія і перебіг цих захворювань не є протипоказанням для допуску до робіт по ПЗЗ, проте вимагають комплексу реабілітаційних заходів.

Результати спеціального біофізичного контролю свідчать, що значення доз внутрішнього опромінювання персоналу, що працює на ОУ, становить 0,1–1,1 мЗв. Водночас після 6 місяців проведення стабілізаційних робіт 16 робітників із 123, які пройшли спеціальний медичний і біофізичний контроль, одержали загальну дозу (зовнішнє і внутрішнє опромінювання) понад 10 мЗв (ліміт дози становить 20 мЗв). Значення ефективних доз зовнішнього опромінення персоналу ПЗЗ, що пройшов спеціальний біофізичний контроль, становлять 0,8–13,8 мЗв.

## 5.2. Медико-демографічні наслідки Чорнобильської катастрофи

Напередодні 20-х роковин Чорнобильської катастрофи медико-демографічна ситуація на радіоактивно забруднених територіях продовжує формуватися в умовах триваючої в Україні демографічної кризи (рис. 5.2.1). З 1991 р. смертність населення стала перевищувати народжуваність. В результаті середньорічна чисельність населення країни з 52 179,2 тис. у 1993 р. зменшилася до 47 451,0 тис. у 2004 р. У радіоактивно забруднених областях ці негативні зміни відбулися на рік раніше й виразніше [30]. Погіршенню демографічної ситуації сприяли соціально-економічна криза, яка розпочалася 1991 р., незадовільне медичне обслуговування, низькі стандарти життя, несприятлива, у тому числі і внаслідок Чорнобильської катастрофи, екологічна ситуація, політична нестабільність.

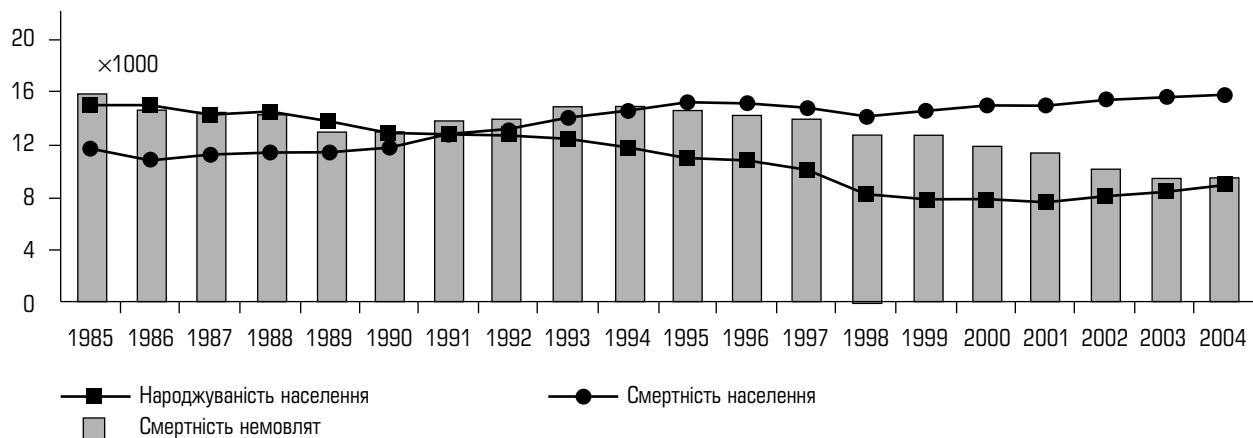


Рис. 5.2.1. Народжуваність і смертність населення, а також смертність немовлят в Україні в 1985–2004 рр. (дані Держкомстату України)

З 1994 р. став зменшуватися обсяг витрат на ліквідацію наслідків катастрофи, що негативно вплинуло на здійснення заходів протирадіаційного, соціального і медичного захисту постраждалих [24].

На сьогодні, у порівнянні з уже зробленими НЦРМ у попередні роки оцінками [30], не відновлена господарська діяльність у зонах відчуження та обов'язкового відселення, зберігається небезпека підвищеного опромінення на найбільш забруднених територіях. Здійснюване останніми роками переселення та самовільний виїзд у чисті місцевості жителів із забруднених територій продовжують спричиняти зменшення чисельності, погіршення сімейного, статевого та вікового складу населення, яке ще мешкає на цих територіях. Ця негативна сепарація зумовила формування когорти людей з гіршими показниками здоров'я і зниженою здатністю щодо відтворення.

За узагальненнями НЦРМ, за час після катастрофи радіація стала чинником деформації міграційної поведінки населення [36]. Станом на 01.01.2005 р. у зоні безумовного (обов'язкового) відселення проживає 814 сімей, які потребують переселення. Мають бажання виїхати в чисті місцевості й жителі інших зон забруднення. Тобто, спричинена екологічним неблагополуччям міграція ще триватиме.

Останніми роками, на відміну від перших післяаварійних, на радіоактивно забруднених територіях стала зменшуватися мертвонароджуваність та зростати народжуваність. Частка дітей віком до 14 років у складі всіх постраждалих та у зоні гарантованого добровільного відселення переважає популяційні рівні. За результатами досліджень Франко-німецькій Чорнобильської ініціативи [37] в забруднених районах зберігається смертність немовлят та зростає смертність

малюків у віці 0–6 діб. У найбільш радіоактивно забруднених районах перше й друге місця у структурі причин смерті займають стани, які виникають у перинатальний період, і вроджені аномалії. В неонатальній смертності зростає частка ендогенних причин. Відносний ризик (ВР) смертності немовлят у радіоактивно забруднених районах з 1991 р. вірогідно перевищив 1,0 і був зумовлений зростанням смертності у неонатальний період. У контрольних районах рівень ВР смертності у віці 0–27 діб був нижчий, ніж у забруднених, і не вплинув на підвищення ВР смертності немовлят. Проведений епідеміологічний аналіз виявив слабкий кореляційний зв'язок між змінами смертно-народжуваності, ранньої неонатальної, перинатальної, неонатальної, постнеонатальної смертності і радіаційними чинниками, а саме: рівнями забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$ , індивідуальними й колективними дозами опромінення щитоподібної залози і всього організму осіб, що проживають в найбільш постраждалих районах Київської й Житомирської областей. Тобто, отримані дані не дають підстав для виключення дії опромінення на плід у череві матері як чинника, що впливає на рівень смертності немовлят.

Проведені в НЦРМ узагальнення даних життєвої статистики свідчать, що за час після катастрофи відбулося повсюдне зростання смертності населення із середньорічними темпами приросту в межах 0,28–0,43 %. На радіоактивно забруднених територіях (рис. 5.2.2) рівні смертності диференціюються за зонами: найбільші вони у зонах 2 (з дозовою межею 5 мЗв/рік і більше) та 3 (із дозовою межею 1–5 мЗв/рік). У структурі причин смерті населення радіоактивно забруднених територій відбулося статистично вірогідне зростання смертності, зумовленої соматичними захворюваннями, у першу чергу, хворобами системи кровообігу.

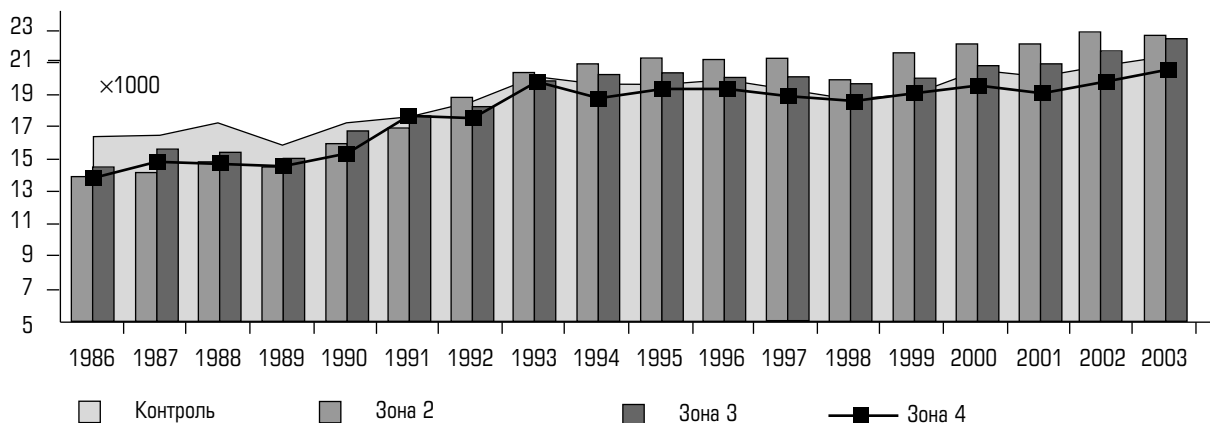


Рис. 5.2.2. Смертність населення в найбільш забруднених районах, розподілені за зонами радіоактивного забруднення, у 1986–2003 рр., на 1000 населення (дані НЦРМ АМН України)

Середньорічні темпи приросту смертності від новоутворень значно вищі у радіоактивно забруднених Київській, Житомирській і Чернігівській областях, ніж у контрольній Полтавській (у середньому на 20%). На рівні областей відзначається тенденція до зниження смертності від вроджених аномалій. Для радіоактивно забруднених районів характерні значні коливання середніх значень цього показника.

За узагальненими НЦРМ даними МОЗ України [36–42], із числа постраждалих, які перебували під медичним наглядом у лікувально-профілактичних закладах системи МОЗ України, у 1987–2004 рр. померло 504 117 осіб, із них 497 348 дорослих та підлітків (у т. ч. 34 499 УЛНА) і 6769 дітей. Станом на кінець 2004 р. склад померлих постраждалих мав такий розподіл: а) за групами обліку: 9,9% – УЛНА, 1,5% – евакуйовані, 87,7% – жителі радіоактивно забруднених територій, 0,9% – діти, народжені опроміненими батьками; б) за віковими групами: дорослі та підлітки – 99,2%, діти – 0,8%.

Проведений аналіз свідчить, що між 15-ми і 20-ми роковинами після катастрофи відбулося суттєве зростання смертності постраждалих 1–3 груп первинного обліку (рис. 5.2.3). У 2004 р. вперше смертність всіх груп постраждалих (16,1%) перевищила смертність населення країни (16,0%). Це зростання відбулося переважно за рахунок збільшення смертності УЛНА та населення радіоактивно забруднених територій. Смертність перших була 16,6%, а других – 21,7% (перевищила смертність населення України на 5,7%). Наразі поступово знижується смертність постраждалих дітей, що можна визнати одним із позитивних досягнень медичної науки й практики та здійснюваних у країні заходів протирадіаційного, соціального і медичного захисту потерпілих дітей. Водночас зростає смертність осіб середнього і старшого віку. Це є тривожним симптомом,



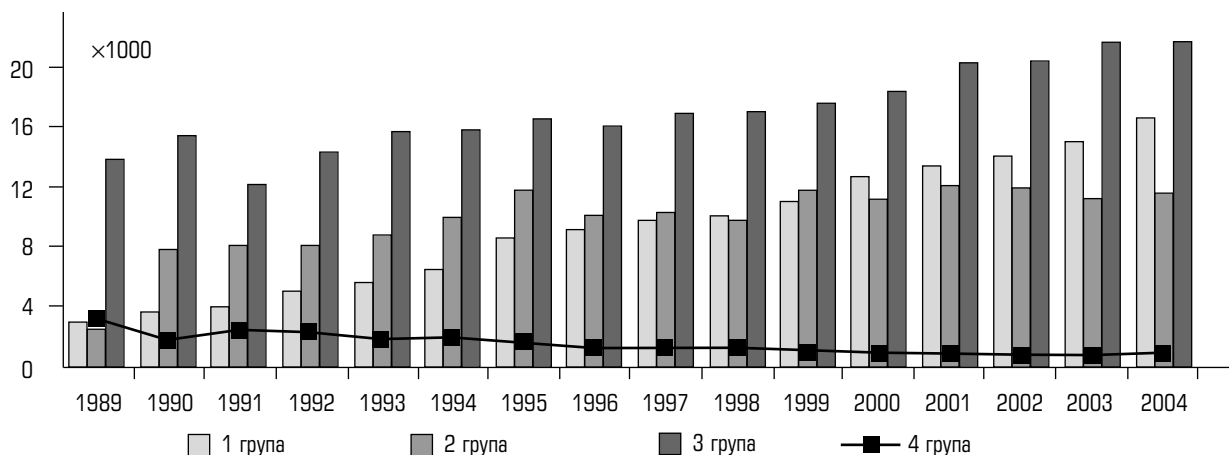


Рис. 5.2.3. Смертність постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи за групами первинного обліку у 1989–2004 рр., на 1000 осіб відповідної групи обліку (дані МОЗ України)

оскільки ними стали ті, що були опромінені у дитячому й підлітковому віці. Це покоління постійно опромінювалося до переходу у репродуктивний вік і стає батьками прийдешнього покоління.

Смертність УЛНА з 8,5‰ у 1995 р. зростає до 16,6‰ у 2004 р. і стала перевищувати смертність працездатного населення України (6,6 і 6,0 ‰ відповідно). Перевищення у 1999–2004 рр. статистично вірогідне ( $t = 9,6$  при середніх значеннях  $13,97 \pm 0,84$  і  $5,87 \pm 0,7$ , відповідно). З 1998 р. їх смертність (10,0–16,6‰) стала перевищувати смертність працездатних чоловіків населення України (8,5–9,5 ‰). За 1999–2004 рр. різниця між показниками смертності статистично вірогідна ( $t = 5,62$  при середніх значеннях  $13,97 \pm 0,84$  і  $9,20 \pm 0,11$ , відповідно).

За останнє п'ятиріччя у структурі померлих дорослих та підлітків з 65,5% (116,5‰) до 67,9% (131,3‰) зріс внесок смертності від хвороб системи кровообігу та з 12,6% до 11,7% зменшився внесок смертності від новоутворень (при практично однакових рівнях, близько 22,6‰), зріс рівень смертності від хвороб органів дихання та зменшився – від хвороб ендокринної системи й органів травлення. Протягом 1992–2000 рр. від новоутворень померло 3823 УЛНА. Смертність з 9,6‰ у 1992 р. зростає до 25,2‰ при смертності у 2004 р. дорослих та підлітків населення України 9,9‰. Водночас у структурі причин смерті дітей суттєвих змін не відбулося.

У зв'язку з відсутністю об'єктивних відомостей щодо рівнів доз опромінення постраждалих за групами первинного обліку нині неможливо визначити залежність смертності від дії радіації та вирахувати ризики. Водночас вищі рівні смертності мають УЛНА, які зазнали гострого опромінення під час ліквідації аварії та її наслідків, і жителі радіоактивно забруднених територій, які зазнають хронічного опромінення. До того ж понад 74 тис. постраждалих із числа УЛНА та евакуйованих із часу катастрофи мешкають на радіоактивно забруднених територіях і, таким чином, після гострого опромінення зазнають ще й хронічного, що збільшує ризики негативного впливу радіації на них.

За даними досліджень НЦРМ [43, 44] встановлено, що в найбільш радіоактивно забруднених областях зменшення рівня населення почалося з 1990 р., а у контролі та Україні в цілому – в пізніший після катастрофи час та менш інтенсивно (таблиця 5.2.1).

Таблиця 5.2.1

**Демографічні втрати в радіоактивно забруднених і контрольному районах у 1986–2003 рр. (за умови збереження кількості народжень та смертей на рівні 1979 р.), тис. осіб**

| Демографічні втрати | Радіоактивно забруднені райони | Лохвицький район (контроль) |
|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Прямі               | -23,6                          | -10,0                       |
| Чисті, в т. ч.:     | -32,1                          | -6,0                        |
| дефіцит народжень   | -25,2                          | -3,2                        |
| надлишок смертей    | +6,9                           | +2,7                        |
| Повні               | -48,8                          | -13,2                       |

У радіоактивно забруднених районах перша суттєва тимчасова втрата населення мала місце у 1987 р. У наступні роки демографічні втрати зростали виразніше і перевищували контрольні

рівні. За отриманими даними визнано, що катастрофа стала чинником демографічних втрат населення найбільш радіоактивно забруднених областей і районів від комплексної дії соціально-економічних і радіаційного чинників.

Найбільш радіоактивно забруднені області мають менші рівні індексу людського розвитку, розрахунок якого базується на врахуванні показників валового внутрішнього продукту, демографічного розвитку, середньої очікуваної тривалості життя тощо (таблиця 5.2.2).

Таблиця 5.2.2

**Динаміка регіонального людського розвитку за регіонами у 2000–2003 рр.  
(дані Держкомстату України [45])**

| Області               | Індекс людського розвитку |       |       |       | Ранг регіону |      |      |      |
|-----------------------|---------------------------|-------|-------|-------|--------------|------|------|------|
|                       | 2000                      | 2001  | 2002  | 2003  | 2000         | 2001 | 2002 | 2003 |
| Волинська             | 0,485                     | 0,496 | 0,490 | 0,488 | 21           | 17   | 15   | 19   |
| Житомирська           | 0,496                     | 0,481 | 0,470 | 0,474 | 19           | 22   | 21   | 21   |
| Київська              | 0,539                     | 0,538 | 0,503 | 0,518 | 10           | 7    | 12   | 9    |
| Рівненська            | 0,482                     | 0,520 | 0,499 | 0,514 | 22           | 13   | 13   | 13   |
| Чернігівська          | 0,523                     | 0,509 | 0,489 | 0,489 | 13           | 16   | 16   | 18   |
| Полтавська (контроль) | 0,576                     | 0,599 | 0,563 | 0,530 | 4            | 4    | 3    | 7    |

За наведеною сукупністю змін демографічних показників у багатомільйонній популяції людей, у тому числі постраждалих, є достатньо підстав визнати, що Чорнобильська катастрофа та її наслідки негативно впливають на здоров'я популяції. Незважаючи на те, що відбувається зниження радіоактивного забруднення довкілля та рівнів опромінення населення, слід визнати, що наслідки катастрофи за 20 років ліквідовано не у повному обсязі. Тому в основі заходів щодо поліпшення медико-демографічної ситуації та здоров'я постраждалих повинно бути усунення з оточення людей радіаційного чинника, зумовленого катастрофою.

### 5.3. Стратегія медичного захисту населення

Аналіз і узагальнення основних результатів наукових досліджень, виконаних за останні 5 років, підтвердили висновки, зроблені в 2001 р. українськими вченими спільно з фахівцями ВООЗ, НКДАР ООН, МАГАТЕ та інших організацій за результатами 15-річного спостереження за різними групами постраждалих. На даному етапі віддаленого періоду після Чорнобильської аварії основний внесок в її медичні наслідки роблять нестохастичні ефекти у вигляді широкого спектра непухлинних форм соматичних та психосоматичних захворювань. Вони здебільшого є провідними чинниками втрати працездатності та смертності, виступають об'єктом переважного споживання фондів, необхідних для лікування і профілактики.

Серед стохастичних наслідків триває поява раку щитоподібної залози у дітей та постраждалих дорослих всіх категорій, зростає захворюваність на інші солідні пухлини, окреслюється тенденція до збільшення захворюваності на лейкемії УЛНА, підвищується нестабільність геному опромінених осіб та їх нащадків.

Ефективний медичний захист постраждалих на майбутні роки і десятиліття потребує розробки і затвердження чіткої національної програми ліквідації медичних наслідків катастрофи, проект якої ще й дотепер не затверджений Кабінетом Міністрів та Верховною Радою України.

Уряду України доцільно продовжити удосконалення системи медико-санітарного забезпечення і соціального захисту населення, постраждалого внаслідок Чорнобильської аварії, приділяючи особливу увагу контингентам пріоритетного медичного спостереження.

Державний реєстр України осіб, постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи, повинен зазнати докорінних змін, перетворившись з банку пасивного односпрямованого накопичення даних на інструмент для оперативного аналізу верифікованої інформації, необхідної для прийняття стратегічних і тактичних управлінських рішень як на державному, так і на обласному та районному рівнях. Такі зміни можливі за умов стабільного і достатнього фінансування, оновлення технічної бази реєстру та кадрового забезпечення на всіх рівнях його функціонування, науково-методичного, дозиметричного та інформаційно-аналітичного супроводу.

Необхідно продовжувати моніторинг медичних, демографічних наслідків та особливостей біологічного старіння постраждалого населення, враховуючи очікуване збереження тенденцій до збільшення захворюваності на хвороби, що зумовлюють високі рівні інвалідності та смертності.

Оскільки певні види солідних пухлин після радіаційного опромінення мають різний латентний період виникнення (від 10 до 30 років), існує необхідність подальшого моніторингу цієї патології із особливою увагою до таких захворювань, як рак молочної залози, стравоходу, шлунку, легенів, ободової кишки, яєчників, нирок, сечового міхура. Особливу увагу слід приділяти тим групам населення, які під час Чорнобильської аварії мали вік 0–9, 10–19 років.

У найближче десятиліття пріоритетними групами дослідження частоти виникнення раку щитоподібної залози повинні бути дорослі, які були опромінені у дитячому віці, а також УЛНА 1986 р.

Для запобігання захворюванням на рак щитоподібної залози в опроміненого населення та УЛНА необхідно здійснювати науково обґрунтовані заходи, спрямовані на своєчасне виявлення і лікування передракової патології.

Необхідне продовження досліджень ризику появи лейкемії та інших пухлинних захворювань за стандартизованими епідеміологічними програмами з обов'язковою міжнародною експертизою всіх випадків у трьох державах (Україна, Росія, Білорусь).

У наступні 10 років через прогресування вже наявної патології ока і прогнозовану появу нових випадків катаракти та судинних захворювань ока можна очікувати збільшення в 4–5 разів потреби в оперативному лікуванні катаракт ( $25,6 \pm 14,3$  на 1000 УЛНА без урахування ймовірного скорочення тривалості їхнього життя). Зростає потреба в інтраокулярних лінзах, медикаментах для консервативного лікування хвороб ока, насамперед судинорозширювальних препаратах, антиоксидантах і вітамінних комплексах.

Необхідно підсилити дослідження стану здоров'я дітей, звернувши особливу увагу на народжених від УЛНА, і дітей з найбільш забруднених територій, опроміненіх у період внутрішньо-утробного розвитку.

Необхідно продовжити дослідження з оцінки значущості внеску дози опромінення й інших чинників у показники смертності і непухлинної соматичної захворюваності УЛНА і жителів забруднених радіонуклідами територій з особливою увагою до передпатологічних станів та ранніх етапів захворювань.

Необхідне розширення молекулярно-генетичних та імуногематологічних досліджень розвитку радіаційно зумовлених чи асоційованих захворювань. Оцінка вищезазначених порушень в наступні роки дасть можливість, поряд з показниками біологічної дозиметрії, розвивати молекулярну епідеміологію впливу Чорнобильської катастрофи на здоров'я постраждалих осіб.

На національному та міжнародному (Білорусь, Росія та Україна) рівнях існує необхідність розвитку і поглиблення наукових і прикладних програм довгострокових досліджень у віддалений період.

Потерпілі від гострої променевої хвороби для мінімізації віддалених стохастичних ефектів повинні бути цілком забезпечені всіма медикаментозними засобами, діагностичними і лікувальними послугами протягом усього періоду життя.

У сьогоденних умовах недосконалої системи охорони психічного здоров'я і психореабілітації залишаються пріоритетною медичною і соціальною проблемою нейропсихічні розлади у постраждалих.

Необхідні дослідження нейропсихіатричних розладів, включаючи органічне ураження мозку, синдром хронічної втоми, розлади спектра шизофренії, суїциди і парасуїциди, які мають вагоме клінічне і соціальне значення, а також розробка рекомендацій з охорони психічного здоров'я постраждалих при можливих радіаційних аваріях у майбутньому.

Досвід перших місяців робіт з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему свідчить, що в унікальних радіаційно-гігієнічних умовах, в яких вони проводяться, найкритичнішими стають не інженерно-технічні проблеми, а ключове питання – як зберегти здоров'я людей, а також не допустити неадекватних дій персоналу, зумовлених відхиленнями в стані його здоров'я.

Вхідний і заключний медичний контроль працівників, що беруть участь у здійсненні заходів з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему, повинен проводитися виключно у високоспеціалізованих, адекватно оснащених медичних закладах, що мають практичний досвід надання медичної допомоги і проведення медичного контролю особам, які зазнали дії іонізуючого випромінювання і, особливо, інкорпорації радіонуклідів.

Спеціальний біофізичний і медичний контроль необхідний для верифікації шляхів надходження радіонуклідів в організм, уточнення дози внутрішнього опромінення, а також для проведення організаційних заходів з технічної і радіаційної безпеки персоналу підрядних організацій ПЗЗ і ДСП ЧАЕС, спрямованих на запобігання інкорпорації радіонуклідів в організм працівників. Для збереження здоров'я і працездатності персоналу необхідні комплекси оздоровчих і реа-

білітаційних заходів, які мають реалізовуватися в рамках індивідуальних програм лікування у високоспеціалізованих лікувальних установах.

### **5.3.1. Шляхи мінімізації впливу радіаційних та ендемічних чинників на стан здоров'я населення**

Забруднення харчових продуктів радіонуклідами, недостатня кількість привізних продуктів, недостатність необхідного хімічного складу місцевих продуктів харчування, самообмеження населення у споживанні деяких корисних продуктів, значне зниження купівельної спроможності громадян призвели до істотної деформації раціонів харчування, що на тлі дії токсичних речовин (пестициди, нітрати, нітроти, промислові та автотранспортні викиди тощо), іонізуючого опромінення і психоемоційного стресу спричинило підвищення загальної захворюваності населення постраждалих регіонів [45, 46].

Серед харчових чинників, що мають особливе значення для підтримки здоров'я, працездатності та активного довголіття людини, важлива роль належить мікронутрієнтам – вітамінам та мінеральним речовинам. Ураховуючи їх низький вміст у продуктах харчування місцевого виробництва та зростання захворювань, зумовлених дефіцитом йоду та інших мікроелементів – це найпоширеніші неінфекційні недуги людства (за даними ВООЗ, у світі понад 200 млн хворих на волю) [41, 42].

Небезпечність виникнення йододефіцитних захворювань (ЙДЗ) зростає через опромінення щитоподібної залози радіонуклідами йоду внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Значного навантаження на щитоподібну залозу зазнало дитяче населення, оскільки існує прямий зв'язок між дозою радіоактивного йоду, поглинутою залозою, її масою та функціональною активністю і зворотний – з віком дитини. Трагедія загострилася тим, що більшість територій України, Білорусі та Росії, які зазнали радіоактивного забруднення, є ендемічними по йоду. В Україні понад 15 млн населення проживає на таких територіях. При сумісній дії на щитоподібну залозу радіації й ендемії тироїдна патологія виявляється частіше, в більш ранні терміни і в значно важчих формах, ніж тільки при опроміненні [37].

Базовим, універсальним, ефективним та найекономічнішим методом профілактики ЙДЗ вважалось вживання йодованих продуктів [36, 37] та бурих морських водоростей (ламінарії, цистозіри, фукуса) у вигляді салатів, гарнірів других страв, кулінарних виробів. Ці водорості містять усі мікроелементи, які беруть участь у синтезі гормонів щитоподібної залози – йод, селен, мідь, цинк, залізо, молібден, кобальт та ін. Оптимальним шляхом є збагачення продуктів харчування принаймні декількома мікроелементами [48].

## 6. ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ

Екологічні наслідки Чорнобильської катастрофи визначаються двома головними факторами – опроміненням природних об'єктів та їх радіоактивним забрудненням. Слід виділити два головних джерела опромінення – зовнішнє та внутрішнє.

Зовнішнє опромінення обумовлене випромінюванням усіх радіонуклідів, що пронесли над місцевістю у складі хмари викиду, осіли на ґрунт, рослинний покрив та водну поверхню, шкіряні покрови людей та тварин. Внутрішнє опромінення обумовлене випромінюванням тих радіонуклідів, що здатні засвоюватися організмами.

Під час аварії зовнішнє опромінення сягало біологічно небезпечних рівнів практично тільки в межах 30-км зони, де спостерігали складний спектр біологічних ефектів різного рівня. Значна частина радіоактивного викиду із зруйнованого 4-го блоку осіла в ближній зоні. Сьогодні вона умовно визначена на місцевості межами зони відчуження (радіус 10 та 30 км). У гострий період аварії рівні опромінення в зоні відчуження досягали сотень рентгенів за годину тільки по гамма-випромінюванню. Потужність дози бета-випромінювання була в 10–100 разів більша. Це призвело до прояву гострих ефектів, аж до загибелі, у деяких найбільш радіочутливих (хвойні) або тих, що найбільш підпадають опроміненню (безхребетні) організмів. Повідомлень про виявлення ефектів гострого опромінення за межами 30-км зони не надходило.

За минулі після аварії 20 років повністю розпались не тільки короткоживучі, а й середньоживучі радіонукліди. Потужність дози зовнішнього опромінення значно, на декілька порядків величин, зменшилася. В навколишньому середовищі залишилися практично тільки довго- та наддовгоживучі радіонукліди цезію, стронцію та трансуранових елементів. Їх випромінювання зумовлює сьогодні *хронічне опромінення біологічних об'єктів практично з постійною потужністю дози – хронічне опромінення*. Ефекти хронічного опромінення з помірною або низькою потужністю дози формуються на сьогодні у зоні відчуження на фоні наслідків гострого опромінення, із спадаючою в часі потужністю, у 1986–1989 рр.

Головним джерелом небезпеки на забруднених випадками територіях (західний та північний радіоактивні сліди на території України) в перші дні та тижні після аварії було опромінення щитовидної залози людей (особливо дітей) та худоби. Радіонукліди йоду надходять до організму, в основному, з продуктами харчування, в першу чергу, з молоком та листовими овочами. Факт аварії та наявність радіоактивного йоду в навколишньому середовищі було злочинно замовчано протягом найбільш вирішальних днів, тому своєчасно запобігти вживанню цих продуктів не вдалося. Корови випасалися, а діти та дорослі вживали свіже молоко з високим вмістом  $^{131}\text{I}$ . Наслідком стало захворювання людей на рак щитовидної залози, кількість яких тільки в Україні перевищила за час до 2005 р. 2700. Декілька років після аварії у великої рогатої худоби спостерігали пригнічення функції щитовидної залози – гіпотеріоз.

У м. Києві завдяки оперативному моніторингу молока доза опромінення щитовидної залози була знижена у 7–10 разів шляхом переробки забрудненого молока на масло та сири з подальшою витримкою у холодильниках. На 30–45-й день після аварії радіоактивний йод розпався і у харчових продуктах не виявлявся.

З липня 1986 р. головним джерелом небезпеки на забруднених територіях є внутрішнє опромінення від довгоживучих радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ . Цей фактор небезпеки буде існувати ще не одне десятиріччя.

Головні об'єкти навколишнього середовища, які зумовлюють надходження радіонуклідів до організму людини – це сільськогосподарські продукти, дари лісу та вода. Масштаби забруднення сільгоспугідь та велика кількість населених пунктів, що підпали під опади аварійного викиду, дали підставу визначити аварію на ЧАЕС як сільськогосподарську. В минулі 20 років та на довготривалий період майбутнього головним шляхом запобігання додаткової до попередньо сформованої дози внутрішнього опромінення людини є проведення заходів, спрямованих на зменшення рівнів радіоактивного забруднення продуктів харчування на основі даних про шляхи та закономірності міграції радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  в сільськогосподарських, лісових та водних харчових ланцюгах та в процесах переробки продукції.

Ландшафтні та демографічні особливості Українського Полісся полягають у широкому поширенні природних ландшафтів та використанні продукції з них, тому ці ландшафти потребують першочергової уваги дослідників та виробників сільськогосподарської і лісової продукції.

Забруднення басейну р. Дніпро та більшості його притоків зумовлює постійну увагу до проблеми надходження радіонуклідів до організму людини з питною водою, рибою, продукцією зрошувальних систем.

У наступних підрозділах наведені дані про вплив аварії на біоту, радіаційний стан, пов'яза-

ний з міграцією радіонуклідів по сільськогосподарських, лісових та водних харчових ланцюгах на територіях, забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС. Розглянуті прогностичні оцінки на майбутнє, наслідки і перспективи проведення контрзаходів та обґрунтовані шляхи поліпшення радіаційного стану на наступне десятиріччя.

### **6.1. Віддалені радіобіологічні наслідки впливу іонізуючого опромінення на біоту**

На території 30-км зони відчуження ЧАЕС всі об'єкти живого світу – рослини, гриби, нижчі і вищі тварини, мікроорганізми і віруси в перші дні після аварії підпали під дію гострого опромінення й дотепер зазнають впливу хронічного опромінення. Залежно від щільності радіоактивних випадінь, фізико-хімічного стану радіонуклідів, їх біогеохімічних перетворень та міграції в трофічних ланцюгах екосистем дози опромінення об'єктів біоти варіювали в дуже широких межах – від летальних для більш радіочутливих видів до рівнів, притаманних природній радіоактивності. З часом потужність доз опромінення зменшувалась за рахунок природного розпаду радіонуклідів та заглиблення їх у ґрунт. Проте, й на сьогодні в межах 10-км зони є зарослі природною рослинністю ділянки, де потужності експозиційних доз опромінення перевищують кілька сотень мР за годину [1].

Крайнім проявом дії опромінення на біоту була загибель соснового лісу. За реакцією сосни на опромінення в Зоні відчуження визначають чотири зони: летального, сублетального, середнього прояву радіаційного пошкодження та помірного ураження дерев [2].

У зоні летального пошкодження спостерігалась повна загибель дерев сосни будь-якого віку. Загальна площа, на якій повністю загинули дерева сосни, перевищує 600 га. На окремих ділянках «рудого» лісу загинули й більш радіостійкі види дерев, зокрема берези й вільхи чорної. Це свідчить про те, що поглинуті дози для деревних порід у цих ділянках лісу перевищували 200–300 Гр.

У зоні сублетального пошкодження сосни з другого року після аварії спостерігали масове порушення формотворчих процесів, яке проявлялось утворенням гігантських розмірів листя, фасціацією стебел, позаплановим галушенням, втратою органів до геотропічної реакції. Середні значення доз опромінення біоти в цій зоні до 1991 р. сягали 50 Гр [3].

Зона середнього пошкодження та помірного ураження сосни займає територію, котра перевищує сотню тисяч гектарів. У цій зоні дерева характеризуються пригніченням росту, невчасним опаданням хвої, радіоморфозами та посиленням галушенням.

Радіація індукувала загибель різних видів і рослин, і тварин. У місцях із дуже високим рівнем поверхневого забруднення залишались лише дуже радіостійкі види, серед яких були лишайники й деякі види мохів.

Загибель сосни в «рудому» лісі супроводжувалась істотними змінами в складі біоти, бо з випадінням цього домінуючого виду в біоценозі порушуються трофічні зв'язки і розпочинаються сукцесійні явища, формуються нові трофічні ланцюги, що суттєво змінює структуру біоценозів.

Значну дію на стан біоти справило припинення господарчої діяльності, зокрема сільського господарства, а також відселення мешканців з низки населених пунктів. На раніше орних землях розпочалось відновлення природної рослинності шляхом відповідних фаз зміни типів рослинності, котра супроводжується поступовим відновленням лісової формації. Відповідно до цих змін рослинності, котра є кормовою базою трав'янистих, формується й новий видовий склад тваринного світу. Обезлюднення населених пунктів супроводжувалось різким зменшенням чисельності синантропних видів тварин і поступовим випадінням рослин синантропної флори. Натомість спостерігалось зростання біологічної різноманітності за рахунок збільшення чисельності тих видів, нормальному розвитку яких заважала господарча діяльність людини, зокрема, мисливство. Тому останніми роками збільшилась чисельність раніше рідкісних видів рослин і тварин.

На цей час у Зоні відчуження налічується близько 17-ти видів рослин і 19 видів тварин, занесених до Червоної книги України. Різко зросла чисельність ряду ссавців, яких в цілому нараховується 66 видів. Майже в 10 разів стало більше диких кабанів, популяція яких налічує більше 7000 голів. Розмножились лисиці, яких тепер налічують до 1200. Істотно збільшилась кількість бобрів – біля 1500, а також трав'янистих – лосів та козуль. Водночас зростає чисельність хижаків, зокрема вовків.

На територіях, котрі зазнали радіоактивного забруднення, найбільша активність радіонуклідів у більшості фітоценозів зосереджена у відмерлих залишках опалого листя й поверхневому шарі ґрунту, тому підвищеного опромінення зазнають організми, які мешкають в поверхневому шарі ґрунтового покриву. Саме в цьому середовищі зосереджуються чисельні групи різних видів фауни, грибів, бактерій, які зазнали найбільшого впливу іонізуючого опромінення. Зі зменшенням потужності дози опромінення відбувається відновлення ґрунтової фауни і мікроорганізмів, але видовий склад нових угруповань відрізняється від тих, які були до аварії. Особливо значних змін

зазнали чисельні види комах і кліщів. Завезена із заповідника «Асканія-Нова» група коней Пржевальського цілком гармонійно вписалась в біоту Зони відчуження, і на цей час поголів'я цього виду значно зросло.

Отож, з першого погляду, біота в зоні відчуження знаходиться в стані розквіту, обумовленого послабленим антропогенним тиском. Проте спеціальні радіобіологічні дослідження виявляють відхилення від норми процесів на клітинному і субклітинному рівнях організації біологічних систем. Так, у багатьох видів тваринних і рослинних організмів чітко виявляються цитогенетичні пошкодження клітин [4, 5]. Серед реакцій на опромінення простежується послаблення захисних, імунних систем. У зв'язку з цим в біоценозах, котрі зазнали радіонуклідного забруднення, зростає частота уражень рослин різними видами грибних захворювань, утворень різної етіології наростів та галів, почастишали прояви бактеріального раку.

Зазначені явища мають тимчасовий характер і поступово, зі спадом радіоактивності середовища, відбувається поступове відновлення стану біоти. Проте, на цей час ще немає підстав вважати, що досягнуто її повного відновлення, бо дія опромінення на генетичні структури клітин супроводжується такими їх структурно-функціональними змінами, котрі зберігаються в чисельних поколіннях клітин, і через тривалий час після отримання реалізуються у формі різних негативних ефектів, серед яких втрата здатності клітин до поділу, поява мутацій, стерильність тощо. З першого року аварії і до цього часу за видимим зовнішнім благополуччям приховуються генетичні негаразди: істотне зростання частот хромосомних аберацій в клітинах меристемних тканин рослин, лімфоцитах крові та твірних тканин тварин [6].

Чисельними експериментами доведено, що за умов хронічного опромінення організмів має місце поступове нагромадження незворотних молекулярних пошкоджень генетичного апарату клітин, відбувається своєрідне запам'ятовування дози, кумулятивний ефект опромінення. Крім того, оскільки рослинні і тваринні організми нагромаджують у тканинах своїх органів радіонукліди, насамперед радіоактивні ізотопи цезію і стронцію, а останні нерівномірно розподіляються по ультраструктурних компонентах клітини, зумовлене ними «внутрішнє опромінення» відрізняється підвищеною ефективністю дії за рахунок ефекту трансмутації. Внаслідок того, що опромінення зазнають багаточисельні видові популяції, негативні ефекти незмінно виявлятимуться протягом наступних десятиліть.

Серед радіобіологічних явищ, які зумовлюють віддалені ефекти опромінення, провідну роль відіграють радіаційна індукція геномної нестабільності, втрата здатності опромінених клітин адекватно сприймати позиційну інформацію, кумулятивність доз хронічної дії радіації, нееквівалентність зовнішнього і внутрішнього опромінення, наявність латентних пошкоджень ДНК і радіаційний мутагенез [6, 7].

Унаслідок геномної нестабільності в опромінених організмах зростають частоти появи генетичних пошкоджень у формі хромосомних аберацій, мікроядер, зростанні спонтанної мінливості. Геномну нестабільність виявлено у багатьох видів рослин і тварин, котрі зазнають хронічного опромінення [8]. Індукована геномна нестабільність є вкрай небезпечним явищем для біоти, оскільки вона може приводити до втрати еволюційно усталеного генофонду, який забезпечує надійні позиції видів у системі біоти. У культурних рослин індукція геномної нестабільності може бути причиною втрати сортових властивостей.

Численні морфологічні аномалії у формі гігантизму або ж карликовості органів, котрі спостерігались у рослин в перші роки після аварії, виявляються й останніми роками в місцях зростання з особливо високою щільністю радіонуклідного забруднення.

На цей час нагромаджено чимало експериментальних даних, котрі свідчать про те, що внутрішнє опромінення в такій само дозі, як і зовнішнє, спричиняє значно інтенсивніший прояв радіобіологічних ефектів. Отож, поняття відносної біологічної ефективності (ВБЕ) стосується не лише різних типів радіації, але й внутрішнього і зовнішнього опромінення. Однією з причин відмінності значень ВБЕ зовнішнього і внутрішнього опромінення є відмінність мікродозиметричних характеристик внутрішнього опромінювання, зумовлена нерівномірним розподілом радіонуклідів поміж ультраструктурами клітини.

Відстрочена реалізація латентних, прихованих радіаційних пошкоджень ДНК в череді клітинних поколінь є переконливо доведеним фактом для ряду видів у Зоні відчуження. Отож, нове покоління будь-яких видів формується з клітин, які несуть у своєму генетичному апараті нагромаджені в минулому часі дефекти. В зонах підвищеного рівня опромінення посилюється мутаційний процес. Мутантні форми, особливо у тварин, виявити в дикій природі досить важко. Проте повідомлялось, що в Зоні відчуження набула розповсюдження мутантна форма ластівки з ознаками часткового альбіноса.

Значно більш небезпечним є поява мутацій у мікроорганізмів, вірусів і патогенних мікромі-

цетів. Якщо вид має короткий термін життєвого циклу, то мутований ген може швидко поширюватись в популяції, і це призводить до утворення нової раси або форми. Доведено, що у фітопатогенних грибів, які пошкоджують злаки, під впливом хронічного опромінення в Зоні відчуження з'явилися нові раси підвищеної вірулентності, що може виявитись досить небезпечним явищем, бо спори цих грибів переносяться вітром на великі відстані далеко за межі Зони відчуження.

У формуванні віддалених наслідків опромінення в біоті істотне значення мають популяційні ефекти, котрі обумовлюються мікроеволюційними процесами. Зростаюча з часом дивергенція в структурі геному свідчить про інтенсивний мікроеволюційний процес, який за тривалий час може призвести до суттєвих змін в біорізноманітності на територіях, забруднених радіонуклідами.

Таким чином, в біоті на забруднених радіонуклідами територіях, вирують складні процеси формування різноманітних генетичних пошкоджень й протидіючі їм відновні і очищувальні функції.

## **6.2. Сільськогосподарські аспекти проблеми реабілітації радіоактивно забруднених територій і радіаційного захисту населення**

У випадку аварії на ЧАЕС реалізувався найбільш важкий сценарій за наслідками для сільського господарства України: забруднено більше п'яти мільйонів га земель, на яких виробляється продукція і проживає біля трьох мільйонів людей, втрачена значна кількість великої рогатої худоби (ВРХ), в перші роки після аварії практично припинено ведення вівчарства, хмелярства, льонарства в Українському Поліссі, вилучено із землекористування територію зони відчуження. Вчені були підключені до планування і організації відповідних контрзаходів із значним запізненням, що істотно знизило ефективність заборонних та організаційних рішень першого періоду.

Доза опромінення жителів Полісся на ґрунтах з високими коефіцієнтами переходу  $^{137}\text{Cs}$  з ґрунту в рослини в основному – на 70–95% – обумовлена внутрішнім опроміненням за рахунок надходження радіонукліду до організму з продуктами харчування. Зовнішнє опромінення, надходження радіоактивних аерозолів у легені та контактне опромінення за рахунок забруднення шкіри, одягу та робочої поверхні не перевищують 20% сумарної дози [9].

Стронцій-90 має суттєве радіологічне значення тільки на території, суміжній із зоною відчуження – північна частина Київської та західна частина Чернігівської областей.  $^{90}\text{Sr}$  випав у складі паливних часток, що поступово розкладаються у ґрунті. На кислих дерново-підзолистих ґрунтах  $^{90}\text{Sr}$  на 80–90% перейшов у обмінну форму, на нейтральних ця частка складає зараз приблизно 40–80% [10].  $^{90}\text{Sr}$  може вносити вагомий вклад у сумарну дозу опромінення людини в таких населених пунктах Київської області: Губин, Страхолисся, Горностайпіль, Медвин, Дитятки, Зорин, Лапутьки, а також Чернігівської області: Мньов, Дніпровське, Васильова Гута, Тужар, Михайло-Коцюбинське, Лошакова Гута.

Радіаційний стан на забруднених територіях визначається, перш за все, інтенсивністю включення радіонуклідів у харчовий ланцюг ґрунт – рослини – тварини – продукція тваринництва, яка значно відрізняється залежно від ґрунтово-екологічних умов. Особливе значення має прогноз змін радіаційного стану з часом. Зміни радіаційного стану у рослинництві визначаються змінами деяких факторів. Це, насамперед, щільність забруднення радіонуклідами головної ланки харчового ланцюга – ґрунтів –  $\text{Ag}$  ( $\text{кБк}/\text{м}^2$ ), їх агрохімічні властивості, ступінь засвоюваності радіонуклідів кореневими системами, склад сівозмін та технології вирощування рослин. У тваринництві визначальними показниками є добове надходження радіонуклідів до організму тварин з раціоном, яке визначається складом раціону, технологіями утримання та годівлі худоби. Кінцевий результат значною мірою обумовлений ступенем переробки сільськогосподарської продукції, в першу чергу, молока. На радіаційний стан значно впливають також технології та обсяги проведення контрзаходів.

### **6.2.1. Рівні забруднення ґрунтів**

Головним показником, на основі якого приймаються рішення про виведення та про включення земель у виробничу діяльність є щільність забруднення. Вже у 1986 р. було розроблено методу та за участю існуючих агрономічної та агрохімічної служб Держагропрому УРСР і санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України здійснено моніторинг ґрунтів сільгоспугідь [11, 12]. Це дало змогу оперативно, вже в літку 1986 р., без створення спеціалізованих підрозділів виявити критичні адміністративні райони України і зосередити на них увагу влади і фахівців. У наступні роки проведена авіаційна гамма-зйомка всієї території України. У зв'язку із значною нерівномірністю просторового розподілу чорнобильських радіоактивних випадань інтерполяція даних авіаційних зйомок приводила до великої невизначеності даних, тому карти масштабу 1:100 000



виявилися непридатними для обґрунтування конкретних контрзаходів у населених пунктах, на сільськогосподарських угіддях або в природних ландшафтах.

Для забезпечення оперативної та детальної оцінки радіаційного стану сільськогосподарських угідь в 1987 р. службами Держагропрому України під методичним супроводом вчених Південного відділення ВАСГНІЛ та УФНДІ сільськогосподарської радіології реалізовано комбіновану крокову гамма-зйомку польовими радіометрами [13]. Створено та передано державним і місцевим органам влади картограми забруднення  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  всіх угідь приблизно 800 господарств України. Узагальнені карти в масштабі районів опубліковано у районних газетах в 1994 р. Дані про забруднення сільгоспугідь у 12 областях України наведені в Національному звіті за 2000 р.

Істотно, що зйомки проведені в такому великому обсязі, як в перші роки після аварії, не могли бути достатньо деталізовані. Аналіз багаторічних даних радіаційного контролю якості продукції, проведений у дуже великих обсягах (до сотні тисяч проб за кожний рік), дає змогу виділити найбільш критичні господарства і навіть окремі поля та угіддя.

Через різні проміжки часу після аварії, в залежності від процесів самоочищення та щільності забруднення угідь, виникає проблема поступової зміни їх радіологічного статусу, визначення шляхів використання і подальшої реабілітації. В критичних населених пунктах, де проведення контрзаходів і надалі обов'язкове, необхідно провести додаткову зйомку забруднення ґрунтів з відбором представницьких проб на кожному полі, приділивши особливу увагу лукам і пасовищам. Силами областей без цільового фінансування ця робота не може бути виконана. Вона також потребує методичного супроводу з боку наукових спеціалізованих організацій. Роботу розпочато, але централізованим фінансуванням і методичним супроводом вона не забезпечена.

За 20 минути років радіоактивний розпад зумовив зменшення щільності забруднення ґрунтів приблизно на 35% від року випадіння. Там, де щільність забруднення земель  $^{137}\text{Cs}$  складала у 1986 р. 555 кБк/м<sup>2</sup> (15 Кі/км<sup>2</sup>), сьогодні вона знизилась до 370 кБк/м<sup>2</sup> (10 Кі/км<sup>2</sup>). Зміна величини Аг за рахунок розпаду повинна бути врахована при складанні нових карт.

Вертикальна міграція на луках та пасовищах призводить до заглиблення нуклідів, але винос їх за межі кореневого шару невеликий. Прямі спостереження за вмістом  $^{137}\text{Cs}$  в орному шарі показують, що фактично цей показник зменшився не більш як на 15–20 відсотків. Очевидно, це пов'язано з щорічним перемішуванням орного шару при оранці та культивуваннях. Винос радіонуклідів стронція і цезія з урожаєм рослин не перевищує долей відсотку за рік і не може розглядатись в якості значущого фактору зміни радіаційного стану в часі.

Швидкість самоочищення територій від радіоактивного забруднення за рахунок ерозійних процесів оцінено в діапазоні від 0,1 до 1,0% для  $^{90}\text{Sr}$  і від 0,01 до 0,1% для  $^{137}\text{Cs}$  щорічно від їх запасу в ґрунті [14]. Доведено, що вітровий перенос не впливає на вторинне забруднення населених пунктів, а також, що ефективні дози від інгаляції радіонуклідів на 1–3 порядки нижчі, ніж дози зовнішнього опромінення навіть для механізаторів під час роботи на причіпних агрегатах.

Порівняльна оцінка значущості природних процесів в автореабілітації забруднених ґрунтів показує, що самоочищення території за рахунок процесів дефляції, поверхневого водного стоку, дифузійного і конвективного переносу вглиб ґрунтового профілю протягом двадцяти років після забруднення території  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  зумовлює менший внесок у поліпшення радіаційного стану, ніж імібілізація в результаті фізико-хімічної фіксації ґрунтом і зменшення біологічної доступності їх для рослин [9].

### **6.2.2. Науковий супровід**

Негайно після аварії на ЧАЕС в Україні була сформована розвинута інфраструктура наукового супроводу робіт з моніторингу і сільськогосподарської реабілітації забруднених територій. На базі наукового потенціалу УААН, НАНУ, спеціально створеного УкрНДІ сільськогосподарської радіології (УНДІСГР), за активної участі вчених і фахівців МОЗ України, Українського наукового центру радіаційної медицини та Укркомгідромету в стислі строки в Україні сформована наукова радіо-екологічна школа, яка методично забезпечила моніторинг забруднених земель, своєчасну об'єктивну оцінку радіаційного стану, опрацювала та адаптувала до конкретних екологічних умов рекомендації по веденню сільського, лісового і водного господарств, обґрунтувала радіаційні нормативи та контрольні рівні забруднення ґрунту і води, а також сільськогосподарської та лісової продукції.

Програма наукового супроводу об'єднала близько п'ятдесяти 50 наукових установ (НАНУ, УААН, УНДІСГР та ін.), що дало змогу комплексно опрацьовувати і розв'язувати широкий спектр наукових радіологічних проблем. Роботами науковців доведено, що радіаційний стан на забрудненій території визначається не тільки щільністю її забруднення, а значно більшою мірою ландшафтно-екологічними умовами, і за однакової щільності радіонуклідного забруднення вміст радіонуклідів у продукції може відрізнятись в 100 і більше разів.

Відпрацьовано та впроваджено контрзаходи у всіх галузях сільськогосподарського виробництва. В землеробстві – це спеціальні технології рекультивації забруднених земель: обробіток ґрунту, внесення вапнякових матеріалів та мінеральних добрив у нетрадиційних співвідношеннях і дозах, використання місцевих копалин тощо. Зниження радіоактивності продукції при цьому складає 1,5–3 рази. Особливо висока ефективність досягається покращанням луків та пасовищ, коли радіоактивність кормів і тваринницької продукції зменшується в 4–16 разів.

У тваринництві досягнута висока ефективність введення в раціон тварин сорбентів (фероцинів, цеолітів), що призводить до зменшення радіоактивності продукції в 2–10 разів, а також до відгодівлі м'ясної худоби на чистих кормах (вміст радіоцезію в м'язовій тканині зменшується у 5–8 разів). Застосування чистих кормів на заключній стадії відгодування ВРХ дає можливість використовувати корми з природних пасовищ практично без обмеження.

Опрацьовані технології переробки молока й іншої сільськогосподарської продукції, завдяки яким зменшується вміст радіонуклідів у харчових продуктах. У гострий період аварії переробка молока з високим вмістом радіоактивного йоду за відповідними технологіями на переробних підприємствах дозволила у 7–10 разів знизити забруднення молочної продукції в м. Києві та приміській зоні. В Україні не зафіксовано знищення забрудненого молока. Переробка молока навіть при використанні звичайних технологій і сьогодні забезпечує видалення біля 65% радіоцезію.

Для різних післяаварійних періодів розроблено дві редакції концепції ведення сільського господарства на забруднених радіонуклідами територіях [15]. На основі наукових розробок УНДІСГР, УААН та НАНУ кожні 2–3 роки видавались «Рекомендації по веденню сільського і лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення», впровадження яких уможливило істотне поліпшення ситуації, зменшення рівня забруднення продукції і дози внутрішнього опромінення населення. На жаль, остання редакція видана у 1998 р. на період 1999–2002 рр. [16] і більше розробка таких Рекомендацій не замовляється.

Завдяки впровадженню кормових домішок, довідгодівлі м'ясної худоби на чистих кормах, поверхневому та докорінному покращенню пасовищ тощо, припинено виробництво молока і м'яса з вищим за нормативи рівнем вмісту радіоцезію у колективних господарствах. Для наукового супроводу впровадження контрзаходів у п'яти найбільш постраждалих областях – Волинській, Рівненській, Житомирській, Київській та Чернігівській – створені обласні радіоекологічні центри УААН [17]. У центрах зосереджена інформація про радіаційний стан, проводилася адаптація контрзаходів до конкретних умов областей і надавалися консультації виробникам сільськогосподарської продукції. Фінансування обласних центрів здійснюється в останні роки в таких малих обсягах, що не дозволяє їм виконувати головні функції. Результати досліджень радіологічної школи висвітлені в численних публікаціях та методичних матеріалах, монографіях і доповідях на міжнародних та вітчизняних наукових конференціях. Визнанням авторитету української школи з сільськогосподарської радіоекології є Міжнародні програми КЕС, Інкокопернікус та інші, які науковці НАНУ, УААН та УНДІСГР виконували спільно з провідними науковими закладами Європи, США і Канади.

З розпадом СРСР наукові роботи з «Сільгоспродіології» фінансувались Мінчорнобилем України через НАНУ, УААН та Мінагрополітики України в межах програми наукового супроводу робіт з ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Управління і контроль за виконанням програми здійснювали відповідні відділення наук НАНУ, УААН та управління Мінагрополітики та МНС України. Наукове керівництво забезпечувала Науково-технічна Рада при Президії УААН. Були створені секції Науково-технічних рад Мінагрополітики і МНС України, які фактично з 1998 р. не функціонують за відсутністю цільової програми та фінансування.

З 1996 р. наукові розробки фінансуються лише як частка наукової програми МНС України, з 1997 р. практично фінансується вибірково лише їх впровадження.

### **6.2.3. Динаміка включення радіонуклідів у харчові ланцюги**

Засвоєння радіонуклідів кореневими системами є головним фактором, що визначає радіаційну небезпеку на забрудненій території. В якості головного параметру, що характеризує поведінку радіонуклідів в системі «ґрунт-рослина», використовується коефіцієнт переходу (КП, кг/м<sup>2</sup>). Дослідження в післяаварійний період в Україні та Росії довели, що з часом відбувається селективна фіксація <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr в ґрунтах, яка супроводжується зменшенням вмісту легкообмінних форм нуклідів і, як наслідок, біологічної доступності нуклідів для засвоєння рослинами.

На радіоактивних слідах доведено лінійну залежність між питомою активністю рослин і ґрунту. Це дозволяє зробити висновок про відсутність «чорнобильського» феномена і дає можливість розповсюдження даних на інші ситуації [18].

У перші п'ять–шість років після аварії спостерігали значне (п'ять – п'ятнадцять разів) змен-

шення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у рослинах на всіх досліджених типах ґрунтів, у наступні дванадцять років вона зменшилася тільки в 1,5–2,5 рази [9]. Динаміка зменшення коефіцієнта переходу (КП)  $^{137}\text{Cs}$  у часі після попадання  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунт для всіх без винятку досліджених культур не залежно від типу ґрунту може бути надійно апроксимована сумою 2-х експонент.

«Хвостова» складова кривої представляє собою експоненту, яка характеризує повільне (slowly) зменшення «нульового» коефіцієнта переходу ( $TF_0^s$ ) з екологічним періодом напівзменшення  $T_e^s$ . Екстраполяція «початкової» складової до 1986 р. (на час  $t = 0$ ) дозволяє виділити швидко (quickly) компоненту з періодом напівзменшення  $T_e^q$ . На час випадань внесок у  $TF_0$  форм  $^{137}\text{Cs}$  з різною швидкістю зменшення їх кількості в ґрунті оцінюється параметрами  $a_0^q$  і  $a_0^s = 1 - a_0^q$ . Зниження  $TF(t)$   $^{137}\text{Cs}$  з ґрунту в рослини за рахунок ґрунтових процесів перетворення форм радіонукліда з часом описували за допомогою рівняння:

$$TF(t) = TF_0 \cdot \left\{ a_0^q \cdot \exp\left(-\frac{0,693 \cdot t}{T_e^q}\right) + a_0^s \cdot \exp\left(-\frac{0,693 \cdot t}{T_e^s}\right) \right\}, \quad (1)$$

$$TF_0 = TF_0^q + TF_0^s.$$

Біологічні особливості сільськогосподарських культур характеризує значення «нульового» коефіцієнта переходу  $^{137}\text{Cs}$   $TF_0$ , який відображає здатність цієї культури накопичувати елемент при однаковій загальній кількості доступних для рослин форм радіоцезію у ґрунті (таблиця 6.2.1).

Таблиця 6.2.1

**Значення в рік аварії коефіцієнтів переходу  $TF$  форм  $^{137}\text{Cs}$ , що зв'язуються з ґрунтом швидко  $TF_0^q$  і повільно  $TF_0^s$  [18]**

| Група культур                                      | Торфоболотний |          | Дерново-підзолистий |          | Сірий лісовий |          | Чорнозем |          |
|--|---------------|----------|---------------------|----------|---------------|----------|----------|----------|
|  | $TF_0^q$      | $TF_0^s$ | $TF_0^q$            | $TF_0^s$ | $TF_0^q$      | $TF_0^s$ | $TF_0^q$ | $TF_0^s$ |
| Сіно природних трав                                | 218           | 22       | 25                  | 0,78     | 10            | 0,49     | –        | –        |
| Сіно сіяних злакових трав                          | 89            | 4,7      | 6,0                 | 0,38     | 4,8           | 0,11     | 3,7      | 0,019    |
| Зелені корми (кукурудза, люцерна, конюшина)        | 35            | 1,4      | 3,4                 | 0,37     | 1,5           | 0,18     | 1,9      | 0,039    |
| Овочі (капуста, помідор, огірок)                   | –             | –        | 3,3                 | 0,17     | 2,0           | 0,031    | 1,4      | 0,014    |
| Коренеплоди, бульбоплоди (буряк, картопля), цибуля | 11            | 0,84     | 1,5                 | 0,10     | 0,55          | 0,064    | 0,56     | 0,017    |
| Зернові (озима пшениця, ячмінь, жито)              | 6,6           | 0,81     | 0,80                | 0,10     | 0,57          | 0,048    | 0,35     | 0,019    |
| Кратність відмін                                   | 33            | 27       | 31                  | 7,8      | 18            | 10       | 11       | 2,8      |

За зменшенням КП  $^{137}\text{Cs}$  сільськогосподарські культури, незалежно від типу ґрунту, на якому вони вирощуються, можна розмістити в послідовності: сіно природних трав, сіно сіяних злакових трав, зелена маса кормових культур, овочеві культури, коренеплоди буряку, цибуля, бульби картоплі, зерно, зернових культур. Незалежно від часу після аварії по доступності  $^{137}\text{Cs}$  для засвоєння сільськогосподарськими рослинами ґрунти утворюють спадаючий ряд: торфоболотний, дерново-підзолистий, сірий лісовий, чорнозем.

У рік радіоактивних випадань більше як 90% радіонукліда знаходиться в формі обмінного фізико-хімічного поглинання, з якої надалі він поступово переходить у міцно поглинені, важкодоступні для засвоєння рослинами форми. Значення КП  $^{137}\text{Cs}$  найшвидше зменшуються в часі на органічних торфоболотних ґрунтах ( $T_e^q = 0,89$  року). Цей процес уповільнюється в ряді мінеральних ґрунтів: на чорноземі – 1,3 року, на сірому опідзоленому – 1,7 року і на дерново-підзолистому ґрунті – 1,8 року.

Відмінності величини  $T_e^s$  для різних ґрунтів більш істотні. Найбільша швидкість фіксації доступних для рослин форм  $^{137}\text{Cs}$ , характерна для торфоболотного ґрунту –  $T_e^s = 6,6$  року. Для дерново-підзолистого ґрунту середнє значення  $T_e^s = 20$  років, для сірого опідзоленого – 44 роки і для чорнозему – 112 років.

**Забруднення молока.** У критичних населених пунктах, де річна ефективна еквівалентна доза опромінення населення наближена або перевищує 1 мЗв, мешкають близько 600 тисяч осіб, з них 180 тисяч дітей до 17 років. У сучасних умовах сільськогосподарського виробництва більше 90% картоплі і 60% молока виробляється в особистих приватних господарствах і доставляється

на споживчий ринок України. У цих населених пунктах реально щорічно реалізується колективна доза 200–400 людино-Зіверт. Це пов'язано з використанням більшістю населення під огороду, випаси і сінокоси, особливо після розпаювання земель, торфоболотних ґрунтів з аномально високими коефіцієнтами переходу радіоцезію з ґрунту в рослини.

Динаміка забруднення рослин корелює з динамікою вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у молоці корів. За даними вимірів концентрації  $^{137}\text{Cs}$  в молоці у межах програми паспортизації сільських населених пунктів Житомирської, Київської та Рівненської областей України в період 1987–1997 рр. «короткий» та «довгий» періоди напівочищення молока від нукліда були оцінені як 3 і 15 років [19]. Ці оцінки усереднені для різних ґрунтових умов і можна визнати, що вони задовільно збігаються із середніми значеннями параметрів  $T_e^q$  і  $T_e^s$  для природних і сіяних трав на торф'яному та дерново-підзолистому ґрунтах, знайдених для системи ґрунт – рослина [18].

Наведені дані свідчать, що в наступні роки коефіцієнт переходу радіоцезію по ланцюгу ґрунт – рослини – молоко буде зменшуватися дуже повільно – у 2 рази за 6–20 років. Розпаюванню підпали критичні торфоболотні ґрунти, для яких коефіцієнт переходу радіоцезію в рослини у 30–100 разів вищий, ніж для мінеральних ґрунтів. Тим часом пункт 3.22 «Концепції ведення агропромислового виробництва на забруднених територіях та їх комплексної реабілітації на період 2000–2010 роки» визначає, що «безпечно користування такими ділянками може бути гарантоване тільки за умови, що вони перебувають у володінні КСП або у державному резерві» [15].

На жаль, ще й досі населенню виділяють для випасання худоби пасовища та сінокоси з високими коефіцієнтами переходу  $^{137}\text{Cs}$  у траву. Через заболоченість, не можна провести меліоративні роботи на багатьох з них, і вони ще на довгий період залишаться критичними. Якщо проведення корінного чи поверхневого покращення на таких угіддях і надалі не буде проведено, то треба забезпечити використання сіна з них тільки для відгодівлі молочного та м'ясного молодняка. У крайніх випадках, коли власник худоби не має змоги заготовити досить чисте сіно для корів на період лактації, треба організувати заміну сіна на чисте або збір молока на переробку.

Вплив розпаювання критичних земель на радіаційний стан підтверджено дослідженням рівнів забруднення сільськогосподарської продукції у п'ятдесяти підсобних господарствах (20% дворів) села Єльне Рокитнівського району Рівненської області протягом вересня–жовтня 2003 р. Виявилось, що все молоко, м'ясо ВРХ і капуста, які виробляються в селі Єльне, перевищують допустимі державні нормативи ДР-97 за вмістом  $^{137}\text{Cs}$ . Перевищення ДР-97 за вмістом радіоцезію спостерігається у 85% випадків для м'яса телят, 88% – м'яса свиней, 86% – картоплі, 50% – буряків, 70% – моркви і 40% гарбузів [20]. Таких високих рівнів забруднення рослинницької продукції не спостерігали навіть у перші роки після Чорнобильської катастрофи. Високий рівень забруднення молока зумовлений, у першу чергу, випасанням худоби на розпайованих неполіпшених пасовищах на торфових ґрунтах. Високі рівні забруднення свинини пов'язані з тим, що основним кормом для свиней є радіоактивно забруднені молоко та картопля. Можна очікувати значного підвищення забруднення молока та м'яса, оскільки нестачу кормів фермери будуть компенсувати використанням сіна з боліт та лісів.

#### **6.2.4. Контрзаходи, спрямовані на поліпшення радіаційного стану**

В умовах приватних фермерських господарств, як правило, не дотримуються рекомендованих технологій утримання ВРХ, продуктивність корів зменшується і все більша частка забрудненого молока використовується для харчування дітей. Дослідження показали, що в 2004–2005 рр. у селах Рівненської області 44% дітей віком до трьох років харчуються вдома. Досягнуті в перше десятиріччя після аварії результати «Програми мінімізації наслідків аварії на ЧАЕС» практично зведені нанівець.

**У 2005 р. в п'ятнадцяти населених пунктах індивідуальна доза опромінення населення наближається або перевищує 5 мЗв/рік.** Вміст  $^{137}\text{Cs}$  у молоці корів у таких селах лежить в межах 413–827 Бк/л (таблиця 6.2.2). Чітко проглядається тенденція до зниження рівня забруднення молока в часі, яка відповідає швидкості фіксації нукліду торфовими ґрунтами. Така ж динаміка спостерігається і по кількості населених пунктів, де можливе перевищення рівнів забруднення молока і м'яса вище ДР-97 (таблиця 6.2.3). У сорока п'яти населених пунктах рівні радіоактивного забруднення молока продовжують стійко перевищувати ДР-97, а в багатьох випадках і старі ТДР-87, що є грубим порушенням Законів України. Потреба найбільш критичних населених пунктів у контрзаходах не забезпечена.

Ґрунти Полісся переважно недостатньо забезпечені поживними речовинами, зокрема калієм. Дуже кислі ґрунти з  $\text{pH} < 5$  складають біля 9% забруднених угідь. У результаті проведення контрзаходів у 1986–1999 рр. в Україні було меліоровано більше 1,5 млн га забруднених ґрунтів. Внесення вапна на забрудненій території в поєднанні з добривами дозволило в перші роки після ава-

Таблиця 6.2.2

**Вміст  $^{137}\text{Cs}$  у молоці в селах Рівненської області з індивідуальною дозою опромінення населення 4–6 мЗв/рік в період 2001–2004 роки [21]**

| Район, село                    | Щільність забруднення ґрунту $^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup> | Вміст $^{137}\text{Cs}$ у молоці, Бк/л |      |      |      |
|--------------------------------|---|--|------|------|------|
|                                |   | 2001                                   | 2002 | 2003 | 2004 |
| Рокитнівський, Вежиця          | 95  | 827                                    | 704  | 671  | 584  |
| Рокитнівський, Дроздинь        | 53  | 772                                    | 704  | 719  | 628  |
| Зарічянський, Серники          | 81  | 766                                    | 633  | 427  | 604  |
| Рокитнівський, Єльне           | 95  | 745                                    | 657  | 555  | 568  |
| Дубровицький, Великий Черемель | 144   | 701                                    | 526  | 495  | 413  |

Таблиця 6.2.3

**Динаміка кількості населених пунктів з рівнями забруднення молока вище ДР-97 [21]**

| Області       | 2001       | 2003       | 2004       |
|---------------|------------|------------|------------|
| Волинська     | 166        | 166        | 166        |
| Житомирська   | 90         | 57         | 61         |
| Рівненська    | 156        | 111        | 89         |
| Чернігівська  | 3          | 0          | 0          |
| Київська      | 4          | 0          | 1          |
| <b>Всього</b> | <b>419</b> | <b>334</b> | <b>317</b> |

рії знизити вміст радіонуклідів у продукції в 2,5–5 разів. У період 1994–2000 рр., незважаючи на достатню обґрунтованість необхідності контрзаходів, у постраждалих від аварії регіонах в середньому за рік удобрювали лише десяту частину земель, вапнували – двадцятую і покращували – четверту частину пасовищ від потреби.

Після 2000 р. скорочення обсягів фінансування, яке продовжується вже протягом 10 років, призвело до непомірно низьких масштабів впровадження контрзаходів. З таблиці 6.2.4 видно, що в період з 1999 по 2004 роки щорічно залуження та перезалуження проводили на площі всього 1,5–5,7 тис. га, виробництво комбікормів з домішками сорбентів складало від 0,15 до 3,9 тис. т. Обсяги меліоративних робіт настільки скорочені, що вже відзначений від'ємний баланс азоту, фосфору і калію в ґрунтах. Це неминуче призведе до підвищення рівня радіоактивного забруднення продукції рослинництва.

Таблиця 6.2.4

**Обсяги основних контрзаходів на радіоактивно забруднених територіях, що запобігають надходженню радіонуклідів у сільськогосподарську продукцію, тис. га/тис. грн.**

| Заходи  | 1999      | 2000     | 2001      | 2002      | 2003       | 2004      |
|---|-----------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Залуження та перезалуження луків і пасовищ  | 12,7/3586 | 3,5/1829 | 4,4/1810  | 1,5/576,6 | 5,7/2360,3 | 4,0/2810  |
| Проведення вапнування кислих ґрунтів  | 4,2/539   | 2,1/293  | 3,8/335   | 0,06/6,7  | 6,0/655,7  | 6,2/840,0 |
| Внесення підвищених доз мінеральних добрив  | 6,6/920   | –        | –         | –         | –          | /473,7    |
| Внесення сапропелів та торфокомпостів   | 2,4/610   | 1,5/566  | 2,8/735,0 | 0,3/221,3 | 2,9/907,5  | –         |
| Виробництво та впровадження комбікормів з радіопротекторними домішками, тис. тонн | 2,9/1190  | 1,2/960  | 2,5/1301  | 0,15/110  | 3,9/1586,8 | 1,2/805,0 |

Яким контрзаходам необхідно надати пріоритет у майбутньому? Докорінне поліпшення природних кормових угідь дозволяє знизити надходження радіонуклідів з ґрунту в лучні трави і на практиці забезпечує зниження коефіцієнта переходу радіоцезія в чотири–десять разів [22].

Досліди в різних регіонах зони забруднення довели, що повторне корінне поліпшення луків дозволяє знизити надходження радіонуклідів з ґрунту в лугові трави лише в 2–3 рази [22].

Узагальнені дані щодо ефективності заходів на лукопасовищних угіддях наведено у таблиці 6.2.5.

Таблиця 6.2.5

**Ефективність контрзаходів на лукопасовищних угіддях [22]**

| Радіозахисні заходи   | Кратність зниження концентрації $^{137}\text{Cs}$ в рослинах, раз |                            |
|---|---|----------------------------|
|   | Мінеральні ґрунти (піщані, суглинисті)                            | Органічні ґрунти (торфові) |
| Осушення  | –   | 2–4                        |
| Дискування або фрезерування                                 | 1,2–1,5   | 1,8–3,5                    |
| Оранка  | 1,8–2,5   | 2,0–3,2                    |
| Оранка з обертом скиби і розміщенням її на глибину 35–40 см | 8–12  | 10–16                      |
| Вапнування  | 1,3–1,8   | 1,5–2,0                    |
| Азотні та збільшені дози фосфорно-калійних добрив           | 1,2–3,0   | 1,5–3,0                    |
| Поверхнєве поліпшення                                       | 1,6–2,9   | 1,8–14,0                   |
| Докорінне поліпшення  | 3,0–12,0  | 4,0–16,0                   |

Великою мірою на забруднення продукції тваринництва радіонуклідами поряд з їх вмістом у травостой, впливає стан пасовищ і лук. При випасанні великої та дрібної рогатої худоби на бідних природних пасовищах, де слаборозвинений чи вибитий травостій, рівень радіонуклідного забруднення молока і м'яса може бути у кілька разів вищим, ніж на луках із добрим травостоєм. **Меліорацію, поверхнєве та докорінне поліпшення пасовищ і сінокосів необхідно провести на всіх критичних угіддях.**

Підтверджено значний ефект уведення в корми сорбентів та відгодівлі на чистих кормах перед забоєм. На заключній стадії відгодівлі забруднені корми можна замінити на чисті, при цьому вміст  $^{137}\text{Cs}$  у м'язовій тканині протягом двох–трьох місяців зменшується в 6–10 разів завдяки високій швидкості виведення  $^{137}\text{Cs}$  із організму тварин [23].

Упровадження технології довідгодівлі чистими кормами під прижиттєвим контролем вмісту  $^{137}\text{Cs}$  в тілі тварин дозволяє використовувати корми практично без обмеження по рівню забруднення протягом 12–16 місяців [16]. У 1996 р. в Житомирській і Київській областях 1600 голів ВРХ із вмістом  $^{137}\text{Cs}$  в м'язах 3000 Бк/кг було переведено на довідгодівлю, що забезпечило через два–три місяці зниження вмісту  $^{137}\text{Cs}$  до 130 Бк/кг, тобто більше, як у 20 разів. У комбінації із введенням сорбентів ефективність цього заходу підвищується. В Рівненській області добре зарекомендували себе брикети лизунці з мінеральними елементами живлення та фероцином [23].

У якості сорбентів після аварії на Поліссі були широко випробувані цеоліти – природні мінерали з високою здатністю зв'язувати цезій – вермикуліт (Запорізька область), палигорськіт (Черкаська область) та клиноптілоліт (м. Хуст Закарпатської області). За ефективністю ентеросорбції мінерали утворюють ряд палигорськіт, вермикуліт, клиноптілоліт і дозволяють зменшити перехід радіоцезію в молоко в 3–9,7 разів. Ефективність цеолітів підвищується із збільшенням дози препарату та ступеня їх дисперсності. Модифікація цеолітів фероцинами та іншими сполуками дозволяє підвищити селективну сорбцію  $^{137}\text{Cs}$  в декілька разів. Використання цеолітів у період довідгодівлі перед убоєм дає змогу в 2,0–2,4 рази зменшити накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у м'язових тканинах тварин [23].

Сокирницьким цеолітовим заводом МНС України вироблено та поставлено на комбікормові заводи трьох областей 1362 тонни цеолітового борошна. Здійснено заходи щодо переспеціалізації господарств п'яти областей на «м'ясне скотарство», та «репродуктивне свинарство». За цей період поновлено і поповнено маточне стадо м'ясного поголів'я, зміцнена матеріально-технічна база господарств, надана науково-методична допомога. Але масштаби цих високоефективних заходів вкрай недостатні – за період 2001–2004 рр. на ці заходи було спрямовано кошти в обсязі всього близько 1,5 млн гривень.

Після аварії випадків значного забруднення м'яса гусей і качок вище нормативів не відмічали. В останні роки забезпечення населення фуражним зерном стало проблемою, тому влітку в Волинській та Рівненській областях гурти гусей випасають на заплавах річок – на найбільш критичних природних ландшафтах. Природно, що концентрація радіоактивного цезію у м'ясі гусей

перевищує концентрацію нукліду в яловичині. Сім'я в Поліссі використовує за зиму кілька десятків гусей, м'ясо птиці стало критичним продуктом для значних контингентів населення. Доведено, що розв'язати цю проблему дає можливість довідгодівля птиці чистими кормами за 2–2,5 місяці перед забоєм.

Розвиток кормової бази стане основою для виробництва чистого молока та м'яса. Молочне скотарство необхідно забезпечити комбікормами з домішками фероцинів та цеолітів. У ході виконання проекту «Забезпечення радіаційного захисту дітей України на територіях, що постраждали від аварії на ЧАЕС...» у межах програми «Діти України» доведено, що комплексні контрзаходи в кормовиробництві і тваринництві (залуження та перезалуження пасовищ і використання комбікормів з домішками сорбентів) забезпечують виробництво молока і м'яса з вмістом радіоцезію нижче ДР-97 практично у всіх критичних господарствах і населених пунктах Українського Полісся.

**Система радіаційного контролю.** На забруднених територіях створена та функціонує розвинена система радіаційного контролю. У 2139 населених пунктах проводиться відбір та аналіз проб молока і картоплі щодо вмісту в них цезію-137 та стронцію-90. У населених пунктах, де паспортні дози опромінення населення складають понад 3 мЗв за рік, та в деяких населених пунктах зони безумовного (обов'язкового) відселення проводиться щорічно шестиразовий відбір та аналіз проб молока, а в населених пунктах зони гарантованого добровільного відселення – дворазовий. У населених пунктах зони посиленого радіоекологічного контролю – одноразовий. Протягом 2001–2004 рр. було відібрано та проаналізовано понад 63,5 тисячі проб молока та картоплі.

З кожним роком зменшується кількість населених пунктів, у яких доза опромінення людини може перевищити 1 мЗв за рік. У 1991 році таких населених пунктів було 826, у 2004 році – 207. Необхідно проведення рішучих заходів для радикальної зміни радіаційного стану в цих пунктах.

Лабораторії та пости центральних органів виконавчої влади реалізують широкомасштабну програму радіаційного контролю продуктів харчування на всіх етапах їх виробництва. Всього щорічно радіологічними службами виконується більше 800 тисяч вимірів вмісту радіонуклідів у продукції під час виробництва та переробки. Перевищення допустимих рівнів фіксується у 1,5–2% проб.

Головний обсяг вимірів виконують радіологічні лабораторії Мінагрополітики, які, на жаль, недостатньо забезпечені обладнанням та фінансуванням, службі контролю не надано статус державної служби.

**Ефективність контрзаходів.** При плануванні системи контрзаходів треба керуватись не тільки кінцевим рівнем забруднення продукції, а й кількістю радіонуклідів, що будуть міститися у продукції в цілому (поток радіонуклідів). Наприклад, кількість радіоцезію, що виносить з ґрунту валовий урожай зернових в умовах Полісся, не перевищує 1–2% від загального виносу з рослинами. Вживання зернових на корм худобі і для виготовлення хлібопродуктів обумовлює колективну дозу порядку 10–20 людино-Зівертів (люд-Зв), тим часом як використання для годівлі великої рогатої худоби забрудненого сіна обумовлює дозу в 50–70 разів більшу. Тому, якою б високою не була радіологічна ефективність контрзаходів при вирощуванні зернових культур, вони не зможуть забезпечити зниження більше кількох відсотків загальної колективної дози.

Для оцінки ефективності і прийняття рішення про проведення контрзаходів було визначено три її складові [24]. Перша – це радіоекологічна ефективність, яка показує, у скільки разів може знизитись рівень забруднення продукції у випадку проведення контрзаходу. Однак головним критерієм ефективності сільськогосподарських контрзаходів слід вважати не кратність зниження концентрації радіонукліда у виробленій продукції, а повну (сумарну) дозу, формуванню якої запобігнуто завдяки проведенню контрзаходів. Її було названо *дозовою ефективністю*. Очевидно, що друга складова (дозова ефективність) визначається багатьма факторами – кількістю виробленої продукції, часом і способом її використання, тощо. Наприклад, якщо завдяки поліпшенню луків було отримано сіно з низьким вмістом <sup>137</sup>Cs і його використано для годівлі молодняка великої рогатої худоби, а не дійних корів, дозова ефективність такого заходу буде нульовою. Загальну стратегію контрзаходів визначає дозова ефективність, проте радіоекологічна ефективність може відігравати головну роль при прийнятті рішень про проведення контрзаходів у разі, коли концентрація радіонукліда в продукції вища за норматив.

Одна і та ж доза опромінення може бути відвернута різними контрзаходами, вартість яких може суттєво відрізнятись. Тому третьою складовою загальної ефективності виступає *економічна ефективність*, кількісною мірою якої є вартість одиниці запобігнутої завдяки контрзаходам дози – гривень додаткових витрат на один запобігнутий людино-Зіверт (грн./люд.-Зв).

Аналіз показує, що за приблизно однакової радіологічної ефективності за рахунок проведення всіх розглянутих контрзаходів, що, наприклад, забезпечує зниження рівня забруднення про-

дукції удвічі, їх дозова ефективність у тваринництві значно вища, ніж у рослинництві, а економічна – взагалі відрізняється до 1000 разів. Тобто ефективність контрзаходу зростає по ходу підвищення трофічного рівня, на якому він здійснюється, у ланцюгу ґрунт – рослина (вегетативні органи – продуктивні органи) – тварини (м'ясо і молоко)-переробка. В наступний 5–10 річний період жорстко постає вимога обґрунтовано визначати пріоритети.

Вжиті контрзаходи та фіксація  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунті призвели до значного покращення радіаційно-гігієнічних умов проживання населення на забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС територіях. На більшій частині забрудненої території КСП, фермерські господарства та населення на присадибних ділянках виробляють продукцію, яка за вмістом  $^{137}\text{Cs}$  відповідає жорстким національним нормативам – допустимим рівням ДР-97. У багатьох лісгоспах дари лісу також відповідають вимогам радіаційної гігієни.

Істотно, що проведення контрзаходів в останні роки у наведених обсягах не може суттєво впливати на радіаційний стан. Для здійснення моніторингу радіаційної ситуації в агропромисловому комплексі України, розробки рекомендацій по її поліпшенню, науково-методичного забезпечення структур МНС України і Мінагрополітики, що відповідають за радіаційний стан, необхідно розробити та реалізувати на практиці державну програму впровадження протирадіаційних контрзаходів і наукового супроводу в агропромисловому виробництві.

Міжнародний форум «Нашадки Чорнобиля: Медичні, екологічні і соціально-економічні наслідки» у Відні (5–6 вересня 2005 р.) визначив, що заходи, прийняті урядами постраждалих держав СНД для подолання наслідків аварії, були в цілому своєчасні та адекватні. Сучасні дослідження показують, що напрямок зусиль надалі треба змінити, надавши пріоритети економічному та соціальному розвитку.

### 6.3. Міграція радіонуклідів чорнобильського викиду на зрошуваних землях

Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС значна частина аеральних радіоактивних випадань потрапила в р. Дніпро і його притоки, крім того, дотепер відбувається щорічний винос у водну систему довгоіснуючих радіонуклідів з водозбірного басейну.

З перших днів після аварії інтенсивно проводились моніторингові спостереження на основних водних об'єктах України. Уже в травні 1986 р. Українською гідрометеослужбою була виконана гамма-зйомка всіх водоймищ Дніпровського каскаду, яку повторили у червні й вересні.

Надходження  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  аварійного викиду ЧАЕС у воду Дніпра й далі, на зрошуваних угіддях, обумовило необхідність розробки на тривалу перспективу прогнозів:

1) динаміки процесу надходження  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  з поливною водою на зрошуваних землях (особливо на рисові чеки). Важливість такого прогнозу полягає в тому, що надходження радіонуклідів з водою на зрошуваних угіддях (особливо на рисові чеки) створює значне додаткове забруднення ґрунту [25];

2) забруднення продуктів харчування, одержуваних зі зрошуваних угідь, шляхом кількісної оцінки параметрів радіоактивного забруднення врожаю сільськогосподарських культур і вивчення динаміки цього процесу.

Основні закономірності надходження радіонуклідів у сільськогосподарські рослини, що вирощуються на зрошуваних угіддях, отримані ще до Чорнобильської аварії. Так, відомо, що при поливі дощуванням, радіоактивні елементи, що потрапили з водою на листи, стебла, квітки й плоди, ними безпосередньо й поглинаються. Тобто, відбувається некореневе (аеральне) надходження радіонуклідів у рослини, що має свої закономірності. Цей шлях виключає сорбцію радіоактивних речовин твердою фазою ґрунту, інакше кажучи, відсутній бар'єр на шляху їхнього надходження в рослини.

Паралельно з некореневим відбувається й кореневе засвоєння радіонуклідів рослинами. Однак, частка  $^{137}\text{Cs}$ , що надходить другим шляхом, непомірно мала (на 2–3 порядки нижче), тому на практиці (наприклад, при існуючій після аварії динаміці змін вмісту цього радіонукліда у воді р. Дніпро), некореневе надходження радіонукліда  $^{137}\text{Cs}$  для всіх культур при зрошенні буде переважаним. Внесок кореневого шляху в надходження  $^{90}\text{Sr}$  (при постійній концентрації радіонукліда у воді) вже через 2–16 років (залежно від виду культури і режиму її зрошення) буде порівняним з його надходженням через надземні органи рослин.

**Роль якості поливної води.** Форма знаходження радіонуклідів у воді, іонний склад і рН води, наявність конкуруючих іонів і вміст суспензій впливають на рухливість радіонуклідів у воді й на їх подальше надходження в урожай. При цьому, найменшим накопиченням радіонукліда відзначається врожай культур, вирощений при поливі найбільш мінералізованою водою (суміш: вода ріки Інгулець – 80% + вода ріки Дніпро 20%, мінералізація 590 мг/л).



**Режим зрошення сільськогосподарських культур (норма і кількість поливів).** Залежно від погодно-кліматичних умов і біологічних особливостей культур потрібна різна кількість вологи для формування врожаю. Зрошувальну норму за вегетаційний період дощуванням виливають за кілька прийомів, з величиною поливної норми 400–600 м<sup>3</sup>/га. Встановлено, що при поливі дощуванням зі збільшенням кількості поливів водою, що містить радіонукліди, збільшується і їх надходження у врожай зрошуваних культур, однак така залежність не має прямо пропорційного характеру.

**Способи зрошення.** В Україні більшою мірою поширені такі способи, як дощування й затоплення по чеках. Крапельне і підґрунтове зрошення тільки впроваджуються й використовуються на незначних площах.

Дощування є найбільше забруднюючим способом зрошення. При цьому способі радіонукліди контактують із рослинами, адсорбуються на поверхні фітомаси і абсорбуються біологічними тканинами. Як наслідок, радіонукліди накопичуються у врожаї в 4–33 рази більше, ніж при підґрунтовому зрошенні, в 2–8 разів більше, ніж при зрошенні по борознах та в 2–14 разів більше, ніж при крапельному зрошенні [26].

У 1987–1988 рр., надходження <sup>137</sup>Cs у врожаї сільськогосподарських культур було тим вище, чим ближче було джерело поливу (водоймище) до місця аварії [26]. Так, його вміст у врожаї культур, зрошуваних водою з Канівського водоймища, був у 2–3 рази вище, ніж при зрошенні водою Каховського водоймища і до шести разів вище, ніж при зрошенні водою з джерел, не пов'язаних з р. Дніпро (таблиця 6.3.1). Така закономірність пояснюється прямо пропорційною залежністю накопичення радіонуклідів в урожаї від концентрації радіонукліда в поливній воді. Вміст радіонуклідів у воді Канівського водоймища був також у 2–3 рази вищим, ніж у воді Каховського водоймища [27].

Таблиця 6.3.1

**Вміст <sup>137</sup>Cs в господарсько-цінній частині урожаю сільськогосподарських культур при зрошуванні водою різних джерел (Бк/кг повітряно-сухої маси)**

| Культура      | Рік  | Вода водосховищ Дніпровського каскаду |              |                   |           | Вода інших джерел |               |
|---------------|------|---------------------------------------|--------------|-------------------|-----------|-------------------|---------------|
|               |      | Канівське                             | Кременчуцьке | Дніпродзержинське | Каховське | Харківська обл.   | Донецька обл. |
| Озима пшениця | 1987 | 11,85                                 | 1,85         | 0,92              | 1,11      | 0,29              | 0,37          |
|               | 1988 | 21,11                                 | 1,48         | 0,37              | 1,11      | 0,37              | 0,37          |
| Кукурудза     | 1987 | 0,37                                  | 0,37         | 0,18              | 0,22      | 0,07              | 0,07          |
|               | 1988 | 0,37                                  | 0,18         | 0,22              | 0,11      | 0,04              | 0,07          |
| Люцерна, сіно | 1987 | 22,2                                  | 22,2         | 13,7              | 11,8      | 2,96              | 3,70          |
|               | 1988 | 14,8                                  | 14,8         | 11,1              | 7,40      | 3,33              | 3,33          |
| Капуста       | 1987 | 0,22                                  | 0,26         | 0,11              | 0,11      | 0,04              | 0,04          |
|               | 1988 | 0,22                                  | 0,22         | 0,07              | 0,11      | 0,04              | 0,04          |
| Томати        | 1987 | 0,74                                  | 0,74         | 0,37              | 0,37      | 0,22              | 0,18          |
|               | 1988 | 0,74                                  | 0,37         | 0,37              | 0,74      | 0,22              | 0,18          |
| Огірки        | 1987 | 1,48                                  | 1,48         | 0,74              | 0,74      | 0,37              | 0,37          |
|               | 1988 | 1,11                                  | 1,48         | 0,74              | 0,37      | 0,37              | 0,74          |

За 10 років, що пройшли після аварії, надходження <sup>137</sup>Cs у врожаї сільськогосподарських культур істотно не змінилося (за рахунок іммобілізації тієї його частини, що надійшла раніше у ґрунт, а забруднення відбувалось виключно водним шляхом) і в 1996 р. залишалось практично на рівні 1988 р. (таблиця 6.3.2). Для <sup>90</sup>Sr характерне зростання надходження кореневим шляхом з роками [26].

Із часом також відзначалося істотне збільшення вмісту <sup>90</sup>Sr у врожаї рису за рахунок кореневого надходження. Його вміст у зерні рису в 1996 р. (через 10 років після аварії) збільшився в порівнянні з 1986 р. у 18 разів. Накопичення <sup>137</sup>Cs у зерні рису стабілізувалося на рівні 1 Бк/кг. Подальше накопичення цього радіонукліда в зерні рису буде корелювати із вмістом його у воді (таблиця 6.3.3).

На підставі узагальнення великого масиву даних доаварійних і післяаварійних досліджень щодо накопичення радіонуклідів у врожаї основних сільськогосподарських культур, що вирощуються на зрошуваних угіддях, були розраховані усереднені значення коефіцієнтів, що характери-

Таблиця 6.3.2

**Динаміка вмісту радіонуклідів в урожаї основних сільськогосподарських культур, вирощених при зрошенні з Каховського водоймища, Бк/кг повітряно-сухої маси**

| Культура                    | <sup>137</sup> Cs |         | <sup>90</sup> Sr |         |
|-----------------------------|-------------------|---------|------------------|---------|
|                             | 1988 р.           | 1996 р. | 1988 р.          | 1996 р. |
| Озима пшениця, зерно        | 1,10–1,91         | 0,50    | 0,12–0,31        | 0,90    |
| Кукурудза, зерно            | 0,13–0,42         | 0,30    | 0,07–0,19        | 0,11    |
| Люцерна, сіно               | 11,1–22,8         | 12,0    | 3,70–11,10       | 3,10    |
| Капуста, качани             | 0,11–0,30         | 0,16    | 0,004–0,015      | 0,19    |
| Томати, плоди               | 0,31–0,72         | 0,89    | 0,02–0,04        | 1,92    |
| Огірки, плоди               | 0,60–1,51         | 1,10    | 0,40–1,50        | 1,13    |
| Буряк столовий, коренеплоди | 0,43–0,71         | 1,53    | 0,001–0,004      | 2,60    |
| Морква, коренеплоди         | 0,37–0,74         | 1,10    | 0,11–0,22        | 1,51    |
| Кабачки, плоди              | 0,19–0,26         | 0,52    | 0,07–0,11        | 2,40    |
| Цибуля, цибулина            | 0,74–1,11         | 0,71    | 0,01–0,11        | 2,00    |

Таблиця 6.3.3

**Динаміка надходження радіонуклідів у врожаї рису**

| Роки досліджень | Зміст радіонуклідів, Бк/кг повітряно-сухої маси |        |        |        |
|-----------------|---|--------|--------|--------|
|                 | Sr-90   |        | Cs-137 |        |
|                 | зерно   | солома | зерно  | солома |
| 1972            | 0,33  | 4,1    | 2,4    | 5,6    |
| 1982            | 0,30  | 3,0    | 0,7    | 1,6    |
| 1985            | 0,11  | 1,2    | 0,6    | 1,0    |
| 1986            | 0,07  | 1,1    | 1,0    | 1,8    |
| 1987            | 0,15  | 1,5    | 1,6    | 2,9    |
| 1988            | 0,19  | 2,1    | 1,5    | 2,2    |
| 1989            | 0,37  | 2,8    | 1,2    | 2,0    |
| 1990            | 0,56  | 3,5    | 0,9    | 2,2    |
| 1991            | 0,69  | 4,3    | 1,1    | 1,9    |
| 1992            | 0,81  | 4,9    | 1,0    | 2,1    |
| 1993            | 1,12  | 5,5    | 0,9    | 1,5    |
| 1994            | 0,70  | 3,8    | 2,0    | 3,5    |
| 1995            | 1,27  | 5,2    | 1,1    | 2,8    |
| 1996            | 1,30  | 5,3    | 0,8    | 2,3    |

зують величини переходу <sup>137</sup>Cs і <sup>90</sup>Sr у врожаї культур, які можна використовувати для прогнозних розрахунків (таблиця 6.3.4).

Кореневе надходження радіонуклідів у сільськогосподарські культури при зрошенні. Аналіз отриманих нами даних показав, що вже через 8–10 років після початку зрошення забрудненою водою починає переважати ґрунтовий шлях надходження <sup>90</sup>Sr в овочі й деякі інші культури, тим часом як надходження <sup>137</sup>Cs протягом дуже тривалого періоду часу (до 200 років) буде визначатись переважно водним (некореневим) шляхом. На глинистих типах ґрунтів таке співвідношення між кореневим і некореневим шляхами надходження для <sup>137</sup>Cs буде зберігатися доти, доки його концентрація у воді не зменшиться від початкової на 2–3 порядки.

Для культур різних видів, часовий відрізок, при якому спостерігається рівновага в надходженні <sup>90</sup>Sr у рослини кореневим і некореневим шляхами, варіює (від 2-х до 16-ти років, залежно від режиму зрошення й виду культури). Цей час становить: у зернових – 14–16 років, у овочевих – 8–10 років, у люцерни – 2–6 років. Для кукурудзи ця рівновага настає пізніше 16–20-ти років.

**Усереднені коефіцієнти, що характеризують величини переходу  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у врожай сільськогосподарських культур, вирощених при зрошенні дощуванням [25–27]**

| Культура, орган або частина,<br>що використовується | $^{137}\text{Cs}$ |      | $^{90}\text{Sr}$ |      |
|---|-------------------|------|------------------|------|
|   | КП*               | Кн** | КП               | Кн   |
| Озима пшениця: зерно                                | 0,11              | 24   | 1,33             | 2,90 |
| солома  | 0,53              | 110  | 4,42             | 11   |
| Яриця, зерно  | 0,15              | 32   | –                | –    |
| Ячмінь, зерно                                       | 0,08              | 15   | –                | –    |
| Горох, зерно  | 0,19              | 38   | 1,37             | 3,1  |
| Просо, зерно  | 0,05              | 9    | –                | –    |
| Кукурудза: зерно                                    | 0,25              | 47   | 0,42             | 0,9  |
| силос   | 1,25              | 290  | 1,33             | 2,7  |
| Рис***: зерно,                                      | 0,13              | 80   | 0,55             | 13   |
| солома  | 0,88              | 530  | 2,65             | 51   |
| Люцерна, сіно                                       | 3,80              | 920  | 21               | 64   |
| Буряк кормовий, коренеплоди                         | 0,63              | 170  | 2,20             | 5,9  |
| Морква, коренеплоди                                 | 0,18              | 37   | 0,39             | 0,8  |
| Картопля, бульби                                    | 0,05              | 9    | 0,33             | 0,7  |
| Огірки, плоди                                       | 0,42              | 86   | 0,11             | 0,3  |
| Томати, плоди                                       | 0,28              | 39   | 0,17             | 0,4  |
| Перець солодкий, плоди                              | 0,13              | 27   | 0,22             | 0,7  |
| Кабачки, плоди                                      | 0,02              | 4    | 0,17             | 0,5  |
| Гарбуз, плоди                                       | 0,06              | 10   | 0,17             | 0,5  |
| Капуста, качани                                     | 0,08              | 15   | 0,47             | 1,6  |
| Цибуля ріпка, цибулини                              | 0,27              | 37   | 1,86             | 5,8  |
| Баклажани, плоди                                    | 0,11              | 23   | 0,25             | –    |
| Зелень столова                                      | 0,21              | 40   | 1,40             | 3,3  |

\* КП – коефіцієнт пропорційності (Бк/кг маси врожаю використовуваної вологості)/(кБк/м<sup>2</sup> ґрунту).

\*\* Кн – коефіцієнт накопичення (Бк/кг маси врожаю використовуваної вологості)/(Бк/л води).

\*\*\* Зрошення чеків способом затоплення.

Надходження  $^{137}\text{Cs}$  з води при дощуванні на глинистих ґрунтах буде переважати над ґрунтовим шляхом доти, доки щільність забруднення ґрунту за рахунок річної норми поливу не буде в тисячу разів вище існуючого забруднення ґрунту.

**Закономірності забруднення радіонуклідами ґрунту зрошуваних угідь.** Динаміка накопичення цих радіонуклідів у зрошуваних ґрунтах є результатом двох процесів: надходження радіонуклідів з водою у ґрунт і процесу, пов'язаного із втратами.

Кількість радіонуклідів, що надійшли, залежить від їхньої концентрації у воді й величини зрошувальної норми за вегетаційний період. Процеси втрат пов'язані з фізичним розпадом радіонуклідів і їхнім виносом за межі кореневмісного шару у процесі вертикальної ґрунтової міграції, а також за рахунок відчуження з урожаєм.

Дані спостережень показали, що при хронічному надходженні  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  з поливною водою на зрошувані сільськогосподарські угіддя, що представлені глинистими ґрунтами, у верхньому 20 см шарі ґрунту затримувалося від 53 до 85% валових кількостей радіонуклідів, внесених за один зрошувальний сезон [27]. У сільськогосподарські рослини, у цьому випадку їх надходило менше 10%.

Аналізуючи динаміку надходження радіонуклідів з поливною водою у ґрунт зрошуваних чеків Херсонської області, можна констатувати, що з 1987 по 1997 роки вміст  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у ґрунті рисових чеків збільшився, відповідно, в 1,7 і 2,7 раза.

Зроблені, з урахуванням параметрів міграції радіонуклідів на зрошуваних угіддях, розрахунки, дозволили одержати довгостроковий прогноз кількісних параметрів надходження радіонуклідів у ґрунт із водою. При постійній питомій концентрації радіонуклідів у воді, процес накопичен-

ня  $^{90}\text{Sr}$  у ґрунті протікає 70 років, а  $^{137}\text{Cs}$  – 200, після чого процес надходження радіонуклідів з водою зрівнюється із процесами їхнього відчуження.

За умови стабільного тренда вмісту цих радіонуклідів у водоймі-джерелі зрошування, виникає необхідність розробки довгострокового прогнозу додаткового забруднення ґрунту зрошуваних угідь радіонуклідами  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ , що надходять з водою. Це пов'язано насамперед з іммобілізацією ґрунтами внесеного з водою  $^{137}\text{Cs}$  і високою рухливістю внесеного з водою  $^{90}\text{Sr}$ . Однак необхідно підкреслити, що з 1996 р. припинені моніторингові дослідження в регіонах зрошення, без яких неможливо коректно прогнозувати радіаційну ситуацію в цьому регіоні.

**Прогноз доз опромінення населення басейну р. Дніпро.** Водною ріки Дніпро користуються більше 8 млн чоловік. Прогнозні оцінки доз від аварійних радіонуклідів, що потрапляють у воду, для цього контингенту населення становлять 3000 чол.-Зв, з них 2500 чол.-Зв – за рахунок  $^{90}\text{Sr}$  і 500 чол.-Зв – за рахунок  $^{137}\text{Cs}$  [27]. Для населення інших регіонів доза, що сформується споживанням води різних джерел, суттєво нижче і її можна не враховувати в дозових навантаженнях. Очікувана популяційна доза населення України від Чорнобильської аварії за 70 років сягне 55–70 тис. чол.-Зв, водна компонента складе лише 4–5%.

#### 6.4. Ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення

Внаслідок аварії на ЧАЕС радіоактивного забруднення зазнали ліси у 18-ти областях України. Щільність забруднення  $^{137}\text{Cs}$  більше 37 кБк/км<sup>2</sup> (1 Кі/км<sup>2</sup>) на 1991–1992 рр. виявлена на території 1,23 млн га. Найбільше від радіоактивного забруднення постраждали ліси Полісся України.

За межами 30-км зони ЧАЕС через високі рівні радіоактивного забруднення лісових насаджень  $^{137}\text{Cs}$  усі види господарської діяльності було заборонено на площі понад 157 тис. га, а 110 тис. га лісів Чорнобильського і Ново-Шепелицького держлісгоспів відійшли до складу Зони відчуження ЧАЕС. Загальні прямі збитки, понесені лісгосподарськими підприємствами внаслідок радіоактивного забруднення, станом на 31.12.1986 р., склали 65 млн доларів США, а щорічні збитки за рахунок скорочення обсягів лісозаготівель та побічного користування лісом складають 7,15 млн доларів США.

За межами ЗВіЗБ(О)В головним техногенним радіонуклідом залишається  $^{137}\text{Cs}$  і головна увага була приділена саме цьому радіонукліді. Однак, у лісових насадженнях, що межують із зоною відчуження, а також окремих «плям» Житомирської, Київської, Черкаської та Вінницької областей, в забрудненні компонентів лісової екосистеми зростає частка  $^{90}\text{Sr}$ , що вимагає більш детального вивчення його поведінки в лісовому ценозі. В перспективі, частина лісів Зони відчуження буде повертатись до нормального режиму господарювання. Наявність у складі радіоактивного забруднення цих лісів трансуранових елементів може створити певні труднощі при проведенні лісівницького догляду за насадженнями і потребує детального вивчення ситуації.

Після аерального надходження  $^{137}\text{Cs}$  до лісової екосистеми від 70 до 90% його сумарної активності було затримано кронами хвойних дерев. Уже в перший вегетаційний період почалася інтенсивна міграція радіоцезію, що призвело до істотного перерозподілу  $^{137}\text{Cs}$  між компонентами лісової екосистеми. Через 3–4 місяці до 80–90%  $^{137}\text{Cs}$  мігрувало на поверхню мохового покриву та лісової підстилки і розпочалося поступове кореневе поглинання рослинністю. Через 3–4 роки настав період квазірівноваги згаданого радіонукліда у ґрунтово-рослинному покриві лісів, який триває донині [28]. Характерними його рисами є: 1) домінування кореневого шляху надходження радіонукліда до рослин, яке залежить, головним чином, від ландшафтно-геохімічних умов території; 2) повільний перерозподіл  $^{137}\text{Cs}$  між компонентами лісових екосистем; 3) приблизна рівновага щорічного надходження  $^{137}\text{Cs}$  з ґрунту до рослинності та повернення радіонукліда до ґрунту з рослинним опадам та відпадом.

Саме тому частка сумарної активності  $^{137}\text{Cs}$ , яка утримується компонентами лісових екосистем, є передбачуваною і характеризує інтенсивність біогеохімічного колообігу  $^{137}\text{Cs}$  у лісових насадженнях (таблиця 6.4.1).

Цей розподіл є своєрідним у кожному з типів лісорослинних умов і залежить від віку насадження, його породного складу та визначає режим ведення лісового господарства і можливість використання певних видів лісгосподарської продукції [29]. Зараз основна частка сумарної активності радіонукліда (81–96%) сконцентрована у ґрунті. В залежності від екологічних умов лісова підстилка утримує 17–46% сумарної активності  $^{137}\text{Cs}$ , а мінеральна частина ґрунту – 50–64%. Відповідно, компоненти фітоценозу утримують від 3,5% запасу  $^{137}\text{Cs}$  лісової екосистеми в цілому у більш багатих умовах вологого сугрудку і до 19,3% – у бідних умовах вологого бору [30].

Залежно від екологічних умов деревний ярус може відігравати різну роль у розподілі  $^{137}\text{Cs}$  в лісових екосистемах. При цьому його едифікаторна та відносна геохімічна роль є найбільшою

Розподіл сумарної активності  $^{137}\text{Cs}$  по компонентах лісових екосистем у різних типах лісорослинних умов (% від сумарного забруднення)

| Компоненти екосистем               | Частка сумарного вмісту $^{137}\text{Cs}$ в екосистемі, % |             |             |             |                  |             |
|------------------------------------|---|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|
|                                    | Свіжий субір  |             | Вологий бір |             | Вологий сугрудок |             |
|                                    | 1994  | 2004        | 1994        | 2004        | 1994             | 2004        |
| <b>Деревостан</b>                  | <b>7,3</b>  | <b>8,5</b>  | <b>12,1</b> | <b>16,7</b> | <b>1,8</b>       | <b>2,9</b>  |
| Деревина                           | 2,7   | 4,6         | 4,0         | 5,8         | 0,7              | 1,7         |
| Кора                               | 3,0   | 2,4         | 3,0         | 3,6         | 0,8              | 0,9         |
| Гілки                              | 1,4   | 1,3         | 4,7         | 6,9         | 0,2              | 0,2         |
| Шпильки                            | 0,2   | 0,2         | 0,4         | 0,4         | 0,1              | 0,1         |
| <b>Підріст</b>                     | <b>0,1</b>  | <b>0,1</b>  | <b>0,1</b>  | <b>0,2</b>  | <b>0,3</b>       | <b>0,3</b>  |
| <b>Трав'яно-чагарничковий ярус</b> | <b>1,2</b>  | <b>0,7</b>  | <b>2,0</b>  | <b>0,9</b>  | <b>0,3</b>       | <b>0,1</b>  |
| <b>Моховий ярус</b>                | –   | –           | <b>3,1</b>  | <b>1,1</b>  | –                | –           |
| <b>Лісова підстилка (Ao)</b>       | <b>52,5</b>   | <b>33,7</b> | <b>59,3</b> | <b>46,5</b> | <b>18,8</b>      | <b>17,8</b> |
| Листовий горизонт (AoL)            | 0,4   | 0,1         | 3,2         | 1,9         | 0,2              | 0,1         |
| Ферментативний горизонт (AoF)      | 36,1  | 12,8        | 44,1        | 24,0        | 7,2              | 6,1         |
| Гумусований горизонт (AoH)         | 16,0  | 20,8        | 12,0        | 20,6        | 11,4             | 11,6        |
| <b>Мінеральний ґрунт (0–30 см)</b> | <b>38,9</b>   | <b>57,0</b> | <b>23,4</b> | <b>34,6</b> | <b>78,8</b>      | <b>78,9</b> |
| 0–2 см                             | 29,6  | 39,8        | 11,2        | 16,7        | 50,2             | 47,1        |
| 2–10 см                            | 6,9   | 10,4        | 10,6        | 14,8        | 25,5             | 27,5        |
| 10–20 см                           | 1,6   | 5,0         | 1,6         | 2,2         | 2,8              | 3,5         |
| 21–30 см                           | 0,8   | 1,8         | 0,2         | 0,9         | 0,3              | 0,8         |

в умовах, близьких до оптимальних для зростання головних лісоутворюючих порід (сосни, дуба, берези) – свіжих та вологих суборах, сугрудках та грудях, зменшуючись у несприятливих умовах сухих борів та мокрих борів, де частка інших ярусів рослинності в утриманні активності  $^{137}\text{Cs}$  перевищує таку деревостану [31]. Геохімічна роль різних ярусів лісової рослинності значно варіює і позитивно корелює з фітомасою на одиниці площі. За останні десять років спостерігається збільшення сумарного вмісту радіоактивних елементів у деревині лісових порід, що призводить до збільшення ймовірності отримання продукції, яка перевищує «Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у деревині та продукції з деревини» (ГНПАР-2005) [32].

Радіаційний контроль продукції лісового господарства у системі Держкомлісгоспу України нині здійснюють вісім радіологічних виробничих лабораторій. За їх даними, ситуація з рівнями радіоактивного забруднення грибів, ягідних і лікарських рослин у лісах Поліського регіону залишається напруженою. Більша частина продукції з деревини не перевищує гігієнічний норматив, але це положення може змінитися на частині забруднених радіонуклідами територій (північна частина Житомирської та Київської областей) у зв'язку із введенням нових більш жорстких нормативів. Це стосується, в першу чергу, дров паливних, будівельного лісу та продукції побутового призначення.

Існуючий розподіл радіонуклідів у лісових екосистемах вказує на передбачуваність і стабільність радіаційної ситуації, що, у свою чергу, дозволяє активно займатися контрзаходами та реабілітацією лісових територій, забруднених аварійними викидами ЧАЕС. Розрахунки, проведені на основі «Методичних рекомендацій з реабілітації лісів на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС» (2005 р.), показують, що за рахунок зменшення щільності забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  (у порівнянні з 1991 р.) на 105 тис. га лісів знову дозволяється вести лісове господарство без обмежень [33].

Вивчення багаторічної динаміки вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у компонентах лісових екосистем дозволило зробити низку важливих висновків: тенденції динаміки питомої активності радіонуклідів у різних компонентах лісових екосистем є більш-менш чітко визначеними; практично у всіх компонентів екосистем спостерігається тісний зв'язок вмісту  $^{137}\text{Cs}$  з кількістю років після Чорнобильської аварії [34]. Аналіз динаміки вмісту радіонукліда в елементах фітоценозу свідчить про те, що

для кори сосни, фітомаси чорниці, живої частини мохів, частини видів грибів стійкою тенденцією є зменшення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у післяаварійний період. Збільшення питомої активності відмічено для лубу та деревини, а також мертвої частини мохів [35].

Таким чином, у лісових екосистемах відбуваються стійкі різнонаправлені процеси міграції техногенного  $^{137}\text{Cs}$  у компонентах екосистем – очищення одних та збільшення радіоактивного забруднення інших. Це дозволяє прогнозувати вміст  $^{137}\text{Cs}$  та інших техногенних радіонуклідів у компартментах лісових екосистем, а також можливість реабілітації певних ділянок лісу [36]. В Україні на лісотипологічній основі нині активно розробляється автоматизована модель міграції  $^{137}\text{Cs}$  у лісових екосистемах хвойних лісів, яка дозволяє прогнозувати радіоактивне забруднення будь-якого компонента лісової екосистеми з прийнятною точністю [37].

Вміст  $^{137}\text{Cs}$  у деревині сосни з моменту аварії зростає приблизно до 2002 р. Нині цей показник знаходиться на «плато», яке триватиме, за розрахунками, до 2007–2008 рр., після чого відбуватиметься повільне очищення деревини. У плодкових тілах істівних грибів різних видів динаміка згаданого показника хоча в цілому й подібна, проте пік вмісту згаданого радіонукліду спостерігається у різні періоди. У лисички справжньої пік накопичення відзначався на початку 1990-х років, а у наступний період відбувалось повільне зменшення вмісту  $^{137}\text{Cs}$ . У плодкових тілах білого гриба з часу аварії до 2005 р. відбувалось збільшення вмісту  $^{137}\text{Cs}$ , після чого прогнозується певне «плато» до 2015 р., і поступове зменшення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у плодкових тілах. Для питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у ягодах чорниць з початку 1990-х років характерним було монотонне зменшення забруднення [37].

Поведінка  $^{90}\text{Sr}$  суттєво відрізняється від особливостей міграції  $^{137}\text{Cs}$ . Цей радіонуклід характеризується зростанням мобільності за рахунок вилугування з «гарячих частинок», тим часом як  $^{137}\text{Cs}$  досить швидко «старіє». У непорушених ґрунтах розподіл радіостронцію в ґрунтовому профілі в цілому подібний до радіоцезію, однак спостерігається значно швидше його просування вниз по ґрунтовому профілю і основна його частка знаходиться в корененасиченому 0–10 см шарі ґрунту. Висока біологічна доступність  $^{90}\text{Sr}$  обумовила значні рівні його акумуляції представниками лісового ценозу. Величина коефіцієнтів переходу (КП) в компоненти надземної фітомаси соснового насадження у 5–20 разів більша, ніж для  $^{137}\text{Cs}$ . Найбільш активно радіостронцій поглинається лубом, листям, 2–3 річною хвоєю та деревиною. Листяні породи характеризуються підвищеним рівнем акумуляції  $^{90}\text{Sr}$  в порівнянні з  $^{137}\text{Cs}$  [30]. Серед ягідних рослин підвищене накопичення  $^{90}\text{Sr}$  характерне для суниці. Більшість макроміцетів не накопичують радіостронцій. Виключення складають лисичка і трутові гриби, з яких в їжу вживається в основному глива [36].

Для трансуранових елементів характерна низька біологічна рухливість. КП для цих радіонуклідів складає в основному 0,01–0,005 і менше. Виключення становить  $^{241}\text{Am}$ , вміст якого в рослинності поступово зростає. Однак цей радіонуклід практично знаходиться в межах зони відчуження і має значення лише для лісових територій, що межують з нею [28].

Ліси є критичними ландшафтами з погляду формування доз внутрішнього опромінення населення багатолісних районів, яким, зокрема, є Українське Полісся. В умовах, коли більшість населення використовує у їжу харчові продукти лісу, їх внесок у формування дози внутрішнього опромінення сягає 50–60% дози, отримуваної від усіх харчових продуктів [33].

Працівники лісового господарства є критичною групою населення з точки зору дозоутворення. Роботи по догляду за лісом та лісокористування часто пов'язані з підвищеним пилоутворенням, ліс є початковою ланкою для багатьох харчових ланцюжків.

Реабілітація лісів після радіоактивного забруднення визначається виключно швидкістю процесів автореабілітації. Нині у лісах можуть бути застосовані переважно пасивні контрзаходи – обмежувального, організаційного та технологічного характеру (таблиця 6.4.2).

Таблиця 6.4.2

#### Контрзаходи у лісовому господарстві

| Типи контрзаходів             | Види контрзаходів  | Спрямованість   |
|-------------------------------|--|---|
| Обмежувальні загальнодержавні | Введення державних гігієнічних нормативів на вміст радіонуклідів у харчових продуктах лісу, лікарських рослинах, деревині та продукції з деревини (ДР-97; ГНІПАР-2005) | Запобігання виробництва продукції з вмістом радіонуклідів, вищим допустимих рівнів  |
| Обмежувальні галузеві         | Введення радіаційного контролю лісової продукції   | Запобігання розповсюдженню радіоактивно забрудненої продукції лісового господарства |

| Типи контрзаходів     | Види контрзаходів  | Спрямованість   |
|-----------------------|--|---|
| Організаційні         | Виведення з лісгосподарського користування лісових насаджень зі щільністю забруднення понад 555 кБк/м <sup>2</sup>             | Запобігання переопромінення працівників галузі та місцевого населення   |
| Радіаційно-гігієнічні | Запровадження індивідуального дозиметричного контролю працівників, дозиметричний контроль робочих місць, обладнання та техніки | Дотримання допустимого рівня опромінення працівників  |
| Радіоекологічні       | Забезпечення радіаційного моніторингу лісів, радіаційний контроль місць заготівлі харчових ресурсів лісу, лікарської сировини  | Забезпечення радіоекологічною інформацією адміністративних органів, керівників підприємств та місцевого населення |
| Технологічні          | Сортування деревини за питомою активністю радіонуклідів, застосування спеціальних технологічних прийомів переробки деревини    | Отримання лісопродукції з вмістом радіонуклідів, який не перевищує нормативів                                     |

У першу чергу, необхідно розробити критерії та методологічні основи реабілітації лісів. Організаційною основою заходів по реабілітації повинен стати план поетапного переходу відповідних лісових площ з обмеженим режимом господарювання до площ з більш високим рівнем лісокористування. На основі цього плану раз у п'ять років, або в інший обґрунтований термін можна здійснювати перегляд режиму ведення лісового господарства в забруднених насадженнях. Усі заходи по забезпеченню реабілітації радіоактивно забруднених лісів повинні здійснюватись в межах Національної програми мінімізації наслідків аварії на ЧАЕС і мати гарантовану державну фінансову підтримку.

### Висновки

Стан біоти на забруднених радіонуклідами територіях вимагає спеціального моніторингу, мета якого полягатиме у випереджувальній оцінці ризиків для біорізноманіття та в розробці методів відвернення негативних змін в генофонді флори і фауни. Для забезпечення такого моніторингу необхідно опрацювати відповідні нормативні правила для безпеки біоти на забруднених радіонуклідами територіях.

Особливу увагу слід приділити контролю над расоутворенням фітопатогенних та зоопатогенних мікроорганізмів та вірусів, що необхідно з огляду на виниклі тенденції в появі особливо вірулентних форм мікроміцетів та вірусів.

Через 20 років після Чорнобильської катастрофи на Поліссі ще залишається більше сорока населених пунктів, де радіоактивність у молоці постійно перевищує допустимі рівні 100 Бк/л (ДР-97) у 5–15 разів, і більше 200 населених пунктів, де рівень радіоактивного забруднення молока у значній кількості (біля 70%) приватних господарств постійно перевищує ДР-97.

**Наведені факти є грубим порушенням Законів України.** Особливо гостро стоїть проблема забезпечення дітей чистими продуктами харчування.

Прогноз динаміки поведінки радіонуклідів у системі ґрунт – рослина показує, що без проведення комплексних контрзаходів у сільськогосподарському виробництві така ситуація збережеться на найближчі декілька десятиріч. Протягом минулого десятиріччя контрзаходи у сільськогосподарському виробництві, спрямовані на отримання чистої продукції, виконувалися в обсягах, менше 10% від потреби, і в значно менших об'ємах порівняно з Росією і Білоруссю. Кількість населених пунктів з річною дозою опромінення населення, що перевищує 1 мЗв, починаючи з 1994 р. змінюється дуже повільно і, в основному, за рахунок процесів природної реабілітації ґрунтів.

Найбільш пріоритетними контрзаходами найближчого часу є зоотехнічні – застосування кормових домішок (ефективність фероцину в зменшенні радіоактивного забруднення продукції 2–7 разів), відгодівля тварин «чистими» кормами (до 10 разів), і агротехнічні – проведення поверхневого та докорінного поліпшення луків (ефективність 3–5 разів), внесення підвищених доз мінеральних добрив (ефективність 1,5–2 рази), вапнування ґрунтів (ефективність 1,5–2 рази), меліорація, зміна землекористування.

Радіаційна ситуація на зрошуваних землях стабілізувалася, сільськогосподарська продукція зрошуваних угідь містить на 1–2 порядки величини менше радіонуклідів у порівнянні з продукцією північних забруднених районів України. Прогнозні оцінки доз від аварійних радіонуклідів,

що потрапляють у воду, для населення, що користується водою ріки Дніпро, становлять 3000 чол.-Зв, з них 2500 чол.-Зв – за рахунок  $^{90}\text{Sr}$  і 500 чол.-Зв – за рахунок  $^{137}\text{Cs}$ , однак водна компонента в очікуваній популяційній дозі населення України від Чорнобильської аварії за 70 років складе лише 4–5%. При цьому, в подальшому необхідні моніторингові дослідження динаміки надходження радіонуклідів у ґрунт зрошуваних угідь, оскільки при стабільному вмісті радіонуклідів у воді відбувається їх довготривале накопичення у ґрунті.

Радіаційна ситуація у лісах України нині є стабільною, в них відбувається повільний перерозподіл радіонуклідів між компонентами екосистем, інтенсивність якого залежить, головним чином, від ландшафтно-геохімічних умов.

У найбільш радіоактивно забруднених областях України вміст  $^{137}\text{Cs}$  у деревній продукції лісу в цілому відповідав допустимим рівням (ТДР-91), в той же час, перевищення рівнів, передбачених ДР-97, у недеревній продукції лісу (дикорослих грибах та ягодах) спостерігалось у 60% зразків. Відзначається зростання вмісту  $^{90}\text{Sr}$  в компонентах лісового ценозу.

Ліси залишаються критичними ландшафтами з погляду формування доз внутрішнього опромінення населення Українського Полісся, обумовлюючи до 50% дози опромінення від усіх харчових продуктів, що пояснюється значним вмістом  $^{137}\text{Cs}$  у харчових продуктах лісу.

Працівники лісового господарства залишаються найбільш критичною професійною групою населення забруднених регіонів з точки зору дозоутворення.



## **7. ОЦІНКА ЗБИТКІВ ДЛЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ, СПРИЧИНЕНИХ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЮ КАТАСТРОФОЮ, ТА ФІНАНСУВАННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКИХ ПРОГРАМ**

Чорнобильська катастрофа стала причиною серйозних збитків для економіки та соціальної сфери як у колишньому СРСР, так і за його межами.

Аварія порушила нормальну життєдіяльність та виробництво у багатьох регіонах УРСР, БРСР та РРФСР, призвела до зниження виробництва електроенергії для потреб економіки, істотні збитки були завдані сільськогосподарським і промисловим об'єктам, постраждали лісові масиви та водне господарство (обмеженого використання 5120 км<sup>2</sup> сільгоспугідь, 4920 км<sup>2</sup> лісів).

У 1986 р. було евакуйовано близько 116 000 осіб, виникла проблема будівництва додаткового житла для евакуйованих. У 1986–1987 рр. для переселенців було побудовано приблизно 15 000 квартир, гуртожитків для понад тисячі осіб, 23 000 будівель, приблизно 800 закладів соціальної та культурної сфери. Замість відселеного міста Прип'ять для персоналу ЧАЕС побудовано місто Славутич.

Заходи, здійснені виконавчою владою одразу після аварії, були, у першу чергу, спрямовані на захист населення від впливу радіації та мінімізацію безпосередньої загрози для життя та здоров'я людей. Разом з евакуацією вживались заходи щодо надання соціальної та економічної допомоги населенню та підприємствам.

Допомога постраждалим областям у Росії, Україні та Білорусі здійснювалась за рахунок централізованих загальносоюзних (колишнього СРСР) фінансових та технічних ресурсів і була зосереджена, головним чином, на заходах щодо відновлення життєдіяльності, виробництва, проведення дезактивації, соціальної підтримки населення, яке залишилося проживати у забруднених областях, забезпечення його екологічно чистими продуктами, медичним обслуговуванням.

Постраждалому населенню було частково компенсовано матеріальні збитки, пов'язані з евакуацією: за втрачене особисте майно, посіви зернових культур, житло тощо. Підприємствам (промисловим та сільськогосподарським, включаючи колгоспи) було компенсовано втрачені фінансові, матеріальні та технічні ресурси, створено умови для організації виробничої діяльності та забезпечення зайнятості евакуйованих людей.

### **7.1. Оцінка збитків, пов'язаних з Чорнобильською катастрофою, для економіки СРСР**

За дорученням уряду колишнього СРСР, Міністерство фінансів СРСР проаналізувало інформацію міністерств та відомств, галузевих відділів Ради Міністрів СРСР, союзних республік відносно прямих збитків внаслідок аварії на ЧАЕС; для періоду 1986–1989 рр. загальна сума прямих збитків та витрат з усіх джерел фінансування становила приблизно 9200 мільйонів крб.,<sup>1</sup> тобто близько 12,6 млрд доларів США.

У 1990 р. затрати з державного бюджету СРСР на фінансування заходів щодо ліквідації наслідків аварії становили 3324 млн крб. Крім того, з республіканських бюджетів РРФСР, УРСР та БРСР було виділено близько 1 млрд крб. У Державному бюджеті СРСР на 1991 р. було заплановано на ці цілі 10 300 млн крб., однак у результаті розпаду СРСР фінансування здійснювалось лише частково із союзного бюджету, а у кінці року – виключно з державних бюджетів трьох найбільш постраждалих країн, що утворились у процесі розпаду СРСР.

Ці затрати та збитки, як відзначалося вище, пов'язані із втратою основних та оборотних засобів промислового виробництва та сільського господарства, необхідністю виконання заходів щодо локалізації та мінімізації наслідків аварії, будівельними і дезактиваційними програмами, здійсненням контрзаходів у лісовому та водному господарстві, соціальними та компенсаційними програмами. Їх було профінансовано з усіх видів бюджетів СРСР, УРСР, БРСР, фондів Держстраху, добровільних внесків фізичних осіб та організацій (приблизно 544 млн крб.), переведених на рахунок № 904920 «Фонду допомоги ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС» 1988–1989 рр. Було також одержано та реалізовано ресурси в іноземних валютах. Загальна сума становить 2,97 млн крб., у тому числі 2,2 млн – у конвертованих валютах.

<sup>1</sup> Цю інформацію було офіційно представлено на засіданні ЕКОСОС (Економічна і соціальна рада ООН) делегаціями СРСР, Білорусі та України (лист від 06.07.90 на адресу Генерального Секретаря ООН № а/45/342, Е/1990/102).

## 7.2. Оцінка сумарних економічних збитків України

### 7.2.1. Прямі збитки. Прямі затрати та непрямі збитки, включаючи додаткові збитки від дострокового виведення ЧАЕС з експлуатації. Оцінка прямих збитків

Під час розрахунків збитків від наслідків Чорнобильської катастрофи враховуються збитки від втрат об'єктів інфраструктури, розташованих на прилеглий до ЧАЕС території і у Зоні відчуження, зокрема у містах Прип'ять і Чорнобиль.

Оцінка вартості збитків за рахунок втрат матеріальних об'єктів народного господарства (об'єктів економіки) внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС у Зоні відчуження, за оціночними розрахунками становить суму в 1010,6 млн крб. (таблиця 7.2.1) [1].

Таблиця 7.2.1

#### Збитки від втрати матеріальних об'єктів народного господарства (об'єктів економіки) у Зоні відчуження на території України, виведених із експлуатації внаслідок аварії 1986 р.

| Найменування матеріального об'єкта, втраченого внаслідок Чорнобильської катастрофи | Рік оцінки вартості основних фондів та матеріальних оборотних засобів | Вартість виробничих основних фондів та матеріальних оборотних засобів |               |
|--|---|---|---------------|
|  |   | тис. крб.   | тис. дол. США |
| Об'єкти та витрати щодо зупиненого будівництва ЧАЕС (III черга)                    | 1986*   | 99,028  | 136,120       |
| Четвертий блок ЧАЕС  | 1964**  | 201,000   | 223,330       |
| Об'єкт «Чорнобиль - 2»   | 1984***   | 97,700  | 137,027       |
| Підприємства промисловості засобів зв'язку (1)                                     | 1986  | 51,070  | 70,199        |
| Підприємства металургійної промисловості (1)                                       | 1986  | 44,700  | 61,443        |
| Підприємства промисловості будівельних матеріалів (1)                              | 1986  | 7,750   | 10,653        |
| Підприємства річного транспорту (2)  | 1986  | 21,050  | 28,935        |
| Автошляхи з твердим покриттям (353 км)   | 1986  | 60,550  | 83,230        |
| Підприємства деревообробної промисловості (1)                                      | 1986  | 4,720   | 6,488         |
| Підприємства комбікормової промисловості (1)                                       | 1986  | 4,550   | 6,254         |
| Підприємства з первинної переробки сільськогосподарської сировини (1)              | 1986  | 4,900   | 6,735         |
| Підприємства харчової промисловості  | 1986  | 5,010   | 6,887         |
| Підприємства з ремонту тракторів та сільськогосподарських машин (1)                | 1986  | 760   | 1,045         |
| Підприємства лісового господарства (1)   | 1986  | 4,700   | 6,460         |
| Колгоспи (14)  | 1986  | 79,693  | 109,544       |
| Радгоспи (2)   | 1986  | 18,659  | 25,648        |
| Міжгосподарські підприємства (3)   | 1986  | 18,694  | 25,696        |
| Об'єкти мережі та водогону   | 1986  | 4,405   | 6,055         |
| Об'єкти каналізації та мережі  | 1986  | 3,850   | 5,292         |
| Електромережі освітлення   | 1986  | 315   | 433           |
| Об'єкти та мережі тепlopостачання  | 1986  | 3,390   | 4,660         |
| Житловий фонд:   |   |   |               |
| – державний (402)  | 1986  | 209,750   | 288,316       |
| – приватний (2,278)  |   | 7,101   | 9,761         |
| – сільські подвір'я (9,050)  |   | 28,200  | 38,763        |

| Найменування матеріального об'єкта, втраченого внаслідок Чорнобильської катастрофи  | Рік оцінки вартості основних фондів та матеріальних оборотних засобів | Вартість виробничих основних фондів та матеріальних оборотних засобів |               |
|---|---|---|---------------|
|   |   | тис. крб.   | тис. дол. США |
| Бази відпочинку (10); лікарняні заклади (фельдшерсько-акушерські пункти) (44); навчальні заклади системи профосвіти (3); загальноосвітні школи (34); музичні школи (2); будинки культури (16); кінотеатри (2); клуби (39) | 1986  | 29,104  | 40,005        |
| РАЗОМ   |   | 1010,649  |               |

- \* Курс на квітень 1986 року: 1 дол. США – 72,75 коп.  
 \*\* Курс на жовтень 1984 року: 1 дол. США – 71,3 коп.  
 \*\*\* Курс на 1964 р. 1 дол. США – 90 коп.

Окрім істотних збитків від втрати матеріальних об'єктів інфраструктури у Зоні відчуження, мають місце також і збитки від втрати техніки, засобів і механізмів, що застосовувались під час ліквідації наслідків аварії, були забруднені радіонуклідами та поховані на майданчику-відстійнику «Розсоха» та пункті захоронення відходів «Буряківка».

Ці збитки становлять 33,482 тис. крб. або 46,024 тис. дол. США.

Отже, прямі збитки (втрати матеріально-майнових комплексів та окремих об'єктів економіки) лише у Зоні відчуження на території України становили сумарно 1044,131 тис. крб. або 1385,003 тис. дол. США.

Крім того, слід враховувати й інші збитки, пов'язані з переселенням людей та втратою основних виробничих фондів у наступний після 1986 р. період. Ці заходи було здійснено після уточнення радіаційної обстановки на території зони обов'язкового відселення у 90-ті роки ХХ ст.

Вартість втраченого житла та приватної власності за межами чорнобильської Зони відчуження оцінюється в 0,2 млрд крб. (за цінами 1984 року). Втрати основних виробничих фондів за межами Зони відчуження становлять близько 0,4 млрд крб. (за цінами 1984 року).

Отже, сумарні прямі збитки матеріальних об'єктів та об'єктів економіки за межами Зони відчуження становлять 0,6 млрд крб. або 0,84 млрд дол. США.

### 7.2.2. Оцінка прямих затрат

Вартість аварійних заходів визначено, виходячи із загальних обсягів фінансування на:

- роботи з безпосередньої ліквідації аварії у Зоні відчуження;
- затрати на соціальний захист постраждалого населення та відповідні медичні програми;
- затрати на здійснення програми наукових досліджень;
- затрати на здійснення програм радіаційного моніторингу навколишнього середовища;
- затрати на проведення дезактиваційних робіт та поводження з РАВ.

Зведені дані про фактичні обсяги фінансування наведені у таблиці 7.2.2 [1].

Таблиця 7.2.2

**Зведені дані про фактичні обсяги фінансування робіт та заходів, пов'язаних з ліквідацією наслідків Чорнобильської катастрофи та соціальним захистом населення за 1986–1997 рр. (1986–01.09.1991 рр. за рахунок коштів Держбюджету СРСР; з 01.09.1991 р. – за рахунок коштів Держбюджету УРСР (України), млн дол. США**

| № з/п | Найменування розділів витрат   | Роки      |        |        |        |        |        |        |
|-------|--|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       |  | 1986–1991 | 1992   | 1993   | 1994   | 1995   | 1996   | 1997   |
| 1     | Затрати на соціальний захист громадян                                    | 6606,55   | 197,33 | 196,51 | 478,07 | 383,97 | 545,65 | 639,93 |
| 2     | Затрати на спецмеддопомогу   | 53,62     | 6,32   | 2,99   | 8,83   | 22,81  | 19,02  | 8,21   |
| 3     | Затрати на забезпечення наукових досліджень                              | 57,76     | 3,23   | 4,45   | 4,99   | 5,92   | 7,04   | 10,54  |
| 4     | Затрати на забезпечення радіаційного контролю                            | 63,79     | 1,99   | 1,64   | 2,28   | 3,15   | 4,44   | 5,4    |
| 5     | Затрати на екологічне оздоровлення середовища                            | –         | –      | 0,01   | 0,37   | 0,36   | 0,19   | 0,23   |
| 6     | Затрати на здійснення реабілітації та захоронення радіоактивних відходів | 0,17      | 0,27   | 0,08   | 0,20   | 0,13   | 0,16   | 0,29   |

| № з/п | Найменування розділів витрат   | Роки                |        |        |        |        |        |       |
|-------|--|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|       |  | 1986–1991           | 1992   | 1993   | 1994   | 1995   | 1996   | 1997  |
| 7     | Капітальні вкладення. Затрати на переселення та створення належних умов для проживання населення на забруднених територіях | 3173,62             | 276,07 | 197,78 | 205,28 | 167,44 | 194,10 | 89,87 |
| 8     | Затрати на проведення робіт у зоні відчуження  | 8923,75             | 19,70  | 25,84  | 46,45  | 44,95  | 52,08  | 56,1  |
| 9     | Інші затрати   | 228,97              | 17,72  | 15,88  | 25,91  | 41,94  | 43,36  | 37,0  |
|       | Разом, у тому числі України*   | 19108,23<br>5732,47 | 510,81 | 436,01 | 755,72 | 638,30 | 835,19 | 844,6 |

\* Враховуючи, що у 1986–1991 рр. частка України у витратній частині загальносоюзного бюджету становила 30%, то затрати України у результаті аварії можна оцінити у тій же пропорції.

Починаючи з 1998 р., з Держбюджету України приблизно у тій же пропорції за статтями витрат на вирішення проблем мінімізації Чорнобильської катастрофи було профінансовано:

| Роки | Фінансування, млн дол. США     |
|------|--------------------------------|
| 1998 | 584,72                         |
| 1999 | 371,76                         |
| 2000 | 332,64                         |
| 2001 | 358,34                         |
| 2002 | 376,00                         |
| 2003 | 259,09                         |
| 2004 | 450,11                         |
| 2005 | 343,55 або 1 734 905 тис. грн. |

Слід зазначити, що починаючи з 2001 р., внаслідок дострокової зупинки Чорнобильської АЕС, Україна додатково зазнає збитків щодо підтримки у безпечному стані зупинених енергоблоків Чорнобильської АЕС та перетворення об'єкта «Укриття» в екологічно безпечну систему. Сума щорічних витрат становить приблизно 50 млн дол. США.

Державним бюджетом України на 2005 р. на заходи щодо мінімізації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС виділені кошти на такі програми:

«Підтримка у безпечному стані енергоблоків та об'єкта «Укриття» Чорнобильської АЕС та виведення її з експлуатації» у сумі 283 400,0 тис. гривень;

«Внесок України у Чорнобильський фонд «Укриття» на реалізацію програми SIP» у сумі 34 687,0 тис. гривень.

Сума витрат за 2005 р. становила 318 087 тис. грн., або 63 млн дол. США.

У проєкті Комплексної та Загальнодержавної програм зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему на 2006–2020 рр. відзначається, що завершення діяльності щодо зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему потребуватиме період часу приблизно у 100 років, тому ці програми містять першочергові заходи, що необхідно здійснити протягом 2006–2010 рр. на етапі припинення експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему. У зв'язку з цим передбачено фінансування з державного бюджету таких основних завдань:

– припинення експлуатації, підготовка до зняття та зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС;

– перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему;

– поводження з радіоактивними відходами Чорнобильської АЕС, що накопичені за період експлуатації та утворюватимуться під час виконання робіт зі зняття з експлуатації енергоблоків і перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему;

- поводження з відпрацьованим ядерним паливом Чорнобильської АЕС;
- соціальний захист працівників Чорнобильської АЕС та жителів міста Славутич у зв'язку із достроковим зняттям Чорнобильської АЕС з експлуатації.

На ці цілі передбачено з 2006 по 2010 рр. близько 3,5 млрд грн. з урахуванням того, що обсяг та фінансування робіт за напрямками визначається у межах бюджетних призначень, передбачених державним бюджетом на кожний рік.

Як видно, бюджетне фінансування щодо зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему у значних обсягах доведеться здійснювати ще десятки років.

### **7.2.3. Аналіз непрямих збитків**

#### *Збитки від невикористання забруднених сільгоспугідь, водних і лісових ресурсів*

Господарську діяльність було призупинено повністю на землях із щільністю забруднення понад 555 кБк/м<sup>2</sup> (15 Кі/км<sup>2</sup>) і частково – на території зі щільністю забруднення від 185–555 кБк/м<sup>2</sup> (5–15 Кі/км<sup>2</sup>). Відновлення попередньої радіаційної обстановки на цій площі можливе лише через десятки років. Лісове господарство також зазнало значних збитків. Обмежено використання близько 5000 км<sup>2</sup> лісових угідь. Первинні збитки від втрат деревини досягають майже 100 млн крб. Загальні збитки лісовому господарству та пов'язаному з ним деревообробному виробництву за 1986–1991 рр. становлять орієнтовно 1,8–2,0 млрд крб. (за цінами 1984 р.).

У лісовому господарстві України забруднені території – це найбільш багаті ліси, де окрім деревини, заготовлялось десятки тисяч тонн сіна, багато грибів, ягід. Так, за наявності 0,6% сосни від загальносоюзної кількості тут заготовлялось 50% від загальної кількості живиці, яка збиралась у колишньому СРСР, щорічно близько 60 тис. тонн хвойної муки на суму 15 млн крб.

Економічні збитки у водному та рибному господарстві басейнів Дніпра та Чорного моря від забруднення водою радіоактивними ізотопами у перші роки після аварії становили 2,3–3,1 млрд крб.

Отже, середня оцінка щодо обсягу збитків від невикористання забруднених сільгоспугідь, водних і лісових ресурсів за період 1986–1991 рр. (6 років) становить  $8,6 + 10,9 = 19,5 : 2 = 9,75$  млрд крб.

Ці непрямі збитки у перерахунку на 1 рік становлять  $9,75 : 6 = 1,625$  млрд крб.

За тридцять років (на період до 2015 рр.) непрямі збитки за цими видами діяльності становитимуть  $1,625 \times 30 = 48,75$  млрд крб.

### **7.2.4. Збитки від скорочення виробництва електроенергії та пов'язаного з цим виробництва товарів, послуг, а також інші непрямі збитки**

Серед усіх видів збитків, пов'язаних з аварією на ЧАЕС, особливе місце посідають збитки від скорочення виробництва електроенергії та пов'язаного з цим спаду виробництва товарів і послуг. Обсяг недовиробленої електроенергії за час недовикористання ресурсу 4-го блока та простою інших блоків ЧАЕС у 1986 р. становив 62 млрд кВт/час. При середній вартості електроенергії, що виробляла ЧАЕС, у 1,5 коп./кВт/год прямі збитки становили близько 1 млрд крб. За розрахунками економістів, одиниці вартості електроенергії, що надходить іншим галузям народного господарства, забезпечують приріст 20 одиниць національного доходу. Недопостачання електроенергії істотно впливає на скорочення обсягів виробництва у таких галузях, як: машинобудівництво, легка, харчова та інші галузі переробної промисловості.

Електроенергія, що вироблялась на Чорнобильській АЕС, розподілялась саме за такою структурою споживання. Загальну вартість від недопостачання електроенергії, якщо її скоригувати на вищезазначений приріст, орієнтовно можна оцінити у 20 млрд крб. (за цінами 1984 р.).

Внаслідок мораторію та прийняття рішення про заморожування введення в дію нових потужностей атомних електростанцій, народне господарство не одержало майже 6 млн кВт установлених потужностей. За експертними оцінками, запізнення із введенням у дію електропотужностей 1 млн кВт лише на 1 рік призведе до скорочення національного доходу на 2 млрд крб. за умови, що термін цієї затримки затягувався на значний час, вартість збитків від мораторію на введення в дію нових атомних енергоблоків на існуючих електростанціях за чотири роки становить понад 48 млрд крб. (за цінами 1984 р.).

Таким чином, підбиваючи підсумки непрямих збитків, можна сказати, що загальна сума необоротних збитків народного господарства України від катастрофи на Чорнобильській АЕС обчислюється у межах 116,75 млрд крб. (за цінами 1984 р.). Структуру непрямих збитків наведено у таблиці 7.2.3.

## Структура непрямих збитків України від аварії на ЧАЕС

| пп | Збитки   | млрд крб. |
|----|--|-----------|
| а) | Втрати від невикористання сільгоспугідь, водних і лісових ресурсів   | 48,75     |
| б) | Вартість недоотриманої електроенергії  | 20,0      |
| в) | Вартість збитків від мораторію на введення у дію нових потужностей на існуючих об'єктах атомної енергетики | 48,0      |
|    | <b>Разом:</b>  | 116,75    |

Враховуючи, що курс дол. США до карбованця СРСР у 1984 році становив приблизно 71,3 коп., можна оцінити непрямі збитки від аварії на ЧАЕС у 163,74 млрд дол. США або 3,4 річних обсяги ВВП України, вироблених за 1997 р. Слід зазначити, що тут наведено оцінки непрямих збитків по найбільш «постраждалих» галузях народного господарства.

## 7.2.5. Оцінка сумарних економічних збитків України

Прямі збитки (матеріально-майнових комплексів та окремих об'єктів економіки) лише у Зоні відчуження на території України становили сумарно 1044 млн крб. або 1385 млн доларів США.

Прямі затрати України на пом'якшення наслідків Чорнобильської катастрофи за рахунок усіх джерел фінансування за період з 1986 по 1991 р. становили близько 6 млрд доларів США. Протягом останніх чотирнадцяти років, коли Україна самостійно фінансує затрати на ліквідацію наслідків аварії, тобто з 1992 по 2005 р. включно, затрати становили 7,35 млрд доларів США.

Однак важко точно визначити розміри непрямих збитків внаслідок невикористання забруднених сільгоспугідь, водних і лісових ресурсів [2], а також скорочення виробництва електроенергії і, як наслідок, зменшення виробництва товарів, надання послуг. За розрахунками українських спеціалістів, сумарні економічні збитки для України до 2015 р. становитимуть 179 млрд доларів США.

Таким чином, сумарні економічні збитки України в результаті Чорнобильської катастрофи мають такі обсяги і структуру (таблиця 7.2.4).

Таблиця 7.2.4

## Структура сумарних економічних збитків України станом на 2005 р.

| № з/п | Найменування статті  | Вартість у млн дол. США |
|-------|--|-------------------------|
| 1.    | Прямі збитки матеріальних об'єктів та об'єктів економіки:                        |                         |
| 1.1   | у Зоні відчуження:   | 1385                    |
| 1.2   | за межами Зони відчуження:   | 840                     |
| 2     | Прямі затрати на фінансування робіт та заходів щодо ліквідації наслідків аварії: |                         |
| 2.1   | у 1986–1991 рр. (частка України у витратній частині бюджету СРСР)                | 5732,5                  |
| 2.2   | у 1992–2005 рр. (затрати України після здобуття незалежності)                    | 7357                    |
| 3     | Непрямі збитки згідно з табл. 7.3 (у розрахунку на 30-річний період до 2015 р.)  | 163 740                 |
|       | <b>Разом:</b>  | 179 054,5               |

Перераховані збитки не є вичерпними, тому що не повною мірою враховують усі непрямі збитки економіки України, наприклад:

- втрати здоров'я та працездатності теперішніх і майбутніх поколінь людей;
- майбутні затрати на реабілітацію забруднених територій і водних басейнів;
- майбутні затрати на виведення ЧАЕС з експлуатації, перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему, захоронення РАВ із об'єкта «Укриття» та ВЯП з ЧАЕС.

## 7.3. Ефективність реалізованих контрзаходів

Захист населення в умовах радіаційної аварії базується на системі заходів (контрзаходів), що практично завжди є втручанням до нормальної (звичної) життєдіяльності людей, а також до сфери нормального, соціально-побутового, господарського та культурного функціонування територій.

Залежно від масштабів і фаз радіаційної аварії – рання (гостра) чи пізня (фаза відновлення) – а також від рівнів прогнозних аварійних доз опромінення, контрзаходи умовно підрозділяються на нагальні, невідкладні та довготривалі.

- Нагальні – контрзаходи, мета яких запобігти таким рівням доз гострого та/чи хронічного опромінювання населення, що створюють загрозу виникнення радіаційних ефектів, які клінічно проявляються.

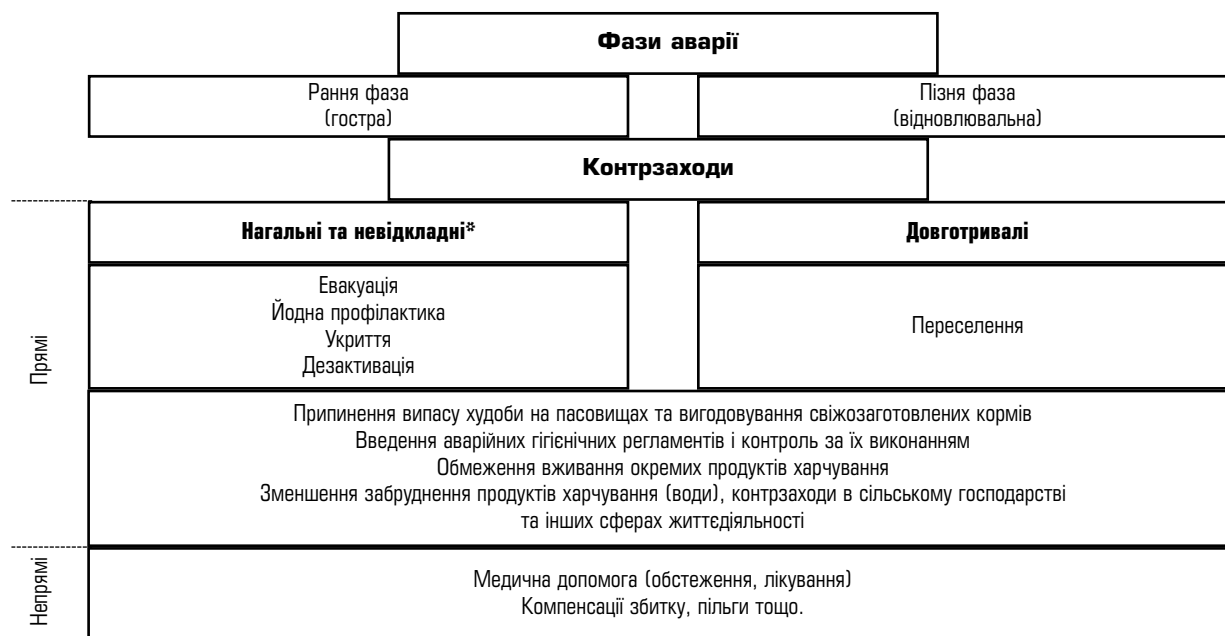
- Контрзаходи класифікуються як невідкладні, коли їх реалізація направлена на запобігання детермінованих ефектів.

- Довготривалі – контрзаходи, направлені на запобігання чи зменшення доз хронічного опромінювання, значення яких звичайно нижче порогів індукування детермінованих ефектів.

Основою рішення щодо доцільності (недоцільності) проведення того чи іншого контрзаходу є оцінка та порівняння збитку, що наноситься втручанням, обумовленим цим контрзаходом, з користю для здоров'я, за рахунок дози, якій можна запобігти цим втручанням.

Тому оцінка ефективності реалізованих захисних заходів має велике наукове та практичне значення. Схематично структура вже реалізованих та таких, що реалізуються в цей час, контрзаходів щодо мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи представлена на рис. 7.3.1.

Проведені за попередній період оцінки щодо ефективності вжитих контрзаходів з достатньо великою часткою впевненості дозволяють стверджувати, що подальші контрзаходи були **безумовно ефективні**:



\* Роботи на джерелі, що знаходиться у стані аварії, в цій схемі не представлені

Рис. 7.3.1. Структура контрзаходів на різних фазах аварії

*У гострий період:*

- 1) евакуація;
- 2) йодна профілактика.

*Гострий та подальші періоди:*

- 1) дезактивація шкільних територій (зняття верхнього шару ґрунтів, налагодження твердого покриття ігрових майданчиків, дезактивація будівель з використанням поверхово-активних речовин тощо);

- 2) дезактивація поверхонь будівель і доріг у містах (щоденне миття доріг, тротуарів і дворових майданчиків з твердим покриттям тощо);

- 3) заміна забруднених продуктів харчування на чисті;

- 4) вапнування ґрунтів: одночасно зі зниженням накопичення радіоактивного цезію призводило до зменшення накопичення важких металів – свинцю та кадмію;

- 5) внесення підвищених доз мінеральних добрив;

- 6) корінне поліпшення луків;

7) глибоке переорювання ґрунтів (там, де це дозволяє потужність гумусового шару).

**Ряд чинників зменшили ефективність застосування контрзаходів:**

- 1) переважне проведення контрзаходів в колективному секторі сільськогосподарського виробництва;
- 2) запізніле проведення корінного поліпшення луків для приватного сектору;
- 3) неповне виконання рекомендацій щодо вапнування ґрунтів (разом з вапном не вносились мікроелементи).

**Наступні контрзаходи були менш ефективними:**

- 1) переселення – низька дозова ефективність (у багатьох випадках переселення проводили на території з підвищеним природним радіаційним фоном), не враховані соціально-психологічні чинники;
- 2) звичайне переорювання ґрунту з метою зменшення дози опромінення (проведення переорювання зменшило ефективність застосування ряду меліоративних контрзаходів).

На сучасному етапі аварії (пізній фазі) основні дози внутрішнього опромінення формуються за рахунок вживання забруднених продуктів харчування.

**У цей період можуть бути ефективними контрзаходи, направлені на зниження доз внутрішнього опромінення:**

- 1) технологічна переробка молока на підприємствах малої потужності;
- 2) використання різноманітних ферроцинових добавок в корм домашньої худоби;
- 3) корінне поліпшення луків для приватного сектору господарювання;
- 4) вапнування ґрунтів;
- 5) внесення підвищених доз калійних добрив;
- 6) зменшення безконтрольного вживання дикорослих грибів та ягід.

Слабо вивченими, але дуже важливими з позиції реагування у випадку радіаційної аварії, є непрямі контрзаходи, направлені не тільки на зниження чи запобігання аварійних доз опромінення, а й на збереження та/чи підвищення рівня загального здоров'я населення, яке проживає на забруднених внаслідок аварії територіях. Тут, насамперед, мова повинна йти щодо оцінки ефективності виведення грошових та матеріальних компенсацій, різних пільг, заходів щодо поліпшення здоров'я населення, а також інформаційного забезпечення, політичних рішень і законодавчої бази.

Важливе значення мають роботи щодо оцінки впливу контрзаходів на психосоціальний настрій населення. На сучасному етапі аварії пріоритетне значення повинні мати заходи, направлені на соціально-психологічну реабілітацію постраждалого населення і відновлення його нормального статусу.

### **Висновки та пропозиції**

1. Аварія переконливо продемонструвала, що затрати на забезпечення безпеки ядерних установок істотно менші, ніж затрати на ліквідацію наслідків можливих аварій – великі техногенні катастрофи завдають величезних економічних збитків країнам, що знаходяться у зоні їх впливу.

2. Чорнобильська катастрофа завдала величезних соціально-економічних збитків перш за все трьом найбільш постраждалим країнам: Україні, Білорусі та Російській Федерації.

Внаслідок прямих втрат матеріальних об'єктів та об'єктів економіки, а також фінансових затрат у зв'язку із роботами з мінімізації наслідків аварії загальна сума збитків становила для України десятки мільярдів доларів США.

Чорнобильська катастрофа характеризується також значними непрямыми збитками, під якими розуміються збитки внаслідок недопостачання продукції в енергетиці, сільському, лісовому, водному, рибному господарствах та інші збитки.

Прямі збитки, фінансові затрати та непрямі збитки, завдані внаслідок Чорнобильської катастрофи, для України становили за минулі з моменту аварії роки десятки мільярдів доларів США.

3. Розміри соціально-економічних збитків, які зазнала Україна, несумірні з реальними економічними можливостями країни для їх усунення у найближчі десятки років, у зв'язку з чим необхідна допомога міжнародного співтовариства.

4. Тягар на економіку, пов'язаний із ліквідацією Чорнобильської катастрофи, є одним із найважливіших наслідків аварії на ЧАЕС. Затрати, пов'язані із мінімізацією наслідків Чорнобильської катастрофи, ще багато років будуть важким тягарем лежати на економіці країни.



## 8. ЗОНА ВІДЧУЖЕННЯ І ЗОНА БЕЗУМОВНОГО (ОБОВ'ЯЗКОВОГО) ВІДСЕЛЕННЯ

### 8.1. Радіологічний стан Зони

Законом України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» Зона відчуження визначена як територія, на якій у 1986 р. була проведена евакуація населення. Зазначена Зона і відселена частина Зони безумовного (обов'язкового) відселення (ЗВіЗБ(О)В; далі – Зона) є територією, землі якої виведені з господарського використання, з особливою формою управління, що здійснює державний департамент – Адміністрація Зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи.

Територія ЗВіЗБ(О)В, що знаходиться під управлінням Адміністрації, займає приблизно 2600 км<sup>2</sup>. До аварії лісові біоценози займали близько 40% території, богарні агроценози – до 28%, луки й трав'яні болота – до 18%. Меліоровані землі – приблизно 10%. У результаті евакуації населення й припинення господарської діяльності почалися процеси зміни рослинного покриву території Зони за рахунок самозаліснення територій, трансформації орних земель у перелоги й лучні ценози. На цей час покриті лісами землі становлять близько половини території, землі, що не покриті лісами – близько 30%, водні поверхні (річки, озера, канали, р. Прип'ять, штучні водойми, водойма-охолоджувач ЧАЕС) – до 10% площі Зони [1]. Ґрунтовий покрив Зони характеризується вираженою «строкатістю», зональні типи ґрунтів – дерново-підзолисті різного механічного складу й різного ступеня оглеєності, а також болотні – займають більше 95% площі. Територія Зони представлена багатьма типами ландшафтів. Флора й фауна Зони характеризуються високою розмаїтістю рослин і тварин, у тому числі й занесених до Червоної книги [2, 3]. До техногенних об'єктів Зони відносяться ЧАЕС, об'єкт «Укриття», пункти захоронення радіоактивних відходів (ПЗРВ), пункти тимчасової локалізації радіоактивних відходів (ПТЛРВ), комплекс «Вектор», сховище відпрацьованого ядерного палива ЧАЕС (СВЯП-2), завод з переробки рідких радіоактивних відходів (ЗПРРВ), комплекс з переробки твердих радіоактивних відходів (КПТРВ), об'єкти гідромеліоративної мережі, пруд-охолоджувач ЧАЕС та ін.

Радіоактивне забруднення Зони характеризується високою мірою неоднорідності просторового розподілу радіонуклідів на території, множинністю фізико-хімічних форм радіоактивних випадів, істотно різною довгостроковою динамікою біологічної доступності й міграційної спроможності радіонуклідів у ланках ланцюгів міграції на різних слідах викиду. Запаси основних радіологічно значимих радіонуклідів у компонентах наземних екосистем на території Зони становлять: <sup>137</sup>Cs – близько 5,5 ПБк, <sup>90</sup>Sr – близько 2,5 ПБк, трансуранових елементів (ТУЕ) – близько 0,1 ПБк. У пунктах захоронення радіоактивних відходів (РАВ) і пунктах тимчасової локалізації РАВ зосереджено <sup>137</sup>Cs – 4,5 ПБк, <sup>90</sup>Sr – 3,5 ПБк, ТУЕ – близько 0,1 ПБк. В об'єкті «Укриття» локалізовано близько 340 ПБк радіонуклідів (з урахуванням нуклідів з періодом напіврозпаду більше 5 років). Щільність забруднення території Зони довгоживучими радіонуклідами варіює в широких межах: <sup>137</sup>Cs – від 3,7 кБк/м<sup>2</sup> до 460 МБк/м<sup>2</sup> і вище, <sup>90</sup>Sr – від одиниць кБк/м<sup>2</sup> до 185 МБк/м<sup>2</sup> і вище, <sup>239,240</sup>Pu – від долей МБк/м<sup>2</sup> і вище [1].

Природні фізичні, хімічна, біологічна міграції радіонуклідів повільно змінюють загальний характер забруднення навколишнього середовища. Перерозподіл радіонуклідів у ґрунтовому покриві просліджується в основному в місцях антропогенного впливу й на ділянках, схильних до регулярного затоплення (підтоплення) (до 20–40% від загального запасу). На іншій території ЗВіЗБ(О)В основна частина (90–95%) активності всіх радіонуклідів продовжує перебувати у верхньому 5–10 см шарі ґрунту (включаючи лісову підстилку) [5].

Запаси радіонуклідів у рослинних комплексах Зони наведені в таблиці 8.1.1.

Основними шляхами міграції радіонуклідів за межі Зони є: водний (річковий) стік (р. Прип'ять) – 84–96%, повітряний (вітровий) перенос – 3,5–14%, в т. ч. у випадку лісових пожеж – до 20%, біогенний винос – 0,4–1,5%, техногенна міграція – до 0,5% від сумарного виносу радіонуклідів за межі Зони [1] (таблиця 8.1.2). За рахунок приросту біомаси лісових насаджень в деревині щорічно депонується майже така ж кількість радіонуклідів, що виноситься за її межі водним шляхом.

У цей час Зона являє собою площинне відкрите джерело радіоактивності із власною структурою розподілу, присутністю різних форм і видів депонованих радіоактивних елементів. Унаслідок цього радіаційний фактор продовжує залишатися одним із основних у визначенні потенцій-

## Запаси радіонуклідів у рослинних комплексах Зони

| Угруповання                    | Площа, км <sup>2</sup> | <sup>137</sup> Cs, ПБк |             |             | <sup>90</sup> Sr, ПБк |             |             |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|
|                                |                        | Ґрунт                  | Рослини     | Сума        | Ґрунт                 | Рослини     | Сума        |
| Сосняки високопродуктивні      | 137                    | 0,43                   | 0,015       | 0,44        | 0,14                  | 0,009       | 0,15        |
| Сосняки низькопродуктивні      | 477                    | 0,77                   | 0,022       | 0,79        | 0,28                  | 0,012       | 0,29        |
| Змішані ліси високопродуктивні | 552                    | 1,18                   | 0,038       | 1,22        | 0,45                  | 0,037       | 0,49        |
| Листяні ліси високопродуктивні | 42                     | 0,13                   | 0,005       | 0,14        | 0,074                 | 0,007       | 0,081       |
| Листяні ліси низькопродуктивні | 91                     | 0,46                   | 0,019       | 0,48        | 0,23                  | 0,021       | 0,25        |
| Чагарники                      | 22                     | 0,20                   | 0,003       | 0,20        | 0,13                  | 0,004       | 0,14        |
| Луки й перелоги                | 359                    | 1,07                   | 0,010       | 1,08        | 0,53                  | 0,010       | 0,54        |
| Болота                         | 22                     | 0,04                   | 0,001       | 0,04        | 0,007                 | 0,001       | 0,008       |
| <b>Усього</b>                  | <b>1702</b>            | <b>4,28</b>            | <b>0,12</b> | <b>4,40</b> | <b>1,84</b>           | <b>0,10</b> | <b>1,94</b> |

Таблиця 8.1.2

## Оцінки вносу радіонуклідів у ЗВіЗБ(О)В та за її межі

| Потік   | Активність, ТБк/рік | % від запасу |
|---|---------------------|--------------|
| Водний винос за межі Зони (макс. після 1990 р.) | 17,6                | 0,21         |
| Водний винос за межі Зони (мінім.)              | 4,4                 | 0,05         |
| Біогенний перенос за межі Зони (тварини)        | 0,07                | 0,00086      |
| Біогенний перенос усередині Зони (ліси та луки) | 6,15                | 0,076        |
| Техногенний перенос за межі Зони                | 0,016               | 0,0002       |
| Вітровий перенос                                | 0,7                 | 0,0086       |
| Депонування у геологічному середовищі           | 37                  | 0,46         |
| Викид з об'єкта «Укриття» (норм. умови)         | 0,0116              | 0,0000016    |
| Викид з об'єкта «Укриття» (аварійний)           | 155                 | 0,02         |

ної небезпеки як для населення, що проживає на прилеглих до Зони територіях, так і для населення України в цілому.

Показники радіаційного стану довкілля Зони відчуження суттєво змінилися порівняно з першим післяаварійним роком. Після розпаду короткоіснуючих радіонуклідів основне дозове навантаження на компоненти ландшафтів, персонал та населення сьогодні формують <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr з періодом напіврозпаду близько 30 років, а також трансуранові елементи.

## Потужність експозиційної дози гамма-випромінювання

У перші дні після аварії надзвичайно небезпечні рівні потужності експозиційної дози (ПЕД) гамма-випромінювання були зафіксовані поблизу зруйнованого реактора четвертого блоку ЧАЕС і на проммайданчику ЧАЕС – до 1000 Р/год; недопустимо високі для населення – на значній прилеглий території (м. Прип'ять – до 1,5 Р/год, м. Чорнобиль – 24 мР/год). Починаючи з 1988 р. контроль ПЕД на території зони відчуження здійснюється засобами автоматизованої системи контролю радіаційного стану (АСКРС).

За роки, що пройшли з моменту аварії, загальна радіаційна обстановка стабілізувалася. Потужність експозиційної дози у порівнянні з червнем 1986 р. на непорушених ділянках знизилася у десятки разів, на територіях, де проводились дезактиваційні заходи – у сотні разів. Після розпаду короткоіснуючих гамма-випромінюючих радіонуклідів швидкість зміни ПЕД помітно ослабла. Переважним джерелом випромінювання залишається ґрунтова поверхня.

Найбільші значення ПЕД реєструються на території проммайданчика ЧАЕС в районі сховища рідких і твердих відходів. У 10-км зоні спостереження навколо ЧАЕС вищі рівні характерні для м. Прип'ять. У дальній зоні (10–30 км) – максимальні значення ПЕД відзначаються в колишніх населених пунктах Усів і Буряківка, які під час аварії опинилися на північному і західному слідах радіоактивних випадіннь. Найнижча потужність дози притаманна ділянкам, які розташовані на

периферії Зони відчуження. Усереднені значення ПЕД такі: на проммайданчику ЧАЕС 0,3–25 мР/год, м. Чорнобиль 0,02–0,05 мР/год, на контрольно-дозиметричному пункті «Дитятки» – близько 0,02 мР/год. На фоні загального зниження ПЕД простежується її сезонна динаміка та нерівномірність розподілу по території.

### Радіаційний стан приземного шару повітря

Радіаційний стан приземного шару атмосфери в Зоні відчуження з квітня 1986 р. визначався неоднорідним поверхневим забрудненням її території радіоактивними матеріалами чорнобильського викиду, метеорологічними умовами, антропогенними факторами і діяльністю ЧАЕС.

Протягом усього післяаварійного періоду внаслідок радіоактивного розпаду, процесів самоочищення, а також дезактиваційних заходів сумарна концентрація радіонуклідів у повітрі поступово знижувалася. Забруднення повітряного середовища  $^{137}\text{Cs}$  характеризувалося швидким спадом значень концентрацій у період 1986–1988 рр. і повільним зниженням у наступні роки (рис. 8.1.1).

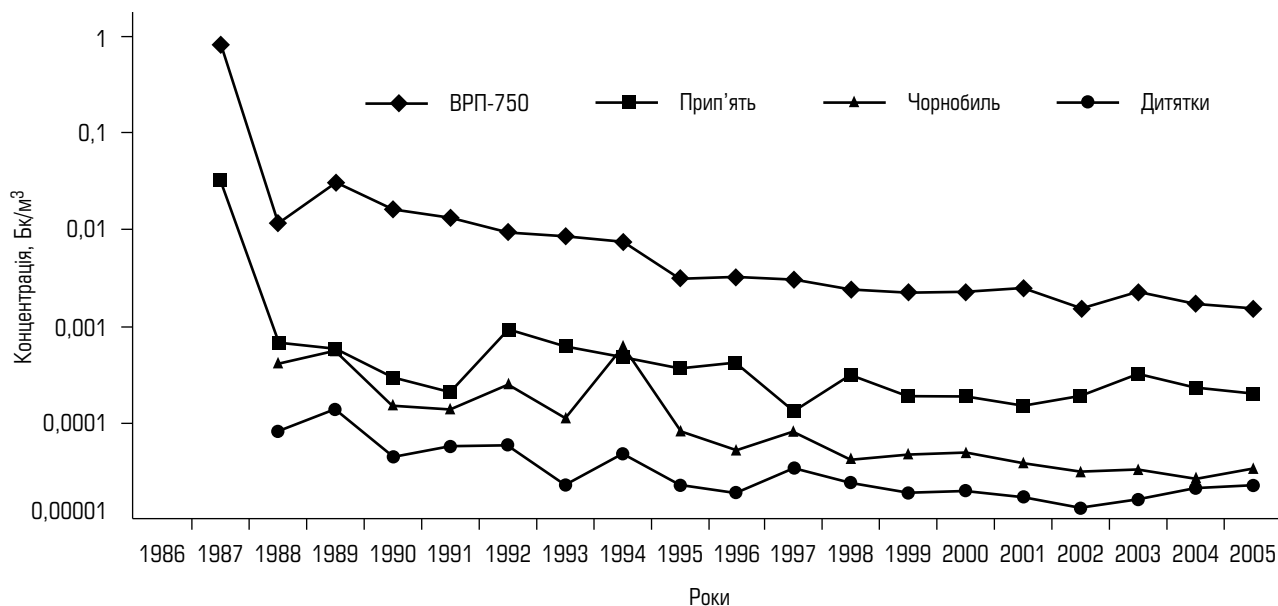


Рис. 8.1.1. Динаміка концентрації  $^{137}\text{Cs}$  у повітрі пунктів контролю Зони

Найбільші значення вмісту радіонуклідів у повітрі постійно реєструвалися у ближній зоні поблизу ЧАЕС. Концентрація радіоактивного цезію у повітрі проммайданчика зменшувалася від діапазону 3–59 000 мБк/м<sup>3</sup> в 1987 до 0,1–11 мБк/м<sup>3</sup> у 2005 р., а в повітрі дальньої зони останнім часом змінювалась у межах 0,01–2,9 мБк/м<sup>3</sup>.

Серед пунктів контролю дальньої зони найбільші значення концентрації радіонуклідів реєструвалися на тих пунктах, які характеризуються високим поверхневим забрудненням, в районі яких велися будівельні роботи або ж спостерігався інтенсивний рух автотранспорту. Середня концентрація радіоактивних аерозолів у теплий період року, як правило, в 1,5–2 рази перевищує значення, що реєструються у холодну пору.

Останнім часом, поряд з загальною стабілізацією радіаційного стану в Зоні відчуження, у приземному шарі атмосфери більшості пунктів контролю встановилися певні малозмінні діапазони концентрації радіонуклідів, відхилення від них викликаються метеорологічними умовами, техногенними факторами або ж пожежами. Якщо протягом 1987 р. максимальні концентрації радіонуклідів у повітрі на проммайданчику ЧАЕС перевищували середньорічне значення у 25 разів, то в 2004 р. – лише у 5 разів. У місці перебування персоналу Зони – м. Чорнобиль – при лісових пожежах у липні 1992 р. вміст  $^{137}\text{Cs}$  в повітрі зріс до 17 мБк/м<sup>3</sup>, що перевищило встановлений контрольний рівень (КР) у 90 разів. Суха погода у вересні 1991 р. сприяла інтенсифікації вітрового підйому радіонуклідів і зростанню концентрації до 3 мБк/м<sup>3</sup> (перевищення КР у 16 разів). Інтенсивність дефляційних процесів з часом зменшується: у травні 2002 р. концентрація радіонуклідів у повітрі при таких же метеорологічних умовах у м. Чорнобиль перевищила контрольні показники лише в 2,5 рази. В 2004 р. максимальне перевищення КР для м. Чорнобиль становило лише 1,4 рази.

Розраховані на основі даних моніторингу значення коефіцієнта вітрового підйому  $^{137}\text{Cs}$

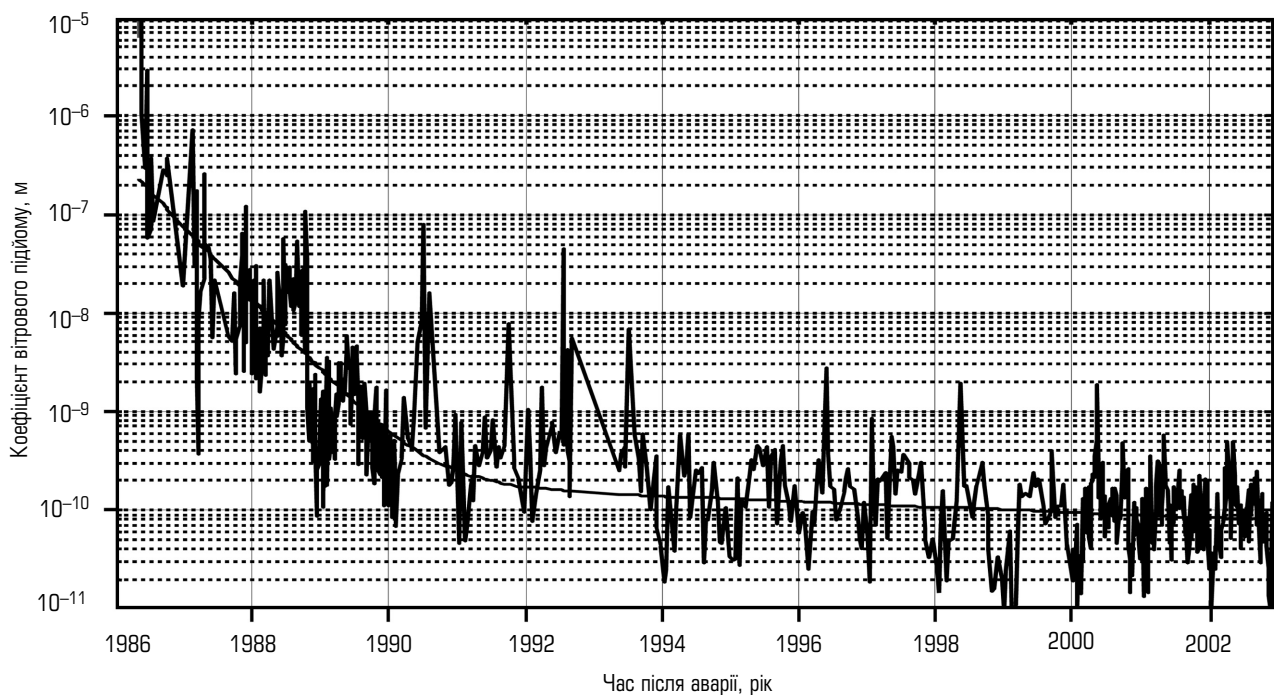


Рис. 8.1.2. Коефіцієнт вітрового підйому  $^{137}\text{Cs}$ , що спостерігався у м. Чорнобилі у 1986–2002 рр.

(тобто його концентрація в повітрі нормована на щільність забруднення території) для м. Чорнобилі наведені на рис. 8.1.2.

Як видно з рисунка, швидкість зменшення коефіцієнта вітрового підйому до 1992 р. досить висока, в подальші роки – суттєво уповільнюється. Пікові значення фактичних спостережень на 1–2 порядки величини перевищують середньорічні рівні. Протягом кожного року спостерігаються два максимуми вітрового пилового підйому: перший у кінці квітня – початку травня, а другий – у середині липня.

Приземний шар атмосфери, за даними моніторингу ДСП «ЧАЕС» та ДСНВП «Екоцентр», постійно збагачується радіонуклідами, що містяться у викидах ЧАЕС та виносяться з об'єкта «Укриття». Спектр викинутих у навколишнє середовище через вентиляційні труби ЧАЕС радіонуклідів характерний для викидів станції, кількість їх коливається у широкому діапазоні, але їх максимальний вміст на 4–6 порядки величин менший від допустимих концентрацій.

Після закриття ЧАЕС кількість  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ , що надходять у атмосферу, щорічно зменшувалася за винятком викидів  $^{90}\text{Sr}$  через вентиляційну трубу 2, де їх активність залишалася практично незмінною.

Контрольні рівні радіонуклідів у повітрі стаціонарних пунктів спостереження Зони відчуження, які з 01.11.2001 р. встановлені гігієнічними нормативами «Основні контрольні рівні, рівні звільнення та рівні дії щодо радіоактивного забруднення об'єктів Зони відчуження» (ГН 6.6.1.076-01), щорічно перевищувалися з різних причин: техногенних, метеорологічних умов, пожеж. Максимальна кількість випадків (22) перевищення КР  $^{137}\text{Cs}$  останнім часом спостерігалася протягом 2002 р. Завдяки метеорологічним умовам (тривалі періоди сухої і вітряної погоди), які сприяють інтенсифікації дефляційних процесів, такі сплески забруднення приземного шару атмосфери виникали 13 разів, і з антропогенних причин (інтенсивні будівельні і транспортні роботи з переміщенням ґрунту на проммайданчику ДСП «ЧАЕС») – 9.

Аналіз результатів моніторингу та опублікованої інформації про процеси спонтанного пилоутворення в об'єкті «Укриття» вказує на збільшення кількості радіоактивних часток інгаляційних фракцій. У зв'язку з цим зростає роль і важливість радіаційного моніторингу приземного шару атмосфери Зони відчуження та прилеглих до неї територій. Особливо це стосується місць проведення робіт на об'єктах у Зоні відчуження.

#### *Радіаційний стан поверхневих вод*

На ранньому етапі аварійного викиду радіоактивного забруднення сформувалось на значних водозбірних територіях басейну Дніпра, в тому числі в межах Зони, а також безпосередньо на водних об'єктах (річки, озера, водосховища), вода яких використовується для господарсько-пит-

ного водопостачання в системі Дніпровських водосховищ. У перші два тижні після аварії сумарна бета-активність води Прип'яті у гирлі досягала значень порядку  $1 \cdot 10^8$  Бк/м<sup>3</sup>. Основними забрудниками були <sup>131</sup>I (70–90% всієї активності) та <sup>90</sup>Sr ( $1,5 \cdot 10^4$  Бк/м<sup>3</sup>). Після припинення аерозольних випадінь та розпаду короткоіснуючих радіонуклідів, спостерігалось значне зменшення забруднення р. Прип'яті. Головними радіоактивними забруднювачами поверхневих вод стали ізотопи <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr. Починаючи з 1988 р. доля <sup>90</sup>Sr в сумарній активності річкових вод переважає, становлячи в останні роки 60–75%. Тим часом радіаційний стан замкнених та малопроточних водойм принципово не покращився (таблиця 8.1.3). Найбільш забруднені водні об'єкти Зони – водойми на право- та лівобережній заплаві р. Прип'яті. Рівні забруднення води, наприклад, оз. Глибоке, сягають значень об'ємної питомої активності <sup>90</sup>Sr 130–160 кБк/м<sup>3</sup>, <sup>137</sup>Cs – 6–8 кБк/м<sup>3</sup>. Відповідні значення для водойми-охолоджувача ЧАЕС на сьогодні становлять близько 2 кБк/м<sup>3</sup>.

Таблиця 8.1.3

**Питома активність <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr у воді деяких водотоків та водойм Зони відчуження у 2004 р., кБк/м<sup>3</sup>**

| Об'єкт та пункт контролю                    | <sup>137</sup> Cs |       |         |        |       |         | <sup>90</sup> Sr |       |         |
|---|-------------------|-------|---------|--------|-------|---------|------------------|-------|---------|
|   | завись            |       |         | розчин |       |         | мінім.           | макс. | середня |
|   | мінім.            | макс. | середня | мінім. | макс. | середня |                  |       |         |
| р. Прип'ять – с. Усів                       | 0,01              | 0,11  | 0,02    | 0,01   | 0,04  | 0,03    | 0,02             | 0,13  | 0,04    |
| р. Прип'ять – м. Чорнобиль                  | 0,01              | 0,06  | 0,02    | 0,01   | 0,06  | 0,03    | 0,10             | 0,35  | 0,18    |
| р. Уж – с. Черевач                          | 0,01              | 0,06  | 0,02    | 0,01   | 0,08  | 0,04    | 0,09             | 0,32  | 0,17    |
| р. Брагінка – дамба № 39                    | 0,01              | 0,20  | 0,04    | 1,3    | 4,5   | 2,3     | 2,1              | 5,7   | 3,7     |
| р. Сахан – с. Новошепелічі                  | 0,01              | 0,05  | 0,02    | 0,08   | 0,49  | 0,22    | 0,51             | 5,5   | 2,1     |
| Водойма – охолоджувач ЧАЕС                  | 0,02              | 2,9   | 0,34    | 0,20   | 4,3   | 1,8     | 0,59             | 5,1   | 1,6     |
| р. Глиниця                                  | 0,01              | 0,17  | 0,04    | 0,18   | 0,60  | 0,42    | 3,5              | 6,9   | 4,8     |
| Семиходський затон                          | 0,01              | 0,27  | 0,11    | 0,77   | 2,7   | 1,2     | 10               | 20    | 14      |
| Прип'ятський затон                          | 0,02              | 0,19  | 0,08    | 2,3    | 3,9   | 2,8     | 15               | 23    | 19      |
| оз. Азбучин                                 | 0,05              | 2,7   | 0,44    | 1,1    | 12    | 6,7     | 38               | 72    | 56      |
| Відвідний канал 3 черги ЧАЕС                | 0,32              | 4,3   | 2,2     | 110    | 160   | 130     | 36               | 40    | 38      |
| Лівобережний польдер – верхній б'єф ГТС № 7 | 0,10              | 0,78  | 0,33    | 0,90   | 8,1   | 2,0     | 11               | 25    | 18      |
| оз. Глибоке                                 | 0,06              | 0,98  | 0,34    | 4,5    | 8,2   | 6,2     | 97               | 160   | 135     |

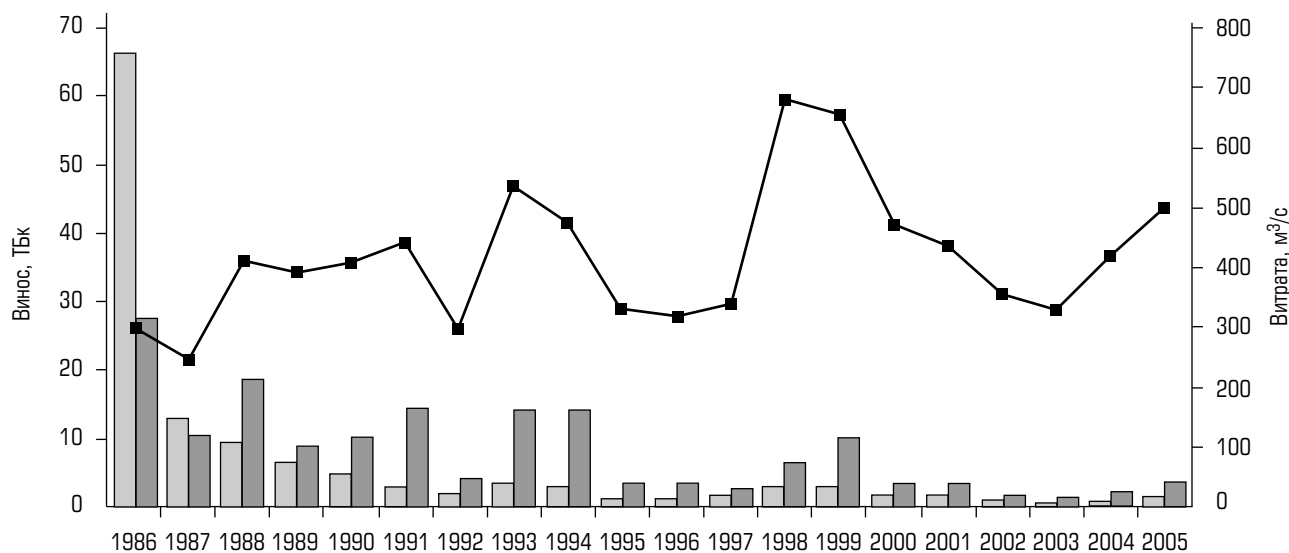
В останнє десятиріччя значення питомої активності <sup>90</sup>Sr у воді Прип'яті у створі м. Чорнобиля не перевищували встановленого ДР-97 нормативу для питної води (2 кБк/м<sup>3</sup>), найбільше значення – 1,6 кБк/м<sup>3</sup> зафіксоване під час найвищого за післяаварійний період весняного водопілля 1999 р. В період межені, як правило, переважають значення на рівні 0,3 кБк/м<sup>3</sup>. Питома активність <sup>137</sup>Cs в останні роки у два-три рази менша ніж для <sup>90</sup>Sr.

Найбільший винос радіонуклідів Прип'яттю в Київське водосховище відзначений в аварійному 1986 р.: близько 66 ТБк <sup>137</sup>Cs і 27,6 ТБк <sup>90</sup>Sr (рис. 8.1.3). У наступні роки винос <sup>90</sup>Sr Прип'яттю складав у роки середньої водності 10–14 ТБк і 3–4 ТБк – у маловодні роки. Близько 70% виносу <sup>90</sup>Sr Прип'яттю формується з частини басейну, зайнятою зоною відчуження (таблиця 8.1.3). Починаючи з 1988 р. річний винос <sup>137</sup>Cs рідко перевищував половину виносу <sup>90</sup>Sr. До 90% загального виносу рікою <sup>137</sup>Cs формується за межами Зони відчуження.

Додатково в Київське водосховище зі стоком р. Уж у 1987–1994 рр. надходило <sup>90</sup>Sr від 0,6 до 1,2 ТБк, у 1995–2000 рр. – від 0,1 до 0,5 ТБк в рік, зі стоком р. Брагінки – від 0,1 до 0,5 ТБк в рік.

Серед водоохоронних заходів, проведених у Зоні відчуження, слід відзначити будівництво захисних дамб у заплаві р. Прип'яті: лівобережний комплекс (введений у 1992 р.) та правобережний (1999–2004 рр.). Беззаперечним, на думку більшості фахівців, є позитивний вплив цих споруд на зменшення залпового змиву радіонуклідів із найбільш забруднених ділянок заплави ріки під час весняного водопілля та підйомів рівня води, викликаних заторними явищами. В цілому у післяаварійний період, за розрахунками УкрНДГМІ, ДСНВП «Екоцентр» та інших, водоохоронні заходи попередили можливий додатковий винос <sup>90</sup>Sr з поверхневими водами в розмірі близько 17–20 ТБк.

Утім, будівництво дамб посилює процеси перезволоження і заболочування заплавної тери-



|                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ■ $^{137}\text{Cs}$ | 66,2 | 12,8 | 9,48 | 6,44 | 4,63 | 2,89 | 1,92 | 3,48 | 2,96 | 1,15 | 1,3  | 1,7  | 2,95 | 3,05 | 1,71 | 1,54 | 0,87 | 0,49 | 0,69 | 1,4  |
| ■ $^{90}\text{Sr}$  | 27,6 | 10,4 | 18,7 | 8,97 | 10,1 | 14,4 | 4,14 | 14,2 | 14,2 | 3,4  | 3,42 | 2,68 | 6,37 | 10,5 | 3,36 | 3,14 | 1,65 | 1,4  | 2,23 | 3,67 |
| ■ Витрата           | 302  | 246  | 411  | 392  | 409  | 442  | 295  | 537  | 476  | 330  | 3,19 | 340  | 681  | 656  | 470  | 437  | 358  | 330  | 419  | 498  |

Рис. 8.1.3. Річний винос радіонуклідів з водою Прип'яті у Київське водосховище за 1986–2005 рр., ТБк

торій, що призводить до посилення міграційних процесів радіонуклідів, насамперед  $^{90}\text{Sr}$ , і його надходження через ґрунтові води в поверхневі води р. Прип'яті.

В останні роки змінилась структура балансу вносу радіонуклідів за межі Зони. Домінуючою складовою стає винос радіонуклідів у р. Прип'ять ґрунтовими водами водоносного комплексу четвертинних відкладів.

Як видно з рис. 8.1.4, у період межені, коли в живленні ріки переважає підземна складова, більше 60%  $^{90}\text{Sr}$  надходить з підземними водами.

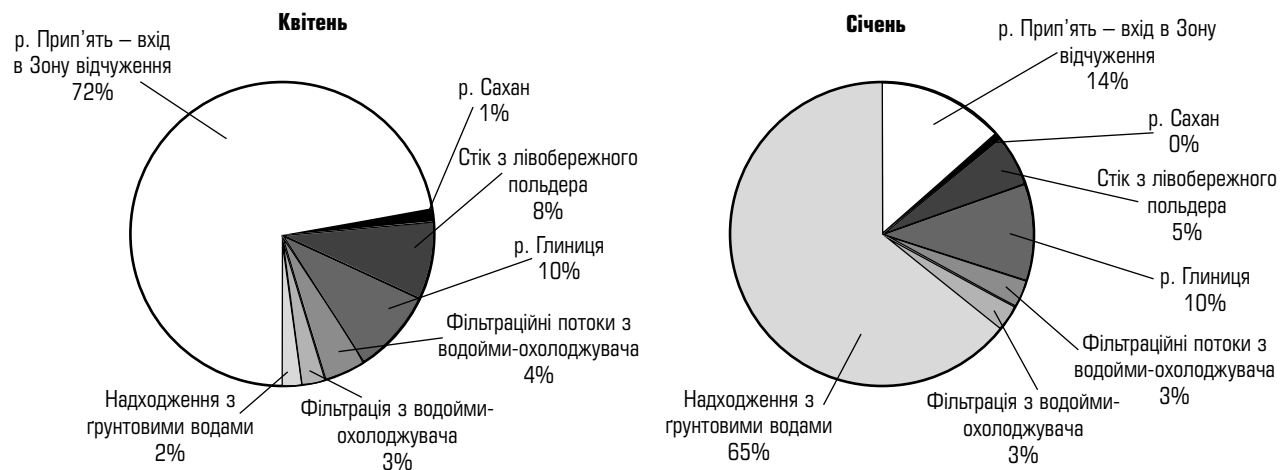


Рис. 8.1.4. Типовий розподіл джерел формування вносу  $^{90}\text{Sr}$  р. Прип'ять при водопіллі та межені (2003 р.)

На думку фахівців, у найближчому майбутньому існуючі пропорції розподілу джерел вносу в цілому зберуться.

#### Радіаційний стан підземних вод

За досить значний проміжок часу від дня Чорнобильської катастрофи дослідженнями показано, що в цілому процеси міграції радіонуклідів у межах зони аерації та водонасиченої товщі, на відміну від їх поведінки в повітряному середовищі і поверхневих водах, характеризуються уповільненістю та інерційністю на відміну від поведінки радіонуклідів у повітряному середовищі та поверхневих водах.

Системою радіаційного контролю охоплені підземні води четвертинного, еоценового та сеноман-нижньокрейдового водоносних комплексів. Радіаційний стан підземних вод водоносного комплексу еоценових відкладів (джерела централізованого водопостачання ЧАЕС) контролювався на діючому водозаборі ЧАЕС м. Прип'ять, сеноман-нижньокрейдових – на діючому водозаборі м. Чорнобиля. Водоносний комплекс четвертинних відкладів, який залягає першим від поверхні (грунтовий), і є об'єктом безпосереднього впливу техногенного радіаційного забруднення.

Результати досліджень за період 1986–2005 рр. свідчать про мінімальне їх забруднення радіонуклідами викиду ЧАЕС (суттєво нижче нормативів). Питомі активності  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у воді на водозаборах ЧАЕС та міста Чорнобиля не перевищують 10 Бк/м<sup>3</sup>.

З урахуванням специфіки гідрогеологічних умов окремих ділянок Зони з 1990 р. зафіксовано розвиток радіоактивного забруднення ґрунтових вод, в основному  $^{90}\text{Sr}$ . Результати моніторингу підземних вод свідчать про наявність прогресуючого в часі і просторі забруднення водоносного комплексу четвертинних відкладів  $^{90}\text{Sr}$  внаслідок міграції радіонукліда з приповерхневих пунктів тимчасової локалізації аварійних РАВ – траншей (буртів) і проммайданчику об'єкта «Укриття». Міграція радіонукліда в гідрогеологічне середовище зумовлена інфільтрацією атмосферних опадів, а також безпосереднім постійним чи сезонним підтопленням РАВ ґрунтовими водами. Питома активність  $^{90}\text{Sr}$  в порових розчинах тіл траншей, під захороненнями та навколо них в 100–1000 разів перевищує допустимі норми для питної води (ДР-97). Водоносний комплекс забруднений на кілька десятків метрів униз за потоком ґрунтових вод.

Максимальна інтенсивність міграції радіонуклідів зафіксована спостережними свердловинами в межах «Рудого лісу», районів старої Будбази та Янівського затону (таблиця 8.1.4).

Таблиця 8.1.4

**Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  в ґрунтових водах у межах ПТЛРВ «Рудий ліс», районів старої Будбази та Янівського затону, Бк/м<sup>3</sup>**

| Райони ПТЛРВ                   | $^{90}\text{Sr}$ |         |         | $^{137}\text{Cs}$ |       |         |
|--------------------------------|------------------|---------|---------|-------------------|-------|---------|
|                                | мінім.           | макс.   | середня | мінім.            | макс. | середня |
| Стара Будбаза                  | 21 000           | 230 000 | 70 000  | 120               | 1100  | 400     |
| Янівський затон (крім св. К-4) | 6300             | 400 000 | 82 000  | 28                | 220   | 100     |

Спостережними свердловинами у районі водойми-охолоджувача фіксується забруднення радіонуклідами підруслового потоку р. Прип'ять. Середня питома активність  $^{90}\text{Sr}$  у воді свердловин сягає 5200 Бк/м<sup>3</sup> при мінімальному значенні 100 Бк/м<sup>3</sup> та максимальному – 31 000 Бк/м<sup>3</sup>,  $^{137}\text{Cs}$  – відповідно, 40, 8 і 160 Бк/м<sup>3</sup>. При цьому, у воді 24-х свердловин із 32-х загальної кількості вміст  $^{90}\text{Sr}$  перевищує 2000 Бк/м<sup>3</sup>.

Результати досліджень у ближній зоні ЧАЕС, де розташовані основні ПТЛРВ («Рудий ліс», «Будбаза», станція Янів та ін.), проммайданчик ЧАЕС, об'єкт «Укриття», пункти захоронення радіоактивних відходів «Підлісний», «Комплексний» та ін., показують, що в довготривалій перспективі латеральне поширення  $^{90}\text{Sr}$  від траншей у небезпечних концентраціях в інтервалі 100–300 наступних років обмежиться декількома сотнями метрів нижче по потоку ґрунтових вод від захоронень. Місцеві гідрогеологічні умови та геологічні бар'єри забезпечують досить надійне утримання та уповільнення міграції радіоактивних стронцію та цезію і, таким чином, обмежують поширення радіонуклідів з ґрунтовими водами до поверхневої сфери.

Проте, забруднені підземні води навкруги ПТЛРВ будуть довгий час залишатись постійним джерелом радіаційних ризиків у ближній зоні ЧАЕС. Захоронення району Янівського затону за потенціалом виносу та характером міграції радіонуклідів, у зв'язку з розташуванням району на заплаві р. Прип'ять, є реально небезпечними щодо забруднення поверхневих вод.

Максимальні рівні радіоактивного забруднення вод зафіксовані спостережними свердловинами в межах ПТЛРВ в районі старої Будбази і Янівського затону, відповідно 350–400 кБк/м<sup>3</sup> та 250–270 кБк/м<sup>3</sup>.

Домінуючими чинниками коливань інтенсивності міграції радіонуклідів у річному розрізі є особливості гідрогеологічних та кліматичних умов, конструктивні особливості захоронень, а також умови та інтенсивність взаємозв'язку поверхневих водотоків та водойм з підземними водами. Поза площами захоронень РАВ умови формування радіаційного забруднення ґрунтових вод визначаються «розподіленими» джерелами міграції радіонуклідів, які знаходяться в природних ландшафтах. Забруднення води  $^{90}\text{Sr}$  в свердловинах регіональної мережі спостереження знаходиться в межах 80–250 Бк/м<sup>3</sup>,  $^{137}\text{Cs}$  30–50 Бк/м<sup>3</sup>.

Разом з тим, останніми дослідженнями зафіксовано прогресуючі процеси міграції  $^{90}\text{Sr}$  з ПТЛРВ «Піщане плато» в район Семиходського затону. Питома активність  $^{90}\text{Sr}$  у воді спостережної свердловини досягла  $100 \text{ кБк/м}^3$ .

За даними досліджень Інституту геологічних наук НАНУ (В. М. Шестопапов), щорічно в геологічне середовище з врахуванням локальних ділянок – ПТЛРВ, ПЗРВ, об'єкта «Укриття» – надходить до  $40 \text{ ТБк (1000 Ки)}$   $^{137}\text{Cs}$ . Кількість  $^{90}\text{Sr}$ , що надходить щорічно в геологічне середовище, суттєво більша ніж  $^{137}\text{Cs}$ . Таким чином, сумарна активність  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ , що поглинена геологічним середовищем, у 4–20 разів більше, ніж щорічний винос активності річкою Прип'ять за межі Зони відчуження. За даними МНТЦ «Укриття», щорічно в геологічне середовище з водами об'єкта «Укриття» може проникати близько  $120 \text{ МБк}$  урану й плутонію та майже  $1,5 \text{ ТБк (40,5 Ки)}$   $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ .

#### Радіоактивне забруднення і його перерозподіл у ґрунтах

Внаслідок Чорнобильської катастрофи розподіл радіоактивного забруднення території Зони відчуження на початковому етапі визначався, насамперед, структурою викиду та атмосферними процесами. Після припинення радіоактивних викидів з аварійного блоку і побудови об'єкта «Укриття» зміна радіоактивного забруднення ґрунтів визначалася в основному такими факторами: радіоактивним розпадом, дезактиваційними роботами, зливом і переносом радіонуклідів дощовими і паводковими водами, міграцією радіонуклідів у ґрунтах, вітровим переносом.

Дослідження показали, що загальною закономірністю вертикального розподілу в більшості ґрунтів Зони  $^{137}\text{Cs}$  є депонування 92–98% його активності у верхньому 0–15 см шарі. Нижче зазначеної товщі питома активність радіонуклідів різко знижується і досягає незначних (доли відсотка від загального вмісту) величин уже на глибині 20–25 см. На 20-й рік після аварії максимальна глибина проникнення переважної кількості радіонуклідів у ґрунт, на вказаних вище рівнях ландшафту, коливається від 20 до 25 см (рис. 8.1.5). У ґрунтах заплавної ландшафтів інтенсивність

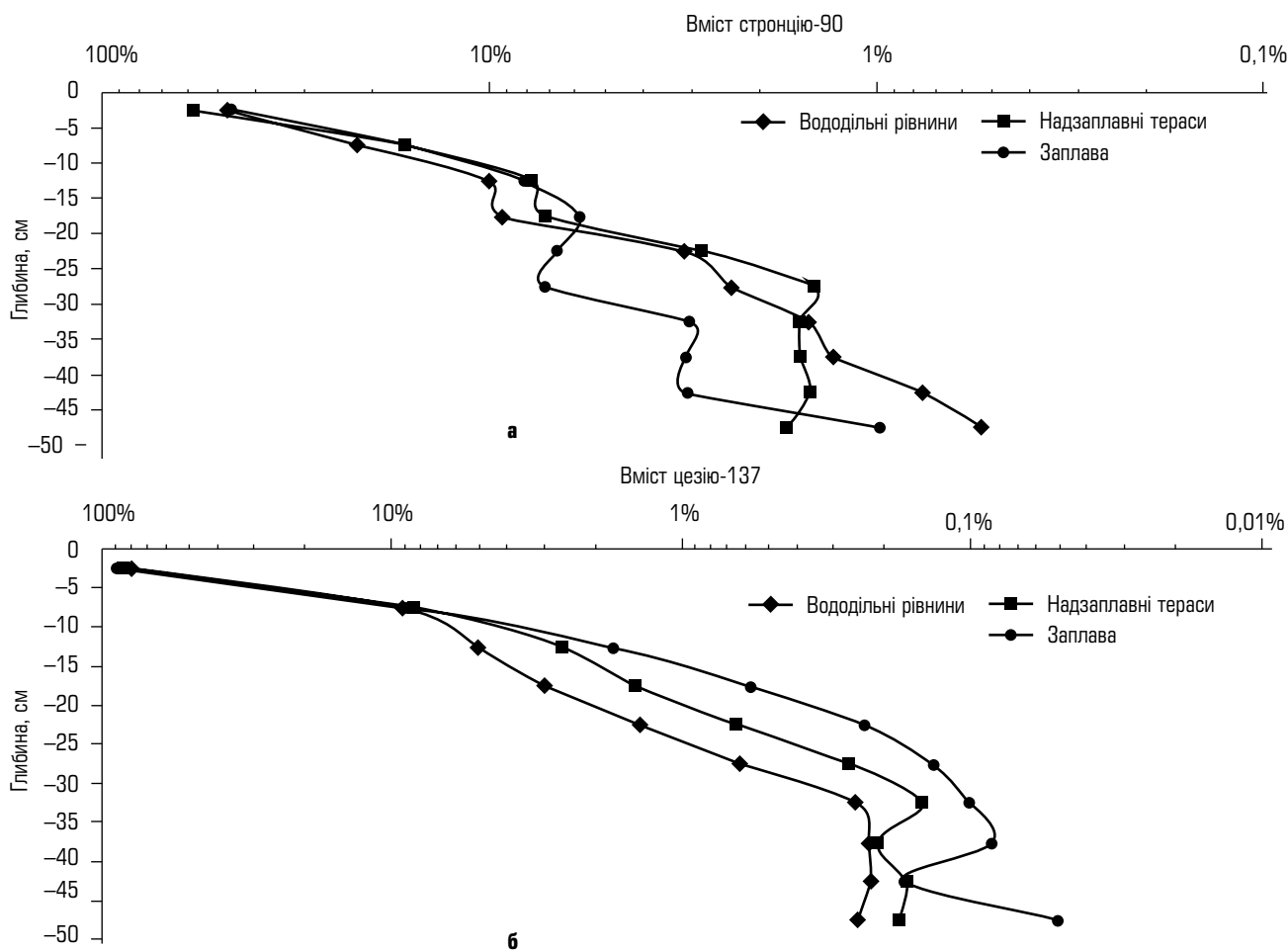


Рис. 8.1.5. Усереднені відсоткові значення пошарового розподілу  $^{90}\text{Sr}$  (а) та  $^{137}\text{Cs}$  (б) в період 1998–2004 рр. за спостереженнями на типових ландшафтах



міграції  $^{137}\text{Cs}$  у 2–3 рази вище, ніж на вододілах та терасах, його вертикальний розподіл має інший характер. У цих ґрунтах відзначається більш плавне зниження концентрації радіонуклідів з глибиною, відсутнє виражене депонування у верхньому шарі. Для заплавних ландшафтів максимальна інтенсивність міграції  $^{137}\text{Cs}$  спостерігається на техногенно-зміненому ґрунті. Порівняно інтенсивна вертикальна міграція радіонуклідів у ґрунтах заплав з високим рівнем залягання ґрунтових вод диктує необхідність віднесення цих ландшафтів до критичних, тобто до зон найбільш ймовірного і швидкого надходження радіонуклідів у ґрунтові води.

Вертикальний розподіл  $^{90}\text{Sr}$  у ґрунтових профілях подібний до розподілу  $^{137}\text{Cs}$ , однак глибина проникнення  $^{90}\text{Sr}$  в цілому дещо більша. Найзначніші розходження в розподілі  $^{90}\text{Sr}$  спостерігаються в ґрунтах заплавних ландшафтів. Суттєвий вплив на максимальний перерозподіл  $^{90}\text{Sr}$  має гідрологічний режим ґрунтів. Після переміщення основної маси радіонукліда у нижчі горизонти спостерігається прискорення міграції  $^{90}\text{Sr}$  по вертикальному профілю, і його більш значиме надходження в ґрунтові води. У лісових ґрунтах відзначається поступове зростання вмісту радіостронцію в верхньому (листовому AoL) горизонті лісової підстилки. Це обумовлено тим, що опад (особливо шпильковий) дещо збагачений  $^{90}\text{Sr}$  в порівнянні з  $^{137}\text{Cs}$ . З часом, за рахунок малої ланки колообігу, це призведе до певного збагачення лісової підстилки радіостронцієм.

Однією з найбільш нагальних була і залишається оцінка щільності радіаційного забруднення ґрунтового покриву в місцях проведення робіт та проживання персоналу. Перші оцінки радіаційної обстановки в районі м. Прип'яті були проведені вже в липні–вересні 1986 р., м. Чорнобиль в червні 1986 р. Вони показали значний розмах варіювання радіоактивного забруднення ґрунту території обох міст радіонуклідами, при цьому вміст  $^{137}\text{Cs}$  на поверхні ґрунту в м. Прип'ять змінювався від 2,6 до 24 МБк/км<sup>2</sup>; м. Чорнобиль – 180–920 кБк/км<sup>2</sup>. Розмах варіювання середніх і максимальних значень щільності забруднення ґрунтового покриву за період досліджень 1987–2005 рр. складає, відповідно, в м. Чорнобиль:  $^{137}\text{Cs}$  – 150–480 і 250–4800 кБк/м<sup>2</sup>;  $^{90}\text{Sr}$  – 75–210 і 130–2100 кБк/м<sup>2</sup>;  $^{239+240}\text{Pu}$  – 1,3–6,7 і 2,9–67 кБк/м<sup>2</sup>;  $^{241}\text{Am}$  – 2,2–4,2 і 5,4–11 кБк/м<sup>2</sup>. Відповідні значення для м. Прип'ять складають:  $^{137}\text{Cs}$  – 580–960 і 1200–15 000 кБк/м<sup>2</sup>;  $^{90}\text{Sr}$  – 280–480 і 570–6500 кБк/м<sup>2</sup>;  $^{239+240}\text{Pu}$  – 4,1–13 і 7,7–210 кБк/м<sup>2</sup>;  $^{241}\text{Am}$  – 6,1–15 і 15–96 кБк/м<sup>2</sup>.

#### *Радіаційна обстановка в місцях несанкціонованого проживання*

У колишніх населених пунктах Зони на сьогодні тимчасово мешкає до повного відселення більше трьохсот чоловік – так званих «самопоселенців». Основними місцями їхнього зосередження є південний і південно-західний сектори Зони відчуження. За станом на 01.10.2005 р. в одинадцяти селах Зони відчуження тимчасово мешкало 209 осіб, у Чорнобилі – 148.

Радіометричні виміри у садибах показують відносну стабілізацію та зменшення рівнів зовнішнього гамма- та бета-випромінювання. Щільність бета-потoku в садибах за останні 10 років спостережень не виходила за межі 70 част./хв.см<sup>2</sup>). Рівні гамма-випромінювання у дворах сіл фіксувалися в межах 8–30 мкР/год.

Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у питній воді криниць за весь період спостережень не перевищували рівнів, що регламентовані ДР-97 (2 Бк/л).

На присадибних ділянках населених пунктів, які розташовані безпосередньо на «слідах» радіоактивних випадів, щільність забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  знаходиться на рівні десятків – сотень (іноді тисяч) кБк/м<sup>2</sup>,  $^{90}\text{Sr}$  – десятків (сотень) кБк/м<sup>2</sup>. Найбільша щільність забруднення ґрунтового покриву цих пунктів ТУЕ знаходиться на рівні одиниць – десятків кБк/м<sup>2</sup>.

У 2003–2005 рр. питома активність  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у плодоовочевій продукції в багатьох населених пунктах перевищувала допустимі рівні, що робить отриману продукцію непридатною для споживання. Питома активність  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$  у картоплі, яка превалює в раціоні «самопоселенців», в деяких господарствах перевищує допустимі рівні в дев'ять разів по  $^{90}\text{Sr}$  і в три рази – по  $^{137}\text{Cs}$ . Забруднення радіонуклідами продукції власного виробництва за результатами вимірів останніх трьох років наведені в таблиці 8.1.5.

Протягом останніх семи років відбувається поступове зниження питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у молоці, однак в деяких господарствах рівні забруднення молока залишаються високими і в декілька разів перевищують ДР-97. Питома активність  $^{90}\text{Sr}$  в молоці перевищувала ДР-97 (20 Бк/л) тільки в селі Луб'янка. Питома активність ТУЕ в усіх пробах молока нижче мінімально детектованої.

Важливу роль у формуванні дозового навантаження «самопоселенців» відіграють продукти, здобуті ними в природі – риба, дикі тварини, гриби та ягоди. Ці продукти здебільшого непридатні для споживання, оскільки питома активність  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  в них значно перевищує ДР-97.

**Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  в харчових продуктах власного виробництва «самопоселенців» Бк/кг, Бк/л, Бк/шт\***

| Забруднення, Бк/кг, Бк/л, Бк/шт* | Продукт  |          |        |         |        |
|----------------------------------|----------|----------|--------|---------|--------|
|                                  | Картопля | Овочі    | Молоко | *Яйця   | Фрукти |
| $^{137}\text{Cs}$                |          |          |        |         |        |
| ДР-97                            | 60       | 40       | 100    | 6       | 70     |
| Спостережуване                   | 1,1–160  | 1,3–220  | 12–340 | 0,1–0,6 | 3,4–87 |
| $^{90}\text{Sr}$                 |          |          |        |         |        |
| ДР-97                            | 20       | 20       | 20     | 2       | 10     |
| Спостережуване                   | 2,2–190  | 1,7–3600 | 1,3–36 | 0,1–0,7 | 2,4–50 |

\* Штуки.

*Радіаційний стан лісів*

За двадцять років відбулась стабілізація процесів накопичення  $^{137}\text{Cs}$  компонентами лісових екосистем при поступовому подальшому зниженні загального рівня забруднення. Тим часом, надходження  $^{90}\text{Sr}$  ще не досягнуло максимуму, і вміст радіостронцію в окремих компонентах фітомаси продовжує зростати. За останні роки практично не змінюється діапазон варіації питомої активності фракцій фітомаси лісового ценозу. Причини змін цих показників зумовлені складним комплексом природних факторів і не завжди прогнозовані. Це свідчить про потенційну небезпеку неконтрольованого переміщення і використання радіаційно забруднених біологічних об'єктів лісу.

Традиційне використання відходів деревини для палива може призводити до утворення нових ділянок забруднення у житловому секторі. Наприклад, у колишніх населених пунктах Зони відчуження «самопоселенці» використовують дрова місцевого походження, на деяких виробництвах працюють обігрівальні котли (таблиця 8.1.6). Зростаюче накопичення  $^{90}\text{Sr}$  у деревних рослинах і використання їх для опалення вже тепер призводить до одержання попелу із рівнями забруднення, притаманними РАВ.

Таблиця 8.1.6

**Забрудненість радіонуклідами соснових дров і попелу при спалюванні, Бк/кг**

| Територія                     | Деревина,<br>$^{137}\text{Cs}$ | Кора, $^{137}\text{Cs}$ | Попіл             |                  |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------|
|                               |                                |                         | $^{137}\text{Cs}$ | $^{90}\text{Sr}$ |
| Південно-східний сектор Зони  | 30...90                        | 700                     | 15 000            | 59 000           |
| Північно-західний сектор Зони | 140...570                      | 1500...8600             | 36 000            | 300 000          |

Основні види харчової продукції лісу – дикорослі гриби та ягоди у зоні відчуження є накопичувачами  $^{137}\text{Cs}$ , а окремі види –  $^{90}\text{Sr}$ . Багаторічні спостереження свідчать про несуттєві зміни вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у ягодах чорниці. Середні значення коефіцієнта переходу (КП) у ягоди чорниці істотно залежать від екологічних умов і знаходяться в діапазоні 2,0–16,0 Бк·кг<sup>-1</sup>/кБк·м<sup>-2</sup>. Із збільшенням вологості ґрунту значення КП для ягід зростає: у суборах у свіжих умовах КП у ягоди дорівнює 8,2, у вологих – 11,0 Бк·кг<sup>-1</sup>/кБк·м<sup>-2</sup>, а у сирих – 16,0 Бк·кг<sup>-1</sup>/кБк·м<sup>-2</sup>. Загальною тенденцією є зменшення інтенсивності надходження радіоцезію до ягід чорниці із збільшенням родючості ґрунту. У свіжих гігротопах у борах КП дорівнює 10,0 Бк·кг<sup>-1</sup>/кБк·м<sup>-2</sup>, у суборах – 8,2 Бк·кг<sup>-1</sup>/кБк·м<sup>-2</sup>, а у сугрудках – 2,0 Бк·кг<sup>-1</sup>/кБк·м<sup>-2</sup>, тобто різниця між крайніми трофотопами складає 5 разів.

Гриби продовжують залишатись лідерами в накопиченні радіоцезію, однак у різних видів динаміка його вмісту суттєво залежить від біологічних особливостей виду та погодних умов вегетаційних періодів. Інтенсивність накопичення  $^{137}\text{Cs}$  грибами зростає з підвищенням зволоженості та із зменшенням родючості ґрунтів. Переважне накопичення радіостронцію характерне для суниці, березового соку, дереворуйнівних грибів. Все це надовго залишає харчові продукти лісу джерелом додаткового внутрішнього опромінення населення.

Для підтримання стійкості і життєздатності лісових насаджень при повному збереженні їх захисних функцій розроблена і реалізована спеціалізована системи догляду за лісами.

### Стан фауни

Основним результатом аварії для тваринного світу Зони стало поступове поновлення його природного стану. На сьогодні зооценози Зони відчуження можна характеризувати як стабільні. Основні перетворення видового складу під впливом радіоактивного забруднення та зняття антропогенного пресу із спалахами чисельності та зникненням окремих видів відбулися в період 1986–1991 рр. На сьогодні зміни чисельності видів обумовлюються власними коливаннями («хвилі життя») та поступовою трансформацією ландшафтів до тих, що притаманні цій природно-географічній зоні. За результатами обстеження, в післяаварійний період постійне або сезонне перебування вже доведено для 313 видів хребетних тварин, серед них 20 червонокнижних видів. На території зони відчуження можуть жити до 409 видів хребетних тварин, зокрема: 73 види ссавців, 251 вид птахів, 7 видів рептилій, 11 видів амфібій і 67 видів рибоподібних. Крім того, на території ЗВ проходить злиття двох міграційних потоків птахів – північного (дніпровського) та західного (прип'ятського). Кожний рік у період весняної та осінньої міграції через територію Зони пролітають десятки мільйонів птахів (до 5000–6000 тонн загальної маси), серед них до 5 млн (переважно дрібні птахи) залишається на гніздування. Частина прольотних птахів затримується на території Зони від 1–2 днів до місяця.

Радіоактивне забруднення тварин характеризується значним розмахом значень, обумовленим просторовою неоднорідністю первинних випадінь і ґрунтово-рослинних умов, видоспецифічною та індивідуальною територіальною поведінкою тварин, трофічною спеціалізацією видів, сезонними змінами харчування та фізіології (таблиця 8.1.7).

Таблиця 8.1.7

**Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у пробах типових видів фауни Зони відчуження, Бк/кг (період спостережень 2000–2005 рр.)**

| Проби               | Мінімум    | Середнє значення | Максимум    | ДР-97 |
|---------------------|------------|------------------|-------------|-------|
| гірло р. Прип'ять   |            |                  |             |       |
| Водоплавні птахи    | 30         | <b>300</b>       | <b>1800</b> | 200   |
| Територія Зони      |            |                  |             |       |
| Кабан               | 100        | <b>600</b>       | <b>5200</b> | 200   |
| Козуля              | <b>410</b> | <b>695</b>       | <b>6900</b> |       |
| Олень               | –          | –                | <b>730</b>  |       |
| Бобер               | –          | –                | <b>1300</b> |       |
| Кінь Пржевальського | 70         | –                | <b>100</b>  |       |
| Лось                | <b>750</b> | <b>635</b>       | <b>1500</b> |       |

*Примітка:* Жирним шрифтом позначені дані, що перевищують ДР-97.

За останні чотири роки у переважній більшості проб їстівних біоресурсів тваринного походження систематично фіксується перевищення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  значень, що регламентовані ДР-97, в 1,5–50 разів. Забруднення основних видів дичини на території колишнього мисливського господарства «Березова кладь», поблизу південного кордону Зони, значно перевищує норми ДР-97. Такі результати виключають можливість використання території Зони для ведення мисливського господарства.

### Автореабілітаційні процеси в зоні відчуження

Прогнозні оцінки радіологічного стану довкілля, так само як планування й реалізація реабілітаційних заходів у зоні, повинні обов'язково враховувати процеси автореабілітації радіоактивно забруднених екосистем.

Автореабілітаційні процеси на радіоактивно забруднених територіях відіграють неоднозначну роль [2]. На території Зони відчуження оцінка швидкості автореабілітаційних процесів вимагає комплексних розрахунків швидкості абіогенної й біогенної міграції радіонуклідів у забруднених ландшафтах. Але вже сьогодні можна сформулювати ряд рекомендацій.

У тій частині Зони, де проживання людини неможливе у найближчі сто і більше років, варто підтримувати розвиток автореабілітаційних процесів, що приводять до зв'язування, депонування або локального кругообороту радіонуклідів. Тобто тут допускається заліснення, заростання чагарником, утворення слабостічних, заболочених ділянок.

На площах, що мають перспективу повернення в народногосподарське використання, необ-

хідно реалізовувати заходи або підтримувати умови, що дають можливість не приводити до погіршення родючості ґрунтів, нинішнього радіаційного стану й умов можливого проживання людини. Крім того, варто стимулювати природні процеси, що приводять до очищення перспективного для використання ландшафту, тобто виносу або розсіювання забруднюючих речовин. Міра чи інтенсивність втручання в протікання автореабілітаційних процесів повинна визначатися ймовірним строком повернення земель у народне господарство. Тим часом заходи щодо реабілітації не повинні суперечити головному стратегічному завданню Зони – мінімізації розповсюдження радіоактивного забруднення за її межі.

### *Реабілітація відчужених територій*

Реабілітація відчужених територій має свою специфіку, оскільки внаслідок тривалого припинення діяльності людини відбулися значні зміни природного й створеного руками людини середовища: припинена економічна діяльність, зруйнована інфраструктура, істотно змінився стан наземних і водних екосистем (підвищився рівень ґрунтових вод, змінилися ландшафти, родючість ґрунтів, біорозмаїття, поширилися комахи-паразити й хвороби рослин і диких тварин тощо). Планування можливих варіантів використання тих або інших ділянок відчужених територій і обґрунтування прийняття відповідних рішень повинні базуватися не тільки на оцінках радіаційних факторів (можливих рівнях дозових навантажень на реевакуйоване населення), а й, не в останню чергу, на оцінках соціально-економічних і психологічних факторів. Нині розроблені концептуальні основи й методологічне забезпечення реабілітації, що включають загальний поетапний підхід до безпечного відновлення відчужених територій з обліком радіаційних, економічних, екологічних і психологічно-соціальних аспектів, зроблені попередні оцінки можливих напрямів реабілітаційної діяльності й проведено районування території зони по цих напрямках діяльності з урахуванням введених понять повної й часткової (обмеженої) реабілітації. Ведеться розробка методичного супроводу реабілітації відчужених територій, зроблені попередні прогностичні оцінки можливих дозових навантажень на гіпотетично реевакуйоване населення для різних сценаріїв реабілітації деяких ділянок як Зони відчуження, так і Зони безумовного (обов'язкового) відселення [6].

### *Нерозв'язані радіоекологічні проблеми*

Серед таких проблем ЗВіЗБ(О)В або питань, які потребують подальших розробок, необхідно відзначити такі [7]:

- продовження досліджень з метою оцінки радіологічної значимості природних та техногенних об'єктів Зони;
- комплексне вивчення довготривалої динаміки радіоекологічних процесів;
- комплексне вивчення бар'єрної функції природних і техногенних компонентів ЗВіЗБ(О)В, розробка пропозицій щодо їх оптимізації;
- проведення всебічних досліджень процесів автореабілітації екосистем ЗВіЗБ(О)В;
- оцінка впливу комплексу техногенних об'єктів Зони (об'єкта «Укриття», ЧАЕС, СВЯП-2, ЗПРРВ, «Вектор») і комплексу технологічних процесів, пов'язаних з переміщенням і переробкою ядерного палива і РАВ, як комплексного розподіленого довготривалого техногенного джерела радіонуклідів, на радіологічний стан екосистем Зони відчуження та прилеглі території;
- радіоекологічні дослідження урбанізованих територій;
- продовження дослідження проблем, пов'язаних з реабілітацією території ЗВіЗБ(О)В, тощо.

## **8.2. Напрями використання території Зони та обов'язкові заходи**

Відповідно до законодавства України, рішень Кабінету Міністрів України Міністерство з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи забезпечує використання окремих ділянок Зони.

А. Створення та експлуатація існуючих виробництв щодо поводження з РАВ, їх інфраструктурне забезпечення, а саме: будівництво та експлуатація сховищ низько- і середньоактивних РАВ комплексу «Вектор», експлуатація ПЗРВ та ПТЛРВ.

Б. Створення та експлуатація існуючих виробництв, які пов'язані з виведенням з експлуатації ЧАЕС та перетворенням об'єкта «Укриття» в екологічно безпечну систему, їх інфраструктурне забезпечення.

В. Здійснення заходів з реабілітації екосистем Зони, водоохоронні заходи.

Г. Проведення спеціалізованої лісогосподарської діяльності щодо догляду за лісами Зони, в т. ч. відновлення існуючих та створення нових спеціальних заповідних територій.

Д. Запобігання винесенню радіонуклідів за межі Зони і перетворення радіаційно небезпечних об'єктів зони в екологічно безпечні системи.

Діяльність у Зоні насамперед спрямована на виконання обов'язкових заходів, визначених чинним законодавством, а саме на:

- захист прилеглих територій від поширення за межі зони відчуження радіоактивних речовин, мінімізацію екологічної небезпеки для населення України з врахуванням екстремальних природних ситуацій, ймовірних в умовах регіону, в тому обсязі, в якому це можливо і економічно виправдано;

- моніторинг стану природного середовища та медико-біологічний моніторинг;

- утримання території в належному санітарному і пожежобезпечному стані;

- фіксацію радіонуклідів на місцевості;

- здійснення заходів щодо зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС, перетворення об'єкта «Укриття» в екологічно безпечну систему та поводження з відпрацьованим ядерним паливом.

Усі види діяльності в Зоні здійснюються з обмеженням загальної колективної дози іонізуючого опромінення, а також з обмеженням кількості залучених осіб. Виконуються лише такі роботи, які не погіршують радіологічної обстановки, забезпечують підвищення рівня вивченості її природно-техногенного комплексу і не перешкоджають раціональному використанню території зони в майбутньому. Будь-яка діяльність у Зоні відчуження щодо покращення радіологічної обстановки здійснюється з максимальним використанням природних факторів і мінімальним втручанням у природне середовище.

Обов'язкові заходи проводяться за такими основними напрямками:

1. Підтримка існуючого стану безпеки і перетворення об'єкта «Укриття» в екологічно безпечну систему.

2. Створення технологій, технічних засобів і виробництв для поводження з техногенними відходами, будівництво та експлуатація комплексу «Вектор».

3. Моніторинг пунктів захоронення РАВ, транспортування і захоронення РАВ, дезактивація територій, об'єктів, матеріалів і обладнання.

4. Здійснення водоохоронних заходів.

5. Регіональний радіаційний і екологічний моніторинг навколишнього середовища і дозиметричний контроль.

6. Реабілітація території та її науковий супровід.

7. Ведення спеціалізованої лісогосподарської діяльності, здійснення протипожежних заходів у лісових масивах Зони, підтримка функціонування спеціального природно-заповідного фонду.

8. Наукові дослідження згідно із завданнями Національної програми мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи.

9. Інформаційне забезпечення обов'язкових заходів і населення.

10. Створення, підтримання у постійній готовності та вдосконалення роботи всіх ланок регіональної підсистеми Єдиної державної системи запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру Зони відчуження.

Загальна стратегія діяльності полягає у визначенні шляхів довгострокового утримання Зони відчуження і пріоритетів діяльності в ній за основними напрямками, що забезпечують зниження рівня екологічного ризику та мінімізацію її впливу на радіоекологічну обстановку та здоров'я населення України.

Концепція діяльності на території ЗВіЗБ(О)В базується на результатах узагальнення фактичних даних та висновків вітчизняних і міжнародних науково-дослідних робіт, пов'язаних з вивченням стану об'єктів, що містять радіоактивні матеріали, і природного середовища Зони відчуження, враховуючи прогнози імовірних екологічних наслідків Чорнобильської катастрофи.

Повна реалізація цілей та завдань загальної стратегії не може бути досягнута у стислі строки. Їх виконання, з урахуванням пріоритетів діяльності в Зоні відчуження, зумовлюється технічними та економічними можливостями держави.

## Висновки

Через двадцять років після аварії Зона відчуження являє собою площинне відкрите джерело радіоактивності із величезним запасом радіонуклідів, власною неоднорідною структурою їх розподілу в компонентах довкілля і техногенних об'єктах, присутністю різних форм і видів депонованих радіоактивних нуклідів. Внаслідок цього радіаційний фактор продовжує залишатися одним з основних у визначенні потенційної небезпеки як для населення, що проживає на прилеглих до Зони територіях, так і для населення України в цілому.

Створення Чорнобильської Зони відчуження було виправданим заходом не тільки у зв'язку з необхідністю евакуації населення з найбільш забрудненої території. Зона є найбільш забрудненим територіальним комплексом і найбільшим джерелом радіаційної небезпеки для навколишніх

населених територій. Продовження діяльності з вивчення, підтримки і посилення бар'єрної ролі ЗВіЗБ(О)В є найважливішим напрямом зусиль з мінімізації наслідків аварії.

На фоні загальної стабілізації радіоекологічної обстановки відзначена тенденція подальшого ускладнення радіаційного стану в компонентах довкілля Зони, вона залишається джерелом забруднення практично всіх його складових. За рахунок процесів перерозподілу та міграції радіонуклідів, депонованих після аварії в захороненнях, ландшафтах, замкнених водоймах, окремих об'єктах відбувається процес формування вторинних джерел радіоактивності, що робить їх потенційно небезпечними.

Основним шляхом міграції радіонуклідів за межі Зони є водний річковий стік (р. Прип'ять). Разом з тим, в останнє десятиріччя значення питомої активності  $^{90}\text{Sr}$  у воді р. Прип'ять у створі м. Чорнобиль не перевищували встановленого ДР-97 нормативу для питної води, питома активність  $^{137}\text{Cs}$  була в 2–3 рази менше, ніж  $^{90}\text{Sr}$ . Будівництво лівобережної та правобережної захисних дамб в заплаві р. Прип'ять внесло позитивний вплив у зменшення залпового змиву радіонуклідів з найбільш забруднених ділянок заплави ріки під час водопілля та підйомів рівня води. В цілому за післяаварійний період водоохоронні заходи попередили можливий додатковий винос  $^{90}\text{Sr}$  з поверхневими водами у розмірі близько 17–20 ТБк.

У місцях несанкціонованого проживання населення питома активність  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у плодовоовочевій продукції в 2003–2005 рр., в основному, значно перевищувала допустимі рівні, що робить отриману продукцію непридатною для споживання. Рівні забруднення молока  $^{137}\text{Cs}$ , незважаючи на їх поступове зниження протягом останніх семи років, у деяких місцях несанкціонованого проживання залишаються високими і в декілька разів перевищують ДР-97,  $^{90}\text{Sr}$  – в окремих місцях. Продукти, здобуті «самопоселенцями» в природі (риба, дикі тварини, гриби та ягоди), здебільшого непридатні для споживання, оскільки питома активність  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  в них значно перевищує ДР-97.

За останні чотири роки забруднення їстівних біоресурсів тваринного походження  $^{137}\text{Cs}$  систематично перевищує в 1,5–50 разів значення, регламентовані ДР-97, що виключає можливість використання території Зони для ведення мисливського господарства.

Необхідна розробка послідовної та комплексної стратегії реабілітації Зони з акцентом на підвищення безпеки існуючих об'єктів для зберігання та захоронення радіоактивних відходів. Це вимагатиме розробки методу визначення пріоритетності для реабілітації площадок, що базується на результатах оцінки безпеки. Він дозволить визначити, з яких площадок відходи можуть бути вилучені та поховані, а на яких відходи необхідно залишити для розпаду радіонуклідів на місці.

Для подальшого розвитку системи захисту довкілля від випромінювання необхідне продовження комплексних досліджень довгострокових наслідків опромінення об'єктів флори та фауни, напрямків та інтенсивності процесів міграції і перерозподілу радіонуклідів у компонентах довкілля в Зоні, яка забезпечує унікальні природні умови для радіоекологічних та радіобіологічних досліджень. За винятком невеликих експериментів, такі дослідження складно або неможливо проводити у будь-якому іншому регіоні світу.

## 9. ОБ'ЄКТ «УКРИТТЯ»

### Вступ

Створений в екстремальних післяаварійних умовах об'єкт «Укриття» (ОУ) вже майже двадцять років виконує свої захисні функції.

Головною особливістю ОУ продовжує залишатися його потенційна небезпека, істотно більша, ніж це дозволяють норми та правила, що існують для об'єктів, які містять ядерно-небезпечні та радіоактивні матеріали.

Загалом, з точки зору радіаційної безпеки, ОУ фактично є відкритим джерелом альфа-, бета-, гамма- та нейтронного випромінювання, який за своїми радіаційними характеристиками не має аналогів у світовій практиці і може вважатися тимчасовим бар'єром для ядерно-небезпечних матеріалів, що діляться, і високоактивних відходів з практично некерованою ситуацією усередині об'єкта.

Визначення існуючого статусу ОУ надається в додатку НРБУ-97 «Радіаційний захист від джерел потенційного випромінювання» (НРБУ-97/Д-2000) – місце поверхневого зберігання неорганізованих РАВ.

### 9.1. Ядерно-небезпечні матеріали усередині об'єкта «Укриття» (інтегральні оцінки)

#### 9.1.1. Паливовмісні матеріали (ПВМ), що знаходяться у приміщеннях об'єкта «Укриття» у цей час

На сьогодні всередині ОУ знаходяться модифікації ядерного палива, які утворилися в процесі протікання активної стадії аварії. До таких модифікацій належать:

- фрагменти активної зони (АЗФ) у вигляді паливних таблеток, уламків твелів, ТВЗ, графіту;
- лавоподібні ПВМ (ЛПВМ), що містять ядерне паливо. У їх складі містилася значна частина урану, який до аварії знаходився в активній зоні, і значна частина радіонуклідів, напрацьованих в реакторі.

У роботі [1] був відтворений сценарій виникнення ЛПВМ, визначений їх елементний і радіонуклідний склад.

#### Загальна кількість ядерного палива в різних приміщеннях ОУ

Інтегральна оцінка кількості ядерного палива в різних приміщеннях ОУ на цей момент представлена в таблиці 9.1.1.

Таблиця 9.1.1

#### Оцінки кількості палива в приміщеннях об'єкта «Укриття»

| Назва (номери) приміщень                                  | Модифікації ПВМ у приміщенні | Паливо, що виявлене т (У) (оцінки на 2004 р.) | Примітки  |
|---|------------------------------|---|---|
| Центральний зал (914/2)                                   | фрагменти активної зони      | більше 21                                     | Із врахуванням 48 збірок із свіжим паливом (5,5 т). Можлива присутність ЛПВМ                |
| Південний басейн витримки (505/3)                         | фрагменти активної зони      | 14,8  | 129 ОТВЗ. Можлива присутність ЛПВМ  |
| Усі верхні приміщення, включаючи ЦЗ (відм. +24.00 і вище) | паливний пил                 | ~5 на поверхні завалу в ЦЗ ~30 всього         | Оцінка 30 т включає поверхневе забруднення всередині завалу в ЦЗ і у всіх інших приміщеннях |
| 304/3   | ЛПВМ                         | $6 \pm 2$                                     | «Горизонтальний потік лави». Враховані ЛПВМ в проломі між прим. 304/3 і 305/2               |
| 301/5 + 301/6 + 303/3                                     | ЛПВМ                         | $4,5 \pm 2,5$                                 | «Горизонтальний потік лави»   |
| 217/2   | ЛПВМ                         | $0,4 \pm 0,2$                                 | «Слоняча нога», «сталактити». ЛПВМ потрапили з «горизонтального потоку»                     |
| Підапаратне 305/2 і 504/2 до відм. 24 м                   | фрагменти АЗ, ЛПВМ, пил      | $85 \pm 25$                                   | Розрахунки велися по 6-ти скупченнях ПВМ. Початок всіх потоків ЛПВМ                         |

| Назва (номери) приміщень                       | Модифікації ПВМ у приміщенні   | Паливо, що виявлене т (U) (оцінки на 2004 р.) | Примітки  |
|--|--------------------------------|---|---|
| ПРК (210/5 ++ 210/6 + 210/7)                   | ЛПВМ                           | $12 \pm 6$                                    | «Великий вертикальний потік» і «малий вертикальний потік» |
| ББ-2 (012/14 ++ 012/15 ++ 012/16)              | ЛПВМ                           | мінімум – 3 максимум – 14                     |   |
| ББ-1 (012/5 ++ 012/6 + 012/7)                  | ЛПВМ                           | 1,9 (+1,0; -0,5)                              |   |
| Паливо під каскадною стіною                    | фрагменти АЗ, пил              | ?   |   |
| Вода у всіх приміщеннях реакторного відділення | розчинні солі урану, суспензія | ~4 кг   |   |
| Паливо на майданчику «Укриття»                 | фрагменти АЗ, пил              | $0,75 \pm 0,25$                               |   |

Питома активність деяких випромінювачів для базового складу палива 4-го енергоблоку станом на 1 лютого 2005 р. відображена в таблиці 9.1.2.

Таблиця 9.1.2

## Питома активність, Бк/г урану

| Альфа-випромінювачі                 | Бета-випромінювачі                  | Бета-гамма-випромінювачі            |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $^{238}\text{Pu} - 6,7 \cdot 10^6$  | $^{90}\text{Sr} - 7,60 \cdot 10^8$  | $^{106}\text{Rh} - 1,29 \cdot 10^4$ |
| $^{239}\text{Pu} - 5,0 \cdot 10^6$  | $^{90}\text{Y} - 7,60 \cdot 10^8$   | $^{125}\text{Sb} - 7,12 \cdot 10^5$ |
| $^{240}\text{Pu} - 8,19 \cdot 10^6$ | $^{106}\text{Ru} - 1,29 \cdot 10^4$ | $^{134}\text{Cs} - 1,61 \cdot 10^6$ |
| $^{242}\text{Pu} - 1,30 \cdot 10^4$ | $^{147}\text{Pm} - 2,65 \cdot 10^7$ | $^{137}\text{Cs} - 9,09 \cdot 10^8$ |
| $^{241}\text{Am} - 1,95 \cdot 10^7$ | $^{241}\text{Pu} - 3,89 \cdot 10^8$ | $^{144}\text{Ce} - 1,20 \cdot 10^3$ |
| $^{243}\text{Am} - 8,73 \cdot 10^3$ |                                     | $^{154}\text{Eu} - 1,64 \cdot 10^7$ |
| $^{244}\text{Cm} - 1,07 \cdot 10^6$ |                                     | $^{155}\text{Eu} - 4,45 \cdot 10^6$ |
| В сумі $\approx 80$ Кі/кг урану     |                                     |                                     |

Таким чином, загальна активність палива, що є в ОУ, на сьогоднішній день, становить приблизно 14 МКі.

## Можливі зміни характеристик ПВМ

Основним джерелом надходження радіонуклідів у довкілля і, отже, основним джерелом радіологічної небезпеки ОУ є ПВМ.

Добре відомо, що таблетки  $\text{UO}_2$ , що знаходяться на повітрі, руйнуються приблизно через 20 років [2]. Проте, для ОУ найбільш значущим може бути руйнування ЛПВМ у зв'язку з тим, що основна кількість радіонуклідів знаходиться в цьому вигляді ПВМ.

Тепер в ЛПВМ спостерігаються явні зміни властивостей міцності, що виявляються в їх розтріскуванні, руйнуванні великих фрагментів ЛПВМ, посиленні пилогенеруючої здатності [3–4]. Таким чином, актуальним стає питання, яких же істотних змін можуть зазнати ЛПВМ протягом достатньо тривалого проміжку часу, наприклад, протягом найближчих 50 років. На сьогодні існують два кардинально відмінних підходи [5–6] до прогнозування змін характеристики ЛПВМ з часом. У [3, 5] а priori передбачається, що ЛПВМ за своїми характеристиками аналогічні силікатному склу, що використовується для імобілізації радіоактивних відходів і, виходячи з цього, робиться висновок про те, що радіаційні пошкодження, що викликаються альфа-розпадом, почнуть позначатися на зміні міцнісних властивостей ЛПВМ не раніше ніж через 10 000 років. Основними причинами видимих змін в ЛПВМ автори вважають перепади температур, взаємодію з водою, пилопригнічуючими сполуками тощо, тобто зовнішнім впливом.

У роботі [6] розглянуті основні характеристики ЛПВМ і вплив на них чинників, що обумовлюють зміну властивостей ЛПВМ з часом. Основний висновок полягає в тому, що внаслідок внутрішнього самоопромінення при альфа-розпаді трансуранових ізотопів виникають розупорядковані області, створювані ядрами віддачі. Зростання концентрації розупорядкованих облас-



тей (які є джерелом зародження мікротріщин) може призвести до раптового повного руйнування ЛПВМ, причому таке катастрофічне руйнування може відбутися протягом найближчих 50 років.

Крім того, в [4, 7] показано, що на поверхні ЛПВМ і опроміненого ядерного палива генеруються субмікронні аерозолі, що представляють серйозну радіаційну небезпеку. Механізмом, відповідальним за це явище в ЛПВМ, може бути кулонівський вибух, що реалізується при гальмуванні альфа-часток.

Незважаючи на значну кількість проведених досліджень, обґрунтованого прогнозу поведінки ПВМ до теперішнього часу не існує. Таким чином, представляється абсолютно необхідним проведення додаткових досліджень у цьому напрямку.

### 9.1.2. Контроль ядерної безпеки

Скупченнями паливовмісних матеріалів у внутрішніх приміщеннях 4-го блоку є масиви ядерно-небезпечних матеріалів, що діляться, з невизначеними масовими, речовинними і геометричними параметрами. ПВМ спочатку глибоко підкритичні, проте, за наявності сповільнювача (наприклад води) в деяких скупченнях ПВМ можливе виникнення ланцюгової реакції, що самопідтримується (СЛР). Виходячи з вимог ядерної безпеки, необхідно визначити місцеположення можливих критмасових зон (КМЗ) і забезпечити їх надійний контроль. Єдиною характеристикою, за якою можливо оцінювати поточний рівень підкритичності, з погляду забезпечення ядерної безпеки, є вимірювання значень нейтронної активності і відносні зміни цих значень в часі.

Регламентні функції контролю були покладені на систему контролю ПВМ «Сигнал».

У березні 1988 р. була створена інформаційно-дослідницька система (ІДС) «Фініш». У грудні 1998 р. частина ІДС «Фініш» – «Фініш-Р» була переведена в режим регламентного контролю.

Як приклад, на рис. 9.1.1 приведені усереднені річні тренди температури, нейтронної і гамма-активності, реєстрованої в підреакторному приміщенні 305/2 з 1988 р. Тенденції на зниження абсолютних середньорічних значень величин, що вимірюються, відповідають процесам розпаду, в основному,  $^{244}\text{Cm}$ ,  $^{240,242}\text{Pu}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  і ін.

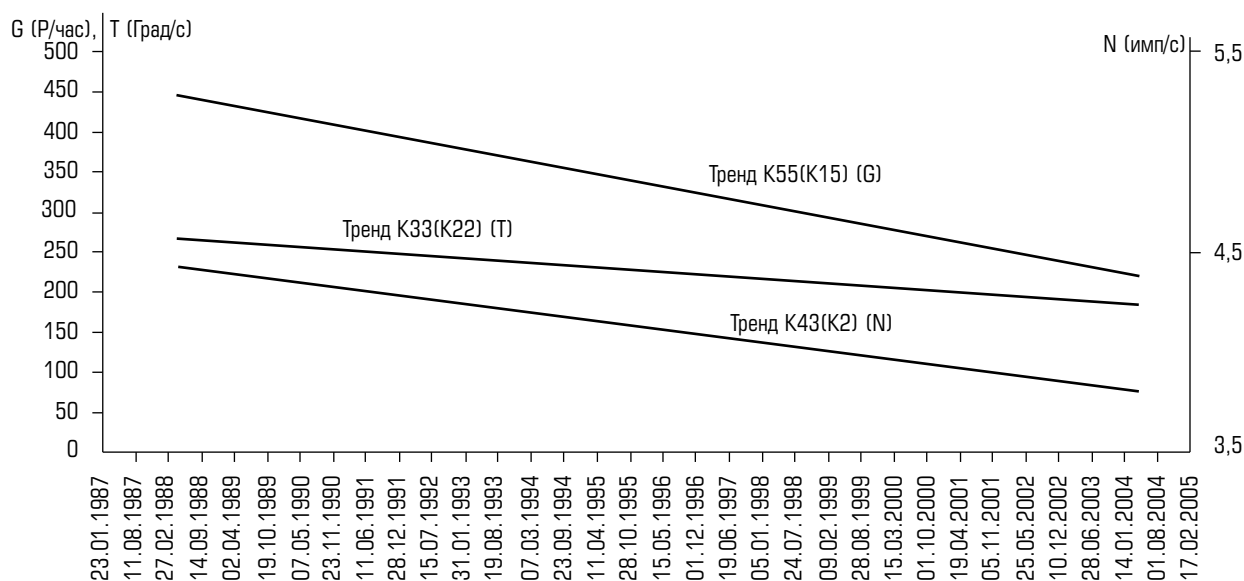


Рис. 9.1.1. Усереднені річні тренди температури, нейтронної і гамма-активності в підреакторному приміщенні 305/2

Утворення критмас стає можливим при зволоженні тільки в масивах ПВМ, розташованих в ЦЗ і в підреакторному просторі (приміщення 305/2).

На жаль, поки не встановлений контроль за скупченням ПВМ у центральному залі, а також не досліджена динаміка нейтронної активності в районі південних відкатних воріт, ядерна безпека об'єкта не може бути гарантованою. Підсистема контролю підкритичності, передбачена у складі інтегрованої автоматизованої системи контролю «ІАСК», нейтронні детектори якої розміщуються за принципом простого перекриття по периферії повних об'ємів основних скупчень ПВМ, не відповідатиме своєму призначенню, оскільки фактично не забезпечить раннього виявлення небезпечних змін підкритичності через наявність місцевого нейтронного фону і значної віддаленості від передбачуваних зон критмасового ризику.

## 9.2. Паливо та радіоактивні відходи у ґрунтах на проммайданчику об'єкта «Укриття»

Під час аварії і робіт щодо ліквідації її наслідків на майданчику навколо 4-го блоку ЧАЕС утворилась товща радіоактивно забруднених ґрунтів.

Потужність експозиційної дози від активного шару ґрунтів у свердловинах на глибині від 2 до 10 м досягає 6–10 Р/год.

Вивчення радіаційного стану ґрунтів є важливим з кількох причин:

- в них міститься значна кількість палива;
- переміщення активності під дією природних чинників призводить до забруднення ґрунтових вод;
- наявність високоактивного ґрунту потребує обґрунтування заходів з радіаційної безпеки та поводження з радіоактивними відходами при земляних роботах для створення котлованів під фундаменти НБК.

За останніми даними, кількість ядерного палива в ґрунтах становить близько 0,75 т. Схематизація та районування радіаційних умов у ґрунтах дали змогу провести оцінку кількості РАВ (СП АС-88), які представлені техногенними ґрунтами. До низько- або середньоактивних радіоактивних відходів віднесено 286 тис. м<sup>3</sup> або 536 тис. т. Кількість високоактивних радіоактивних відходів дорівнює 15 тис. м<sup>3</sup>.

## 9.3. Вода, що знаходиться у приміщеннях об'єкта «Укриття»

Одним із основних джерел радіаційної небезпеки в об'єкті є вода. Вода впливає на стан ядерної безпеки, приводячи до зміни розмножуючих систем «ПВМ + вода». Вода при взаємодії з ПВМ розчиняє і переносить радіонукліди, які в результаті можуть потрапити у довкілля.

«Гарячі частинки» аерозольно-конденсаційного типу значною мірою визначають рівень поверхневого забруднення внутрішніх приміщень ОУ, причому найбільший внесок в активність на сьогодні вносять ізотопи <sup>137</sup>Cs і <sup>125</sup>Sb. У результаті розчинення цих частинок відбувається забруднення води ізотопами цезію. Основним джерелом забруднення «блочної води» елементами, що діляться, є <sup>90</sup>Sr і окислені паливні частинки (U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>). Хімічна стійкість окислених частинок стосовно води нижче, ніж свіжого палива (UO<sub>2</sub>).

Атмосферні опади, техногенні розчини і конденсат у процесі руху від верхніх відміток до нижніх вилуговують найбільш розчинні компоненти бетону – карбонати, бікарбонати, хлориди і сульфати лужних металів. Важкі метали переходять у розчин за рахунок корозії металоконструкцій. Унаслідок цих процесів і відбувається формування радіонуклідного, хімічного і фазового складу «блочної води». Усереднений радіонуклідний склад і активність основних водних скупчень і потоків ОУ приведений у таблиці 9.3.1. Частина цієї активності концентрується в мулистих відкладеннях і в міру висихання в літньо-осінній період представляє загрозу як джерело аерозолів.

Таблиця 9.3.1

Середні концентрації радіонуклідів і урану в основних скупченнях РРВ ОУ

| Номер точки | Відмітка, м | Номер приміщення | Об'єм, м <sup>3</sup> | Концентрація компоненту, Бк/л |                       |      |                       |           |
|-------------|-------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|------|-----------------------|-----------|
|             |             |                  |                       | <sup>137</sup> Cs             | <sup>90</sup> Sr      | Σ Pu | <sup>241</sup> Am     | Σ U, мг/л |
| 6           | +2,20       | 012/16           | 60 м <sup>3</sup>     | 6,2 · 10 <sup>7</sup>         | 9,9 · 10 <sup>6</sup> | 4000 | 1,7 · 10 <sup>4</sup> | 48        |
| –           | +6,00       | 219/2            | 10 м <sup>3</sup>     | 4,0 · 10 <sup>6</sup>         | 1,0 · 10 <sup>5</sup> | –    | –                     | 1,1       |
| 17          | –0,65       | 017/2            | 7 м <sup>3</sup>      | 5,0 · 10 <sup>6</sup>         | 1,0 · 10 <sup>5</sup> | –    | –                     | 8,9       |
| 18          | –0,65       | 013/2            | 20 м <sup>3</sup>     | 4,0 · 10 <sup>6</sup>         | 0,8 · 10 <sup>5</sup> | –    | –                     | 1,1       |
| 30          | –2,60       | 001/3            | 270 м <sup>3</sup>    | 5,2 · 10 <sup>6</sup>         | 1,0 · 10 <sup>6</sup> | 360  | 4,0 · 10 <sup>3</sup> | 3,6       |
| 31          | –0,65       | 012/5            | 20 м <sup>3</sup>     | 6,1 · 10 <sup>7</sup>         | 8,9 · 10 <sup>6</sup> | 3100 | 1,3 · 10 <sup>4</sup> | 43        |
| 32          | –0,65       | 012/7            | 10 м <sup>3</sup>     | 1,3 · 10 <sup>8</sup>         | 2,2 · 10 <sup>6</sup> | 4200 | 2,8 · 10 <sup>4</sup> | 110       |
| 111         | –6,00       | 0005             | 5 м <sup>3</sup>      | 6,8 · 10 <sup>6</sup>         | 1,0 · 10 <sup>6</sup> | 1600 | 2,0 · 10 <sup>3</sup> | 5,7       |

Дослідження фазового розподілу активності показали, що значна частка активності РРВ зосереджена на дрібнодисперсних частинках і колоїдах. Частинки твердої фази, потрапляючи у водні скупчення на нижніх відмітках блоку, осідають і утворюють донні відкладення.

Наприклад, об'єм донних відкладень у приміщенні 001/3 досягає 100 м<sup>3</sup> із сумарною масою близько 150 т, при цьому валова кількість <sup>239</sup>Pu становить 430 г, а <sup>235</sup>U – 860 г [8].

В результаті неорганізованих витоків води на нижніх відмітках блоку Б і ДСРВ утворюються скупчення середньоактивних РРВ, що витікають за межі ОУ по двох основних напрямках – північному і південно-східному [9].

Експериментальні дослідження показали, що з північної частини ОУ в приміщення ДСРВ 3-го блоку йде від 300 до 900 м<sup>3</sup>/рік середньоактивних РРВ [9]. Направлення й інтенсивність витоків РРВ з південно-східної частини ОУ в даний час досліджуються.

Велика частина РРВ, що утворилися в північній частині блоку Б, акумулюється в приміщенні 001/3. Максимальна сумарна об'ємна активність <sup>137</sup>Cs і <sup>90</sup>Sr в цьому найкрупнішому водному скупченні в 2005 р. досягла величини  $1,8 \cdot 10^{10}$  Бк/м<sup>3</sup>, <sup>240</sup>Pu + <sup>239</sup>Pu + <sup>238</sup>Pu –  $3,0 \cdot 10^6$  Бк/м<sup>3</sup>, максимальна концентрація урану склала 28 г/м<sup>3</sup>.

Радіонуклідний і хімічний склад цього водного скупчення формується в результаті надходження низькоактивного протікання з боку каскадної стіни і високоактивного протікання з північної частини басейну-барботера. Тому було б доцільно організувати локальне очищення високоактивних РРВ до їх надходження в приміщення 001/3.

#### 9.4. Радіоактивні аерозолі об'єкта «Укриття»

Повітряна міграція радіонуклідів з ОУ є одним з основних джерел забруднення зовнішнього середовища при нормальній експлуатації і, особливо, при аваріях.

Основними шляхами виходу радіоактивних аерозолів з ОУ в довкілля служать:

- вентиляційна труба 2 (ВТ-2), в яку прокладений канал з розвалу ЦЗ (так звана вентиляційна система «Байпас»);
- нещільність (щілини, технологічні отвори, люки) зовнішніх конструкцій ОУ, площа яких для верхньої оцінки викидів у розрахунках прийнята в 120 м<sup>2</sup>.

Аналіз результатів багаторічних спостережень показує [10], що інтенсивність викиду радіоактивних аерозолів з ОУ визначається дією суми природних і техногенних чинників.

На рис. 9.4.1 представлена динаміка неорганізованого викиду радіоаерозолів через отвори на верхніх відмітках ОУ з 1992 р. по жовтень 2005 р. Як коментар до цих даних можна відзначити таке:

1. У період 1992–1996 рр. спостерігався спад активності викиду, що змінився періодом незначних коливань.
2. У 1998 р. спостерігалось зростання активності викидів, що обумовлене проведенням робіт по зміцненню вентиляційної труби.
3. Деяке підвищення радіозольної активності в 2001 р. пояснюється поєднанням несприятливих метеоумов (сухе, жарке і вітряне літо) з проведенням ремонтних робіт на легкій покрівлі.
4. Аерозольний викид з ОУ складає декілька відсотків від допустимого для нормально функціонуючого енергоблоку – «мільйонника».

Для радіоаерозолів у викидах з ОУ характерний широкий діапазон розмірів. Проте найбільш часто у викидах повітряних потоків поступають частинки з АМАД 2–6 мкм. Аерозолі такого розміру мають невисоку швидкість гравітаційного осадження. Наприклад, щоб за рахунок гравітації

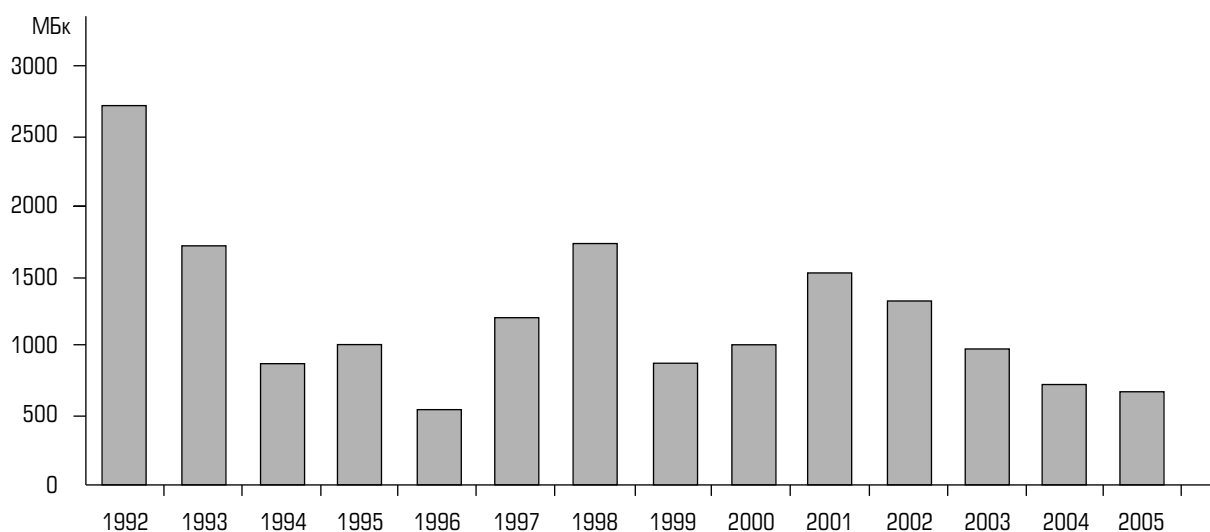


Рис. 9.4.1. Динаміка викиду радіоаерозолів крізь щілини в покрівлі об'єкта «Укриття» за даними акумулюючих планшетів

частинкам з діаметром 10 мкм опустились з висоти 50 м, буде потрібно майже 1 година. За цей час вони будуть віднесені від ЧАЕС на багато кілометрів. Тому їх вплив на радіаційну обстановку в локальній зоні ОУ мінімальний.

Контроль забруднення приземного шару повітря локальної зони ОУ виконувався за допомогою трьох аспіраційних установок, розташованих уздовж її периметру.

Рівень забруднення повітря в конкретній точці локальної зони визначається сумою природних і техногенних чинників:

- інтенсивністю винесення радіоактивних аерозолів з ОУ;
- інтенсивністю і періодичністю випадання атмосферних опадів;
- метеоумовами (температура, вологість, напрям і швидкість вітру);
- характером і інтенсивністю виконуваних в локальній зоні робіт.

З даних, представлених на рис. 9.4.2, витікає, що:

1. Протягом 1992–1996 рр. відбувався інтенсивний спад середньорічної об'ємної активності приземного шару повітря локальної зони ОУ.

2. З 1996 р. і по теперішній час значення середньорічної об'ємної активності локальної зони стабілізувалося і становить близько  $10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>.

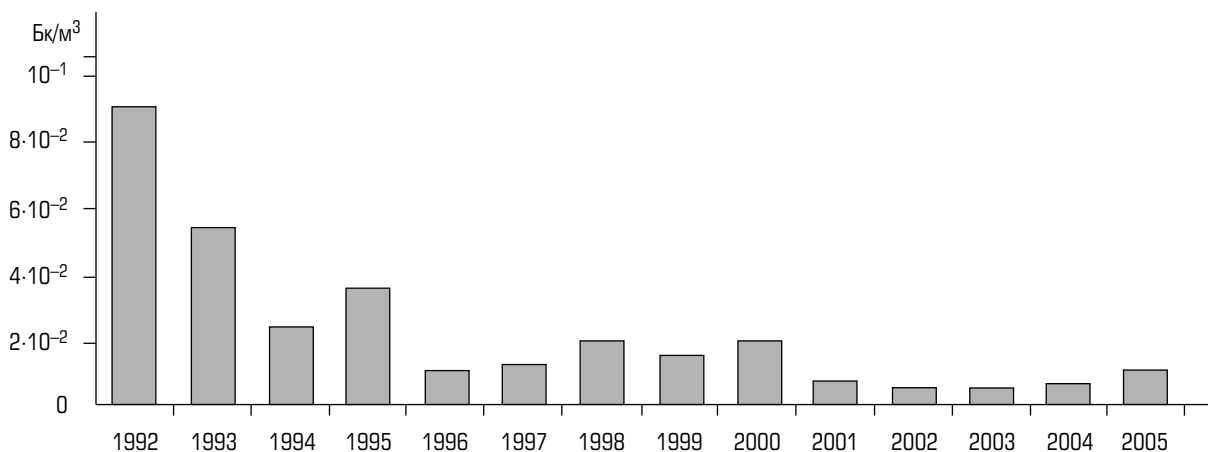


Рис. 9.4.2. Середньорічна об'ємна активність приземного повітря локальної зони ОУ за даними аспіраційних установок

Максимальний рівень забруднення повітря, що спостерігався в 2005 р., склав:

- $1,4 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup> для суми альфа-випромінювачів;
- $8,5 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup> для суми бета-випромінювачів.

З метою зменшення концентрації аерозолів в ОУ і їх винесення в атмосферу в кінці 1989 р. була введена в експлуатацію стаціонарна система пилопригнічення (СПП). За цей час нанесено більше 1000 т пилопригнічуючих розчинів, що дозволило значно зменшити і стабілізувати винесення аерозолів з ОУ.

Застосування пилопригнічуючих розчинів з високою концентрацією органічних компонентів (до 23%) дозволило створити на зрошуваних поверхнях захисну полімерну плівку з високими характеристиками міцності. До нанесення покриття величина бета-активності, що знімається з поверхонь, розташованих в районі західної опори балки «Мамонт», складала 12 000–30 000 част/см<sup>2</sup> · хв. Після нанесення покриття ця величина склала 150–1200 част/см<sup>2</sup> · хв. Таким чином, суттєво зменшилась інтенсивність утворення радіоактивних аерозолів при виконанні робіт.

## 9.5. Контроль забруднення та рівнів ґрунтових вод

Систематичний контроль забруднення ґрунтових вод в локальній зоні проммайданчика ОУ розпочатий у 1992 р. Для цього щомісячно проводиться відбір і радіохімічний аналіз проб води із свердловин 1Г–6Г, розташованих в північній частині локальної зони нижче вздовж потоку відносно ОУ. Крім того, 2 рази на місяць вимірюються рівні ґрунтових вод (РГВ).

Характер змін концентрації стронцію протягом 2003–2005 рр., а також результати гамма-каротажу і визначення у воді з свердловини 4Г об'ємної концентрації <sup>238</sup>Pu, <sup>239+240</sup>Pu, <sup>241</sup>Am і <sup>244</sup>Cm та ізотопного складу урану, в сукупності не дозволяють однозначно стверджувати, що витік РРВ з ОУ в геологічне середовище відбувається (або відбувався раніше).

Середній РГВ в локальній зоні в 2005 р. знаходився в межах від 110,20 до 110,87 м. Причому, максимальний на початку року рівень в червні перевищив раніше зафіксований максимум

(110,61 м в червні 2001 р.) за весь період спостережень, починаючи з 1998 року. Крім цього, за останні роки спостерігається тенденція до підвищення РГВ. При цьому порушується відповідність між динамікою середньорічного РГВ і кількістю атмосферних опадів, що спостерігалася раніше.

## 9.6. Радіаційні параметри об'єкта «Укриття»

### 9.6.1. Загальна характеристика радіаційного стану приміщень об'єкта

Потужність експозиційної дози (ПЕД) у внутрішніх приміщеннях і на покрівлях «Укриття» лежить у дуже широких межах, що зумовлюється просторовим розташуванням ПВМ у приміщеннях і вмістом в ПВМ урану і продуктів його ділення.

До теперішнього часу розподіл приміщень ОУ за величиною ПЕД виглядає таким чином (таблиця 9.6.1).

Таблиця 9.6.1

Розподіл обстежених приміщень ОУ за рівнем ПЕД

| Радіаційна обстановка, Р/год | Блоки    |          |           |                   |                   |
|------------------------------|----------|----------|-----------|-------------------|-------------------|
|                              | Блок «Б» | Блок «В» | Блок ДСРВ | Блок «Г»<br>(А-Б) | Блок «Г»<br>(Б-Г) |
| до 0,5                       | 66       | 17       | 59        | 59                | 140               |
| 0,5–1                        | 13       |          |           |                   | 1                 |
| 1–5                          | 70       |          |           | 6                 | 1                 |
| 5–10                         | 7        |          |           | 1                 |                   |
| 10–50                        | 14       |          |           |                   |                   |
| 50–100                       | 7        |          |           |                   |                   |
| 100–500                      | 4        |          |           |                   |                   |
| > 500                        | 7        |          |           |                   |                   |
| Недоступні приміщення        | 126      |          | 4         | 28                | 7                 |

З таблиці виходить, що в більшості доступних приміщень реакторного блоку Б середня величина ПЕД гамма-випромінювання не перевищує 1 Р/год.

### 9.6.2. Радіаційна обстановка на покрівлях «Укриття»

Після спорудження «Укриття» радіаційна обстановка на його покрівлях визначалася в основному гамма-випромінюванням, що проникає із внутрішніх приміщень і від забруднених конструкцій. З часом відбулося значне зменшення ПЕД в результаті природного розпаду випромінювачів і великого комплексу дезактиваційних робіт, проведених на покрівлях і коливається від 0,1–8 Р/год.

### 9.6.3. Радіаційна обстановка на проммайданчику

ПЕД на території поблизу ОУ визначається двома чинниками: гамма-випромінюванням самого «Укриття» і випромінюванням радіоактивно забруднених ґрунтів і об'єктів, розташованих на проммайданчику ОУ.

Найзабрудненішою є територія безпосередньо близька до 4-го блоку ЧАЕС, так звана локальна зона ОУ.

Забруднення території має неоднорідний характер. Аналіз картограми ПЕД дає підставу припустити про існування помітного внеску випромінювання з боку ОУ з ділянки сходово-ліфтового блоку. Вплив ОУ на об'ємний розподіл ПЕД над проммайданчиком добре ілюструє рис. 9.6.1.

Різке зростання у напрямку до блоку спостерігається в районі ряду А. Можна припустити, що причиною відзначеної аномалії можуть бути локальні інтенсивні джерела гамма-випромінювання, що знаходяться на даху машзалу і деаераторної етажерки, тому до початку будівництва конфайнмента, ці джерела було б доцільно або вилучити, або заекранувати.

## 9.7. Стан будівельних конструкцій

Будівельні конструкції ОУ – це поєднання «старих» конструкцій зруйнованого енергоблоку № 4 та «нових» конструкцій, зведених після аварії.

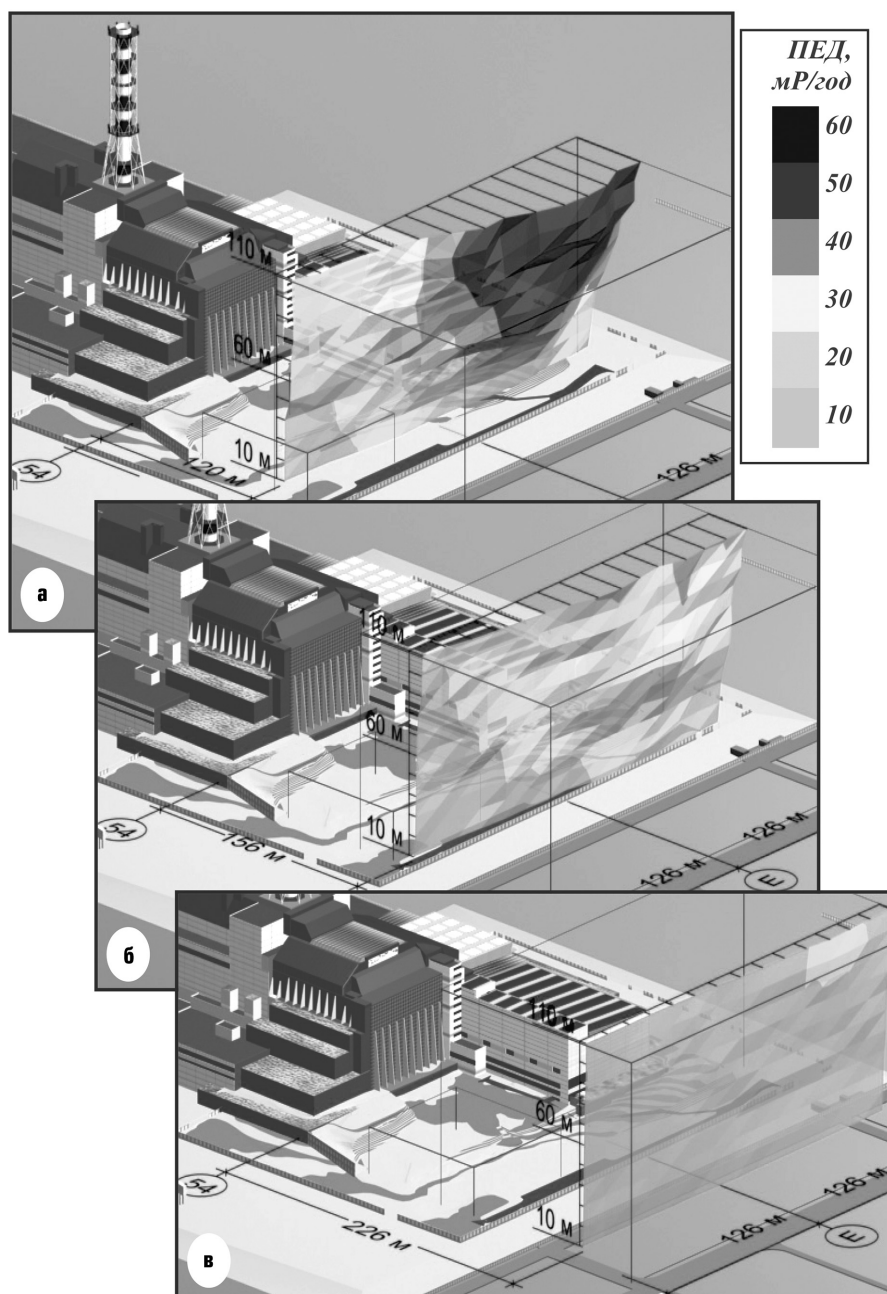


Рис. 9.6.1. Модель гамма-поля в зоні зведення НБК (червень 2004 р.):  
*a* – перетин по осі 54 + 120 м; *б* – перетин по осі 54 + 156 м; *в* – перетин по осі 54 + 226 м

Завдяки такому поєднанню створена унікальна просторова споруда, будівельні конструкції якої виконують надзвичайно важливу функцію захисних інженерних бар'єрів на шляхах виходу радіоактивних речовин та іонізуючих випромінювань у навколишнє середовище.

Основу таких бар'єрів складають зовнішні захисні конструкції, що були зведені після аварії.

Післяаварійний стан «старих» конструкцій зруйнованого енергоблоку характеризується значними пошкодженнями елементів та вузлів, що збереглися, їх перевантаженням внаслідок повалених на них зруйнованих конструкцій, обладнання, а також матеріалів, що використовувались під час ліквідації аварії. Оголена арматура залізобетонних конструкцій та металоконструкції піддаються корозії. Наявність таких серйозних дефектів вимагає постійного нагляду за станом цих конструкцій та прийняття за необхідності стабілізаційних заходів.

Зведені після аварії «нові» конструкції (захисно-роздільні стіни та металоконструкції покриття) були запроектовані відповідності до діючих на той час будівельних норм. Однак для цієї групи конструкцій також існують проблеми їх надійності та довговічності.

Тому одразу ж після завершення спорудження ОУ почались дослідження стану його будівельних конструкцій.

Протягом 1988–1989 рр. були реалізовані проекти з підсилення зазначених аварійних конструкцій, виявлених критичних зон.

Подальші регулярні натурні обстеження дозволили виявити ще ряд дефектів, які необхідно було усунути, щоб розв'язати проблему підвищення надійності конструкцій, що впливають на безпеку ОУ.

У 1998 р. було виконано ремонт несучого каркаса вентиляційної труби, в якому було виявлено 30 дефектів (рис. 9.7.1).

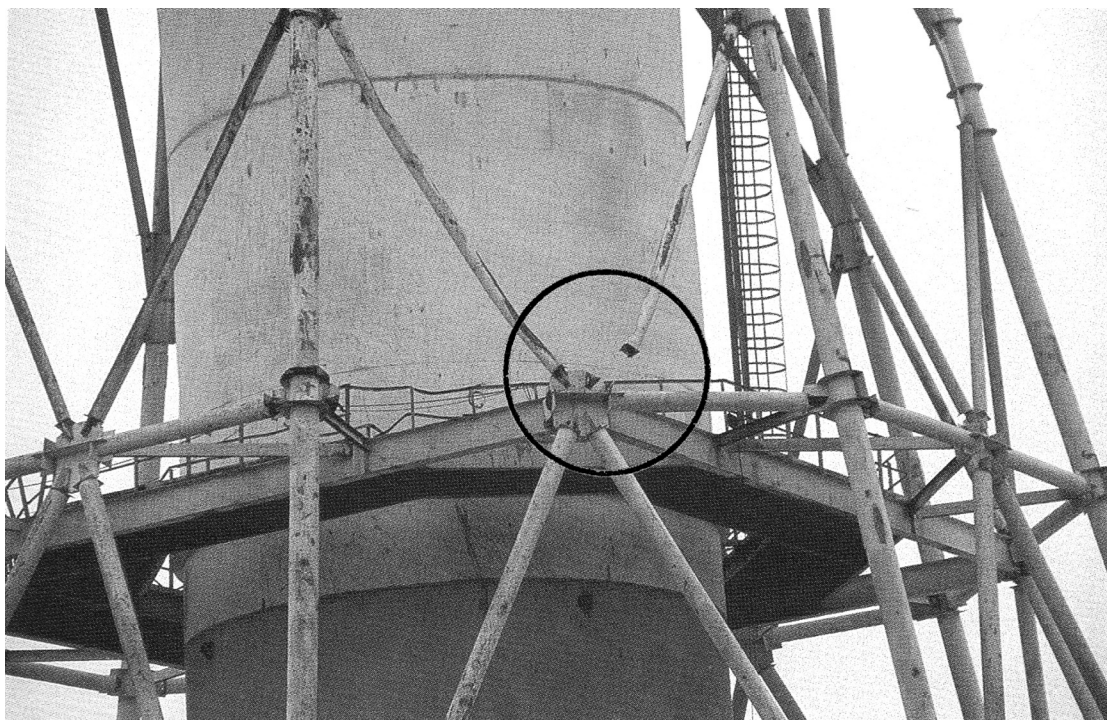


Рис. 9.7.1. Дефекти несучого каркаса вентиляційної труби ВТ-2

Керівництво роботами здійснювалось персоналом об'єкта «Укриття». Виконавцем робіт було КСМП «Укренергобуд». Експерти США та Канади надавали технічну допомогу та консультації, здійснювали загальний нагляд за виконанням проекту. Таким чином, ремонт вентиляційної труби був першим міжнародним проектом, що забезпечив підвищення безпеки ОУ.

Слід зазначити, що виконані обстеження та перелічені заходи з підсилення конструкцій дозволили забезпечити безаварійну експлуатацію ОУ до теперішнього часу.

Починаючи з 1998 р. подальші роботи з обстеження стану будівельних конструкцій та їх стабілізації виконуються згідно з Планом Здійснення Заходів на ОУ (ПЗЗ ОУ).

В рамках ПЗЗ ОУ ці роботи набули більш системного та масштабного характеру. Цьому сприяли систематизація всієї попередньої інформації про стан конструкцій, отримання нових даних натурних обстежень і розробка комп'ютерних моделей для оцінки надійності конструкцій, що впливають на безпеку ОУ.

## **9.8. Стратегія перетворення ОУ на екологічно безпечну систему та план здійснення заходів на об'єкті «Укриття»**

Для визначення основних засад, мети та стратегічних напрямів діяльності щодо перетворення ОУ на екологічно безпечну систему згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 1561 від 28 грудня 1996 р. була розроблена Стратегія перетворення ОУ. З урахуванням основних результатів виконання першої фази Плану здійснення заходів на ОУ Стратегія була переглянута та схвалена рішенням Міжвідомчої комісії з комплексного розв'язання проблем Чорнобильської АЕС № 2 від 12 березня 2001 р.

Стратегією визначені головні напрями і етапи перетворення ОУ.

**Етап 1** – стабілізація стану існуючого об'єкта, підвищення експлуатаційної надійності та

довговічності конструкцій та систем, що забезпечують стабілізацію та контроль показників безпеки «Укриття».

**Етап 2** – створення додаткових захисних бар'єрів, у першу чергу конфайнмента, що забезпечують необхідні умови для технічної діяльності на етапі 3 та безпеку персоналу, населення та довкілля, підготовчі інженерно-технічні роботи, спрямовані на розроблення технологій вилучення з ОУ паливовмісних матеріалів на етапі 3, створення інфраструктури для поводження з РАВ ОУ;

**Етап 3** – вилучення з ОУ паливовмісних матеріалів та довгоіснуючих РАВ, їх кондиціонування з подальшим зберіганням і захороненням у сховищах радіоактивних відходів відповідно до чинних стандартів, зняття з експлуатації ОУ.

Об'єкт «Укриття» не відповідає вимогам, які ставляться до сховищ довгоіснуючих РАВ. Створення надійних технічних бар'єрів для постійної ізоляції (консервації) ПВМ всередині об'єкта пов'язано з величезними змінами у природних системах та непередбачуваними наслідками, зокрема, через геологічні умови території, на якій розташований ОУ. Тому перетворення «Укриття» на екологічно безпечну систему повинно передбачати вилучення ПВМ та високоактивних відходів (ВАВ) з об'єкта, переведення їх у безпечний стан, проміжне контролюване зберігання та захоронення у глибинних сховищах (у стабільних геологічних формаціях).

Строк вилучення ПВМ з ОУ має бути пов'язаний з програмою зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС і Комплексною програмою поводження з РАВ. Ці програми мають передбачати накопичення коштів, впровадження технологій та обладнання для вилучення ПВМ та ВАВ, виготовлення контейнерів та переобладнання або побудову приміщень, призначених для зберігання ПВМ та ВАВ, до початку їх вилучення. Вилучення ПВМ і ВАВ планується почати орієнтовно через 30–50 років та повинно бути завершено до закінчення терміну служби конфайнмента.

### **9.8.1. План здійснення заходів на об'єкті «Укриття». Цілі та завдання**

Метою проекту Плану здійснення заходів (далі – ПЗЗ ОУ) є реалізація першочергових заходів із перетворення існуючого ОУ на екологічно безпечну систему.

Фінансування робіт за ПЗЗ ОУ здійснюється з Чорнобильського фонду «Укриття» (ЧФУ) та з Держбюджету України.

Оригінальний бюджет та графік ПЗЗ ОУ були розроблені у 1997 році у формі звіту ТАСІС «План здійснення заходів «Укриття» та були основою для досягнення домовленості між країнами G-7 та Україною щодо необхідності виконання зазначених у звіті обсягів робіт за підтримки міжнародного співтовариства. У звіті представлено попередній графік реалізації (із початком 01.01.1997 і загальним строком у 8 років і 8 місяців) та визначено бюджет – 758 млн дол. США.

Рішення щодо реалізації ПЗУ було прийнято G-7 у Денвері у червні 1997 р.

Ключовими напрямками реалізації ПЗУ є:

- Стабілізація і підготовчі роботи.
- Безпека і допоміжні системи.
- Спорудження нового безпечного конфайнменту.

Весь комплекс робіт ПЗУ розбитий на 22 завдання з точки зору захисту персоналу, радіологічної безпеки та безпеки оточуючого середовища. Основні обсяги робіт ПЗУ передбачають проектування, будівництво і введення в експлуатацію об'єктів, систем та обладнання.

У ПЗЗ ОУ для управління проектом і подальшої його реалізації передбачені три ключові програмні етапи:

- підтвердження рішень по стабілізації (П1);
- рішення щодо стратегії оптимальної локалізуючої оболонки (П10);
- рішення по стратегії вилучення паливовмісних матеріалів, що визначить оптимальний спосіб і час видалення ПВМ із обґрунтуванням аналізу витрат і можливості реалізації (П8).

У 2002 р. закінчено етап передпроектних досліджень у межах «Плану здійснення заходів на ОУ та здійснено перехід до стадії проектування і виконання фізичних обсягів робіт за ПЗЗ ОУ.

## **9.9. Стабілізація будівельних конструкцій**

Мета стабілізації будівельних конструкцій – зменшення імовірності потенціальних аварій, пов'язаних з руйнуванням будівельних конструкцій, що виконують функцію утримання радіоактивних речовин і іонізуючих випромінювань в межах існуючого «Укриття».

Досягнення заданої мети здійснюється шляхом розробки та реалізації комплексу заходів, що забезпечують прийнятні показники надійності будівельних конструкцій, важливих для безпеки «Укриття».

Протягом 2002–2003 рр. консорціумом КСК у складі українських організацій, зокрема Київ-



ського інституту «Енергопроект», Науково-дослідного інституту будівельних конструкцій та Інституту проблем безпеки атомних електростанцій, був розроблений і погоджений з регулюючими органами України робочий проект, що передбачає виконання стабілізаційних заходів для таких конструкцій та вузлів.

Починаючи з кінця 2004 р. цей проект реалізується будівельними організаціями України та Росії, що об'єдналися в консорціум «Стабілізація».

До цього були розгорнуті роботи з будівництва об'єктів інфраструктури, життєво необхідних для виконання стабілізації.

Із низки стабілізаційних заходів найбільш масштабною є стабілізація західного фрагмента «Укриття».

Ідея стабілізації цього фрагмента полягає у спорудженні західніше контрфорсної стіни двох просторових металевих веж, що встановлюються на масивні залізобетонні фундаменти і з'єднуються між собою просторовими блок-фермами у трьох рівнях (рис. 9.9.1).

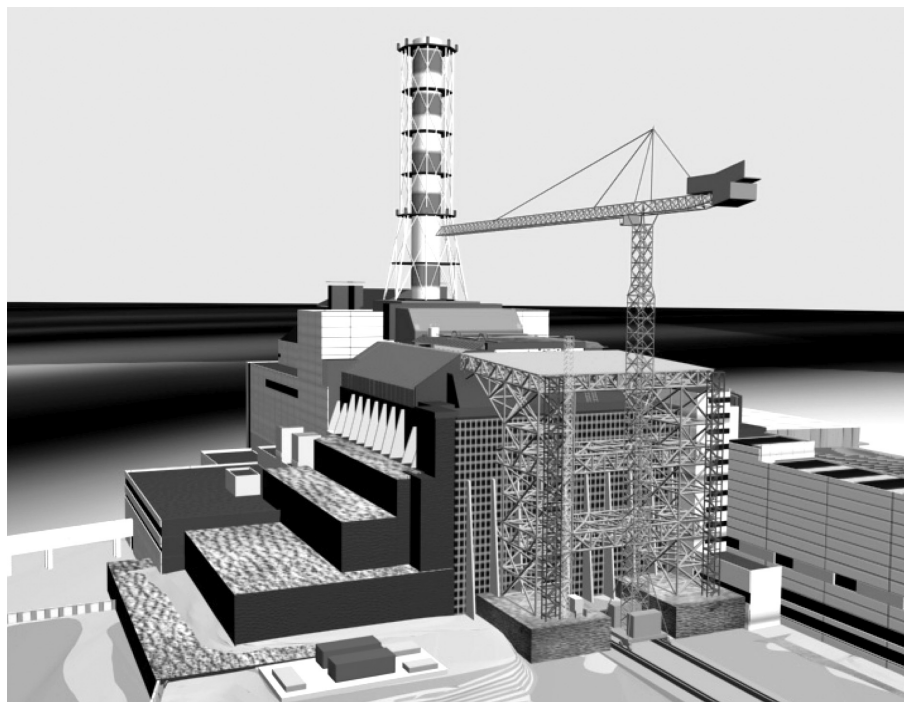


Рис. 9.9.1. Стабілізація західного фрагмента «Укриття». Схема підсилення металокаркасів

Таке рішення дає можливість зняти навантаження на пошкоджені каркас і стіну західного фрагмента та передати його на заново зведені конструкції веж.

Крім того, через систему спеціальних упорів, що розміщуються у трьох рівнях, забезпечується сприйняття новими конструкціями горизонтальних навантажень від західного фрагмента в напрямку «схід–захід» при сейсмічному впливі. Таким чином, створюються умови фіксації існуючого положення стіни по осі 50 і прилеглого до неї каркаса та перешкоджання подальшому їх зміщенню в західному напрямку, що могло б призвести до обвалення.

Виконання запланованого обсягу будівельно-монтажних робіт із стабілізації будівельних конструкцій в радіаційно-небезпечних умовах ОУ є доволі складним інженерним завданням. Насамперед це стосується проблеми створення безпеки персоналу, що залучається до цих робіт, а також підтримання необхідного і достатнього рівня радіаційної та екологічної безпеки самого об'єкта. Для вирішення цього завдання були розроблені документи, що обґрунтовують безпеку реалізації стабілізаційних заходів.

З метою забезпечення протирадіаційного захисту персоналу розроблений та обґрунтований комплекс організаційних, радіаційно-гігієнічних та технічних заходів.

У процесі виконання стабілізації очікується утворення біля 350 т твердих радіоактивних відходів (ТРАВ), головним чином низькоактивних.

Захоронення ТРАВ здійснюється у приповерхневому сховищі «Буряківка», що знаходиться в Зоні відчуження. У випадку виявлення ВАВ вони передаються на тимчасове зберігання у сховище на промайданчику Чорнобильської АЕС.

Аналіз уже виконаних та запланованих робіт зі стабілізації свідчить про те, що основним

видом додаткових впливів на довкілля є викид радіоактивних речовин в атмосферу з наступним їх перерозподілом в компонентах навколишнього середовища.

Виконані оцінки впливів на навколишнє середовище показали, що за нормальних умов виконання робіт привнесена додаткова кількість радіоактивних речовин буде складати частки процента від існуючого забруднення території Зони відчуження.

Аналіз впливів, пов'язаних з потенційними аваріями, які можуть виникнути в процесі здійснення робіт зі стабілізації показав, що максимальне додаткове забруднення ґрунту буде спостерігатися на відстані 1 км, але не перевищить 130 кБк/м<sup>2</sup> або 2% від існуючого рівня забруднення. На межі Зони відчуження величина додаткового забруднення внаслідок аварії складе приблизно 4% від існуючого рівня. Індивідуальна ефективна доза потенційного опромінення населення за межами Зони відчуження не перевищить 1 мЗв, що нижче межі виправданості для прийняття невідкладних контрзаходів.

Враховуючи статус і радіологічні характеристики території, яка може зазнати додаткового забруднення внаслідок потенційної аварії при виконанні робіт зі стабілізації, а також враховуючи те, що імовірність такої події на декілька порядків менше імовірності обвалення «Укриття» у випадку, коли його не підсилувати, то виконання стабілізаційних заходів є виправданим.

Будівельно-монтажні роботи зі стабілізації «Укриття» планується завершити до кінця 2006 р. Колективна доза опромінення персоналу очікується на рівні біля 40 люд.-Зв.

## **9.10. Створення нового безпечного конфайнменту**

### **9.10.1. Мета створення та функції**

Створення нового безпечного конфайнменту (НБК) є основним етапом підготовки до перетворення ОУ на екологічно безпечну систему.

Відповідно до положень Закону України «Про загальні засади подальшої експлуатації і зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення зруйнованого четвертого енергоблоку цієї АЕС на екологічно безпечну систему» спорудження НБК має забезпечити досягнення таких цілей:

- забезпечення захисту персоналу, населення і довкілля від впливу джерел ядерної та радіаційної небезпеки, пов'язаних з існуванням ОУ;
- створення умов для здійснення практичної діяльності з перетворення ОУ на екологічно безпечну систему, зокрема для вилучення залишків ядерного палива і паливовмісних матеріалів, виконання робіт з демонтажу/підсилення нестабільних конструкцій ОУ та поводження з радіоактивними відходами.

Досягнення зазначених цілей повинно реалізуватися шляхом надання споруді НБК та його системам і елементам властивостей виконувати певні функції.

Оскільки захист людини і довкілля досягається, насамперед, запобіганням розповсюдженню радіоактивних речовин і іонізуючих випромінювань за межі НБК, то однією із основних є функція локалізації.

Ця функція повинна виконуватись за умов нормальної експлуатації, порушень нормальної експлуатації, аварійних ситуацій та аварій і повинна забезпечуватись:

- цілісністю захисних конструкцій НБК протягом тривалого періоду експлуатації (не менше 100 років);
- запобіганням обвалення нестабільних конструкцій «Укриття» шляхом їх демонтажу або підсилення на період, що визначається умовами безпечної експлуатації НБК;
- обмеженням надходження атмосферних опадів всередину споруди;
- захистом гідрогеологічного середовища від забруднення радіоактивними речовинами, що знаходяться в НБК;
- обмеженням розповсюдження радіоактивних речовин всередині НБК.

Іншими функціями НБК є функції технологічного забезпечення та фізичного захисту.

Функція технологічного забезпечення реалізується за допомогою розміщення і функціонування систем і елементів, а також створення відповідних умов, що необхідні для:

- нормальної експлуатації НБК;
- демонтажу/підсилення нестабільних конструкцій «Укриття»;
- поводження з радіоактивними відходами (РАВ);
- майбутнього вилучення паливовмісних матеріалів (ПВМ).

Функція фізичного захисту полягає в фізичному захисті ядерних та радіоактивних матеріалів, що знаходяться в «Укритті».

Але найбільш системно і детально ця ідея почала опрацьовуватися з 1998 р. під час виконання Плану Здійснення Заходів (ПЗЗ ОУ).

Міжнародним консорціумом «Чорнобиль» у складі Washington Group International, Inc (США), BNFL Engineering Ltd (Великобританія) і українських організацій: Київського інституту «Енергопроект» (КІЕП), Науково-дослідного інституту будівельних конструкцій (НДІБК) та Інституту проблем безпеки атомних електростанцій (ІПБ АЕС) був виконаний всебічний аналіз всіх попередніх технічних рішень, сформульовані концептуальні проектні критерії і вимоги до НБК, запропонована стратегія його створення.

Після аналізу цих варіантів за участю незалежних українських експертів і Міжнародної Консультативної Групи перевагу було надано варіанту «АРКА».

У 2003 р. Міжнародним Консорціумом у складі Bechtel International Systems (США), Electricite' de France (Франція) і Battelle Memorial Institute (США) за участю КІЕП, НДІБК і ІПБ АЕС був розроблений концептуальний проект (КП) НБК, основні технічні рішення якого та обґрунтування безпеки наводяться нижче.

### **9.10.2. Конструктивні рішення НБК**

Згідно з метою створення і виконуваними функціями НБК в концептуальному проекті визначені його основні об'єкти:

- основна споруда у вигляді захисної конструктивної оболонки;
- технологічний корпус, який розміщується із західної сторони НБК;
- допоміжні споруди і будівлі (каналізаційна насосна станція, контрольно-пропускні пункти для персоналу і автотранспорту тощо).

Захисна оболонка виконана у вигляді металевої конструкції арочного типу з торцевими стінами. Арочна конструкція буде накривати основну частину «Укриття» за винятком невеликих ділянок деаераторної етажерки і машинного залу, що будуть виступати зовні через західну торцеву стіну.

Геометричні розміри оболонки складають: прогін – 257,44 м, ширина – 150 м, висота – 108,39 м. Загальний вигляд НБК наведений на рис. 9.10.1.

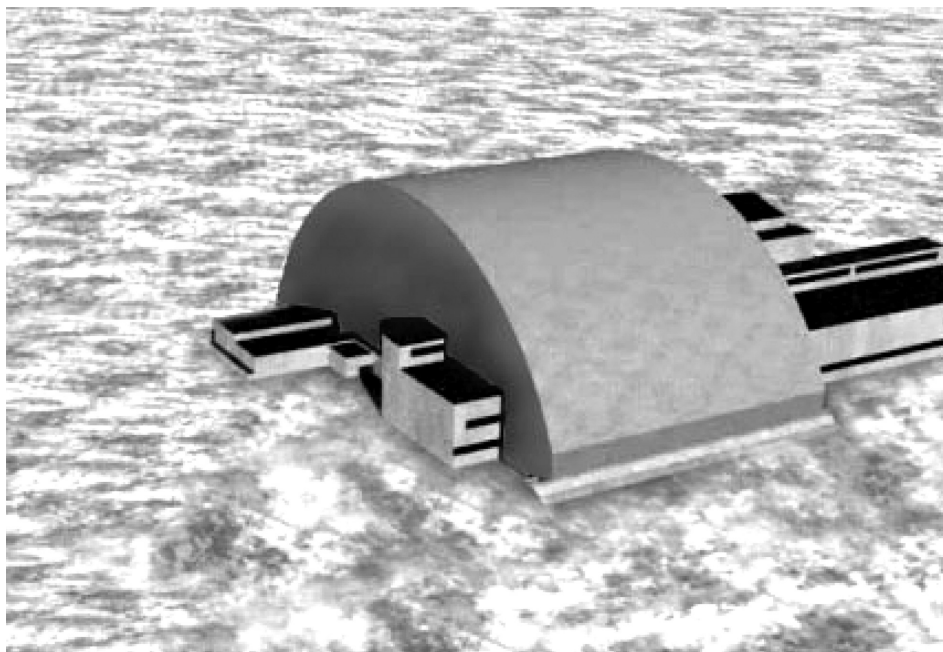


Рис. 9.10.1. НБК в проектному положенні

Проектний строк експлуатації НБК (не менше 100 років) досягається за рахунок:

- врахування при проектуванні екстремальних навантажень і впливів відповідно до вимог чинних нормативних документів;
- застосування матеріалів з підвищеними корозійним опором із урахуванням дії радіаційних факторів;
- вибору оптимального режиму експлуатації споруди;
- конструктивних рішень, що забезпечують ремонтпридатність окремих елементів споруди.

### 9.10.3. Системи НБК

У НБК передбачені такі основні системи, що забезпечують його експлуатацію:

- кранове обладнання з комплектом технічних засобів для демонтажу нестабільних конструкцій;
- вентиляції;
- пилопригнічення за допомогою мобільної установки;
- дезактивації;
- водопостачання та каналізації;
- теплопостачання та кондиціонування повітря;
- інтегрована система управління;
- електропостачання;
- зв'язку та промислового телебачення;
- протипожежної безпеки;
- фізичного захисту;
- поводження з твердими та рідкими РАВ.

Система контролю ядерної безпеки та система контролю стану ПВМ у концептуальному проекті не розроблялись. Це питання повинно вирішуватись в рамках інших проектів.

Питання фізичного захисту на період будівництва в ув'язці з існуючою системою фізичного захисту ЧАЕС та ОУ повинні розглядатися на наступних стадіях проектування.

### 9.10.4. Поводження з радіоактивними відходами

Спорудження і подальша експлуатація НБК нерозривно пов'язані з діяльністю щодо поводження з РАВ, включаючи ПВМ. Ця діяльність має свої особливості на кожному із етапів: будівництво НБК, демонтаж нестабільних конструкцій «Укриття», майбутнє вилучення основної маси ПВМ та інших РАВ.

Запропоновані в концептуальному проекті технічні рішення щодо поводження з РАВ при будівництві НБК в своїй основі спираються на такі передумови:

- максимальне використання існуючої системи поводження з РАВ на ЧАЕС і в Зоні відчуження;
- врахування запланованих заходів по удосконаленню існуючої системи, що буде здійснюватися в рамках інтегрованої програми поводження з РАВ на ЧАЕС;
- контроль та облік ядерних матеріалів здійснюється з використанням існуючої на ЧАЕС системи;
- поводження з ПВМ є прерогативою ЧАЕС, поводження з усіма іншими РАВ здійснює Підрядник по спорудженню НБК;
- вилученню підлягають тільки РАВ, що знаходяться в зонах виконання будівельних робіт. Для решти РАВ, зокрема, локалізованих в техногенному шарі на території, що прилягає до «Укриття», повинна бути забезпечена можливість їх відкладеного вилучення на наступному етапі перетворення «Укриття» на екологічно безпечну систему.

Під час будівництва основні обсяги РАВ будуть утворюватися при демонтажі або розбиранні різних об'єктів, що попадають в зону будівництва, а також при виконанні земляних робіт у місцях розміщення фундаментів нових споруд НБК.

Загальна кількість РАВ при будівництві НБК прогнозується на рівні 110 тис. м<sup>3</sup>. Переважна кількість РАВ буде відноситись до категорії низькоактивних, значно менша (біля 3 тис. м<sup>3</sup>) – до середньоактивних. Передбачається, що обсяг високоактивних РАВ (ВАВ) складе близько 120 м<sup>3</sup>.

Загальна схема поводження з РАВ включає два рівні сортування:

- первинне сортування на місці утворення РАВ з метою ідентифікації ПВМ і розділення решти відходів за видом матеріалу (метал, бетон та інші) і геометричними розмірами (велико- і малогабаритні);
- вторинне сортування на спеціально обладнаному майданчику для розділення на ті, що підлягають захороненню, і ті, що можуть бути використані для зворотної засипки котлованів у місцях зведення фундаментів.

Зберігання ВАВ організує ЧАЕС в існуючих сховищах на проммайданчику станції.

У результаті діяльності з демонтажу нестабільних конструкцій «Укриття», утворяться радіоактивні відходи. Загальний обсяг цих відходів може сягнути біля 5 тис. м<sup>3</sup>.

Для поводження з такими РАВ у концептуальному проекті передбачена технологічна схема, що включає фрагментацію, сортування, дезактивацію, контейнеризацію, тимчасове зберігання всередині НБК.

Питання майбутнього поводження з основною масою ПВМ та інших РАВ, що будуть утворюватись на наступному етапі перетворення «Укриття» на екологічно безпечну систему, в концептуальному проекті не розглядалися. Вважається, що наявність основного вантажопідіймального обладнання та значний резерв виробничих площ після завершення робіт з демонтажу нестабільних конструкцій «Укриття» створить належні умови для здійснення цієї діяльності. Справедливість цього твердження потребує обґрунтування на стадії робочого проектування НБК.

#### **9.10.5. Забезпечення ядерної безпеки**

Забезпечення ядерної безпеки при спорудженні і експлуатації НБК полягає у створенні та/або підтриманні умов, що спрямовані на запобігання виникненню самопідтримуючої ланцюгової реакції (СЛР).

Відомо, що виникнення СЛР можливо при заливанні водою ядерно-небезпечних композицій ПВМ, які існують в «Укритті», а також тих, що можуть утворитись у випадку неконтрольованих переміщень ПВМ.

Під час виконання робіт з будівництва НБК і демонтажу нестабільних конструкцій на стан ядерної безпеки потенційно можуть впливати такі фактори:

- створення додаткових шляхів і збільшення обсягу надходження води в ядерно-небезпечні скупчення ПВМ;
- порушення функцій контролю стану ПВМ і підтримки їх в підкритичному стані;
- неконтрольоване переміщення ПВМ (внаслідок обвалення конструкцій «Укриття») із утворенням нових ядерно-небезпечних композицій.

Для зниження ризику реалізації цих несприятливих факторів у концептуальному проекті запропоновані конкретні організаційно-технічні заходи.

В цілому при спорудженні НБК з урахуванням передбачених заходів ядерна безпека буде забезпечена на рівні, не нижче існуючого на нинішньому етапі поточної експлуатації «Укриття». На час виконання демонтажних робіт (після введення в експлуатацію НБК) рівень ядерної безпеки буде суттєво підвищений.

#### **9.10.6. Забезпечення радіаційної безпеки**

У концептуальному проекті заходи із забезпечення радіаційної безпеки розроблялись з урахуванням того, що будівництво і експлуатація НБК будуть здійснюватись як діяльність з відкритими джерелами іонізуючих випромінювань.

Заплановані основні організаційні, радіаційно-гігієнічні та технічні заходи протирадіаційного захисту на етапі будівництва конфайнменту мало чим відрізняються від аналогічних заходів, що здійснюються при стабілізації будівельних конструкцій «Укриття».

Коллективна ефективна доза персоналу при спорудженні НБК, що попередньо оцінена в концептуальному проекті з урахуванням реалізації запропонованих заходів, склала величину до 250 люд.-Зв. Ця оцінка потребує уточнення на стадії робочого проектування.

Після завершення будівництва і введення в експлуатацію НБК будуть створені відповідні умови для підвищення рівня протирадіаційного захисту. Зокрема, більшість технологічних операцій з демонтажу нестабільних конструкцій «Укриття» передбачається виконувати за допомогою дистанційно керованого обладнання. Будуть використовуватись ефективні способи стаціонарного і мобільного екранування. Мінімізації радіаційного впливу на персонал буде сприяти функціонування систем НБК: вентиляції, пилопригнічення, дезактивації та інших.

Крім розробки заходів протирадіаційного захисту в умовах нормального виконання запланованих робіт, коли опромінення персоналу розглядається як поточне, в концептуальному проекті виконаний також аналіз потенційного опромінення персоналу і населення в результаті можливої реалізації критичних подій (аварій).

У концептуальному проекті запропоновані організаційні та технічні заходи із зменшення імовірності реалізації критичних подій, а також із мінімізації можливих радіаційних наслідків.

#### **9.10.7. Оцінка впливів на довкілля**

У концептуальному проекті виконано екологічне обґрунтування необхідності спорудження НБК шляхом порівняльного аналізу радіаційних впливів на довкілля внаслідок обвалення «Укриття» для двох різних ситуацій: у випадку відсутності конфайнменту і під його захисною оболонкою.

Були визначені ті компоненти навколишнього природного середовища, вплив на які може бути найвідчутнішим: ґрунт, водне та повітряне середовище.

Виконаний аналіз засвідчив, що у випадку обвалення «Укриття» без конфайнменту додатко-

ве поверхнєве забруднення ґрунту на межі Зони відчуження складе від 30 до 100% до існуючого. Водночас аналогічне забруднення в результаті обвалення «Укриття» всередині НБК буде на порядок менше і не перевищить 10%.

З урахуванням виконаного моделювання впливу на поверхневі і підземні води в концептуальному проекті зроблено висновок, що екологічний ризик від спорудження НБК значно нижчий, ніж ризик обвалення «Укриття» у випадку відмови від такого спорудження.

#### **9.10.8. Нерозв'язані проблеми**

У концептуальному проекті в цілому продемонстрована можливість досягнення поставлених цілей створення НБК.

Кабінет Міністрів України своїм Розпорядженням № 443-р від 5 липня 2004 р. затвердив Концептуальний проект конфайнмента. Разом з тим у Розпорядженні вказується на необхідність врахування рекомендацій Центральної служби Укрінвестекспертизи у процесі розробки проекту будівництва НБК.

Основними не вирішеними проблемами на етапі концептуального проектування є:

- невизначеність окремих проектних критеріїв та вимог до конструкцій і систем НБК;
- відсутність технічних рішень із поводження з ПВМ на наступному етапі перетворення «Укриття» на екологічно безпечну систему, що передбачає збір, кондиціонування і контрольоване зберігання основної маси ПВМ;
- недостатній взаємозв'язок та поєднання існуючих систем «Укриття», ЧАЕС і нових систем НБК, особливо зважаючи на різні терміни їх експлуатації;
- відсутність аналізу надійності і довговічності будівельних конструкцій «Укриття», що будуть інтегровані в систему захисних конструкцій НБК;
- відсутність прогнозу зміни радіаційних параметрів НБК на всіх етапах його функціонування (потужність дози, забруднення поверхонь конструкцій тощо).

Нинішній статус діяльності по створенню НБК характеризується початком виконання підготовчих робіт на майбутньому майданчику будівництва, а також проведенням тендера на визначення Підрядника на проектування і будівництво конфайнмента.

Проектні роботи планується розпочати у 2006 р. Завершення будівництва НБК прогнозується не раніше 2010 р.

#### **9.11. Стан реалізації ПЗЗ на об'єкті «Укриття»**

На початку 2005 р. ПЗЗ увійшов до своєї останньої стадії. Всі значні інфраструктурні об'єкти на майданчику Чорнобильської АЕС і програми (радіаційного захисту, охорони праці, медичного і біофізичного контролю, підготовки персоналу, аварійного реагування) вже завершені. Вказані об'єкти і програми забезпечать відповідний захист людей під час виконання будівельних робіт, які вже почалися і об'єм яких значно зростає в поточному році. Частина інфраструктури Малої будбази введена в дію і використовується підрядчиком по стабілізації. Введення в експлуатацію всього об'єкта в повному обсязі планується на початку листопада.

Завершення всіх робіт за контрактом планується в кінці 2006 р. Після їх завершення буде знятий один із ключових ризиків, яким є обвал ОУ. Основні технічні рішення по стабілізації розглянуті в розділі 9.9.

З метою створення автоматизованої інтегрованої системи контролю (ядерної безпеки, радіаційної, сейсмічної і контролю стану будівельних конструкцій) був укладений контракт з компанією «Ансальдо» (Італія) в жовтні 2003 р. В ході реалізації контракту по ІАСК виникли деякі технічні проблеми. Замовником і підрядчиком був погоджений змінений об'єм і графік виконання робіт для розв'язання цих проблем. На сьогодні технічний проект розроблений і узгоджений регулюючими органами. Враховуючи погоджені технічні зміни, завершення контракту планується на лютий 2007 р.

За системою контролю доступу і фізичного захисту, розроблений консорціумом «Альстом» робочий проект пройшов експертизу і розпочаті будівельні роботи, їх завершення планується на лютий 2007 року.

Розроблений і затверджений концептуальний проект системи протипожежного захисту. Проведено предтендерну нараду і оголошені торги на проектування, претенденти розробляють тендерні пропозиції.

Контракт на створення інтегрованої бази даних ОУ був укладений з консорціумом у складі IBS (Росія) і Чорнобильського центру з проблем ядерної безпеки, радіоактивних відходів і радіоекології (Україна) у травні 2004 р. Розроблений системний проект ІБДУ, представлена перша версія Технічного проекту. Введення в експлуатацію ІБДУ планується в березні 2006 р.

Аварійна система пилопригнічення (Задача 11) була виключена після того, як проведений аналіз показав, що високі дози іонізуючого опромінення під час її реалізації і експлуатації перевищують будь-які вигоди. Натомість, з метою зниження аерозольних викидів пилу під час експлуатації та/або в результаті потенційного обвалення ОУ, проведена модернізація і розширення існуючої системи пилопригнічення з використанням нових сполук з підвищеним вмістом сухого залишку, що дозволило створити міцне плівкове покриття, яке запобігає пилоуворенню. Введення МСПП в штатну експлуатацію очікується в першій половині 2006 року за наслідками проведеної «Оцінки безпеки».

З метою виключення безконтрольного надходження радіоактивно забрудненої води з приміщень ОУ на нижніх відмітках в приміщення 3-го блоку згідно з програмним Рішенням П6 був укладений Контракт у березні 2004 р. на створення системи для переміщення води з приміщення 001/3 ОУ в бак БТВ ДСРВ блоку № 3. Після переміщення води в умови контрольованого зберігання, має бути здійснено її аналіз і характеристика з метою визначення можливих подальших необхідних заходів. У цей час після розгляду регулюючими органами «Проектних критеріїв системи переміщення води» контракт зупинений у зв'язку з вимогою ДКЯР про можливість переміщення води тільки після введення в експлуатацію системи переробки води ОУ і створення системи поводження з РАВ, які утворюватимуться в результаті такої переробки. Під час спільних переговорів з ДКЯРУ з питань поводження з водою ОУ було ухвалено рішення про необхідність розробки Концептуального технічного рішення про поводження з радіоактивно забрудненою водою на майданчику ДСП ЧАЕС.

У рішенні, що розробляється, повинен бути продемонстрований весь процес поводження з РРВ, що утворюються в ОУ, в процесі реалізації стабілізаційних заходів та інших проектів ПЗЗ, у тому числі:

- існуючі і перспективні джерела надходження РРВ;
- перспективні установки первинного очищення РРВ від органічних речовин, поверхнево активних речовин і трансуранових елементів;
- установки тимчасового зберігання РРВ;
- установки (ділянки) затвердіння і упаковки продуктів первинного очищення;
- місця тимчасового зберігання затверділих відходів;
- подальша переробка води після первинного очищення на існуючих установках ДСП ЧАЕС або тих, які плануються в рамках різних проектів;
- остаточне поховання продуктів переробки РРВ.

Дане концептуальне технічне рішення повинно бути розроблено до кінця 2005 р. Після буде ухвалено рішення про фінансування необхідних установок з поводження із РРВ.

У межах виконання підготовчих робіт для будівництва НБК:

1. Отримано згоду ЄБРР на проведення торгів з одним учасником на демонтаж Берми піонерної стіни. 19.07.2005 р. укладений контракт з корпорацією «УКРТРАНСБУД» на виконання інженерних послуг (проектування). Нині розробляється проектно-технологічна документація і узгодження її Замовником, закінчення робіт планується на грудень 2006 р.

2. Закінчується підготовка тендерної документації на підготовку майданчика під будівництво НБК (очищення, планування і земляні роботи під будівництво фундаментів НБК).

Ключові етапи графіка:

- Завершення тендера, укладення контракту – березень 2006 р.
- Розробка проектної документації – червень 2006 р.
- Початок фізичних робіт – липень 2006 р.
- Завершення робіт – червень 2007 р.

По задачі 1433 було визнано, що проведення повномасштабної характеристикації ПВМ, що передбачає відбір проб і створення гарячих камер пов'язано з великими дозо- і трудовитратами і, виходячи з принципів ALARA, недоцільно. Рішенням П7 зафіксована необхідність розробки програми моніторингу поведінки ПВМ протягом часу до вилучення і під час вилучення ПВМ. Враховуючи, що вилучення ПВМ це достатньо тривалий період, Програма моніторингу стану ПВМ повинна дозволити контролювати стан ПВМ і забезпечити можливість вжити необхідних заходів по обмеженню несприятливого розвитку подій. Вивчення довгострокової поведінки ПВМ, проведене фахівцями РНЦ «Курчатівський інститут» і ІПБ АЕС НАНУ, визначило вимоги до програми моніторингу поведінки ПВМ.

Документом «Стратегія вилучення ПВМ і поводження з РАО. План подальших дій» планується розробити і реалізувати в рамках ПЗЗ програму моніторингу поведінки ПВМ, установку системи моніторингу поведінки ПВМ, а також розробити превентивні заходи, що рекомендуються, щодо пом'якшення наслідків несприятливих змін стану ПВМ, практична реалізація яких не входить в ПЗЗ.

Попередня стратегія поводження з ПВМ, визначена Рішенням П7, пропонує відкласти вилучення до того часу, коли буде створено остаточне сховище, тобто на невизначений час, а тим часом виконувати постійний моніторинг стану ПВМ. Було визнано недоцільним для розробки Стратегії вилучення ПВМ розробляти раніше передбачений прототип технології вилучення ПВМ з урахуванням вартості і графіка його реалізації, оскільки ця робота вимагає значні фінансові і дозові витрати. Тому Міжнародна Координаційна Група експертів не рекомендувала продовжувати роботи в цьому напрямі. Таким чином, при створенні НБК не будуть враховані початкові дані для реалізації основної мети другої фази ПЗЗ – підготовка до вилучення ПВМ.

### **Висновки**

В Україні і на міжнародному рівні було прикладено безпрецедентні зусилля для вироблення комплексного підходу щодо розв'язання проблеми перетворення ОУ на екологічно безпечну систему. Кульмінацією цих зусиль стало прийняття плану здійснення заходів на ОУ (SIP). Основною метою всіх заходів по перетворенню визначено: «... захист персоналу, населення і довкілля від небезпеки ядерних і радіоактивних матеріалів шляхом їх вилучення, ізоляції та захоронення». При цьому призначення конфайнменту, як останнього кроку перед власне початком перетворення ОУ на екологічно безпечну систему, було визначено в Законі України від 26 квітня 2001 р. «Про внесення змін до деяких законів України у зв'язку із закриттям Чорнобильської атомної електростанції». Закон передбачає, що: «Конфайнмент – захисна споруда, що включає в себе комплекс технологічного обладнання для вилучення із зруйнованого четвертого енергоблоку Чорнобильської АЕС матеріалів, які містять ядерне паливо, поводження з радіоактивними відходами та інші системи, призначена для здійснення діяльності з перетворення цього енергоблоку на екологічно безпечну систему та забезпечення безпеки персоналу, населення та довкілля».

Реалізація проектів SIP іде не тільки з великим відставанням в часі, але й дуже великим відхиленням від основної мети. Наприклад, в технічних вимогах до створення нового безпечного конфайнменту визначається, що «повинні бути забезпечені:

- мінімально необхідні ізолюючі від довкілля властивості конфайнменту;
- наявність всередині нового конфайнменту мінімально необхідних технологічного простору та обладнання для первинного поводження з радіоактивними матеріалами та відходами».

Таким чином, недостатні технологічні можливості, що закладаються в майбутній конфайнмент, відмова від розробки стратегії, технології та прототипу вилучення ПВМ є прямим порушенням як Закону України, так і Плану здійснення заходів на ОУ.

Прошло 20 років після аварії на четвертому енергоблоці і 8 років після початку робіт згідно з планом здійснення заходів на ОУ. На жаль, із робіт, спрямованих на підвищення безпеки та перетворення ОУ, фактично виконано тільки модернізацію системи пилопригнічення та виконуються роботи по стабілізації будівельних конструкцій, тобто графік плану здійснення заходів зірвано. Це викликано неузгодженістю регуляторних, сертифіційних та адміністративних процедур, недостатньою ефективністю роботи групи управління, відсутністю єдиного проектанта та наукового керівника.

З метою кардинального прискорення робіт необхідно:

- поновити активну роботу Спільного комітету Україна–ЄБРР з метою оперативного вирішення виникаючих проблем та перевірки реалізації заходів по SIP;
- призначити генерального проектувальника та наукового керівника, рішення про створення яких вже прийнято на державному рівні;
- розпочати роботи по створенню технологічного ланцюга щодо поводження з ПВМ.



## 10. ЧАЕС: ОСНОВНІ АСПЕКТИ ЗНЯТТЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Минуло вже більше п'яти років, як у відповідності до «Меморандуму про взаєморозуміння між Урядом України і Урядами країн «Великої Сімки» та Комісією Європейського Співтовариства про закриття Чорнобильської АЕС» 15 грудня 2000 р. останній працюючий енергоблок № 3 ЧАЕС був зупинений.

Перші два енергоблоки Чорнобильської АЕС були зупинені:

- 1-й енергоблок – 30.11.1996
- 2-й енергоблок – 11.10.1991

Після остаточної зупинки 3-го енергоблоку Чорнобильська АЕС перестала бути енергогенеруючим підприємством і першою серед вітчизняних АЕС стала на шлях зняття з експлуатації. До розташованих на майданчику Чорнобильської АЕС ядерних установок та об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами та ядерним паливом, що підлягатимуть зняттю з експлуатації, належать:

- 1-й, 2-й та 3-й енергоблоки;
- перше сховище відпрацьованого ядерного палива СВЯП-1, яке діє за технологією «мокрого» зберігання;
- тимчасові сховища рідких і твердих радіоактивних відходів.

Зняттю з експлуатації також підлягають інші об'єкти загальностанційного призначення: допоміжні, електротехнічні, гідротехнічні споруди, ставок-охолоджувач.

На майданчику Чорнобильської АЕС також розташовано четвертий зруйнований запроєктованою аварією енергоблок (об'єкт «Укриття»), який за статусом є ядерно-небезпечним об'єктом і тимчасовим сховищем неорганізованих радіоактивних відходів. Заходи, які запроваджуються на об'єкті «Укриття», кваліфікуються як перетворення його на екологічно безпечну систему.

Результатами здійснення першочергових заходів у період до 2010 р. передбачено:

- припинення експлуатації 1-го, 2-го та 3-го енергоблоків;
- створення системи поводження з радіоактивними відходами Чорнобильської АЕС;
- завершення будівництва та введення в експлуатацію конфайнменту над об'єктом «Укриття».

### 10.1. Перспективи розв'язання проблеми

#### 10.1.1. Підготовка до зняття і зняття ЧАЕС з експлуатації

Зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС передбачається здійснювати поетапно за таким варіантом стратегії, вибраної на концептуальному рівні:

- 1) припинення експлуатації: завершальний етап експлуатації енергоблоків, кінцевим станом якого є вилучення ядерного палива і переміщення його у сховище відпрацьованого ядерного палива, призначене для довгострокового зберігання – СВЯП-2;
- 2) остаточне закриття та консервація реакторних установок;
- 3) витримка реакторних установок (на термін, протягом якого має відбутися природне зниження рівня радіоактивного випромінювання до прийнятних рівнів);
- 4) демонтаж реакторних установок.

Цей варіант стратегії зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС відповідає вимогам національних норм і правил та міжнародних стандартів.

На етапі припинення експлуатації Чорнобильської АЕС провадяться такі заходи:

- 1) підтримка у безпечному стані енергоблоків 1, 2, 3;
- 2) створення на майданчику Чорнобильської АЕС інфраструктури для поводження з відпрацьованим ядерним паливом та радіоактивними відходами:
  - сховища відпрацьованого ядерного палива № 2;
  - заводу з переробки рідких радіоактивних відходів;
  - промислового комплексу поводження з твердими радіоактивними відходами;
- 3) підготовка до звільнення енергоблоків від ядерного палива (включаючи виконання заходів щодо безпечного поводження з дефектним відпрацьованим ядерним паливом);
- 4) розробка та затвердження документів, необхідних для отримання дозволу на початок першого етапу зняття енергоблоків з експлуатації та для детального планування робіт:
  - програми зняття з експлуатації енергоблоків 1, 2, 3 ЧАЕС;
  - програм та проектів реалізації етапу остаточного закриття першої черги та енергоблоку 3 Чорнобильської АЕС;
  - проекту виведення з експлуатації ставка-охолоджувача;

- проектів модернізації об'єктів інфраструктури (електромережі, водопостачання, теплопостачання, пожежегасіння, телекомунікації тощо);

- програми (проекту) інших програм (проектів), спрямованих на зниження фінансових витрат для зняття з експлуатації;

5) звільнення систем, обладнання та трубопроводів енергоблоку, виведених з експлуатації та використання яких не передбачається, від потенційно небезпечних субстанцій (горючих та хімічно небезпечних матеріалів, мастил та ін.);

6) остаточне зупинення окремих систем і елементів енергоблоків;

7) організаційно-технічні заходи з управління, експлуатації, технічного обслуговування, ремонту систем, що працюватимуть надалі, та забезпечення контролю за безпекою;

8) звільнення від ядерного палива енергоблоків та сховища відпрацьованого ядерного палива СВЯП-1;

9) створення ділянок фрагментації великогабаритного обладнання і технологічних установок для дезактивації, дезактивація окремих елементів систем, обладнання, трубопроводів та приміщень енергоблоків;

10) проведення обстеження приміщень, обладнання та трубопроводів, а також здійснення розрахунків з метою прогнозування переліку та обсягів радіоактивних відходів, що утворяться в майбутньому при знятті енергоблоків з експлуатації;

11) звільнення енергоблоків від накопичених під час їх експлуатації рідких радіоактивних відходів і часткове звільнення від твердих радіоактивних відходів;

12) частковий демонтаж зовнішнього відносно реактора устаткування.

За час після остаточної зупинки станції було виконано комплекс робіт з підготовки до зняття ЧАЕС з експлуатації. Розроблено технічну документацію на етап припинення експлуатації, програми припинення експлуатації енергоблоків 1, 2, 3, Концепцію, Загальнодержавну програму зняття з експлуатації, Інтегровану програму поводження з РАВ.

Після закриття Чорнобильської АЕС були розв'язані основні проблеми нормативно-правового характеру, робіт, яка фінансується з Державного бюджету України.

Серед найбільш вагомих «фізичних» робіт, що були зроблені за 5 років по підготовці до зняття з експлуатації, можна виділити:

- проведення Комплексного інженерно-радіаційного обстеження (КІРО) всіх трьох енергоблоків;

- проведення науково-дослідницьких робіт з визначення стану обладнання реакторних установок та з визначення стану будівельних конструкцій блоку 3;

- зняття з реєстрації 168 трубопроводів (із 355, що зареєстровані в органах нагляду) та 583 одиниці обладнання (із зареєстрованих 1470);

- звільнення від масел обладнання машинного залу всіх трьох блоків та маслогосподарства головних циркуляційних насосів енергоблоків 1, 2, 3;

- проведення реконструкції та модернізації обладнання на 28-ми системах, що залишаються в експлуатації на наступних етапах зняття ЧАЕС з експлуатації.

Однак, до звільнення енергоблоків від відпрацьованого ядерного палива, роботи з виведення з експлуатації основних систем та обладнання реакторних установок виконані бути не можуть.

Після звільнення енергоблоків та СВЯП-1 від відпрацьованого ядерного палива на майданчику ЧАЕС не залишиться ядерних установок і станція зможе приступити безпосередньо вже до робіт зі зняття з експлуатації.

На першому етапі зняття з експлуатації – етапі остаточного закриття і консервації реакторних установок, повинні бути реалізовані такі основні заходи:

1) демонтаж зовнішніх, стосовно ядерного реактора, систем та елементів установок, які не впливають на безпеку та непотрібні в роботі на подальших етапах;

2) укріплення бар'єрів, які запобігають поширенню радіоактивних речовин у довкілля;

3) надійна консервація частин установок, що не демонтуються;

4) створення умов для забезпечення тимчасового контрольованого зберігання радіоактивних речовин на установках;

5) збирання та кондиціювання радіоактивних відходів, що утворюються під час зазначених робіт, та передача цих відходів спеціалізованим підприємствам.

На етапі витримки реакторних установок будуть реалізовані такі основні заходи:

1) експлуатація систем та елементів, що забезпечують безпечне зберігання радіоактивних речовин, які містяться в законсервованих установках;

2) періодичне обстеження стану законсервованої установки.

На етапі демонтажу реакторних установок буде здійснено демонтаж і вилучення систем та

елементів, що підлягають контролю як джерела іонізуючих випромінювань, та розміщення їх на території установок у сховищах радіоактивних відходів.

Для вирішення всіх цих завдань у заплановані терміни, в першу чергу, потрібно створити на майданчику Чорнобильської АЕС інфраструктуру з поводження з відпрацьованим ядерним паливом та радіоактивними відходами.

Відповідно до Комплексної програми зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 29 листопада 2000 р. № 1747, на промисловому майданчику Чорнобильської АЕС за програмами міжнародної технічної допомоги ведеться будівництво об'єктів, пов'язаних зі зняттям з експлуатації Чорнобильської АЕС. Це три великі проекти, два з яких адмініструє ЄБРР (реалізуються за рахунок коштів рахунку ядерної безпеки ЄБРР):

- сховище відпрацьованого ядерного палива – СВЯП-2,
- завод з переробки рідких радіоактивних відходів – ЗПРРВ, та один проект, що реалізується за рахунок програми TACIS:

- промисловий комплекс поводження з твердими РАВ – ПКПТРВ.

Відставання від початкових термінів реалізації по всіх проектах складає кілька років: від трьох років по ПКПТРВ, до п'яти років по ЗПРРВ, шести років по ПЗУ-SIP та восьми років по СВЯП-2. З урахуванням змін обсягів та термінів виконання робіт за додатковими угодами відставання від узгоджених графіків складає від одного (ПКПТРВ) до п'яти років (СВЯП-2).

Аналіз стану виконання міжнародних проектів, необхідних для зняття ЧАЕС з експлуатації та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему, виявив цілий ряд недоліків, які мають як об'єктивний характер, пов'язаний з унікальністю та об'ємами робіт, що виконуються на майданчику Чорнобильської АЕС, так і суб'єктивний характер, пов'язаний, зокрема, із недоліками управління міжнародними проектами.

#### *Будівництво заводу з переробки рідких радіоактивних відходів (ЗПРРВ)*

ЗПРРВ – це комплексне підприємство, що забезпечує вилучення рідких РАВ з ємностей зберігання, прийом, підготовку, отвердження, упакування й тимчасове зберігання (до 280-ти 200-літрових бочок) кондиціонованих РРАВ (рис. 10.1.1, 10.1.2).

Для розміщення ЗПРРВ обраний (погоджено з Мінекобезпеки й затверджено наказом № 14 Міністерства Енергетики України від 15.01.1999 р.) майданчик у межах периметра ЧАЕС, що охороняється, поблизу від сховища рідких відходів (СРВ) першої черги. Завод буде пов'язаний з ємностями зберігання СРВ системою технологічних трубопроводів, прокладених в існуючій закритій естакаді.

Продуктивність заводу по вихідних РРВ становить 2500 м<sup>3</sup>/рік. Проектний строк експлуатації ЗПРРВ – не менш 20 років.

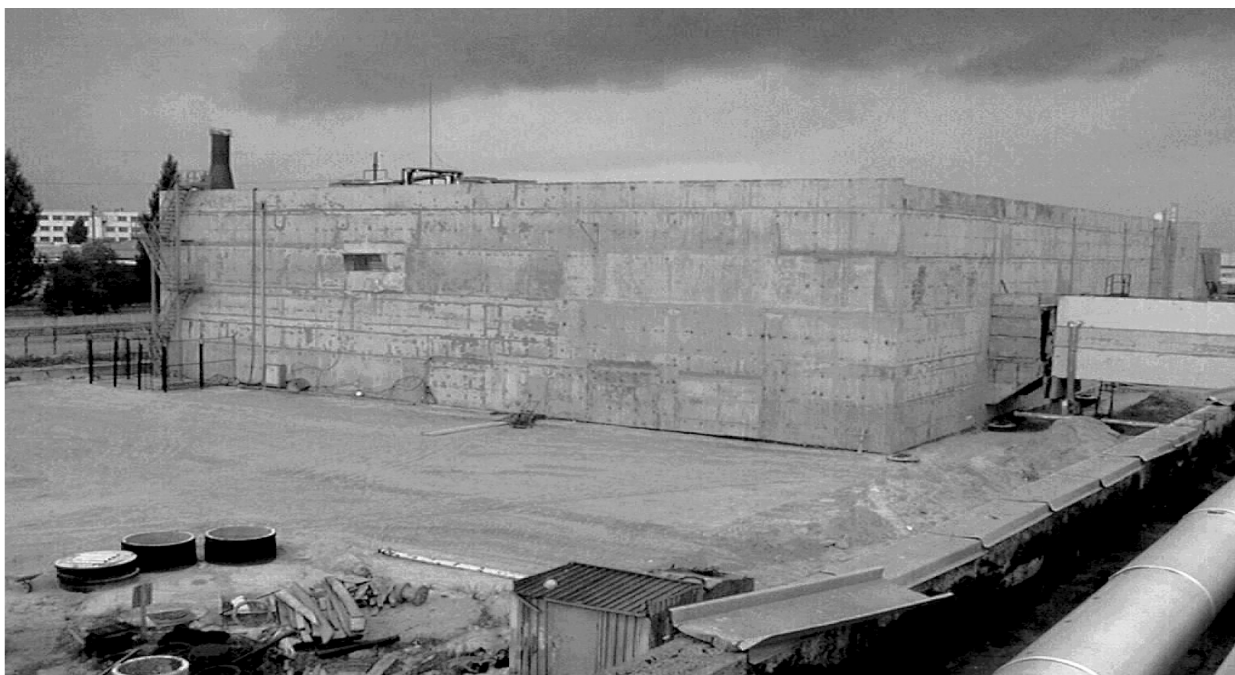


Рис. 10.1.1. Зовнішній вигляд ЗПРРВ



Рис. 10.1.2. Вузол переробки рідких відходів ЗПРРВ

Кінцевий продукт (отверджені рідкі відходи у вигляді цементного компаунда) упаковується у 200-літрові бочки. Місцем довгострокового контрольованого зберігання кондиціонованих РАВ буде ЛОТ-3 Промислового комплексу з поводження з твердими радіоактивними відходами. Бочки з кінцевим продуктом будуть перевозитися в залізобетонних контейнерах.

Проект ЗПРРВ затверджений Розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про затвердження проекту «Чорнобильська АЕС. Завод з переробки рідких радіоактивних відходів» від 22 березня 2001 р. № 105р.

Завод по переробці рідких радіоактивних відходів споруджується «під ключ» у рамках контракту № ChNPP C-1/2/036 від 16.09.1999 р. між НАЕК «Енергоатом» і консорціумом у складі BELGATOM\SGN\FINMECANNICA Sp D'AZI A ANSALDO NUCLEARE.

Первісна вартість контракту становила 17 400 000 євро, але після внесення ряду доповнень вартість контракту склала 25 700 005 євро.

Фінансування робіт за контрактом здійснюється Європейським банком реконструкції й розвитку з «Рахунка ядерної безпеки».

Терміни виконання робіт: первісний – 31.12.2001 р., відповідно до додаткової угоди № 6 – 31.05.2005 р. У серпні 2005 р. було прийнято Доповнення № 7 до Контракту на будівництво ЗПРРВ, у якому визначені нові ключові дати реалізації проекту та додаткове фінансування для його завершення. За цим доповненням вартість Контракту перевищує 33 млн євро. Згідно з цим доповненням початок введення в експлуатацію заводу (перша активна бочка) передбачається 14.06.2006 р., завершення проекту у 21.08.2007 р.

На теперішній час проектні, будівельні й монтажні роботи близькі до завершення (виконання 97%). Основні роботи, що залишилися – це випробування обладнання, роботи з налагодження та пускові роботи.

Введення в експлуатацію планується реалізувати у дві фази:

– фаза 1 – введення у експлуатацію заводу 25.04.2006 з підключенням до нього тільки однієї системи вилучення (для баків ємністю 5000 м<sup>3</sup> (випарний концентрат), а також продовження робіт з монтажу двох інших систем вилучення;

– фаза 2 – підключення до заводу ще двох систем вилучення для баків ємністю 1000 м<sup>3</sup> та 5000 м<sup>3</sup> (перліт, смоли) та 20.03.2007 р. введення у експлуатацію всього об'єкта в цілому.

При цьому буде перерозподілено керівну роль у реалізації проекту по фазах: фаза 1 – керівна роль Белгатому, фаза 2 – керівна роль ДСП ЧАЕС з технічною підтримкою з боку Белгатому.

Після підписання додаткової угоди № 7 стан з реалізацією цього проекту можна визнати самим задовільним серед усіх міжнародних проектів, що реалізуються на майданчику ЧАЕС.

*Будівництво промислового комплексу з поводження  
з твердими радіоактивними відходами (ПКПТРВ)*

ПКПТРВ призначене для вилучення твердих РАВ зі сховища твердих РАВ ЧАЕС, їх переробці, упакуванню й тимчасовому зберіганню і складається із трьох об'єктів:

- Лот 1 – Установа по вилученню твердих РАВ зі сховища твердих РАВ (СРВ) ЧАЕС.
- Лот 2 – Завод по переробці твердих РАВ (розташовані на промисловому майданчику ЧАЕС).
- Лот 3 – Спеціально обладнане приповерхнєве сховище твердих радіоактивних відходів (розташоване в Зоні відчуження на території комплексу «Вектор») для захоронення кондиційованих на ЗППРВ та Лоті 2 РАВ.

За додатковою угодою виконується також модернізація будівлі 84 (сховище рідких та твердих відходів – СРТВ), у якому планується розмістити проміжне сховище для високоактивних та довгоіснуючих РАВ (ВАН та ДІВ) для можливості розміщення на тимчасове зберігання РАВ, що утворюються при виконанні підготовчих робіт з НБК.

У 2001 р. у рамках програми ТАСІС був підписаний контракт № 1L10/99 на будівництво промислового комплексу з поводження із твердими радіоактивними відходами (далі – ПКПТРВ) з німецькою компанією RWE NUKEM Gmb (Підрядником). Будівельно-монтажні роботи на Лоті 1 і Лоті 2 виконує приватне мале науково-впроваджувальне інноваційне підприємство «СТРУМ». Будівництво Лота 3 виконує Корпорація «Укртрансбуд».

Первісна вартість контракту становила 33 300 000 євро, але після внесення ряду доповнень вартість контракту склала 47 722 000 євро, у тому числі внесок ЄК 44 000 000 євро, України – 3 422 000 євро.

Терміни виконання робіт: первісний – 01.03.2004 р., відповідно до додаткової угоди № 3 – по Лотам 1 і 2 – 25.07.2006 р., по Лоту 3 – 16.05.2006 р., по СРТВ – 22.10.2005 р.

Але вже на початку осені Підрядник підтвердив збільшення термінів по Лотах 1 й 2 на 11 місяців, по Лоту 3 – збільшення на 4 місяці. Вперше Підрядником було визнане відставання й по сховищу ВАН і ДІВ у будівлі 84 (СРТВ) – збільшення на 3 місяці. За даними на кінець 2005 р. введення в експлуатацію сховища ВАН і ДІВ у будівлі 84 планується на квітень 2006 р.

Невиконання цих нових, запропонованих підрядником, термінів однозначно призведе до зриву робіт з підготовки майданчика для будівництва НБК об'єкта «Укриття».

Питання щодо незадовільного стану виконання проекту ПКПТРВ та необхідності додаткового фінансування завершення будівництва ПКПТРВ були обговорені на зустрічах в МНС з представниками Єврокомісії, які відбулися наприкінці 2005 р. Опрацьовані спільні (ЄК – МНС) підходи щодо покращення стану реалізації проекту ПКПТРВ.

Серед технічних проблем ПКПТРВ слід виділити:

– Недостатню обґрунтованість ефективності системи сортування Лоту 2 щодо визначення вмісту  $\alpha$ -випромінювачів у твердих РАВ. Це ставить під сумнів коректність визначення характеристик кінцевого продукту – контейнерів з РАВ, які захоронюватимуться у приповерхневому сховищі (Лот 3).

– Склалася ситуація, коли будівництво сховища по Лоту 3 вже ведеться, а аналіз його безпеки залишається незадовільним, невстановлені критерії приймання РАВ на захоронення у ньому. Без встановлення цих критеріїв ставиться під загрозу введення в дію об'єктів з переробки РАВ – ЗППРВ та Лоту 2, оскільки може виникнути ситуація, коли кондиційовані на них РАВ не зможуть бути захоронені у спеціально спорудженому для цього сховищі (Лот 3) через невідповідність характеристик РАВ критеріям приймання до сховища.

### **10.1.2. Перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему**

Об'єкт «Укриття» за статусом є ядерно-небезпечним об'єктом і тимчасовим сховищем неорганізованих радіоактивних відходів. Однак він не відповідає вимогам, які ставляться до сховищ довгоіснуючих та високоактивних відходів (ДІВ та ВАН). Створення досить надійних технічних бар'єрів для постійної ізоляції (консервації) паливовмісних матеріалів (ПВМ) всередині об'єкта пов'язане з екологічною небезпекою об'єкта «Укриття» в теперішньому стані для довкілля. Тому перетворення «Укриття» повинно передбачати вилучення ПВМ та ВАН з об'єкта, переведення їх у безпечний стан, проміжне контрольоване зберігання та захоронення у глибинних сховищах (у стабільних геологічних формаціях), якщо до початку вилучення ПВМ (орієнтовно 30–50 років) не буде запропоновано альтернативного шляху забезпечення безпеки зберігання ПВМ в об'єкті «Укриття».

Перетворення об'єкта «Укриття» в екологічно безпечну систему досягається шляхом реалізації трьох основних фаз. На першій фазі шляхом мінімізації поточних ризиків існуючого об'єкта «Укриття» має бути досягнута переважно технічна мета безпеки у найближчій перспективі. Друга фаза є перехідною. На третій фазі передбачається переведення ПВМ у повністю контрольований стан або шляхом повного вилучення з об'єкта «Укриття», або повністю контрольованого зберігання залишків ПВМ в межах об'єкта.

В рамках цих фаз перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему шляхом реалізації таких етапів:

- 1) підтримка в безпечному стані об'єкта «Укриття»;
- 2) розроблення і затвердження нормативної та проектної документації щодо перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему;
- 3) створення необхідної інфраструктури для здійснення діяльності щодо стабілізації об'єкта «Укриття» та будівництва нового конфайнменту;
- 4) стабілізація наявного об'єкта, підвищення експлуатуючої надійності та довговічності конструкцій і систем, що забезпечують контроль показників безпеки об'єкта «Укриття»;
- 5) створення додаткових захисних бар'єрів, у першу чергу конфайнменту, що забезпечують необхідні умови для технічної діяльності на етапі перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему і безпеку персоналу, населення та довкілля;
- 6) демонтаж (ранній та відкладений) нестабільних конструкцій об'єкта «Укриття»;
- 7) розроблення технологій вилучення з об'єкта «Укриття» паливовмісних матеріалів;
- 8) створення інфраструктури для поводження з радіоактивними відходами об'єкта «Укриття»;
- 9) створення сховищ для захоронення (зокрема у геологічних формаціях) паливовмісних матеріалів та довгоіснуючих радіоактивних відходів об'єкта «Укриття»;
- 10) вилучення з об'єкта «Укриття» (або переведення в контрольований стан) паливовмісних матеріалів та довгоіснуючих радіоактивних відходів, їх кондиціювання з подальшим зберіганням і захороненням їх у відповідних сховищах.
- 11) демонтаж конструкцій об'єкта «Укриття» та елементів конфайнменту.

Послідовність здійснення зазначених заходів та обсяги робіт мають коригуватися з урахуванням результатів виконання Плану здійснення заходів на об'єкті «Укриття».

План здійснення заходів на об'єкті «Укриття» (ПЗУ-SIP) реалізується відповідно до Рамкової угоди між Україною та ЕБРР про діяльність Чорнобильського фонду «Укриття».

Усього цим планом передбачалося виконання 22 задач та задачі по управлінню проектом. Первісно передбачалося у 2004 р. завершити будівництво конфайнменту, а у 2007 р. завершити роботи з демонтажу та закінчити виконання проекту.

#### *Проблемні питання*

Головною проблемою щодо завершення робіт на об'єкті «Укриття» за Планом здійснення заходів ПЗУ-SIP є наповнення Чорнобильського фонду «Укриття» (ЧФУ) коштами, необхідними для завершення робіт за проектом.

Наступна таблиця ілюструє стан фінансування проекту.

| Підстава   | Вартість        |
|--|-----------------|
| Початкова оцінка ПЗУ (звіт TACIS 1997 р.)        | ~ 758 млн дол.  |
| Загальна кошторисна оцінка ПЗУ (травень 2005 р.) | ~ 1091 млн дол. |
| Сума використаних коштів (на 01.09.2005 р.)      | ~ 376 млн дол.  |
| Загальна сума, потрібна для завершення ПЗУ       | ~ 1350 млн дол. |
| Сума зібраних коштів (до 2005 р.)                | ~ 645 млн євро  |
| Накопичені відсотки (до 2005 р.)                 | ~ 45 млн євро   |
| Всього зібрано на початок 2005 р.                | ~ 690 млн євро  |
| Нова заявлена сума (травень 2005 р.)             | ~ 230 млн дол.  |
| Загальна сума заявлених коштів                   | ~ 920 млн дол.  |
| Дефіцит коштів з урахуванням НБК                 | ~ 200 млн дол.  |
| Дефіцит коштів з урахуванням РАВ                 | ~ 300 млн дол.  |

Як свідчать дані таблиці, уточнена вартість ПЗУ становить 1091 млн доларів США проти попередньої оцінки у 758 млн доларів США. Загальна сума заявлених країнами-донорами коштів на здійснення ПЗУ становить біля 920 млн доларів США, дефіцит коштів вже становить 170 млн доларів США. Крім того, вартість робіт з будівництва нового безпечного конфайнменту (НБК), суттєво перевищує суму коштів, що були заплановані групою управління проектом. Тобто з урахуванням витрат на НБК дефіцит коштів може досягти 200–300 млн доларів США.

Другою за важливістю проблемою є проблема поводження з радіоактивними відходами (РАВ). У цей час в ЄБРР знаходиться пакет функціональних специфікацій на першочергові об'єкти інтегрованої схеми поводження з РАВ. Бюджет проектів, які необхідно виконати в першу чергу і невиконання яких може негативно вплинути на подальшу реалізацію ПЗУ-SIP, становить біля 100 млн доларів США (ця сума не входить у вищенаведений бюджет 1091 млн доларів США). Питання щодо фінансування цієї програми розглядалось на останніх Асамблеях донорів ЧФУ, але, на жаль, і на цей час рішення не прийнято.

Таким чином, сумарний дефіцит коштів для завершення ПЗУ може досягти 300–400 млн доларів США. Необхідно заручитися підтримкою країн Великої Вісімки та ЄС для того, щоб уряди країн-донорів дали згоду на поетапне виділення додаткових коштів для завершення робіт за проектом ПЗУ-SIP.

Проблемою, про яку потрібно згадати, є неузгодженість стратегії подальших дій з комплексу робіт, пов'язаних із паливовмісними матеріалами.

Позиція МНС полягає в тому, що безпечною система буде лише після вилучення паливовмісних матеріалів та РАВ з-під нової оболонки. Тому для вирішення майбутніх завдань по перетворенню об'єкта «Укриття» в екологічно безпечну систему потрібно вже зараз залучати міжнародну спільноту до розв'язання цієї проблеми. Необхідно відновити на рівні робочої групи розробку програми реалізації Фази 3, яка дозволить повністю розв'язати проблему перетворення об'єкта «Укриття» в екологічно безпечну систему та продемонструвати здатність спільно ліквідувати найбільш тяжкі ядерні та радіаційні аварії.

Серед поточних проблемних питань слід відзначити проблему поводження з радіоактивно забрудненою водою об'єкта «Укриття». Необхідно розробити більш загальну схему поводження з радіоактивно забрудненою водою на майданчику ЧАЕС. Рішення цієї проблеми пропонується в рамках створення інтегрованої схеми поводження з РАВ.

## **10.2. Створення інфраструктури для довгострокового безпечного зберігання відпрацьованого ядерного палива ЧАЕС**

### **10.2.1. Загальна характеристика відпрацьованого ядерного палива ЧАЕС**

Станом на кінець 2005 р. загальна кількість відпрацьованих тепловиділяючих збірок (ВТВЗ) на Чорнобильській АЕС становить 21 284 штуки, 68 невідпрацьованих ТВЗ та 3 неопромінених тепловиділяючих елементи (ТВЕЛ) при загальній масі уранової суміші 2393,071 тонн.

У будівлі сховища свіжого палива знаходиться 68 невідпрацьованих ТВЗ та 3 неопромінені ТВЕЛ.

В активних зонах реакторів 1 та 3 енергоблоків знаходиться 2375 ВТВЗ, в басейнах витримки блоків 1, 2, 3 знаходиться 3306,5 ВТВЗ. Взагалі на енергоблоках знаходиться 5681,5 ВТВЗ. У басейнах витримки сховища відпрацьованого ядерного палива (СВЯП-1) зберігаються 15 603 ВТВЗ.

Ядерне паливо підлягає вивезенню із енергоблоків ЧАЕС для довготривалого безпечного зберігання у новому сховищі відпрацьованого ядерного палива СВЯП-2 ЧАЕС.

### **10.2.2. Стан справ з будівництва нового сховища відпрацьованого ядерного палива СВЯП-2**

СВЯП-2 повинне було прийняти на довгострокове (100 років) зберігання все відпрацьоване ядерне паливо за винятком дефектного.

Передбачалося, що кожна паливна збірка буде розділена навпіл, кожна половинка ТВЗ (один пучок тепловиділяючих елементів – ТВЕЛів) буде поміщена у так званий герметичний патрон, 196 патронів (98 ТВЗ) будуть поміщені у герметичний сухий екранований пенал, а 4 пенали розміщені в одному бетонному модулі зберігання. Їх зображення наведено на рис. 10.2.1.

Таким чином, планувалося виконати вимоги регулюючого органу про організацію двох додаткових бар'єрів безпеки при зберіганні відпрацьованого ядерного палива (ВЯП).

Контракт ChNPP/C-2/2/033 «Проміжне сховище відпрацьованого ядерного палива РВПК»

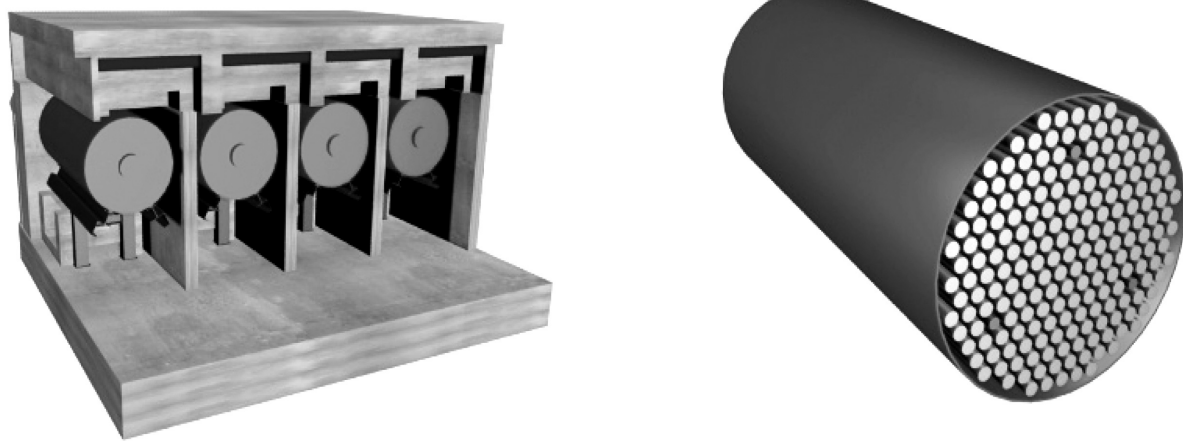


Рис. 10.2.1. Бетонний модуль зберігання та сухий екранований пенал із патронами з відпрацьованим ядерним паливом

(СВЯП-2 ЧАЕС) було підписано 7 липня 1999 р. між НАЕК «Енергоатом» (Замовник) та консорціумом у складі представників: Framatome (лідер), Campeon Bernard-SGE й Bouygues Travaux Publics (Підрядник).

Початкова вартість контракту – 52 467 000 євро + 18 510 600 дол., початковий термін виконання з 14.06.1999 по 15.03.2003. Проект фінансується на кошти міжнародної технічної допомоги з рахунка ядерної безпеки ЄБРР.

Було підписано 7 додаткових угод. За станом на кінець 2005 р. загальна вартість проекту складає 95 720 005 євро (у еквіваленті). За останньою додатковою угодою закінчення контракту передбачалося 31.08.2005 р.

Проект сховища, розроблений Підрядником, пройшов державну експертизу і постановою КМУ від 11 липня 2001 р. № 269-р був затверджений. Однак у квітні 2003 р. реалізація проекту була зупинена ЧАЕС через недоліки проекту, які унеможливають ліцензування об'єкту СВЯП-2 та його подальшу безпечну експлуатацію. Серед основних недоліків проекту – відсутність або невідповідність вимогам нормативної документації і технічної специфікації по поводженню з відпрацьованими тепловиділяючими збірками (ВТВЗ). Відповіддю на повідомлення Замовника про припинення робіт за проектом стало створення Підрядником незалежної експертної групи з представників компаній групи «AREVA» для аналізу проекту і розробки корегуючих проектних рішень. Наприкінці 2003 р. група представила фінальні концептуальні зміни проекту СВЯП-2 і розпочалось узгодження додаткової угоди № 8, підписання якої планувалось у квітні 2004 р. Однак у травні 2004 р. Підрядник виявив нову для нього проблему – можливу наявність води під оболонкою ТВЕЛів.

Слід зазначити, що за висновком незалежного експерта Б. Пелло, який проводив аудит за контрактом з Європейським банком реконструкції і розвитку (ЄБРР), Підрядник з самого початку повинен був припускати наявність води під оболонкою ТВЕЛів у негерметичних ТВЗ, яка може з'явитися у процесі тривалого «мокрого» зберігання. Запропоновані Підрядником рішення (негерметична пориста вставка у патрон) не відповідали вимогам регулюючого органу про організацію двох бар'єрів безпеки при зберіганні ВЯП.

У листопаді 2004 р. Асамблея донорів розглянула питання стану реалізації проекту СВЯП-2, де були розглянуті позиції Замовника й Підрядника по рішеннях проблеми наявності води в негерметичних ВТВЗ. За результатами переговорів був підписаний меморандум про поетапну реалізацію проекту:

- добудова СВЯП-2 для прийому герметичного ВЯП (близько 95% від усього палива),
- обґрунтування концепції і технологій зберігання негерметичних ВТВЗ.

На Асамблеї донорів у травні 2005 р. була представлена узгоджена Замовником і Підрядником презентація, яка була заснована на такому підході:

- застосування двобар'єрної системи зберігання ВТВЗ (герметичні патрони з пучками ВТВЗ у герметичному пеналі);
- на зберігання у СВЯП-2 будуть направлятися тільки ВТВЗ групи I (герметичні ВТВЗ), які будуть зберігатися в герметичних патронах, без використання пористої вставки.
- відповідальність за 100% додаткову характеристику ВТВЗ (поділ паливних зборок на ВТВЗ груп I й II) покладається на Замовника;



– для ВТВЗ групи II запропоноване інше концептуальне технічне рішення з використанням вентилязованої споруди.

Асамблея зажадала від сторін контракту зосередитися на остаточному визначенні обґрунтування безпеки для поводження з ВТВЗ групи I і визначити умови Додаткової угоди № 8 таким чином, щоб воно передбачало поводження тільки з ВТВЗ групи I.

На засіданні Асамблеї донорів у липні 2005 р. у Лондоні була зроблена доповідь представником Підрядника про результати проведеної роботи й досягнуті узгоджені рішення між Замовником і Підрядником щодо технічного боку проблеми. За цими рішеннями в обсяг робіт по СВЯП-2 повинні увійти тільки 95% відпрацьованих паливних збірок, а 5% негерметичного палива вилучено з об'ємів робіт по СВЯП-2. Представник Підрядника доповів фінансові наслідки запропонованих технічних рішень (приблизно 75 мільйонів євро) та терміни завершення будівництва (52,5 місяця після відновлення робіт).

За результатами Асамблеї донорів 20 липня 2005 р. були прийняті такі рішення:

– Необхідно виконати незалежний аудит проекту СВЯП-2, з метою з'ясування технічних причин змін обсягу робіт, починаючи з 1999 р. й пов'язаного з цим збільшення вартості.

– Паралельно проведеному аудиту повинні бути продовжені деякі роботи із проекту СВЯП-2 (щодо обґрунтування безпеки).

Слід зазначити, що у зв'язку із затримкою введення в експлуатацію СВЯП-2 Україна несе збитки і в фінансовому, і в політичному плані.

– Кожного року на підтримку в робочому стані систем, обладнання по поводженню з ядерним паливом та на утримання ліцензованого персоналу ЧАЕС додатково використовується близько 15 млн євро бюджетних коштів. Тобто, шість років затримки добудови СВЯП-2 коштуватиме близько 90 млн євро з бюджету України.

– Затримка реалізації проекту СВЯП-2 тягне за собою не тільки значне зростання витрат українського бюджету на експлуатацію Чорнобильської АЕС, але й збільшує ризики з точки зору безпеки, пов'язані з вичерпанням ресурсу систем та обладнання, пов'язаних зі зберіганням ВЯП в існуючих спорудах (проектний ресурс вичерпується: для споруд і обладнання енергоблоку 1 – у 2007 р., енергоблоку 2 – у 2008 р., існуючого СВЯП – у 2016 р.).

– 5% негерметичних паливних збірок, які вилучені з об'ємів робіт по СВЯП-2 та по яких досі немає рішення по поводженню з ними, призведе до додаткових фінансових витрат у 60–80 млн євро.

– Невирішення проблем з СВЯП-2 може призвести до затримки робіт по Новому безпечному конфайнменту (НБК), адже до початку демонтажу венттруби ВТ-2 та насуву Арки НБК з 3-го енергоблоку повинно бути вивезене все ядерне паливо.

### **10.2.3. Заходи щодо поводження з відпрацьованим ядерним паливом ЧАЕС на період до 2010 р.**

Реалізація процесу вивільнення енергоблоків від ядерного палива є основним чинником, що визначає тривалість етапу припинення експлуатації. Тривалість припинення експлуатації безпосередньо впливає на термін експлуатації діючих систем безпеки та підтримки енергоблоків у безпечному стані.

Згідно з «Концепцією зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС», ядерне паливо підлягало вивезенню із енергоблоків ЧАЕС до сховища відпрацьованого ядерного палива (СВЯП-2) для довготривалого безпечного зберігання після введення до експлуатації СВЯП-2 у середині 2005 р. У зв'язку з тим, що:

– не визначені терміни введення в експлуатацію СВЯП-2;

– неможливий насув у проектне положення нового безпечного конфайнменту без проведення демонтажу вентиляційної труби другої черги ЧАЕС;

– закінчуються проектні терміни експлуатації реакторної установки енергоблоку 1 у вересні 2007 р., енергоблоку 2 у грудні 2008 р.;

– постійно зростають витрати на підтримання енергоблоків ЧАЕС в безпечному стані;

– прийнято рішення про вивезення ВЯП до існуючого СВЯП-1 на тимчасове збереження.

Однак, це далеко не проста задача, тому що в штатному режимі збереження в СВЯП-1 може бути завантажено тільки близько 75% усього наявного відпрацьованого ядерного палива. Для вирішення цієї задачі необхідно провести модифікацію ядерної установки – СВЯП-1, перейшовши на ущільнене збереження палива. Аналогічна задача була успішно вирішена на Ленінградській АЕС і МНС розраховує на допомогу російських колег у рішенні цієї задачі.

Опрацьоване концептуальне рішення з модифікації ядерної установки СВЯП-1, розробляється технічне рішення на монтаж.

Слід зазначити, що МНС та Чорнобильській АЕС потрібне комплексне розв'язання проблеми відпрацьованого ядерного палива ЧАЕС, яке включатиме розв'язання проблеми негерметичного та дефектного палива, враховуватиме ресурс ядерних установок ЧАЕС та терміни завершення робіт за проектом СВЯП-2. Воно складається з паралельного виконання наступних трьох основних завдань:

1) Вивантаження відпрацьованого палива в існуюче тимчасове сховище СВЯП-1 «мокрого» типу, про що вже згадувалось раніше.

2) Продовження співпраці з Підрядником проекту СВЯП-2 (Фраматом): проведення паралельних аудитів робіт з розробки документації на модернізацію проекту СВЯП-2 та, у випадку позитивних висновків аудиту та успішному узгодженні проектної документації з регулюючими органами України, відновлення робіт за проектом та завершення будівництва СВЯП-2 у максимально короткі терміни. Проведені переговори ЧАЕС з Фраматомом дозволяють найближчим часом відновити роботи над проектом та завершити будівництво СВЯП-2 у найкоротші терміни.

3) Розв'язання проблеми поводження з негерметичним паливом за рахунок застосування російської технології зберігання ВТВЗ у металевому контейнері. При цьому, ці ж контейнери можна використати і для вивантаження палива з СВЯП-1 у 2008–2010 рр. до вводу в експлуатацію СВЯП-2.

При визначенні послідовності звільнення енергоблоків від ВЯП основним фактором є закінчення проектного ресурсу енергоблоку 1 та необхідність повного звільнення енергоблоку 3 від ВЯП для створення умов виконання робіт, запланованих у рамках SIP (видалення вентиляційної труби другої черги, насув нового безпечного конфайнменту).

Коллективна доза опромінення при підготовчих, технологічних і транспортних операціях з ядерним паливом, з урахуванням тривалої витримки, вивантаження ядерного палива, технічного обслуговування, ремонту обладнання, виходячи з досвіду експлуатації, становитиме близько 1960 мЗв.

Коллективна доза опромінення при ущільненій схемі зберігання ВЯП на СВЯП-1, виходячи з досвіду експлуатації, становитиме близько 940 мЗв.

У 2006–2007 рр. має бути виконане ТЕО для вибору найбільш оптимального рішення щодо поводження з дефектними ВТВЗ, а в 2008–2009 рр. розроблений проект модифікації ядерної установки під зберігання дефектного палива. У цьому проекті модифікації ядерної установки присутнє на майданчику ЧАЕС дефектне ядерне паливо має бути додатково обстежено та розроблені відповідні рекомендації.

Згідно з попередніми розрахунками вивільнення енергоблоків ЧАЕС від відпрацьованого ядерного палива планується завершити до 2009 р., а дефектного ядерного палива – в середині 2010 р.

Звільнення СВЯП-1 від ядерного палива планується після будівництва СВЯП-2, орієнтовний термін введення в експлуатацію якого – 2010 рік. До цього терміну потрібно виконати реконструкцію транспортної технологічної частини СВЯП-1 в обсязі, достатньому для організації безпечного вивезення ядерного палива.

## 11. ПОВОДЖЕННЯ З РАДІОАКТИВНИМИ ВІДХОДАМИ

Після аварії на ЧАЕС в Україні утворилися величезні об'єми радіоактивних відходів (РАВ), які суттєво перевищують об'єми РАВ, що накопичуються внаслідок експлуатації АЕС і інших видів діяльності.

Метою цього розділу є аналіз стану основних проблем, пов'язаних з безпечним поводженням з радіоактивними відходами, які виникли внаслідок аварії на четвертому блоці Чорнобильської атомної станції, в контексті необхідності створення загальнодержавної системи поводження з радіоактивними відходами. Для цього розглянуто:

- основні принципи державної політики і напрямки діяльності в сфері поводження з РАВ;
- обсяги і характеристики РАВ чорнобильського походження;
- обсяги і характеристики РАВ, які накопичуються в Україні внаслідок виробництва електроенергії на АЕС і інших видів діяльності;
- поточну практику поводження з РАВ;
- фактори негативного впливу відсутності в Україні довгострокової стратегії поводження з РАВ на економіку, національну безпеку, соціально-психологічний стан суспільства, довкілля;
- чинники, що стримують створення загальнонаціональної системи поводження з РАВ;
- основні заходи, необхідні для вирішення цієї проблеми.

### 11.1. Чорнобильська складова в загальній системі поводження з РАВ

#### 11.1.1. Основні принципи державної політики і основні напрями діяльності у сфері поводження з РАВ [1]

Основні принципи державної політики у сфері поводження з РАВ визначені Законом України «Про поводження з радіоактивними відходами» [2] та Державній програмі поводження з радіоактивними відходами, яка затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 25 грудня 2002 р. № 2015 [3]. Це, насамперед:

- пріоритет захисту життя і здоров'я персоналу і населення, навколишнього природного середовища від впливу радіоактивних відходів згідно з державними нормами радіаційної безпеки;
  - гарантування надійної ізоляції РАВ;
  - забезпечення державного регулювання поводженням з РАВ;
  - розмежування функцій державного регулювання і управління у сфері поводження з РАВ;
  - розмежування функцій органів державного управління у сфері використання ядерної енергії та у сфері поводження з РАВ;
  - відповідальність за безпеку при поводженні з РАВ до передачі їх спеціалізованим підприємствам покладено на виробників РАВ;
  - зберігання РАВ у виробників відходів обмежений час з наступною передачею спеціалізованим підприємствам по поводженню з РАВ;
  - захоронення довгоіснуючих РАВ має здійснюватися виключно в геологічному сховищі, для короткоіснуючих РАВ заховуються в поверхневих сховищах;
  - прийняття рішень щодо розміщення нових сховищ РАВ за участю громадян, громадських об'єднань, а також органів місцевого самоврядування;
  - заборона ввезення на територію України РАВ для їх зберігання або захоронення;
  - міжнародне співробітництво у сфері поводження з радіоактивними відходами.
- Відповідно до принципів державної політики визначено такі основні напрями діяльності:
- централізація розміщення установок з поводження з РАВ та їх сховищ;
  - перетворення зруйнованого четвертого енергоблоку Чорнобильської АЕС на екологічно безпечну систему;
  - створення і функціонування єдиної державної системи обліку та контролю РАВ;
  - створення геологічного сховища для захоронення довгоіснуючих та високоактивних РАВ;
  - розроблення нових та впровадження передових технологій поводження з РАВ;
  - науково-технічна та інформаційна підтримка робіт у сфері поводження з РАВ;
  - розвиток нормативно-правової бази з питань поводження з РАВ;
  - розширення міжнародного співробітництва у сфері поводження з РАВ.

#### 11.1.2. РАВ чорнобильського походження

У результаті аварії на ЧАЕС у Зоні відчуження та безумовного (обов'язкового) відселення зосереджена значна кількість радіоактивних матеріалів, в тому числі РАВ. Основними місцями знаходження РАВ у Зоні відчуження є:

- об'єкт «Укриття» (ОУ), або, відповідно до [4], тимчасове сховище неорганізованих РАВ;
- ПЗРВ, або пункти захоронення РАВ («Буряківка», «Підлісний», III черга ЧАЕС);
- ПТЛРВ, або пункти тимчасової локалізації РАВ;
- природно-техногенне середовище промайданчика ЧАЕС і прилеглої території.

Станом на 2003 р. загальна кількість РАВ у Зоні відчуження (без об'єкта «Укриття») складає близько 2,8 млн м<sup>3</sup>. З них в ПЗРВ та в ПТЛРВ знаходяться понад 2,0 млн м<sup>3</sup> РАВ із загальною активністю біля  $7,4 \times 10^{15}$  Бк [5]. Загальна активність радіоактивних речовин в природних об'єктах Зони відчуження (у поверхневому шарі ґрунту, донних відкладах водойм, рослинності тощо) становить понад  $8,5 \times 10^{15}$  Бк [5]. Загальний обсяг радіоактивно забруднених матеріалів, зосереджених в Зоні відчуження, сягає 11 млн м<sup>3</sup> [1]. Основний обсяг зазначених відходів належить до короткоіснуючих низько- і середньоактивних РАВ.

РАВ чорнобильського походження є надзвичайно різноманітними за радіонуклідним складом, рівнями питомої активності і речовинним складом. На відміну від інших технологічних типів, РАВ чорнобильського походження характеризуються присутністю широкого спектру радіонуклідів (в тому числі і таких, які мають значні періоди напіврозпаду). Більшість чорнобильських РАВ зберігається в умовах, що не відповідають вимогам сучасних норм радіаційної безпеки. Так для більшості сховищ РАВ Зони відчуження (за виключенням ПЗРВ «Буряківка» і «Підлісний») спостерігаються факти виходу радіонуклідів за межі сховищ (наприклад: забруднення радіонуклідами ґрунтових вод). Це є наслідком відсутності адекватної системи інженерних бар'єрів, періодичного підтоплення частини ПТЛРВ і біогенного виносу радіонуклідів.

#### *РАВ об'єкта «Укриття»*

Відповідно до [1, 6], в об'єкті «Укриття» і на його промисловому майданчику зосереджено від 400 000 до 1 740 000 м<sup>3</sup> РАВ. Станом на початок 2005 р., їх загальна активність становить приблизно  $4,1 \times 10^{17}$  Бк (перераховано на основі даних [7, 8]).

Більше ніж 10% загального обсягу РАВ ОУ є високоактивними відходами (ВАВ), переважні обсяги яких представлені бетоном, металевими конструкціями та обладнанням, матеріалами засипки шахти реактора. Близько 2800 т ВАВ являють собою паливовмісні матеріали (ПВМ), в тому числі: лавоподібні ПВМ, фрагменти активної зони реактора, реакторний графіт, паливний пил.

В ОУ відбувається постійне накопичення вод атмосферного, ґрунтового, конденсаційного та технологічного походження. У результаті взаємодії вод з радіоактивними матеріалами утворюються рідкі РАВ (РРВ). З приміщень ОУ, до яких є доступ, щорічно відкачується до 900 м<sup>3</sup> РРВ, які транспортуються до системи переробки і зберігання рідких РАВ на ЧАЕС [9].

У процесі експлуатації ОУ, у тому числі при здійсненні заходів з перетворення ОУ в екологічно безпечну систему (етап стабілізації ОУ) утворюються значні обсяги твердих РАВ, які на цей час захоронюються у ПЗРВ «Буряківка». У 2002 р. ці обсяги склали більше ніж 7700 м<sup>3</sup> [9].

#### *Пункти захоронення РАВ*

ПЗРВ «Підлісний» збудовано для РАВ з потужністю експозиційної дози опромінення (ПЕД) до 50 Р/год., проте, за рішенням Урядової комісії, у ньому розміщувались РАВ з ПЕД до 250 Р/год. Загальний обсяг РАВ –  $1,1 \times 10^4$  м<sup>3</sup>, прийнята оцінка сумарної активності, за даними інвентаризації 1990-го року, становить  $2,6 \times 10^{15}$  Бк [10]. Результати зовнішніх обстежень ПЗРВ, які проводились останніми роками, з урахуванням оцінки активності РАВ у цьому сховищі, даної у 1991-му році ВНДШЕТ ( $2,6 \times 10^{18}$  Бк), дають підстави припускати, що прийнята оцінка активності РАВ є значно заниженою [11]. Практично всі РАВ у ПЗРВ «Підлісний» є довгоіснуючими і підлягають захороненню у стабільних геологічних утвореннях. Наявність численних тріщин у бетонному фундаменті та стінах споруди зумовлює необхідність обстеження стану його конструкцій. Головною метою обстеження має бути оцінка безпеки ПЗРВ і розробка проекту його стабілізації на весь час до спорудження геологічного сховища РАВ.

ПЗРВ «3-тя черга ЧАЕС» було збудоване для РАВ з ПЕД до 1 Р/год., проте у ньому розміщувались відходи з більш високими ПЕД. За даними обстеження 1996 р., ПЗРВ містить  $2,6 \times 10^3$  м<sup>3</sup> низько- і середньоактивних РАВ, у тому числі довгоіснуючі, сумарною активністю  $4,7 \times 10^{14}$  Бк [11]. Атмосферні та ґрунтові води мають вільний доступ у сховище за відсутності у нього ізоляції. ПЗРВ «3-тя черга ЧАЕС» потребує обстеження з метою розробки проекту його стабілізації, а в перспективі – його ліквідації.

ПЗРВ «Буряківка» створене у 1987 р. для розміщення РАВ з ПЕД до 1 Р/год.; рішенням Урядової комісії було дозволено розміщення у ПЗРВ відходів з ПЕД до 5 Р/год. У наш час експлуатація ПЗРВ продовжується. Згідно з розрахунками, у ньому міститься до  $7,0 \times 10^5$  м<sup>3</sup> сумарною

активністю близько  $2,45 \times 10^{15}$  Бк. Наявний вільний об'єм ПЗРВ найближчим часом буде заповнено, у зв'язку з чим запроєктована його реконструкція.

### Пункти тимчасової локалізації РАВ

Пункти тимчасової локалізації РАВ (ПТЛРВ) – це території, прилеглі до ЧАЕС з півдня, заходу і південного заходу, де у 1986–1988 рр. проводилась дезактивація місцевості з локалізацією відходів дезактивації на місці у простих траншеях або буртах, що не були обладнаними інженерними бар'єрами. Вважається, що в дев'яти ПТЛРВ на загальній площі приблизно  $10 \text{ км}^2$  зосереджено близько 1000 траншей і буртів. Більше ніж половина площі ПТЛРВ фактично не досліджувалася. Відходи ПТЛРВ представлені забрудненим ґрунтом, обладнанням, металом, бетоном, будівельними матеріалами, деревиною, залишками зруйнованих житлових будівель, сміттям тощо.

За існуючими оцінками [11], у ПТЛРВ зосереджено близько до  $1,3 \times 10^6 \text{ м}^3$  відходів сумарною активністю  $1,7 \times 10^{15}$  Бк. В основному – це РАВ низької активності та відходи, активність яких нижче за рівень зняття з регулюючого контролю. Практично всі відходи містять довгоживучі радіонукліди, деяка частина з них довгоіснуючі. Усі ПТЛРВ розташовані на місцевості з високим рівнем ґрунтових вод; близько 100 траншей з відходами постійно або періодично підтоплюються, і радіонукліди вільно надходять до ґрунтових вод за відсутності захисних бар'єрів.

#### *РАВ, що зосереджені у природно-техногенному середовищі проммайданчиків ОУ, ЧАЕС і прилеглої території*

За існуючими оцінками (див. розділ 9), у техногенному шарі локальної зони ОУ по завершенні робіт з дезактивації території залишилося близько 15 тис.  $\text{м}^3$  РАВ. За даними бурових робіт і гамма-каротажних досліджень, РАВ знаходяться переважно у шарі захороненого ґрунту завтовшки 10–30 см (місцями, значно більше). РАВ низької та середньої активності являють собою забруднені і перемішані доаварійні ґрунти, забруднені бетонні блоки та плити, металоконструкції, насипні ґрунти (щебінь, пісок тощо), будівельне сміття.

На проммайданчику ЧАЕС загалом знаходиться 500 тис.  $\text{м}^3$  РАВ низької та середньої активності, що представлені забрудненими ґрунтами, металом, бетоном, обладнанням, різними матеріалами тощо.

Значна кількість радіоактивних матеріалів зосереджена у ставі-охолоджувачі ЧАЕС. У його донних відкладах міститься більше ніж  $0,2 \times 10^{15}$  Бк. Певна частина донних відкладів ставка-охолоджувача за вмістом радіонуклідів являють собою РАВ.

### 11.1.3. Розподіл РАВ за можливістю захоронення

Можливості і підходи щодо захоронення РАВ чорнобильського походження слід розглядати в контексті всієї проблеми поводження з РАВ в Україні.

Відповідно до вимог українського законодавства, короткоіснуючі радіоактивні відходи можуть бути захороненими в поверхневих сховищах, а довгоіснуючі підлягають захороненню «тільки в твердому стані, у стабільних геологічних формаціях, з обов'язковим переведенням їх у вибухо-, пожежо-, ядернобезпечну форми, що гарантує локалізацію відходів у межах гірничого відводу надр» [2].

У таблицях 11.1.1 і 11.1.2 наведено узагальнюючі оцінки обсягів і активності РАВ і ВЯП, що вже накопичені в Україні і утворяться за час експлуатації, а також при виведенні з експлуатації існуючих нині реакторів. Тут же оцінено об'єм довгоіснуючих РАВ і їх частку від загального об'єму.

Таблиця 11.1.1

#### Узагальнююча оцінка обсягів РАВ України

| Джерело РАВ               | Загальний об'єм РАВ, тис. $\text{м}^3$ | Об'єм довгоіснуючих РАВ, тис. $\text{м}^3$<br>(відсотки від загального об'єму РАВ) |
|---------------------------|--|--|
| Оскловані ВАВ             | 0,1 (оцінено за даними [12])           | 0,1 (100%)   |
| Експлуатаційні РАВ АЕС    | 230 [13]                               | 3,3* (1%)  |
| Зняття з експлуатації АЕС | 150 [6]                                | 15 (10%)   |
| Реактор ІЯД НАН України   | (7т) [1]                               | ?  |
| УкрДО «Радон»             | 5,3 [1]                                | ?  |
| Об'єкт «Укриття»          | 400...1740                             | 44* (3...8%)   |

| Джерело РАВ        | Загальний об'єм РАВ, тис. м <sup>3</sup> | Об'єм довгоіснуючих РАВ, тис. м <sup>3</sup> (відсотки від загального об'єму РАВ) |
|--------------------|--|---|
| Проммайданчик ОУ   | 15                                       | ?   |
| Проммайданчик ЧАЕС | 500                                      | ?   |
| ПТЛВР і ПЗРВ       | 2000                                     | 12,5* (0,6%)  |
| <b>Усього РАВ</b>  | <b>3300...4600</b>                       | <b>75 (2...3%)</b>  |

\* За оцінками, зробленими в роботі [14].

Таблиця 11.1.2

### Узагальнююча оцінка обсягів і активності ВЯП України [12]

| Джерело ВЯП | Загальна вага, т урану | Оцінка загальної активності, Бк |
|-------------|------------------------|---------------------------------|
| ВВЕР-1000   | 8200                   | $3,4 \times 10^{20}$            |
| РБМК-1000   | 2400                   | $4,8 \times 10^{19}$            |
| Всього ВЯП  | 10600                  | $3,9 \times 10^{20}$            |

Аналіз даних наведених в таблиці 11.1.1 показує, що в Україні підлягають захороненню від 3,3 до 4,6 млн м<sup>3</sup> радіоактивних відходів. З них від 2,9 до 4,2 млн м<sup>3</sup> мають чорнобильське походження і знаходяться в Зоні відчуження. Отже, їх частка складає близько 90% за об'ємом і приблизно 10–15% за активністю від загального об'єму і активності РАВ в Україні.

Більшість відходів (до 97–98%) можуть бути захоронені у поверхневих сховищах і лише близько 75 000 м<sup>3</sup> РАВ відносяться до типу довгоіснуючих, а отже – мають бути захоронені у геологічному сховищі. Якщо в майбутньому відпрацьоване ядерне паливо буде визнано радіоактивними відходами, то його теж необхідно буде ізолювати в геологічному сховищі.

#### 11.1.4. Поточна практика поводження з РАВ в Україні

##### Поводження з РАВ у Зоні відчуження

##### Поводження з РАВ у процесі зняття з експлуатації ЧАЕС

Об'єкти, перелічені нижче, споруджуються в період поточної підготовчої стадії для поводження з РАВ, які накопичені на ЧАЕС і утворення яких очікується при знятті станції з експлуатації [9]. До них належать:

- сховище відпрацьованого ядерного палива (СВЯП-2);
- завод по переробці рідких РАВ (ЗПРРВ);
- промисловий комплекс по поводженню з твердими РАВ (ПКПТРВ), складовими частинами якого є: установка вилучення твердих РАВ зі сховища, яке повинне бути зняте з експлуатації (Лот 1); завод з переробки твердих РАВ (Лот 2); проміжне сховище для довготривалого зберігання низько- і середньоактивних довгоіснуючих і високоактивних відходів (Лот 2); приповерхнє сховище для захоронення низько- і середньоактивних короткоіснуючих відходів (Лот 3).

##### Поводження з РАВ у процесі перетворення об'єкта «Укриття»

На майданчику об'єкта «Укриття» проводяться підготовчі роботи для будівництва нового безпечного конфайнменту (НБК), що передбачається для захисту паливовмісних матеріалів (ПВМ) від зовнішніх впливів, зменшення викидів і скидів радіонуклідів до навколишнього середовища, мінімізації наслідків можливого руйнування існуючого об'єкта «Укриття», а також для майбутнього вилучення ПВМ.

Відповідно до затвердженої «Стратегії перетворення ОУ на екологічно безпечну систему» [15], ПВМ, ВАВ та інші довгоіснуючі відходи мають вилучатися з ОУ і видалятися до геологічного сховища. Перший етап цієї Стратегії – стабілізація конструкцій ОУ і другий – спорудження НБК і підготовка до вилучення ПВМ, здійснюються в рамках проекту План здійснення заходів на об'єкті «Укриття».

Передбачається, що найближчим часом збільшаться обсяги рідких РАВ, які необхідно буде збирати в ОУ і переробляти. Значна кількість твердих РАВ виникне при виконанні робіт зі стабіліза-

ції ОУ, спорудження НБК і будівництві об'єктів інфраструктури. Удосконалення існуючої системи поводження з РАВ передбачено Інтегрованою програмою поводження з РАВ на ЧАЕС [9].

#### *Поводження з РАВ, що локалізовані в ПЗРВ і ПТЛРВ*

Поводження з РАВ здійснює Державне спеціалізоване підприємство «Центр переробки та захоронення техногенних відходів «Техноцентр» (ДСП «Техноцентр»), до складу якого входить відокремлений підрозділ (ВП) «Комплекс». ВП «Комплекс» здійснює збирання та транспортування РАВ у Зоні відчуження, експлуатацію діючого ПЗРВ «Буряківка», моніторинг законсервованих ПЗРВ «Підлісний» та ПЗРВ «III-тя черга ЧАЕС» і моніторинг ПТЛРВ. На ПЗРВ «Буряківка», що був споруджений у 1986 році, здійснюється захоронення короткоіснуючих низько- і середньоактивних РАВ у сховищах траншейного типу. У зв'язку з тим, що сховища ПЗРВ «Буряківка» не повною мірою відповідають сучасним вимогам до приповерхневих сховищ РАВ, у 1997 році ДСП «Техноцентр» почав будівництво комплексу «Вектор», який, відповідно до [3], має бути основою для спорудження Центру переробки та захоронення низько- і середньоактивних РАВ. Цей Центр буде здійснювати:

- переробку та захоронення низько- і середньоактивних РАВ, що утворилися внаслідок Чорнобильської катастрофи;
- захоронення низько- і середньоактивних РАВ, що утворилися внаслідок експлуатації об'єкта «Укриття», а в перспективі – тих, що утворюватимуться в процесі перетворення цього об'єкта в екологічно безпечну систему;
- захоронення низько- і середньоактивних РАВ, що утворилися внаслідок експлуатації АЕС, а в перспективі – тих, що утворюватимуться під час зняття з експлуатації АЕС;
- захоронення РАВ, що утворюються на промислових підприємствах, у медичних та в науково-дослідних та інших закладах, і зараз знаходяться на пунктах зберігання державних міжобласних спеціалізованих підприємств УкрДО «Радон».

#### *Поводження з РАВ на АЕС і спецкомбінатах УкрДО «Радон»*

На майданчиках АЕС споруджені і експлуатуються штатні сховища тривалого зберігання низько-, середньо- та високоактивних твердих РАВ (ТРВ), сховища тривалого зберігання рідких РАВ (РРВ), установки сортування ТРВ, установки спалювання ТРВ та мастил, пресування ТРВ, глибокого упарювання, дезактивації обладнання.

Відпрацьоване ядерне паливо реакторів ВВЕР-440 і ВВЕР-1000 АЕС України після зберігання у басейнах витримки, які є на кожному енергоблоці АЕС, вивозиться до Російської Федерації. Виключення становить Запорізька АЕС, на майданчику якої споруджено сховище для «сухого» контейнерного зберігання ВЯП ВВЕР-1000. ВЯП реакторів РБМК-1000 зберігається у басейнах витримки і басейновому сховищі СВЯП-1 на майданчику Чорнобильської АЕС. Поблизу ЧАЕС споруджується модульне сховище «сухого» типу (СВЯП-2) для зберігання протягом 100 років усього обсягу ВЯП реакторів РБМК-1000. В Україні започатковано роботи зі створення централізованого сховища ВЯП (ЦСВЯП) для тривалого зберігання відпрацьованого ядерного палива Рівненської, Хмельницької і Південно-Української АЕС, а також роботи з визначення місця його розміщення і розробки технологій зберігання.

На майданчиках спецкомбінатів УкрДО «Радон» розташовані сховища траншейного типу для ТРВ, сховища колодязного типу для ДІВ та сховища-ємності для РРВ. На відміну від попередніх років, коли тут захоронювалися РАВ, зараз УкрДО «Радон» приймає РАВ лише для зберігання.

#### **11.1.5. Сучасні проблеми, що супроводжують діяльність із поводження з РАВ**

За роки незалежності в Україні проведено певну роботу з розбудови загальнодержавної системи поводження з радіоактивними відходами. Прийнято основні Закони, розроблено багато нормативних документів, що регулюють діяльність фізичних, юридичних осіб і органів державного управління. Все це дозволяє покращити якість життя населення України.

Однак далеко не всі проблеми знайшли належне розв'язання. Вони рівною мірою супроводжують діяльність, пов'язану із поводженням із радіоактивними відходами як чорнобильського походження, так і з відходами ядерної енергетики. Серед проблем, які необхідно розв'язати для суттєвого покращення стану справ у сфері поводження з РАВ, можна виділити: загальнодержавні, нормативно-правові, міжвідомчі і технічні.

#### *Загальнодержавні проблеми*

До загальнодержавних проблем відноситься відсутність спеціального фонду поводження з РАВ, а також проблема законодавчого регулювання джерел наповнення зазначеного фонду.

Через відсутність стабільного фінансування жодна з попередніх програм поводження з РАВ не була виконана в повному обсязі. Як наслідок нестабільності і недостатності фінансування в Україні і досі не створено загальнодержавну систему безпечного поводження з РАВ, яка має бути збалансованою з урахуванням інтересів і взаємних зобов'язань виробників радіоактивних відходів і організацій, що несуть відповідальність за їх зберігання і захоронення.

До загальнодержавних проблем слід, насамперед, віднести невирішеність питання щодо перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно-безпечну систему. Згідно з [16], демонтаж об'єкта «Укриття» через 50 років після спорудження НБК не видається життєздатним рішенням, оскільки це означає необхідність довгострокового утримання у відносній бездіяльності висококваліфікованого персоналу ЧАЕС і персоналу, що забезпечуватиме безпеку НБК. Окрім цього, сукупні витрати на експлуатацію НБК і об'єкта «Укриття» впродовж ста років можуть перевищити витрати на спорудження геологічного сховища. Проблемою відкладеного рішення про вилучення ПВМ є також постійний процес їх саморуйнування. З часом це вимагатиме застосування значно складніших технологій вилучення ПВМ і РАВ. Отже, вилучення ПВМ одразу ж після стабілізації об'єкта «Укриття» є більш доцільним, ніж пов'язування початку їх вилучення з моментом здачі до експлуатації геологічного сховища РАВ. Ці роботи повинні виконуватися паралельно. Іншими словами, стабілізаційні заходи і будівництво НБК дозволять лише на певний час досягти підвищення рівня безпеки об'єкта «Укриття». Стійкого підвищення рівня його безпеки можна досягти лише за умови реалізації стратегії невідкладної підготовки, вилучення і захоронення РАВ і ПВМ з об'єкта «Укриття», для чого потрібні додаткові невідкладні державні рішення.

Якщо в Україні найближчим часом не буде створено загальнодержавну систему поводження з РАВ і не почнеться ефективна передача РАВ з пристанційних сховищ АЕС до загальнонаціональних сховищ, то подальше функціонування АЕС буде суттєво ускладнено. За оцінками, зробленими в роботі [13], приблизно в 2010 р. ємності пристанційних сховищ по зберігання експлуатаційних РАВ буде вичерпано. Окрім цього, згідно з [17], після 2010 р. в Україну з Російської Федерації почнуть надходити оскловані високоактивні відходи. Для створення загальнодержавної системи поводження з РАВ і для забезпечення її гнучкості необхідно також прийняти державне рішення щодо переробки або прямого захоронення відпрацьованого ядерного палива.

Безпечне поводження із зазначеними РАВ має стати складовою загальної системи поводження з РАВ, що охопить і поводження з РАВ, які виникнуть при знятті з експлуатації інших енергоблоків ЧАЕС, а також з тими, що знаходяться на території Зони відчуження. Зазначена система поводження з РАВ, має бути забезпеченою відповідною інфраструктурою і потужностями для переробки, зберігання і захоронення РАВ. Такої інфраструктури в Україні поки що не створено. Частина Зони відчуження (так звана Промислова зона), де розташовані ЧАЕС і основні об'єкти, призначені для поводження з РАВ, що зараз споруджуються, може стати технологічною основою для створення такої інфраструктури.

З огляду на вище зазначене, загальнодержавного значення набуває створення в Зоні відчуження комплексу виробництв «Вектор» у складі першої і другої черг, а також Центрального сховища ВЯП АЕС України і геологічного сховища. Це дозволить у майбутньому гарантувати радіаційну безпеку населення України і створити Національний центр переробки і збереження всіх типів РАВ України.

Для створення загальнодержавної системи поводження з РАВ і проектування об'єктів Національного центру переробки і збереження РАВ доконче необхідно провести інвентаризацію всіх радіоактивних матеріалів зі створенням відповідних реєстрів і кадастрів.

Окремо слід підкреслити необхідність створення державної системи залучення міжнародної технічної допомоги і її ефективного використання.

***Загальнодержавними завданнями є суттєве покращення стану наукового супроводу діяльності щодо поводження з РАВ – в останні роки ця діяльність майже не фінансується. Необхідно покращити також і стан підготовки кваліфікованих спеціалістів та рівень інформаційно-просвітницьких заходів з метою перманентного пом'якшення наслідків Чорнобильської катастрофи. Надалі ці проблеми можуть стати вирішальними для практичної діяльності і розвитку використання ядерної енергії в Україні.***

#### *Нормативно-правові проблеми*

Нормативно-правове поле України не повністю забезпечує потреби практичної діяльності в сфері поводження з РАВ. Це стосується гармонізації української класифікації РАВ з вимогами світових стандартів, розробки нормативних вимог до кондиціонування, перевезення, зберігання і захоронення РАВ різних типів, а також нормативних вимог до відповідних сховищ.

Поводження з РАВ, до складу яких входять довгоіснуючі радіонукліди, є не тільки технологіч-



ною проблемою, а й нормативно-правовою. Шляхом розв'язання цієї проблеми є розробка та впровадження більш досконалої, ніж та, що визначена у ОСПУ – 2005, класифікації РАВ, яка може стати важливим фундаментом сучасної стратегії поводження з РАВ в Україні. Можливість застосування нових підходів до класифікації РАВ на основі критеріїв довгострокової безпеки, що розробляють в МАГАТЕ, дає надію на економічно виважене вирішення питань поводження з радіоактивними відходами аварійного походження і радіоактивних відходів урановидобувної і переробної промисловості на території України.

Щодо захоронення РАВ в геологічному сховищі, відсутні нормативні вимоги до розробки критеріїв прийняття відходів, забезпечення безпеки на всіх етапах життєвого циклу сховища, критеріїв вибору майданчика і процедури прийняття загальнодержавних рішень у процесі такого вибору.

У Зоні відчуження зосереджена велика кількість радіоактивно-забруднених матеріалів (далі – РЗМ), які в їх сучасному стані не можуть бути віднесені до будь якої категорії РАВ. До РЗМ насамперед відносяться ґрунти, які не тільки виконують функції природного бар'єру проти розповсюдження радіонуклідів, але й придатні для отримання корисної продукції. Практично всі види виробничої діяльності в Зоні відчуження пов'язані з поводженням з РЗМ. При цьому виникають вторинні відходи, частина яких може бути віднесена до РАВ. Разом з тим, статус РЗМ законодавчо не визначений, що створює перешкоди для отримання корисної продукції шляхом використання радіоактивно забруднених природних об'єктів (ґрунтів, лісів, водойм тощо).

#### *Міжвідомчі проблеми*

Міжвідомчі проблеми однаково впливають негативно на поводження з РАВ і чорнобильського походження, і енергетичної галузі.

Частково вони знаходять своє розв'язання. Зокрема вже зроблено перші кроки, щодо ліквідації наявності в Зоні відчуження двох органів державного управління у сфері поводження з РАВ (МНС України і Мінпаливенерго України). До недавнього часу такий розподіл відповідальності призводив до існування двох джерел фінансування, двох стратегічних цілей діяльності і двох підходів до проблем майбутнього статусу Зони відчуження. Однак, відносно просте рішення про передачу ДСП ЧАЕС і об'єкта «Укриття» до сфери відповідальності МНС України, вимагає реалізації подальших заходів з координації діяльності МНС і Мінпаливенерго України щодо розв'язання проблеми поводження з РАВ енергетичної галузі України.

#### *Технічні проблеми*

На жаль, проблема поводження з РАВ у колишньому Радянському Союзі розглядалася як другорядна. З набуттям незалежності Україна успадкувала не тільки проблеми, пов'язані з необхідністю ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи і поводження з РАВ чорнобильського походження, а й проблеми поводження з РАВ енергетичної галузі. З цієї причини АЕС, що експлуатуються нині в Україні, не були охоплені загальною системою поводження з РАВ. Фактично поводження з РАВ у колишньому Радянському Союзі обмежувалося створенням спеціальних пристанційних сховищ, що по своїй суті є тимчасовими сховищами для зберігання рідких і твердих РАВ. Серійне устаткування для переробки в Україні РАВ АЕС і досі не виробляється. В Україні практично повністю відсутній парк контейнерів, який охоплював би потреби транспортування, зберігання і захоронення наявних типів і категорій РАВ [13].

До технічних проблем поводження з РАВ чорнобильського походження, що розміщені в ПТЛРВ і ПЗРВ, поряд з незавершеною інвентаризацією місць їх локалізації, слід віднести також і відсутність затверджених методик і технічних засобів для проведення досліджень сховищ РАВ.

Незважаючи на те, що досліджені тимчасові сховища РАВ Зони відчуження не створюють нині відчутного радіаційного ризику для населення [16], для найбільш небезпечних сховищ РАВ (особливо тих, що затоплюються або підтоплюються) необхідно виконати прогноз їх довготривалого впливу на населення і довкілля. Беручи до уваги те, що рівень води у ставку-охолоджувачі ЧАЕС штучно підтримується до зняття АЕС із експлуатації, а великомасштабні земляні роботи на промисловому майданчику ЧАЕС ще не розпочалися, такий прогноз необхідно виконати якомога швидше відповідно до міжнародних стандартів і рекомендацій. Стосовно менш вивчених сховищ необхідно визначити їх характеристики (обсяги і активність РАВ, нуклідний склад, умови зберігання РАВ), для того, щоб виконати оцінку їх безпеки, визначити динаміку міграції радіонуклідів і, можливо, розробити заходи з мінімізації несприятливого впливу. Тільки на основі результатів виконання зазначених оцінок має встановлюватися необхідність і черговість вилучення і перезахоронення РАВ з місць їх нинішнього зберігання.

Для прийняття рішення щодо подальшого приведення сховищ РАВ у відповідність до вимог

радіаційної безпеки і оптимізації витрат на виконання робіт з консервації чи перезахоронення РАВ необхідно розробити також настанови з управління якістю поводження з РАВ, звіти про аналіз безпеки і оцінки впливу на навколишнє середовище. Зазначені звіти мають містити організаційні заходи, оцінки ризиків і пропозиції щодо розробки контрзаходів для попередження аварійних ситуацій при спорудженні і експлуатації нових об'єктів для поводження з РАВ. З огляду на це потребують доопрацювання і офіційного затвердження методики оцінки ризиків, аварійних планів і проектів контрзаходів. Відзначимо також, що для прийняття управлінських рішень важливим являється впровадження інтегрованої системи моніторингу сховищ РАВ, стану довкілля на територіях розміщення сховищ РАВ і, особливо, загального гідрологічного і гідрогеологічного стану Зони відчуження. Останнє необхідно для оцінки ризиків, пов'язаних з міграцією радіонуклідів з ландшафтів Зони відчуження, промислових майданчиків об'єкта «Укриття» і ЧАЕС, а також ПЗРВ і ПТЛРВ.

Значимі технічні проблеми, пов'язані зі збереженням цілісності інженерних бар'єрів існуючих і споруджуваних в Зоні відчуження поверхневих сховищ РАВ, можуть виникнути в майбутньому, як наслідок ігнорування або відсутності комплексних наукових рекомендацій при виборі місця їх розташування. Зокрема, майданчик для спорудження комплексу виробництв «Вектор» вибрано на ділянці широкого розвитку западинних форм рельєфу, що динамічно розвиваються. Еволюція зазначених структур в часі може призвести до розтріскування фундаментів і опорних плит модулів сховища, а також до не прогнозовано швидкого радіонуклідного забруднення ґрунтових вод [18]. Детальна оцінка зазначених ризиків залишається невиконаною.

До проблем, що супроводжують діяльність з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему, окрім проблем, пов'язаних з доведенням надійності спорудження унікальної будівлі НБК, якісної і практичної реалізації проекту, слід віднести необхідність розробки стратегії перетворення об'єкта «Укриття» в екологічно-безпечну систему і технічних засобів для вилучення ПВМ, їх сортування, кондиціонування і упаковки, а також необхідність створення засобів для перевезення і сховищ для ізоляції РАВ. Потребують розв'язання також і проблеми поводження з радіоактивними відходами, що утворюються внаслідок проведення ґрунтових підготовчих робіт для будівництва фундаментів НБК.

Стан фізичного захисту об'єктів для поводження з РАВ у Зоні відчуження потребує приведення його у відповідність до вимог сучасного законодавства. Охорона всієї території Зони по її периметру не повністю перешкоджає несанкціонованому розповсюдженню РЗМ за межі Зони. Необхідно створити власну систему фізичного захисту на кожному об'єкті, призначеному для поводження з РАВ.

До успадкованих технічних проблем поводження з РАВ енергетичної галузі належать також відсутність вимог і устаткування для охарактеризування відходів. Дані ж щодо радіаційних, ізотопних, хімічних і механічних властивостей відходів вкрай необхідні як для завершення інвентаризації РАВ, так і для розробки технічних вимог до технологій переробки, кондиціонування, перевезення і збереження РАВ, а також і для проектування відповідних об'єктів.

До проблем РАВ енергетичної галузі слід віднести також невирішеність питання поводження з осклованими високоактивними відходами від переробки в Російській Федерації ВЯП українських АЕС.

Для розв'язання проблеми поводження з РАВ енергетичної галузі і створення загальнодержавної системи поводження з РАВ необхідно також розробити проекти зняття з експлуатації енергоблоків АЕС у зв'язку із вичерпанням їх ресурсу з визначенням обсягів, властивостей і графіка надходження РАВ, що утворяться при цьому.

Загальною технічною проблемою у сфері поводження з РАВ є відсутність в Україні сертифікованого контейнерного парку і засобів для їх транспортування, а також контейнерів для зберігання і захоронення РАВ.

Окрім перелічених вище проблем в Україні, як уже наголошувалося, існує дуже гостра проблема організації адекватного науково-технічного супроводу всієї діяльності, пов'язаної із поводженням з РАВ. Це стосується планування робіт, розробки екологічно безпечних технологій переробки і кондиціонування відходів, оцінки радіологічних ризиків і наслідків різних елементів поводження з РАВ, вибору майданчиків для розташування сховищ тощо.

#### **11.1.6. Вплив існуючого стану поводження з РАВ на українське суспільство**

Сучасний стан справ в Україні у сфері поводження з радіоактивними відходами характеризується загалом пануванням галузевого підходу щодо технічної політики. При цьому фінансування заходів з ядерної та радіаційної безпеки при поводженні з РАВ здійснюється за залишковим принципом. Це призводить до неможливості системної реалізації довгострокової національної

програми поводження з РАВ через наявність декількох розпорядників коштів, які мають різні пріоритети.

Разом з тим, збереження існуючого стану справ неминуче приведе до песимістичних сценаріїв подій для нашої держави. Зазначені проблеми будуть продовжувати накопичуватись. Це збільшує вірогідність різноманітних аварійних ситуацій і може викликати негативну реакцію та застоювання до України відповідних санкцій з боку ЄС та міжнародних організацій.

Збереження існуючого стану справ і відсутність загальнодержавної стратегії поводження з РАВ має значний негативний вплив на національну безпеку. Цей вплив зумовлений такими факторами:

1) залежністю експлуатації українських АЕС від успішного розвитку російської програми поводження з РАВ;

2) загрозою сталому розвитку ядерної енергетики внаслідок вичерпання ємності пристанційних сховищ РАВ і ВЯП;

3) підвищеною загрозою тероризму під час перевезення ВЯП і зберігання ВАВ і довгоіснуючих РАВ в уразливих поверхневих сховищах;

4) економічним тягарем для майбутніх поколінь, які будуть зобов'язані сплачувати експлуатаційні витрати на зберігання РАВ, що були утворені їх попередниками.

Нерозв'язаність проблеми ізоляції радіоактивних відходів не знімає соціально-психологічної напруги в українському суспільстві, пов'язаної з недовірою населення до безпечності ядерної енергетики і незавершеністю ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС.

## **11.2. Стратегія поводження з РАВ**

### **11.2.1. Основні засади щодо розробки загальнодержавної стратегії поводження з РАВ**

Аналіз інформації, представленої в попередньому розділі, показує, що для розробки загальнодержавної стратегії поводження з РАВ необхідно:

– прийняти низку політичних і управлінських рішень стосовно створення спеціального фонду поводження з РАВ, визначення і формування механізму наповнення такого фонду, а також стратегії поводження з відпрацьованим ядерним паливом);

– розробити і затвердити загальнодержавну цільову програму поводження з радіоактивними відходами;

– розробити і затвердити державну цільову програму захоронення високоактивних і довгоіснуючих РАВ, як відокремлену частину загальнодержавної програми;

– у свою чергу, в межах заходів загальнодержавної цільової програми поводження з радіоактивними відходами необхідно забезпечити розробку і удосконалення: нормативної бази поводження з РАВ; проектів зняття з експлуатації АЕС; техніко-економічного обґрунтування робіт з проектів перезахоронення, локалізації і надійного моніторингу ПТЛРВ і ПЗРВ у Зоні відчуження, а також сховищ УкрДО «Радон»; проектів сховищ для зберігання, а також захоронення всіх типів радіоактивних відходів, що існують в Україні; проектів щодо створення інфраструктури для поводження з РАВ; технологій переробки і кондиціонування РАВ; контейнерного парку для транспортування, зберігання і захоронення всіх типів РАВ, а також засобів транспортування контейнерів з РАВ.

Зазначена загальнодержавна цільова програма поводження з РАВ має бути збалансованою з урахуванням інтересів і взаємних зобов'язань виробників радіоактивних відходів і організацій, що несуть відповідальність за їх зберігання і захоронення.

Для розв'язання проблем пов'язаних з розвитком загальнодержавної системи поводження з РАВ (враховуючи низку соціальних, транспортних проблем та умов забезпечення радіаційної безпеки, а також необхідність мінімізації площі відчуження земель для створення інфраструктури для зберігання і захоронення РАВ) оптимальною є територія чорнобильської Зони відчуження. Це визначається тим, що:

– більш ніж 90% обсягів радіоактивних відходів в Україні знаходяться в Зоні відчуження, що пов'язано з наслідками Чорнобильської катастрофи, роботою і зняттям з експлуатації ЧАЕС;

– в Зоні відчуження концентруються роботи зі створення інфраструктури для зберігання і захоронення РАВ;

– Зона відчуження є територією найбільш забрудненою радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС, з неї відселено населення, тому соціальні питання щодо розміщення сховищ РАВ та об'єктів, призначених для поводження з РАВ, тут будуть зведені до мінімуму;

– оскільки основна частина РАВ, які підлягають захороненню, зосереджена в Зоні відчуження, то транспортні витрати і проблеми безпеки транспортування РАВ до сховищ в близько і середньостроковій перспективі також будуть мінімальними;

– попередні дослідження, виконані в межах Зони відчуження і прилеглих територій, свідчать про наявність тут перспективних площ для будівництва сховищ (в тому числі геологічного) для зберігання і захоронення усіх типів РАВ.

Основними завданнями щодо створення в Україні загальнодержавної системи поводження з РАВ є:

- завершення інвентаризації РАВ енергетичної галузі, промисловості, наукових і медичних закладів України, а також сховищ УкрДО «Радон», а також РАВ і РЗМ у Зоні відчуження;
- розробка звітів про аналіз безпеки і оцінку впливу на довкілля сховищ РАВ Зони відчуження, як основи для прийняття рішень щодо необхідності їх консервації або ліквідації;
- виконання робіт з обґрунтування вибору майданчиків для розміщення сховищ для зберігання і захоронення короткоіснуючих РАВ, а також робіт із вибору майданчика для розміщення геологічного сховища для ізоляції високоактивних і довгоіснуючих РАВ;
- розробка техніко-економічного обґрунтування інвестиції на створення в Україні загальнодержавної системи поводження з РАВ з урахуванням проблем зняття з експлуатації енергетичних реакторів та інших ядерно- і радіаційно небезпечних об'єктів;
- розробка графіка створення в Україні об'єктів інфраструктури для поводження з РАВ в тому числі: установок для вилучення РАВ зі сховищ РАВ в зоні відчуження і пристанційних сховищ АЕС; установок для кондиціонування РАВ з метою їх подальшого зберігання або захоронення; контейнерного парку і засобів для транспортування РАВ, а також контейнерного парку для зберігання і захоронення РАВ;
- розробка генерального плану розташування в Зоні відчуження об'єктів для поводження з РАВ;
- розробка графіка постачання РАВ України для переробки, зберігання і захоронення з урахуванням потреб атомної енергетики;
- оптимізація експлуатації існуючих об'єктів, призначених для поводження з РАВ;
- проектування і будівництво сховищ для зберігання і захоронення всіх типів РАВ;
- забезпечення створення і функціонування Національного центру переробки та збереження РАВ у Зоні відчуження, як основи для радіаційної безпеки населення України та сталого розвитку ядерної енергетики і технологій.

### **11.2.2. Шляхи розв'язання проблеми ізоляції високоактивних і довгоіснуючих РАВ**

Стан проблеми видалення довгоіснуючих РАВ у стабільні геологічні утворення, що склався на сьогодні в Україні, є таким. У результаті науково-дослідних робіт [19], практично визначено Чорнобильський регіон (Зона відчуження і Зона безумовного (обов'язкового) відселення і деякі суміжні території) як такий, де мають бути зосереджені спеціалізовані роботи з пошуку місця для захоронення довгоіснуючих РАВ.

Вибір потенційно придатних ділянок має ґрунтуватись на результатах комплексного вивчення геологічної будови і гідрогеологічних умов території із застосуванням різних геофізичних, дистанційних і індикаторних методів, прямих геологічних і гідрогеологічних досліджень з виконанням необхідних обсягів бурових і дослідних робіт, із застосуванням комплексу свердловинних геолого-геофізичних досліджень.

На цей час концептуально розглядаються такі альтернативні варіанти геологічних сховищ РАВ.

**1. Спорудження єдиного геологічного сховища шахтного типу**, призначеного для розміщення РАВ, що будуть накопичені на момент введення його в експлуатацію (орієнтовно, 2040 р.) і утворюватимуться протягом деякого часу до закриття сховища. У цьому варіанті вилученню до геологічного сховища підлягатимуть усі види високоактивних і довгоіснуючих РАВ [3, 9]. Сховище має бути комплексним і багатомодульним за конструкцією [20].

**2. Спорудження двох геологічних сховищ різного типу** – свердловинного та шахтного. Це означає розподіл у часі на два потоки усіх обсягів РАВ, що мають бути вилучені у стабільні геологічні формації. У сховищі свердловинного типу, яке можливо спорудити значно швидше – до 2025 р., може бути розміщено ВЯП, ПВМ і оскловані РАВ. Сховище шахтного типу може бути введеним до експлуатації пізніше, коли будуть виконані основні роботи по вилученню і підготовці до захоронення довгоіснуючих РАВ з об'єкта «Укриття» та сховищ зони відчуження. До шахтного сховища вилучатимуться також високоактивні і довгоіснуючі РАВ, що утворюються при експлуатації і знятті з експлуатації реакторів АЕС.

За розрахунками [21], захоронення ВЯП та осклованих РАВ у сховищі свердловинного типу вдвічі дешевше, а загальна вартість досліджень, необхідних для обґрунтування можливості створення такого сховища приблизно в 4–5 разів менша порівняно зі сховищем шахтного типу. Окрім цього, зниження обсягів РАВ для ізоляції в геологічних сховищах обох типів можна досяг-

ти, якщо обґрунтувати можливість захоронення частини довгоіснуючих РАВ в приповерхневих сховищах на території центральної частини Зони відчуження.

Такий варіант буде доцільним, насамперед, якщо загальні обсяги ВЯП і РАВ, що фактично підлягатимуть захороненню у сховище свердловинного типу, будуть достатніми для виправдан-ня витрат на створення цього сховища.

Таким чином, обрання оптимальної концепції ізоляції довгоіснуючих РАВ у стабільних геологічних формаціях потребує нагального всебічного техніко-економічного аналізу з розглядом альтернативних рішень, особливо тих, що стосуються об'єкта «Укриття». Проте, незалежно від подальшої розробки концепції видалення РАВ і, зокрема, визначення кількості та типу геологічних сховищ, вкрай необхідним є проведення прямих геологічних досліджень з вивчення глибинної будови регіону з достатніми обсягами бурових робіт із застосуванням комплексу свердловинних геолого-геофізичних методів.

### **11.2.3. Основні заходи щодо захоронення РАВ чорнобильського походження**

З огляду на тематичне спрямування цього документа, в подальшому викладенні головна увага приділятиметься визначенню заходів щодо розв'язання проблеми поводження з РАВ, що сконцентровані в Зоні відчуження. Це не означає, що ці заходи плануються у відриві від загальних потреб розвитку загальнонаціональної системи поводження з РАВ. Навпаки, вони мають стати органічно інтегрованою частиною зазначеної системи. Вище вже обґрунтовувалася доцільність створення основних об'єктів щодо зберігання і захоронення РАВ саме в Зоні відчуження. Тому першочерговою задачею є формування технічних вимог до інфраструктури для поводження з РАВ, що створюватиметься в Зоні відчуження, з боку відомств і організацій, які є власниками РАВ.

Основний підхід щодо розв'язання проблеми зберігання і захоронення радіоактивних відходів базується на тому, що:

- зберігання всіх типів РАВ і захоронення короткоіснуючих РАВ планується здійснювати на комплексі «Вектор» (зберігання і захоронення в майбутньому), для чого на майданчику останнього має бути створений Національний центр переробки та збереження РАВ;

- для захоронення РАВ дуже низької активності потрібно використовувати приповерхневі сховища траншейного типу;

- для захоронення високоактивних і довгоіснуючих РАВ необхідно створити геологічне сховище РАВ.

Всі технічні заходи щодо поводження з радіоактивними відходами у Зоні відчуження розглядаються окремо для РАВ, що виникли внаслідок [22]:

- Чорнобильської катастрофи і будуть утворюватися при ліквідації її наслідків;

- експлуатації ЧАЕС і будуть утворюватися в процесі виведення її з експлуатації;

- технічного обслуговування об'єкта «Укриття» і будуть утворюватися при перетворенні його в екологічно безпечну систему.

За термінами виконання робіт всі заходи діляться на першочергові, короткострокові і довгострокові.

#### *Першочергові заходи*

Тривалість реалізації першочергових заходів становить приблизно п'ять років. Зміст і обсяги робіт на цей період часу визначаються Комплексною програмою поводження з радіоактивними відходами на 2002–2005 рр. і на період до 2010 рр., що затверджена Кабінетом Міністрів України Постановою від 25 грудня 2002 р. № 2015 [3].

До першочергових заходів належить будівництво в Зоні відчуження:

- комплексу виробництв «Вектор»;

- заводу з переробки рідких РАВ;

- заводу з вилучення та переробки твердих РАВ;

- сховища для захоронення РАВ, що вилучатимуться зі сховищ ЧАЕС, на майданчику комплексу «Вектор»;

- нового конфайнмента для об'єкта «Укриття».

До першочергових заходів слід віднести також суттєве розширення масштабу пошукових і розвідувальних робіт з метою вибору майданчика для розміщення геологічного сховища (шахтного і свердловинного типів).

Кінцевий результат реалізації першочергових заходів буде досягнуто, якщо будуть введені в експлуатацію такі об'єкти, призначені для поводження з РАВ:

- пускові комплекси першої і другої черг комплексу «Вектор»;

- заводи по переробці рідких і твердих РАВ на промисловому майданчику ЧАЕС;
- друга черга ПЗРВ «Буряківка».

Окрім цього, мають бути визначеними перспективні площі для постановки детальної розвідки, з метою визначення майданчиків для розміщення геологічного сховища.

#### *Короткострокові заходи*

Тривалість реалізації короткострокових заходів щодо поводження з РАВ і РЗМ у Зоні відчуження становить приблизно 20 років. Метою короткострокових заходів є приведення РАВ і РЗМ в екологічно безпечний стан. Це реалізується шляхом:

- перезахоронення чи локалізації найбільш небезпечних ПТЛРВ і ПЗРВ;
- підготовки до вилучення високоактивних відходів з об'єкта «Укриття»;
- початку вилучення високоактивних відходів з ПЗРВ і розміщення їх в спеціальних сховищах на комплексі «Вектор»;
- переробки і збереження РАВ на комплексі «Вектор»;
- виконання детальних розвідувальних робіт з дослідження найбільш перспективних майданчиків для розміщення геологічного сховища;
- проектування і будівництва підземної експериментальної лабораторії для підтвердження вибору майданчика для розміщення геологічного сховища і експериментальної перевірки технологій ізоляції високоактивних і довгоіснуючих РАВ;
- завершення робіт з розвідки і підтвердження майданчика, а також проведення робіт з будівництва геологічного сховища (в разі прийняття рішення про створення геологічного сховища в глибоких свердловинах).

Під час реалізації короткострокових заходів передбачається створити і забезпечити експлуатацію комплексу «Вектор» у складі:

- технологічного комплексу для переробки всіх видів РАВ;
- сховищ для захоронення короткоіснуючих РАВ;
- сховищ для зберігання довгоіснуючих РАВ;
- сховищ для зберігання ПЗМ;
- сховищ для зберігання високоактивних кондиційованих РАВ.

Крім того, під час короткострокових заходів необхідно визначити обсяги та джерела фінансування, організацію-замовника на проведення пошукових, науково-дослідних робіт щодо вибору майданчика для розміщення геологічного сховища РАВ, вибрати майданчик, а також розробити техніко-економічне обґрунтування інвестицій, завершити проектування і розпочати будівництво геологічного сховища.

Кінцевим результатом короткострокових заходів має стати:

- забезпечення перетворення основних ПТЛРВ і ПЗРВ в екологічно безпечний стан;
- перетворення об'єкта «Укриття» в поверхнєве сховище для захоронення короткоіснуючих РАВ;
- завершення консервації радіоактивного обладнання як проміжного етапу виводу з експлуатації ЧАЕС;
- завершення розвідувальних робіт з метою підтвердження вибору майданчика і обґрунтування будівництва геологічного сховища РАВ.

#### *Довгострокові заходи*

Тривалість довгострокових заходів складає приблизно 50–70 років.

Стратегічною метою довгострокових заходів є зосередження основних робіт щодо поводження з ВЯП, РАВ і РЗМ у тій частині Зони, яка стане так званою «промисловою» зоною, що не підлягає реабілітації.

На території «промислової» зони виконуються основні роботи, пов'язані з ліквідацією наслідків Чорнобильської катастрофи. Це, власне, території, де розташовуються об'єкти, призначені для поводження з РАВ, а також проводяться роботи по запобіганню розповсюдження радіонуклідів з найбільш небезпечних місць їх скупчення в природних об'єктах. Тут проводяться роботи:

- по переробці, збереженню та захороненню РАВ;
- по виведенню з експлуатації ЧАЕС;
- по перетворенню об'єкта «Укриття» в екологічно безпечну систему;
- по проектуванню, будівництву, ліцензуванню і введенню в експлуатацію геологічного сховища шахтного типу і експлуатації сховища свердловинного типу.

Кінцевим результатом довгострокових заходів має стати:

- завершення етапів «остаточне закриття» і «консервація» при знятті з експлуатації ЧАЕС;
- створення в Зоні відчуження геологічного сховища РАВ.

Сукупність комплексу «Вектор» і геологічного сховища РАВ дозволить створити Національний Центр переробки і збереження РАВ усіх категорій.

## Висновки

Підсумовуючи вищевикладене, можна зробити такі основні висновки.

1. В Україні накопичено значні обсяги радіоактивних відходів. Вони утворилися внаслідок аварії на ЧАЕС, експлуатації атомних електростанцій і дослідницьких ядерних реакторів, а також при використанні джерел іонізуючого випромінювання в промисловості, медицині і наукових закладах. Обсяги РАВ зростатимуть за рахунок експлуатації об'єктів ядерного енергетичного циклу і при виведенні з експлуатації енергоблоків АЕС. Загальна кількість РАВ, що підлягають захороненню може скласти 3,3–4,6 млн м<sup>3</sup>. З них близько 75 000 м<sup>3</sup> необхідно розмістити в геологічному сховищі. До 90% обсягів усіх радіоактивних відходів зосереджено в Зоні відчуження.

2. В Україні відсутня загальнодержавна система поводження з РАВ, яка була б збалансованою з урахуванням інтересів і взаємних зобов'язань виробників радіоактивних відходів і організацій, що несуть відповідальність за їх зберігання і захоронення. Така ситуація створює загрозу для національної безпеки, сталому розвитку економіки і є перешкодою для інтеграції до Європейських структур.

3. Для створення загальнодержавної системи поводження з РАВ взагалі і розв'язання проблеми остаточного захоронення РАВ необхідно здійснити такі першочергові завдання:

- створити Державний фонд поводження з радіоактивними відходами;
- розробити стратегію поводження з радіоактивними відходами і відпрацьованим ядерним паливом;
- прийняти довгострокову Загальнодержавну цільову програму поводження з радіоактивними відходами і, як складову її частину – державну цільову програму захоронення високоактивних і довгоіснуючих РАВ.

4. Довгострокова Державна цільова програма поводження з РАВ дозволить досягти високого рівня ядерної та радіаційної безпеки завдяки: створенню єдиної системи поводження з РАВ; впровадженню єдиної технічної політики щодо поводження з радіоактивними відходами та їх фізичного захисту; зменшенню ризиків потрапляння радіоактивних відходів у неконтрольований обіг.

5. У свою чергу, створення єдиної системи і впровадження єдиної технічної політики щодо поводження з радіоактивними відходами забезпечать цілу низку економічних, соціальних і екологічних результатів, а саме:

- сприяння стійкому розвитку ядерної енергетики; а також зменшення економічного тягаря для прийдешніх поколінь (економічні результати);
- підвищення рівня національної безпеки (зменшення радіаційних наслідків природних катастроф, техногенних аварій, терористичних актів, військових дій); зменшення соціально-психологічної напруги в суспільстві, а також забезпечення соціального розвитку регіонів, де будуть створюватись сховища РАВ (соціальні результати);
- гарантовану ізоляцію радіоактивних відходів для унеможливлення упродовж тисячоліть шкідливого впливу радіації на біосферу; перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно-безпечну систему; завершення ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС; підвищення радіаційної безпеки енергоблоків АЕС (екологічні результати).

## 12. ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ТА ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 12.1. Державне управління у сфері подолання наслідків Чорнобильської катастрофи

Аварія ядерного реактора на Чорнобильській АЕС за своїми масштабами не вкладалася в параметри аварій, які розглядалися в нормативних документах Радянського Союзу як імовірні. Виникло глобальне поширення широкого спектра радіоактивних ізотопів чорнобильського походження, що поставило перед органами державної влади й управління СРСР зовсім нові завдання, пов'язані з локалізацією і мінімізацією наслідків катастрофи. Проблеми, які виникли внаслідок аварії на ЧАЕС, та управлінські заходи щодо її ліквідації на загальнодержавному рівні розв'язувалися на підставі постанов та розпоряджень ЦК КПРС, Ради Міністрів СРСР, наказів міністерств та відомств, рішень державних комісій. Приймалися вони з грифами «цілком таємно», «таємно» або «для службового користування», що звужувало межі їх використання. В УРСР на їх підставі ухвалювалися постанови ЦК Компартії України та Кабінету Міністрів України. Вони були оприлюднені у 1990 р. у збірці, яка була підготовлена для депутатів Верховної Ради України [1].

З метою організації забезпечення радіаційного захисту населення МОЗ СРСР з перших днів після аварії почало вводити регламенти тимчасових аварійних рівнів забруднення об'єктів навколишнього природного середовища, споруд, доріг, доз опромінення населення, припустимі рівні вмісту радіоактивних речовин в продуктах харчування, сільськогосподарській сировині тощо. Застосування цих регламентів давало можливість здійснювати організаційні та управлінські заходи, які певною мірою забезпечували захист людей від дії аварійних радіоактивних викидів ЧАЕС. З урахуванням уточнення даних щодо дії іонізуючого випромінювання на організм людини та накопичення додаткового досвіду із забезпечення радіаційного контролю й проведення профілактичних заходів, у тому числі ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, у 1987 р. в СРСР було введено в дію нову редакцію Норм радіаційної безпеки (НРБ-76/87) та Основних санітарних правил ОСП-72/87 [2]. Питання організації медичної допомоги населенню у місцях розташування АЕС та при радіаційних аваріях регламентувалися спеціальними посібниками [3–6].

Принципово новим в НРБ-76/87 був розподіл нормативів для кожної категорії опромінених осіб на три класи: основні дозові межі, допустимі рівні і контрольні рівні. До основних дозових меж для категорії А (персонал) віднесена гранично допустима доза за рік (ГДД), а для категорії Б (обмежена частина населення) – межа дози за рік (МД).

Опромінення обмеженої частини населення, згідно з НРБ-76/87, повинно контролюватися шляхом замірів радіоактивних викидів, потужності дози на місцевості й рівнів радіоактивного забруднення зовнішнього середовища (повітря, вода, їжа, ґрунт тощо) та наступного розрахунку доз. Індивідуальна ефективна доза опромінення осіб категорії Б не повинна перевищувати 0,5 бер (0,005 Зв) за рік.

У 1996 р. практично всі документи й матеріали, які стосувалися аварії на ЧАЕС, стали доступними широкому загалу і були опубліковані у спеціальній збірці [7]. Документи, що увійшли до збірки (508 документів з 1967 по 1996 рр.), засвідчують, що проблеми, пов'язані з аварією на ЧАЕС, з першого дня стали центром уваги державних органів влади й управління колишнього СРСР, а також України, Білорусі і Росії.

Верховна Рада СРСР постановою від 25 квітня 1990 р. [8] аварію на ЧАЕС за сукупністю наслідків визнала найбільшою катастрофою сучасності, загальнонародним лихом, що торкнулося долі мільйонів людей, які проживають на величезних територіях.

Катастрофі на ЧАЕС і ходу робіт із ліквідації її наслідків була дана політична оцінка на ХХVІІІ з'їзді КПРС [9]. З'їзд визнав заходи щодо ліквідації наслідків катастрофи на ЧАЕС незадовільними й недостатніми. В Україні узагальнююча оцінка роботи з подолання наслідків Чорнобильської катастрофи була дана в Заяві ХХVІІ з'їзду Компартії України «Про ліквідацію наслідків чорнобильської катастрофи й захисту населення від їх впливу» у липні 1990 р. та в постанові Верховної Ради УРСР від 1 серпня 1990 р. [10]. Вони значною мірою стали відправною точкою для переходу на якісно нові шляхи подолання наслідків катастрофи.

Верховна Рада УРСР протягом 1990 р. двічі розглядала на сесіях екологічну ситуацію і невідкладні заходи із захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. Була створена Комісія Верховної Ради УРСР з питань Чорнобильської катастрофи. 1990 рік було проголошено роком оздоровлення дітей, які проживають на територіях, що постраждали від аварії на ЧАЕС



[11]. З метою забезпечення науково обґрунтованого підходу до розв'язання проблем радіаційного захисту населення, розширення участі у міжнародному співробітництві з цих питань прийнято рішення про створення національної Комісії радіаційного захисту населення України, Державного комітету УРСР з питань Чорнобильської катастрофи, територія республіки оголошена зоною екологічного лиха, Голові урядової комісії з надзвичайних ситуацій надані повноваження Першого заступника Голови Ради Міністрів УРСР. Також було визнано необхідним створити в апараті Уряду, ряду міністерств, у Житомирській, Київській, Рівненській, Чернігівській, Волинській, Черкаській, Вінницькій, а за необхідності і в інших областях спеціальні підрозділи, поклавши на них забезпечення організації роботи з подолання й ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи, а також стихійних явищ та інших надзвичайних ситуацій [10].

29 березня 1990 р. Президія Верховної Ради УРСР, враховуючи пропозиції депутатів Верховної Ради УРСР і широкого загалу республіки про увіковічення в пам'яті народу трагічних подій, пов'язаних з аварією на ЧАЕС, і з метою застереження від ядерних катастроф своїм Указом (№ 8985-ХІІ) оголосила 26 квітня «Днем Чорнобильської трагедії».

З 1990 р. почали реалізуватися ухвалені на державному рівні рішення з оцінки здійснених заходів ліквідації наслідків катастрофи та пропозиції щодо їх усунення в майбутньому. Була затверджена «Державна союзно-республіканська програма негайних заходів на 1990–1992 рр. по ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС» [8]. В ній знайшли відображення і ті заходи, які планувалося здійснити конкретно на Україні.

Так, Постановою Ради Міністрів УРСР і Української Республіканської Ради Професійних Спілок від 21 травня 1990 р. № 115 Київському, Житомирському, Рівненському і Чернігівському облвиконкомам доручалося забезпечити переселення громадян з територій, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС.

До 1991 р. виконання завдань Програми велося загальносоюзними силами. З часу розпаду СРСР ліквідація наслідків аварії здійснювалася кожною новою державою самостійно, що створило чималих труднощів.

У цілому Державна союзно-республіканська програма і ухвалені постанови передбачали цілу низку широкомасштабних державних заходів, спрямованих на забезпечення екологічної безпеки, охорону і зміцнення здоров'я, соціально-правовий захист потерпілих внаслідок Чорнобильської катастрофи й населення забруднених територій.

Урядом України, місцевими органами влади й управління здійснювались заходи, спрямовані на зменшення впливу на здоров'я людей радіоактивного забруднення. За період 1987–1990 рр. Урядом України було прийнято 116 постанов і розпоряджень з питань ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Була розроблена і реалізовувалась Державна програма невідкладних заходів щодо подолання наслідків аварії на ЧАЕС в УРСР на 1990–1992 рр. Незважаючи на це, обстановка в забруднених районах залишалась надзвичайно складною. Загострювались проблеми, пов'язані з відсутністю детального обстеження території і оцінки радіаційної обстановки, всебічного й об'єктивного інформування населення про радіоекологічну ситуацію, з невиправданим зволіканням розробки республіканської концепції безпечного проживання людей на територіях, що зазнали радіоактивного забруднення. До цього часу не був визначений статус 30-кілометрової зони та інших забруднених територій, не забезпечений надійний соціальний захист постраждалих. Не виконувались рішення щодо забезпечення населення «забруднених» районів «чистими» продуктами харчування і дозиметричними приладами, оздоровлення і лікування людей, будівництва житла й об'єктів соціальної сфери, інших невідкладних завдань.

При ухваленні рішень органи виконавчої влади керувалися головним критерієм тимчасових нормативних рівнів забруднення радіонуклідами, затверджених МОЗ СРСР у травні 1986 р., – щільністю забруднення.

Верховна Рада СРСР у своїй Постанові № 1452-1 від 25 квітня 1990 р. звернула увагу на те, що «что меры, принимаемые для ликвидации последствий аварии, оказались недостаточными. В районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению, сложилась крайне напряженная социально-политическая ситуация, обусловленная противоречиями в рекомендациях ученых и специалистов по проблемам радиационной безопасности, промедлением в принятии необходимых мер и в итоге потерей частью населения доверия к местным и центральным органам власти» та вирішила не приймати як максимальну дозу 35 бер за життя, запропоновану Академією наук СРСР та схвалену Радою Міністрів СРСР у вересні 1989 р. Раді Міністрів СРСР доручалося завершити у 1990 р. формування науково обґрунтованих критеріїв безпечного проживання людей з урахуванням безпорогової (гуманної) концепції та інших сучасних уявлень.

Наприкінці 1990 р. Комісією Верховної Ради України з питань Чорнобильської катастрофи, Урядом України, Академією наук України, громадським об'єднанням «Союз Чорнобиль» підго-

товлено проекти Концепції проживання населення на територіях з підвищеним рівнем радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи і законів «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» і «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи».

За основу при розробці проекту Концепції взято матеріали наукової доповіді Ради з вивчення продуктивних сил УРСР Академії наук УРСР [12], яка була підготовлена для Ради Міністрів УРСР. В доповіді запропоновано Концепцію радіаційної безпеки, в якій визначено і обґрунтовано критерії та нормативи для проживання населення та його життєзабезпечення. В основу Концепції покладено міжнародну практику радіаційного захисту, яка в цілому зводиться до неперевищення нормативів безпеки, реалізації усіх необхідних заходів щодо зменшення опромінення людини до мінімуму.

Базовий принцип Концепції полягає в тому, що для критичної групи населення (діти 1986 р. народження) величина ефективної дози додаткового опромінення, пов'язаного з Чорнобильською катастрофою, не повинно перевищувати 1,0 мЗв (0,1 бер) на рік і 70,0 мЗв (7 бер) за життя понад дозу, яку населення одержувало в доаварійний період в конкретних природних умовах [13]. У Концепції та подальших законах «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» та «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» передбачено розподіл усієї території, забрудненої аварійними викидами, на зони [14, 15].

Враховуючи велику соціальну значущість законопроектів, Комісія з питань Чорнобильської катастрофи прийняла рішення про їх всенародне обговорення. Проекти були надруковані в центральних газетах. Тисячі громадян України, міністерства, відомства і організації надали свої зауваження. Над підготовкою законопроектів тривалий час працювали вчені Академії наук, співробітники міністерств охорони здоров'я, юстиції, праці, агропромисловий комплекс, громадські організації, місцеві ради постраждалих областей і районів. 5 лютого 1991 р. законопроекти були внесені на розгляд сесії Верховної Ради УРСР на перше читання, а 27 і 28 лютого 1991 р. остаточно ухвалені переважною більшістю народних депутатів.

При розгляді законопроектів на сесії Верховної Ради УРСР зверталась увага на те, що за підрахунками Міністерства фінансів річні витрати на реалізацію прописаних пільг становлять понад 4 млрд крб. Якщо виходити з усіх постанов і рішень, які були прийняті і діяли на час розгляду законопроектів з диференційованою оплати праці, з доплат, оздоровлення, безкоштовного харчування дітей тощо, то ця сума становила 580 млн крб. Таким чином, дефіцит коштів на реалізацію законів перевищував 3 млрд крб. Ці кошти передбачалося отримати із Союзного бюджету.

З розпадом СРСР можливість отримати кошти з Союзного бюджету була втрачена, і фінансування усіх заходів, передбачених «чорнобильським» законодавством, повністю лягло на український бюджет. Незважаючи на те, що за роки незалежності Україна витратила понад 7 млрд доларів США на ліквідацію наслідків Чорнобильської катастрофи, у вартісному еквіваленті закони не фінансувалися більше ніж на 57%.

Прийняття Концепції і законів України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» і «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» дозволило законодавчо закріпити зони радіоактивного забруднення залежно від ступеня можливого негативного впливу на здоров'я населення, визначити критерії та першочерговість відселення, створити систему контролю за безпечним проживанням, упорядкувати життя на забруднених територіях. Кожному постраждалому внаслідок Чорнобильської катастрофи держава гарантувала надання пільг та компенсацій залежно від встановленої категорії [16].

Для підвищення статусу органу державного управління, який займався вирішенням Чорнобильських проблем, за пропозицією Комісії Верховної Ради України з питань Чорнобильської катастрофи Законом «Про перелік міністерств та інших центральних органів державного управління УРСР» від 13 травня 1991 р. № 10306-ХІІ на базі Державного комітету з питань Чорнобильської катастрофи створено Міністерство у справах захисту населення від наслідків аварії на ЧАЕС.

Викладене дає підстави відносити функцію держави щодо подолання наслідків Чорнобильської катастрофи до числа основних.

Важливішим чинником щодо віднесення тієї чи іншої функції держави до числа основних є її конституційне закріплення. На відміну від конституцій інших республік колишнього СРСР, функція держави щодо подолання наслідків Чорнобильської катастрофи відображена у Конституції України: «... подолання наслідків Чорнобильської катастрофи – катастрофи планетарного масштабу, збереження генофонду українського народу є обов'язком держави» (стаття 16).

З прийняттям «чорнобильських» законів і розпадом Союзу постало питання щодо фінансування всієї Чорнобильської програми. Постановою Верховної Ради України «Про проект Республіканського бюджету України на 1 квартал 1992 року» від 20 грудня 1991 р. № 2006-ХІІ в складі Республіканського бюджету на 1992 р. утворено Фонд для здійснення заходів щодо ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи і соціального захисту населення із спрямуванням в цей Фонд внесків підприємств і господарських організацій незалежно від підпорядкованості і форм власності в розмірі 19% до фонду оплати праці (фонд заробітної плати) з віднесенням відрахованих сум на собівартість продуктів (робіт, послуг), а Постановою Верховної Ради України «Про порядок введення в дію Закону України «Про оподаткування доходів підприємств і організацій» від 21 лютого 1992 р. № 2147-ХІІ з 1 березня 1992 р. відрахування до зазначеного Фонду були встановлені в розмірі 12%.

Законом України «Про формування Фонду для здійснення заходів щодо ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи та соціального захисту населення» (1997) ставка збору становила 10% від об'єкта оподаткування з віднесенням сплачених сум на валові витрати виробництва та обігу платника збору [17].

Указом Президента України «Про деякі зміни в оподаткуванні» від 07 серпня 1998 р. № 857/98, починаючи з 1 січня 1999 р., було зупинено справляння збору до Фонду для здійснення заходів щодо ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи та соціального захисту населення. Указом встановлено, що фінансування витрат на здійснення заходів щодо ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи та пов'язаного з цим соціального захисту населення провадиться за рахунок коштів Державного бюджету України, у тому числі за рахунок збільшення бюджетних надходжень від розширення податкових баз.

Формування, порядок надходження і використання коштів Фонду для здійснення заходів щодо ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи та соціального захисту населення були встановлені відповідним Законом України № 1445-ІІІ від 10 лютого 2000 р. Було визначено, що фінансування видатків на заходи, пов'язані з ліквідацією наслідків Чорнобильської катастрофи та соціальним захистом населення, провадиться за рахунок коштів Фонду для здійснення заходів щодо ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи та соціального захисту населення та інших джерел, визначених законами України, який утворюється у складі Державного бюджету України. Кошти Фонду зараховуються на окремий рахунок Державного бюджету України. Розпорядником коштів Фонду було визначено Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи [18].

Таким чином поступово була сформована правова база для реалізації національної політики у сфері комплексного захисту постраждалих від наслідків аварії на ЧАЕС.

Досвід застосування вимог Закону України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» показує, що стратегічні завдання з соціального захисту постраждалих громадян були визначені правильно. Під захист взято безпосередніх учасників ліквідації наслідків аварії, найбільш уразливі верстви населення – дітей та інвалідів, мешканців населених пунктів, що розташовані на територіях з підвищеними рівнями радіоактивного забруднення.

Саме цим Законом визначено основні положення щодо реалізації конституційного права громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, на охорону їх життя та здоров'я, створено єдиний порядок визначення статусу постраждалих осіб. Після прийняття зазначеного Закону у державі була розгорнута робота з розробки та введення в дію підзаконних актів для реалізації визначених законодавством вимог та положень і, перш за все, стосовно визначення статусу постраждалих осіб та організації їх належного соціального захисту. Однак слід зазначити, що значна частина заходів, передбачених Законом, не були ніколи виконані і не виправдали сподівань на очікувані результати.

У 1996–2004 рр. Верховною Радою України внесено ряд змін до чинного Закону України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи», більшість яких стосується уточнення норм законодавства та розширення соціальних гарантій постраждалим. Так, при зміні редакції Закону від 6 червня 1996 р. введено новий порядок визначення категорій постраждалих та розширено коло пільг та компенсацій потерпілим дітям, інвалідність яких пов'язана з Чорнобильською катастрофою [19].

Загалом за період з 1990 р. нормативно-правова база з питань Чорнобильської катастрофи містить понад 800 документів, які дозволяють регулювати різні аспекти життєдіяльності громадян України у зв'язку з Чорнобильською катастрофою. Зміни до Закону України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» вносилися 27 разів, до Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» – 9 разів.

Дослідженню теоретичних і практичних питань правового регулювання соціального захисту громадян, які зазнали радіаційного впливу внаслідок Чорнобильської катастрофи, значну увагу приділяє Верховна Рада України. Аналіз законодавства щодо соціального захисту і практики його застосування, який щорічно проводиться Верховною Радою України в рамках парламентських слухань або «Днів Уряду України», дає змогу визначити основні проблеми та запропонувати шляхи їх вдосконалення.

Насамперед в Рекомендаціях учасників парламентських слухань «15-та річниця Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання», затверджених Постановою Верховної Ради України від 26 квітня 2001 р. № 2404-III, зазначалося на необхідності розробки та внесення на затвердження Верховної Ради України загальнодержавної програми мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи на 2001–2005 рр. та на період до 2010 р., передбачивши в ній окремим розділом завершення переселення громадян із зони безумовного (обов'язкового) відселення та забезпечення житлом громадян, які самостійно переселяються із забруднених територій, і громадян, віднесених до 1-ї та 2-ї категорій [20].

Також пропонувалося опрацювати питання індексації пенсій по інвалідності, що настала внаслідок каліцтва чи захворювання, і пенсій у зв'язку з втратою годувальника внаслідок Чорнобильської катастрофи; розглянути можливості підвищення пенсій за віком учасникам ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС та потерпілим від Чорнобильської катастрофи; переглянути постанову Кабінету Міністрів України від 20 червня 2000 р. № 987 «Про затвердження Порядку використання коштів Фонду для здійснення заходів щодо ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи та соціального захисту населення» в частині виплати компенсацій і пільг, передбачених Законом України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи», працюючим пенсіонерам за місцем одержання пенсій; підготувати і направити до Верховної Ради України пропозиції щодо індексації розміру компенсації за втрачене майно під час евакуації, відселення або самостійного переселення, виплаченої громадянам до введення національної грошової одиниці.

Уперше п'ять років тому було поставлено питання розробки та затвердження загальнодержавної програми соціально-економічної реабілітації населених пунктів на період до 2005 та 2010 роки. Ще й досі ця програма не затверджена.

У наступні роки, оцінюючи роботу Уряду України з виконання «чорнобильського законодавства» як недостатню або незадовільну, Верховна Рада України наголошувала на необхідності виконання вищеназваних заходів.

На парламентських слуханнях до 17-ї річниці Чорнобильської катастрофи було приділено увагу зростанню значення комплексних наукових досліджень, що мають бути покладені в основу управлінських рішень. Підкреслювалося, що залишаються актуальними визначення ризиків для здоров'я, пов'язаних з опроміненням внаслідок Чорнобильської катастрофи, інтегральних показників (індексів) шкоди опромінення для розрахунку ризиків, вивчення впливу радіоактивного забруднення на навколишнє природне середовище, розробки нових стратегій розв'язання проблем розповсюдження радіонуклідів у воді, повітрі, ґрунті, вивчення можливих наслідків цих явищ для конкретних груп населення, які піддаються ризику у зв'язку з їх способом життя. Зверталася увага на проблему встановлення доз опромінення людей, на необхідність продовжувати роботи з оцінки наслідків Чорнобильської катастрофи для здійснення адекватної політики щодо радіоактивно забруднених територій і проведення комплексу заходів з економічної, соціальної та медико-психологічної реабілітації населення [21].

Невиконання цих рекомендацій сьогодні унеможлиблює прийняття обґрунтованих рішень щодо перегляду меж зон радіоактивного забруднення.

Всебічний аналіз державного управління у сфері подолання наслідків Чорнобильської катастрофи та правового забезпечення був зроблений на парламентських слуханнях «18-та річниця Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє» [22].

Насамперед наголошувалося на необхідності пошуку нових шляхів подолання наслідків Чорнобильської катастрофи і захисту постраждалого населення – переходу до нової фази подолання наслідків Чорнобильської катастрофи – фази відновлення та розвитку. Також підкреслювалося, що головною умовою переходу до фази відновлення та розвитку є повне погашення заборгованості з пільг та компенсацій, виконання зобов'язань держави щодо забезпечення житлом, переселення з радіоактивно забруднених територій, виконання будівельних програм тощо.

Перехід до нової фази має супроводжуватися переглядом статусу територій, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи, відповідно до державної програми реабілітації цих територій. Водночас підкреслювалося, що зміна статусу населених пунктів ні

в якому разі не має супроводжуватися зміною статусу і рівня соціального захисту громадян, які постраждали внаслідок катастрофи.

Ця теза знаходить підтвердження і у схваленій Кабінетом Міністрів України Концепції проекту Закону України «Про внесення змін до законів України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» та «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи».

Насамперед у ній зазначено, що у разі зміни статусу території визначається система заходів, яка містить дії, спрямовані на медичний і психологічний захист та реабілітацію населення, запобігання або обмеження стресових реакцій і забезпечення сталого рівня показників здоров'я населення. Зміна статусу територій не супроводжується безумовною зміною статусу осіб, які проживають на цих територіях і постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Виходячи з існуючої та прогнозованої ситуацій, пріоритетною метою мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи повинно стати поліпшення здоров'я постраждалих. Для досягнення цієї мети перевагу треба надавати заходам щодо профілактики, соціального та медичного захисту. В основу подальшої стратегії подолання наслідків Чорнобильської катастрофи треба покласти підтримку і розширення наукових програм національного і міжнародного рівнів, спрямованих у найбільшчому десятиріччі на вирішення проблем наслідків катастрофи, підвищення ролі комплексних наукових досліджень та їх практичної користі.

Аналіз причин Чорнобильської аварії та процесів, пов'язаних з ліквідацією її наслідків, наглядно свідчить, що нова стратегія повинна зв'язати в єдине ціле екологічні, соціальні, медичні і радіаційні аспекти проблеми. Без цього не можуть бути розроблені оптимальні шляхи запобігання і ліквідації наслідків цієї глобальної катастрофи, не може бути розірване порочне коло самовідтворюючих себе причин виникнення старих і нових проблем, не може бути підвищена ефективність використання коштів, які забезпечили б мінімізацію ризику і створення належної якості життя постраждалих.

У законодавчих актах держави слід чітко визначити рамки правового регулювання функціональної діяльності держави у сфері мінімізації тривалих наслідків Чорнобильської катастрофи. Система конституційно-правових принципів з даної проблеми стала б важливим стимулом для подальшого вдосконалення державного управління комплексом проблем, пов'язаних з аварією на ЧАЕС і її наслідками.

Накопичення нових наукових даних щодо наслідків Чорнобильської катастрофи, здоров'я постраждалого населення та багато інших чинників обумовлюють необхідність подальшої роботи із вдосконалення законодавства з питань захисту постраждалих, яку у віддалений період можна рекомендувати у наступних напрямках.

Соціальний захист громадян, які зазнали впливу радіації внаслідок Чорнобильської катастрофи, слід розуміти як комплекс заходів економічного, правового та іншого характеру, якій здійснюється органами державного управління і спрямований на компенсацію шкоди, спричиненої аварією, соціальну адаптацію і реабілітацію постраждалих громадян, матеріальну підтримку, підвищення рівня їх медичного і соціального обслуговування. Цілі соціального захисту не мають обмежуватися реалізацією громадянами права на відшкодування шкоди, спричиненою Чорнобильською катастрофою, соціальний захист має багатоплановий характер.

В основу законодавчого врегулювання відносин у сфері соціального захисту громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, мають бути закладені такі принципи: презумпція відповідальності держави за шкоду, спричинену Чорнобильською катастрофою; державна гарантія соціального захисту; універсальність і персоналізованість соціального захисту; диференціація компенсацій і пільг залежно від характеру негативного впливу і його наслідків; максимальне використання наявних в державі ресурсів для повноти соціального захисту.

Сучасний етап розвитку чорнобильського законодавства буде пов'язаний із розв'язанням низки складних проблем, серед яких слід зазначити розробку єдиних підходів до визначення критеріїв відшкодування шкоди і диференціації розмірів цього відшкодування, конкретизацію категорій осіб, які піддалися радіаційному впливу, визначення оптимальних форм відшкодування шкоди і захисту громадян.

На сьогодні поліпшення рівня соціальної захищеності громадян Урядом України вбачається в посиленні адресності соціальної допомоги, яка ґрунтується на визначенні її розміру відповідно до майнового стану та доходів сім'ї.

З точки зору законодавчої гілки влади, об'єктивна потреба (рівень достатку) осіб, які піддалися впливу радіації внаслідок Чорнобильської катастрофи, не повинна виступати умовою надання їм соціального захисту. Характер і обсяг компенсацій і пільг, що надаються, має визначатися рівнем негативного впливу. Разом з цим окремі види пільг не можуть розглядатися в якості

форм відшкодування шкоди і не повинні включатися в обсяги відшкодування. Сюди можна віднести трудові пільги, тягар надання яких фактично лягає на роботодавців, пільги на позачергове забезпечення товарами підвищеного попиту, позаконкурсний вступ до навчальних закладів тощо.

Наслідком запропонованої програми перегляду чинного «чорнобильського законодавства» у віддалений період і здійснення захисних заходів у «забруднених» регіонах може стати втрата окремими територіями статусу радіоактивно забруднених і, відповідно, втрата громадянами, які проживають на цих територіях, права на отримання компенсацій і пільг. У зв'язку з цим вважається за необхідне забезпечення зазначеним громадянам законодавчо закріплених гарантій медичного і соціального захисту, виходячи з того, що вони перебували в зоні негативного впливу.

Питання перегляду меж зон радіаційного забруднення є одним із важливіших і найскладніших з усіх Чорнобильських питань [22]. Це пов'язано, по-перше, з тим, що більшість спеціалізованих нормативних актів виходить з того, що внаслідок Чорнобильської катастрофи утворилась значна забруднена радіонуклідами територія, життєдіяльність населення якої потребує особливої форми господарської діяльності та управління. Крім того, однією з підстав віднесення громадян до потерпілих від Чорнобильської катастрофи є проживання у відповідних зонах радіоактивно забруднених територій [14].

Відповідно до законів [14, 15], межі зон радіоактивно забруднених територій встановлюються та переглядаються Кабінетом Міністрів України на основі експертних висновків Національної комісії радіаційного захисту України, Національної академії наук, МОЗ, Мінагропрому, Держкомгідромету, Мінекобезпеки, МНС за поданням обласних рад народних депутатів та затверджуються Верховною Радою України. До цього часу ці зони не затверджені відповідно до законодавства та не вносилися на затвердження Кабінетом Міністрів України.

Відповідно до вимог пункту 8 Постанови Кабінету Міністрів УРСР від 23.07.1991 р. № 106 передбачалося, що Мінчорнобиль (МНС) та обласні Ради разом із зазначеними центральними організаціями щорічно до 1 грудня подають Кабінету Міністрів України пропозиції про внесення змін до переліків населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення (додатки № 1, 2, 3 Постанови) [23].

Проте, більшість облдержадміністрацій пропонують утриматися від перегляду меж зон, деякі пропонують розробити механізм перегляду статусу населених пунктів, який передбачав би визначення подальшого статусу мешканців цих територій відповідно до соціально-економічних умов, в яких вони проживають, і вважають за необхідне зберегти статус постраждалих осіб та гарантії їх медичного забезпечення.

Законодавством України передбачено, що для запобігання впливу радіологічних чинників необхідно впроваджувати систему заходів медичного, санітарно-гігієнічного та радіаційного захисту, які в першу чергу спираються на вимоги Закону України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» [24] і визначаються науково обґрунтованими сучасними уявленнями про дію іонізуючого випромінювання на організм людини та принципами радіаційного захисту, які викладені в Державних гігієнічних нормативах «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)» [25], публікаціях Міжнародної комісії з радіаційного захисту, Наукового комітету ООН щодо дії атомної радіації, Всесвітньої організації охорони здоров'я, основних стандартах радіаційної безпеки Міжнародного агентства з атомної енергії, даних вітчизняних і закордонних фахівців [26].

Дієвість і економічна раціональність цих заходів мають бути забезпечені принципово новими системними засобами щодо здійснення радіаційного контролю та радіаційного моніторингу стану здоров'я населення радіоактивно забруднених територій, а також гігієнічного стану об'єктів інфраструктури.

Таким чином, основним соціальним пріоритетом державної політики щодо подолання наслідків Чорнобильської катастрофи є екологічне оздоровлення забруднених радіонуклідами територій, відродження життя на цих територіях, сприяння соціальній адаптації постраждалих, проведення медико-санітарного обслуговування постраждалого населення тощо.

Результати дозиметричної паспортизації свідчать про стійку тенденцію покращення радіаційної ситуації на територіях, віднесених до зон радіоактивного забруднення. Якщо у 1991 р. на території України було 826 населених пунктів, у яких доза опромінення населення могла перевищувати 1 мЗв за рік, то у 2001 р. таких населених пунктів було 389, а у 2004 р. – 202 [28]. Результати дозиметричного моніторингу свідчать, що у 1551 населеному пункті, віднесеному до зони посиленого радіоекологічного контролю, за останні три роки сумарна ефективна доза опромінення населення не перевищувала 0,5 мЗв за рік [28]. Ці населені пункти можуть бути виведені за межі зон радіоактивного забруднення.

3 лютого 2004 р. Верховна Рада України прийняла Закон України «Про віднесення деяких

населених пунктів Волинської та Рівненської областей до зони гарантованого добровільного відселення» [27]. Цим Законом шість населених пунктів були віднесені із зони безумовного (обов'язкового) відселення до зони гарантованого добровільного відселення. Прийняття цього Закону було позитивним кроком до підвищення ефективності соціально-економічних та екологічних заходів на радіоактивно забруднених територіях, поступового розвитку виробничої і соціальної сфер у цих населених пунктах, стабілізації економічної ситуації в регіоні, розвитку підприємницької діяльності, підтримки функціонуючих підприємств тощо.

Разом з цим прийняття цього Закону створило правову колізію, коли відповідно до законів до зон радіоактивного забруднення можуть бути віднесені названі шість населених пунктів. У зв'язку з цим виникає необхідність як скоріше затвердити Законом за поданням Кабінету Міністрів України перелік населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення. Наступним кроком повинно стати поступове виведення населених пунктів за межі зон радіоактивного забруднення відповідно до законодавства.

Одним з найважливіших питань мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи є повернення забруднених територій до нормального життя, забезпечення людей роботою, надання можливості громадянам, населеним пунктам, районам для реалізації свого економічного потенціалу. Поступово в суспільстві на всіх рівнях його організації з'являється усвідомлення того, що економічна реабілітація забруднених територій має стати найважливішим пріоритетом у сфері соціального захисту постраждалого населення.

Найвищий пріоритет соціального захисту та економічної реабілітації повинні мати ті населені пункти, які у 2004 р. були переведені із зони безумовного (обов'язкового) відселення, а також ті населені пункти, щодо яких передбачаються перегляд категорії зон радіоактивного забруднення.

Накопичення нових наукових даних щодо наслідків Чорнобильської катастрофи, здоров'я постраждалих та інших чинників потребують подальшої роботи з вдосконалення законодавства з питань захисту постраждалих. Але цьому процесу перешкоджає відсутність координації дій на усіх рівнях державного управління мінімізацією наслідків Чорнобильської катастрофи.

Державно-правовий механізм подолання наслідків Чорнобильської катастрофи є суттєвою складовою державно-правового механізму України. Він має представляти собою сукупність державних органів, які послідовно здійснюють заходи з локалізації і мінімізації тривалих наслідків катастрофи, а також комплексу організаційних, нормативно-правових та інших засобів, за допомогою яких держава реалізовує функцію подолання наслідків Чорнобильської катастрофи.

Як зазначалося у нормативно-правових актах Верховної Ради України, на даний час структура державно-правового механізму подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в Україні незбалансована. З одного боку, є достатньо розвинута і нереалізована система нормативно-правового забезпечення, з іншого – відсутня системна діяльність центральних і місцевих органів виконавчої влади у цій сфері.

Питаннями мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи у свій час опікувався Мінчорнобиль України, а з 1997 р. згідно з Указом Президента України від 28 жовтня 1996 р. № 1005/96 – Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, яке було головним (провідним) органом у системі інших центральних органів виконавчої влади щодо забезпечення реалізації державної політики у сфері ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи.

Слід визнати, з розширенням функцій Міністерства протягом останніх років послабилася увага до вирішення проблем чорнобильців. Аналіз діяльності МНС України свідчить, що у порівнянні з Мінчорнобилем воно не досягло необхідного рівня міжгалузевого управління, і, відповідно, було не в змозі у повному обсязі вирішувати проблеми взаємодії з іншими міністерствами, державними комітетами, органами державного управління, здійснювати контроль за їх діяльністю з виконання програм подолання наслідків катастрофи.

Висловлюючи стурбованість структурними змінами в управлінні цієї сферою, місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, громадські організації, народні депутати пропонували створити окремий Державний комітет з питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, який став би головним об'єднувальним підрозділом у державі у сфері подолання наслідків Чорнобильської катастрофи. Цьому сприяло також прийняття рішення щодо розподілу відповідальності за виконання чорнобильських програм між різними центральними органами виконавчої влади [22].

На відсутність системної діяльності центральних органів виконавчої влади у створенні соціально-економічних, організаційних умов і гарантій у сфері соціального захисту населення, яке постраждало внаслідок Чорнобильської катастрофи, та розвитку радіоактивно забруднених територій неодноразово звертала увагу Верховна Рада України.

Указом Президента України «Про заходи щодо вдосконалення системи державного управління у сфері подолання наслідків Чорнобильської катастрофи» від 6 липня 2004 р. № 755/2004 утворено Державний комітет України з питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи як спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з питань захисту населення і територій від наслідків Чорнобильської катастрофи, в тому числі з питань соціального захисту громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему, реабілітації забруднених унаслідок радіації територій.

Іншим же Указом Президента України «Про Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи» від 20 квітня 2005 р. № 681/2005 з метою подальшого вдосконалення державного управління у сфері подолання наслідків Чорнобильської катастрофи ліквідується Держкомчорнобиль, а його функції знов покладаються на МНС.

Наслідком такого «державного управління» є те, що сьогодні, напередодні 20-х роковин Чорнобильської катастрофи, країна виявилася невідповідною до глибокого осмислення наслідків цієї трагедії, своєчасного вирішення наукових, соціальних, психологічних і правових проблем, що негативно впливає на реалізацію широкомасштабного комплексу заходів з ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи.

### **Висновки**

Мінімізація наслідків Чорнобильської катастрофи – це не тимчасова, а розрахована на тривалий час цілеспрямована діяльність держави, яка буде здійснюватися протягом історично тривалого періоду.

У країні сформована нормативно-правова база для реалізації національної політики у сфері комплексного захисту постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи, яка відповідає міжнародним і національним нормам радіаційної безпеки.

Разом з тим, структура державно-правового механізму подолання наслідків Чорнобильської катастрофи незбалансована. З одного боку, є достатньо розвинута і нереалізована система нормативно-правового забезпечення, з іншого – недостатня системна діяльність центральних і місцевих органів виконавчої влади у цій сфері.

Формуючи основні засади державної політики у сфері подолання наслідків Чорнобильської катастрофи і соціального захисту постраждалого населення, Верховна Рада України наголошує на необхідності переходу до нової фази подолання наслідків Чорнобильської катастрофи – фази відновлення та розвитку.

На сьогодні питання перегляду меж зон радіаційного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи є одним із важливіших і найскладніших з усіх чорнобильських питань.

Основним соціальним пріоритетом державної політики щодо подолання наслідків Чорнобильської катастрофи має стати екологічне оздоровлення радіоактивно забруднених територій, відродження життя на цих територіях, сприяння соціальній адаптації постраждалим, проведення медико-санітарного обслуговування постраждалого населення.

### **12.2. До питання про оцінку ефективності чорнобильського законодавства**

Ефективність будь-яких засобів чи заходів визначається їх здатністю досягти покладеної мети у визначені терміни і з використанням визначених ресурсів. При цьому постає питання наукової обґрунтованості власне мети, завдань, що мають бути виконані для її досягнення, шляхів виконання поставлених завдань, визначених для їх виконання термінів та ресурсів.

Визнаючи неподоланність наслідків Чорнобильської катастрофи через 20 років після неї, ми мусимо поставити запитання про ефективність чорнобильського законодавства як засобу подолання наслідків катастрофи. Слід визнати, що значну частину заходів, започаткованих на виконання вимог чорнобильських законів, не було доведено до кінця, вони не виправдали сподівань на очікувані результати, і тому є дві причини.

Перша причина, що найчастіше називається в якості головної – це брак коштів для реалізації заходів, друга – недостатня обґрунтованість заходів.

У літературі відсутня інформація про наявність детальних прорахунків вартості запровадження чорнобильських законів під час їх прийняття Верховною Радою УРСР у лютому 1991 р., однак вже тоді було зрозуміло, що їх запровадження стане серйозним випробуванням для України. У своїй Постанові від 28.02.91 р. № 797 «Про порядок введення в дію Закону Української РСР «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи», Верховна Рада серед іншого доручала Раді Міністрів УРСР: «Увійти з пропозицією до Кабінету Міністрів СРСР про повне фінансування з союзного бюджету комплексу робіт і заходів по лікві-



дації наслідків Чорнобильської катастрофи. У разі відмови в реалізації даної пропозиції зменшити з 1 квітня 1991 року відрахування до союзного бюджету коштів, необхідних для фінансування комплексу робіт і заходів по ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи».

У літературі можна знайти дані щодо витрат України на подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (див. розділ 7.1), можна знайти також дані про співвідношення планових і фактичних бюджетних витрат на фінансування заходів, передбачених чорнобильським законодавством, починаючи з 1992 р. [29]. Але дані щодо потреб фінансування всіх заходів, передбачених чорнобильським законодавством і їх порівняння з плановими і фактичними витратами доступні лише з 1996 р. [30, 31], таблиця 12.2.1. Попри деякі розбіжності у цифрах, що наведені у зазначених джерелах, аналіз даних дає змогу зробити наступні висновки.

Таблиця 12.2.1

**Стан фінансування заходів, пов'язаних з ліквідацією наслідків Чорнобильської катастрофи та соціальним захистом населення за 1996–2005 рр. (млн грн.) [29, 31]**

| Роки | Потреба згідно з чинним законодавством | Передбачено Держбюджетом на відповідний рік | У % до потреби | Профінансовано | У % до передбаченого Держбюджетом | Заборгованість на початок року  |
|------|--|---|----------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1996 | 3363,32                                | 1794,56                                     | 53,4           | 1527,88        | 85,1                              | 160,59                          |
| 1997 | 5681,72                                | 2513,00                                     | 44,2           | 1746,59        | 69,5                              | 310,04                          |
| 1998 | 4548,5                                 | 2606,00                                     | 57,3           | 1432,26        | 55,0                              | 457,75                          |
| 1999 | 6015,95                                | 1746,80                                     | 29,0           | 1535,51        | 87,9                              | 763,21                          |
| 2000 | 7479,25                                | 1812,89                                     | 24,2           | 1809,63        | 99,8                              | 931,48                          |
| 2001 | 8744,46                                | 1843,99                                     | 21,08          | 1925,02        | 104,4                             | 786,4                           |
| 2002 | 9957,8                                 | 2144,5                                      | 21,5           | 2002,8         | 93,4                              | 729,3 у т. ч. 634,6 соц. захист |
| 2003 | 126567,4                               | 1381,16                                     | 11,0           | 1381,16        | 100,0                             | 760,3 у т. ч. 596,4 соц. захист |
| 2004 | 14872,5                                | 1710,97                                     | 11,5           |                |                                   | 685,4                           |

**По-перше**, потреби фінансування згідно з чинним законодавством мають сталу тенденцію до зростання – з 1996 р. по 2004 р. вони збільшились у 4,4 раза. Тому є дві причини: перша – це інфляційні процеси і подорожчання життя, друга, але не менш вагома, постійне «удосконалення» чорнобильського законодавства шляхом внесення до нього змін і доповнень, що призводить до збільшення розмірів і кількості пільг та компенсацій, а також розширення кола осіб, яким вони надаються.

**По-друге**, існує стійка тенденція до зменшення співвідношення планованих Державним бюджетом витрат і потреб на виконання чорнобильського законодавства. У 1996–1998 рр. плановані витрати становили 44–57% потреби, у 1999–2002 рр. – 21–29%, а у 2003–2004 рр. – тільки близько 11% передбачених чинним законодавством витрат. Створена парадоксальна ситуація, коли законодавець постійно збільшує передбачені чорнобильськими законами витрати і водночас, обмежуючи видатки на виконання чорнобильських програм шляхом призупинення дії статей (або їх частин) чорнобильських законів при прийнятті Закону про Державний бюджет України, постійно зменшує частку потреб, фінансування яких передбачається у Державному бюджеті, ймовірно усвідомлюючи неспроможність держави профінансувати у повному обсязі потреби чорнобильських законів, а також маючи сумніви у достатній обґрунтованості передбачених ними пільг і компенсацій.

**По-третє**, плани фінансування чорнобильських програм по 1999 р. включно недовиконувались, фактичне фінансування становило 55–87% плану, і тільки з 2000 р. фактичне їх фінансування стало близьким до планового.

Природно, що за таких умов Україна в особі владних структур та неурядових організацій зверталась по допомогу до міжнародної спільноти. Україні була надана істотна допомога, але останніми роками її обсяги скорочуються, і тут ми знову повертаємося до питання обґрунтованості запитів щодо допомоги й обґрунтованості власне положень чорнобильського законодавства. Ситуація стає зрозумілішою, якщо розглянути її у ретроспективі.

Одним із ключових моментів, які визначили подальші напрями планування та здійснення заходів, спрямованих на захист населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, було затвердження Верховною Радою УРСР у 1991 р. Концепції проживання населення на території Української РСР з підвищеними рівнями радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської

катастрофи [32]. В цій Концепції основним принципом радіологічного захисту населення визнано поетапне відселення у радіоекологічно чисті місцевості за тимчасовим критерієм щільності забруднення ґрунту радіонуклідами (цезію, стронцію, плутонію). Основною тезою обґрунтування цього принципу стало посилення на відсутність вичерпної інформації про радіаційний стан території України та дози додаткового опромінення населення, що вже отримані з моменту аварії на ЧАЕС і які ще можуть бути отримані за весь час проживання на забруднених територіях.

У законах України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» та «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» цей принцип та критерії щільності забруднення було покладено в основу зонування території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Постановою Кабінету Міністрів України від 23 липня 1991 р. № 106 «Про організацію виконання постанов Верховної Ради Української РСР Про порядок введення в дію Законів Української РСР «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» та «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» було визначено низку заходів, спрямованих на реалізацію положень чинного законодавства стосовно захисту населення від впливу негативних факторів, зумовлених аварією на ЧАЕС та ліквідацією її наслідків, а також визначено перелік населених пунктів, які віднесено до зон радіоактивного забруднення (усього 2293 н. п.) [33].

Слід зазначити, що у чорнобильських законах існує важлива внутрішня суперечність. Згідно зі ст. 1 Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» до територій, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, належать території, де населення може отримати дозу опромінення понад 1,0 мЗв (0,1 Бер) за рік [33]. Аналогічне за змістом положення міститься у ст. 3 Закону України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи», якою визначено, що умовою проживання і трудової діяльності населення без обмежень за радіаційним фактором є одержання додаткової за рахунок забруднення території радіоактивними ізотопами дози, яка не перевищує рівня опромінення 1,0 мЗв (0,1 Бер) за рік [34]. Однак у ст. 2 обох згаданих законів серед визначених категорій зон радіоактивно забруднених територій існує також і зона посиленого радіоекологічного контролю, яка визначається як територія із щільністю забруднення ґрунту понад до аварійний рівень ізотопами цезію від 1,0 до 5,0 Кі/км<sup>2</sup> або стронцію від 0,02 до 0,15 Кі/км<sup>2</sup>, або плутонію від 0,005 до 0,01 Кі/км<sup>2</sup> за умови, що розрахункова ефективна доза опромінення людини з урахуванням коефіцієнтів міграції радіонуклідів у рослини та інших факторів перевищує 0,5 мЗв (0,05 бер) за рік понад дозу, яку вона одержувала у до аварійний період.

Тобто згідно з одними статтями законів зона посиленого радіоекологічного контролю не є територією, що зазнала радіоактивного забруднення і не потребує обмежень за радіаційним фактором щодо умов проживання і трудової діяльності населення, згідно ж з іншими статтями цих самих законів на цій території запроваджуються заходи протирадіаційного захисту, а населення отримує пільги і компенсації за проживання на забрудненій території та обмеження своєї діяльності з цим пов'язане. Згідно з офіційними даними [31] чисельність населення зон радіоактивного забруднення становить близько 2,3 млн осіб, із них понад 1,6 млн осіб – це мешканці зони посиленого радіоекологічного контролю.

Слід звернути увагу також на те, що за Концепцією щільність забруднення ґрунту радіонуклідами використовується в якості тимчасового критерію для прийняття рішень до того часу, поки не буде встановлено індивідуальну ефективну дозу опромінення населення. В Україні з 1991 р. систематично здійснюється дозиметрична паспортизація населених пунктів, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської аварії, індивідуальні ефективні дози опромінення населення цих населених пунктів (так звані паспортні дози) та їх динаміка добре відомі та регулярно публікуються. На сьогодні внаслідок самоочищення природного середовища та вжитих контрзаходів вміст радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища зменшився на 37%, а в продукції сільського господарства в 1,5–2 і більше разів, що в свою чергу зменшило в 2–3 рази дози зовнішнього та внутрішнього опромінення населення, що знаходить своє відображення у зміні розподілу населених пунктів за рівнями паспортних доз, таблиця 12.2.2. Для порівняння у цій самій таблиці наведено віднесення населених пунктів до зон радіоактивного забруднення згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 23 липня 1991 р. № 106, яке чинне ще і сьогодні, за винятком 6 населених пунктів Волинської та Рівненської областей, які законом [35] були переведені із зони безумовного (обов'язкового) відселення до зони гарантованого добровільного відселення. Із табл. 12.2.2 неважко помітити різкі розбіжності між нормативно-правовим віднесенням

**Розподіл кількості населених пунктів (з тих, які, згідно чинного законодавства, віднесено до зон радіоактивного забруднення) за рівнем доз додаткового опромінення, визначеним на підставі матеріалів дозиметричної паспортизації [36–39]**

| Рік паспортизації         | Середні дози опромінення в населених пунктах, (міліЗіверт за рік) |               |              |             |
|---------------------------|---|---------------|--------------|-------------|
|                           | < 0,5   | 0,5–0,99      | 1,0–4,99     | > 5,0       |
| 1996                      | 1307  | 333           | 507          | 6           |
| 1997                      | 1350  | 359           | 443          | 9           |
| 1998                      | 1332  | 375           | 440          | 7           |
| 1999                      | 1375  | 380           | 397          | 9           |
| 2000                      | 1417  | 298           | 440          | 6           |
| 2001                      | 1455  | 314           | 389          | 5           |
| 2002                      | 1471  | 317           | 372          | 3           |
| 2003                      | 1538  | 338           | 285          | 2           |
| 2004                      | 1551  | 410           | 202          | 0           |
| 1991, Постанова КМУ № 106 | –   | 1290 (зона 4) | 835 (зона 3) | 92 (зона 2) |

населених пунктів до зон радіоактивного забруднення та дозиметричними реаліями сьогодення, але погоджений механізм зміни статусу населених пунктів зон радіоактивного забруднення сьогодні відсутній, а саме питання втратило сенс доцільності і набуло суто політичного забарвлення.

Протягом останніх років Уряд України намагався зняти суперечності між чинним законодавством і економічними можливостями України, з одного боку, та рівнем соціальної захищеності осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, і наростаючою соціально-психологічною напругою в різних суспільних групах громадян, з іншого, але помітних зрушень у цьому напрямі не сталося. Неодноразово подання про внесення змін і доповнень до законів України, пов'язаних із Чорнобильською катастрофою, що пропонувалися з метою зняття розбіжностей між окремими статтями законів, узгодження чинного законодавства з економічною спроможністю держави та створення системи всебічного захисту постраждалих, були відхилені комітетами (а раніше постійними комісіями) Верховної Ради України як такі, що суперечать чинній Концепції. Це спонукало до розробки нового документа, як необхідного базису для перегляду законів України, пов'язаних з Чорнобильською катастрофою. Такий документ був підготовлений, схвалений Урядом України в 1997 та 1998 р. і направлявся до Верховної Ради України, але в кінці 1999 р. був відкликаний новим Урядом для оцінки його актуальності та доопрацювання.

Останній варіант Концепції захисту населення у зв'язку з Чорнобильською катастрофою базувався на визнаних міжнародною науковою спільнотою радіологічних критеріях та рекомендаціях, на досвіді і знаннях, накопичених за роки подолання наслідків катастрофи вітчизняними і закордонними фахівцями в різних галузях науки.

Враховуючи важливість Концепції, постановою Верховної Ради України «Про парламентські слухання щодо чотирнадцятої річниці Чорнобильської катастрофи» було рекомендовано Національній академії наук України, Академії медичних наук України, Українській академії аграрних наук розглянути проект Концепції. На засіданнях президій усіх зазначених академій вченими була висловлена підтримка проекту як основи для подальшого удосконалення чинного законодавства.

У 2000–2001 рр. Уряд України зробив ще кілька спроб внесення проекту нової Концепції на розгляд Верховної Ради України, але внаслідок протидії комітетів Верховної Ради цей документ жодного разу до обговорення у сесійній залі так і не дійшов. Завершився цей процес розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25.07.2002 Про затвердження Концепції проекту Закону України «Про внесення змін до Законів України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» та «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи».

Ще один аспект, на який варто звернути увагу, це істотна відмінність у компенсаціях за опромінення, передбачених чорнобильським та ядерним законодавством України. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» [34] містить статтю 19 «Компенсація за перевищення річної основної дозової межі опромінення», якою передбачено, що

компенсація за перевищення річної основної дозової межі опромінення надається особам, які проживають або тимчасово перебувають на території України, у випадках, зокрема, вимушеного споживання забруднених радіонуклідами продуктів харчування та питної води, а також у разі радіаційно небезпечних умов проживання, праці та навчання, що цілком відповідає чорнобильській ситуації.

Цією самою статтею передбачено, що компенсація за перевищення річної основної дозової межі опромінення встановлюється у розмірі 1,2 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян за кожний мілізіверт перевищення встановленої допустимої межі опромінення.

Згідно із Законом України «Про податок з доходів фізичних осіб» (Стаття 22. Прикінцеві положення, п. 22.5), якщо норми інших законів містять посилання на неоподатковуваний мінімум, то для цілей їх застосування використовується сума у розмірі 17 грн., крім норм адміністративного та кримінального законодавства у частині кваліфікації злочинів або правопорушень, для яких сума неоподатковуваного мінімуму встановлюється на рівні податкової соціальної пільги, визначеної підпунктом 6.1.1 пункту 6.1 статті 6 цього Закону для відповідного року (з урахуванням положень пункту 22.4 цієї статті) [40].

Таким чином, відповідно до ядерного законодавства компенсація за перевищення річної основної дозової межі опромінення становить 20,4 грн. за кожний 1 мЗв перевищення встановленої законом допустимої межі опромінення (нагадаємо, що для населення ця межа становить 1 мЗв на рік). Повертаючись до таблиці 12.2.2, легко можна підрахувати, що якби компенсації мешканцям забруднених у результаті аварії на ЧАЕС територій надавались згідно з положеннями ядерного законодавства, то за результатами дозиметричної паспортизації населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення, проведеної у 2004 р., мешканці тільки 206 населених пунктів мали б право на компенсацію переопромінення (перевищення основної дозової межі), і ця компенсація становила б не більше ніж 81,6 грн. за рік на особу, оскільки найбільша доза не перевищувала 5 мЗв, а перевищення основної дозової межі, відповідно, становило не більше ніж 4 мЗв.

Сума пільг і компенсацій, що отримуються мешканцями в населених пунктах, віднесених до зон радіоактивного забруднення за чорнобильським законодавством, значно перевищує розміри передбаченої ядерним законодавством компенсації за перевищення річної основної дозової межі опромінення, що порушує принцип соціальної справедливості.

Таким чином, підсумовуючи викладене, слід визнати, що чорнобильське законодавство, попри свою високу гуманістичну спрямованість, має такі вади:

- містить внутрішні суперечності;
- в ньому відсутні дієві внутрішні механізми адаптації до змін радіаційної ситуації на забруднених територіях;
- розміри передбачених ним пільг і компенсацій не є достатньо обґрунтованими з точки зору протирадіаційного захисту;
- загальна вартість реалізації всіх його положень несумірна із економічною спроможністю Української держави;
- його положення щодо компенсації перевищення основної дозової межі опромінення не відповідають ядерному законодавству України, чим порушується принцип соціальної справедливості, і тому не стало достатньо ефективним засобом подолання наслідків Чорнобильської катастрофи.

### 13. МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО

Чорнобильська катастрофа засвідчила, що важкі ядерні аварії призводять до глобальних наслідків та впливають на життєві інтереси багатьох країн. Ресурси, необхідні для подолання наслідків техногенних катастроф такого масштабу, виходять далеко за межі економічних і технологічних можливостей окремої країни та потребують об'єднаних зусиль світової спільноти.

На першому етапі (1986–1989) міжнародне співробітництво у справах Чорнобилю здійснювалось виключно під егідою МАГАТЕ, оскільки співпраця України та МАГАТЕ щодо мирного використання ядерної енергії розпочалася задовго до Чорнобильської аварії.

Детальну інформацію про аварію, її наслідки та вжиті заходи радянські фахівці доповіли у Відні у серпні 1986 р. на нараді експертів МАГАТЕ. Було визначено такі пріоритети взаємодії колишнього СРСР та МАГАТЕ:

- з'ясувати причини аварії та масштаби аварії;
- оцінити адекватність вжитих заходів з радіаційного захисту населення;
- підвищити рівень безпеки реакторів РБМК та усіх АЕС з реакторами радянського виробництва.

Співпраця у цьому важливому напрямку продовжується і нині за участю МАГАТЕ, провідних інститутів Франції (IRSN), Німеччини (GRS), національних лабораторій США (PNNL, BNNL, ANL та ін.) та інших країн.

Події у Чорнобилі надали поштовх до розробки Конвенції про оперативне сповіщення про ядерну аварію та Конвенції про допомогу в разі ядерної аварії, які було прийнято Генеральною конференцією МАГАТЕ на спеціальній сесії у Відні 26 вересня 1986 р. Разом з тим знадобилось ще декілька років, перш ніж офіційні радянські кола відмовились від політики замовчування реальних причин і масштабів аварії, та звернулись до професіоналів світового ядерного співтовариства. Так, незважаючи на те, що Конвенція про допомогу в разі ядерної аварії набула чинності для СРСР 24 січня 1987 р. [1], лише у грудні 1989 р. відбулося перше офіційне звернення СРСР до міжнародних експертів, які співпрацюють під егідою МАГАТЕ. Уряд колишнього СРСР запросив провести міжнародну експертизу концепції безпечного проживання населення у районах з радіаційним забрудненням та оцінити ефективність відповідних заходів, запроваджених в Україні, Росії та Білорусі. Починаючи з цього моменту, коло учасників співробітництва у справах Чорнобилю почало розширюватись, механізми співпраці вдосконалювались, а розуміння необхідності кооперації з питань Чорнобильської катастрофи остаточно укорінилося як в Україні, так і в світовому співтоваристві. На початку 1990 р. секретаріат МАГАТЕ ініціював розробку Міжнародного чорнобильського проекту, у межах якого відбулося вивчення та оцінка силами міжнародних експертів радіологічних наслідків Чорнобильської катастрофи для людини та навколишнього середовища. Управління Чорнобильським проектом здійснював Міжнародний Консультативний комітет, створений за ініціативою відповідних організацій системи ООН та Комісії Європейських співтовариств.

У ході виконання Чорнобильського проекту проаналізовано результати оцінки радіаційного стану навколишнього середовища (щільність забруднення ґрунтів, вміст радіонуклідів у сільськогосподарській продукції та питній воді), стану здоров'я людей (клінічні, гематологічні та інші показники). В цілому підтверджено правильність обраних критеріїв для прийняття рішень і заходів щодо захисту населення. Підтримана тактика уряду СРСР – поряд з радіаційною обстановкою розглядати конкретні соціальні та економічні умови при прийнятті рішень про відселення людей [2].

У квітні 1990 р. постійне представництво України при ООН у Нью-Йорку за дорученням свого уряду разом з повноважними представництвами колишнього СРСР та Білорусі звернулося до ООН з проханням долучити до порядку денного першої чергової (весняної) сесії 1990 р. Економічної і Соціальної Ради ООН (ЕКОСОС) додатковий пункт: «Міжнародне співробітництво з ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції» [3].

Позитивне рішення ЕКОСОСу на звернення СРСР сприяло започаткуванню багатопланової міжнародної співпраці по Чорнобилі. Завдяки цьому, попри значне запізнення, відкрився шлях до практичного використання міжнародного досвіду і знань для вивчення наслідків Чорнобильської катастрофи та надання технічної, медичної, соціальної допомоги і реабілітації постраждалого населення і територій, а також відкрито можливості використання країнами світу досвіду Чорнобиля для підвищення власної готовності на випадок виникнення надзвичайних радіаційних інцидентів. Проголошення України як незалежної держави призвело до подальших позитивних змін у схемі міжнародного співробітництва у справі пом'якшення наслідків Чорнобильської катастрофи. Суттєво зросла активність ООН, інших урядових та неурядових організацій, у тому

числі КЕС; обсяг допомоги Україні з боку КЕС на забезпечення ядерної безпеки та подолання наслідків Чорнобилю збільшився у 1992 р. у десять разів порівняно з 1991 р. [3].

До співпраці долучались найвпливовіші міжнародні організації та установи, поширювалась міждержавна взаємодія у науково-технічній та гуманітарній сфері, встановлювались ділові контакти з провідними науковими центрами та лабораторіями передових ядерних держав.

Аналіз та узагальнення практики міжнародного співробітництва з Чорнобильської проблеми дає змогу визначити такі його головні механізми:

- взаємодія на державному рівні з провідними міжнародними організаціями та фондами (ООН, КЕС, МАГАТЕ, ЮНЕСКО, Фонд «Сасакава» та ін.);
- співробітництво на двосторонній основі на підставі міжурядових угод та меморандумів;
- участь у міжнародних проектах за конкретними програмами;
- залучення фінансових коштів міжнародних і національних фінансових інститутів інших країн, таких як Світовий банк реконструкції та розвитку, Європейський банк реконструкції та розвитку, Фонд «Know-how» уряду Великобританії, а також фірм та організацій, які мають досвід та технології для надання Україні допомоги у справі обмеження наслідків Чорнобильської катастрофи.

Міжнародні організації та країни, що сприяли Україні у розв'язанні проблем Чорнобилю, прагнули полегшити долю сотень тисяч людей, постраждалих внаслідок катастрофи та виконати тим самим гуманітарну місію, зумовлену доброю волею та загальнолюдськими цінностями, а також отримати доступ до унікального Чорнобильського полігону та придбати досвід подолання наслідків наймасштабнішої ядерної аварії.

Поступово, протягом 1990–1995 рр., домінуючим чинником міжнародного співробітництва у справах Чорнобилю стало прагнення світового співтовариства до безпеки, яке втілювалося у такі головні цілі:

- остаточно зупинити Чорнобильську АЕС;
- перетворити зруйнований четвертий блок на екологічно безпечну систему;
- довести рівень безпеки АЕС України до світових стандартів.

Ключову роль у підвищенні безпеки АЕС відіграла так звана Лісабонська ініціатива, проголошена у травні 1992 р. та рішення наради на вищому рівні у Мюнхені у червні 1992 р., на якій голови держав і урядів країн великої сімки запропонували країнам, що мають реактори радянської конструкції, багатосторонню програму дій з підвищення рівня безпеки їх атомних станцій.

Позитивна позиція керівників країн великої сімки суттєво активізувала і двостороннє співробітництво України з окремими країнами.

Двостороння кооперація охоплювала практично всі аспекти атомної проблематики: ядерна безпека, радіоекологія, радіоактивні відходи, медичні та соціальні наслідки та ін. Основними країнами, які беруть найактивнішу участь у такому співробітництві є Великобританія, Німеччина, Франція, США, Канада, Японія, Швеція та ін. Міжнародно-правову основу двостороннього співробітництва України і США з питань Чорнобилю становлять два документи:

- угода про гуманітарне і техніко-економічне співробітництво, 1992 р.;
- угода про співробітництво у галузі ядерної безпеки, 1995 р.

Двостороннє технічне співробітництво з іноземними країнами здійснюється в межах низки двосторонніх міжурядових угод та/або меморандумів:

– Угода між Урядом України та Урядом Федеративної республіки Німеччини про співробітництво з питань, що становлять взаємний інтерес у зв'язку з ядерно-технічною безпекою і радіаційним захистом від 10.06.1993 р.;

– Угода між Урядом України та Урядом Федеративної Республіки Німеччини про співробітництво в галузі охорони навколишнього природного середовища від 10.06.1993 р.;

– Рамкова угода щодо грантів технічної допомоги між Україною та Міжнародним банком реконструкції та розвитку від 14.01.1998 р.;

– Додаткова угода до рамкової угоди від 29.05.1996 р. між урядом України та Урядом Федеративної республіки Німеччини про консультування та технічне співробітництво від 30.10.1997 р.;

– Меморандум про взаєморозуміння між Урядом України та Урядом США стосовно технічної допомоги з боку уряду США з питань реформування електроенергетичного сектора України (постанова КМУ від 04.12.1999 р. № 2202);

– Меморандум про взаєморозуміння між Урядом України та Урядом США про надання технічної допомоги в галузі охорони здоров'я в Україні (постанова КМУ від 31.03.2003 р. № 408);

– Меморандум про взаєморозуміння між Урядом України та Урядом США щодо основних напрямів та цілей програми допомоги з боку агентства США з міжнародного розвитку у 2005–2007 рр. (Розпорядження КМУ від 16.11.2005 р. № 458-р) та інші.

Велика сімка забезпечила також створення додаткового багатостороннього механізму для негайного прийняття заходів з підвищення експлуатаційної та технічної безпеки АЕС, які не увійшли у двосторонні програми, та закликала світову спільноту взяти участь у його фінансуванні. У 1993 р. Рада директорів ЄБРР створила Рахунок ядерної безпеки, на який країни-донори перераховували кошти для фінансування проектів з підвищення безпеки АЕС у регіоні. Найактивнішими донорами є КЄС і 14 країн: Бельгія, Велика Британія, Данія, Італія, Канада, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, США, Фінляндія, Франція, Швейцарія, Швеція та Японія.

Істотно, що увагу більшості ядерних держав було прикуто до робіт з локалізації зруйнованого блоку та його перетворення на екологічно безпечну систему, що й до сьогодні є однією з найважливіших у комплексі проблем, пов'язаних з ліквідацією наслідків Чорнобильської аварії.

Початком осмислення шляхів технічного розв'язання цієї проблеми став міжнародний конкурс, оголошений урядом України. Багато країн Європи, США та інших протягом 1992–1993 рр. взяли участь у організованому Мінчорнобилем України та Національною Академією наук України конкурсі на кращий проект спорудження другого «Саркофагу» над тимчасовим об'єктом «Укриття» та розробки технологій вилучення з нього паливовмісних мас. Участь у конкурсі провідних міжнародних експертів, представників потужних інженерно-технологічних фірм, їх досвід та знання було надзвичайно корисним та сприяло опрацюванню більш чіткого погляду на багатогранну проблему «Укриття». За підсумками міжнародного конкурсу у 1993 р. було схвалено концепцію поетапного перетворення «Укриття» на екологічно безпечну систему та проголошено КЄС тендер на розробку ТЕО перших етапів цієї концепції [4].

Переможець тендеру – консорціум Alliance – надав у 1995 р. звіт стосовно ТЕО, головні висновки якого й тепер зберігають актуальність. Головними віхами подальших дій щодо «Укриття» були:

- підписання у Брюсселі Протоколу між Європейською Комісією та Україною для уточнення і координації плану подальших дій за результатами досліджень «Альянсу» (вересень 1995 р.);
- прийняття Меморандуму про взаєморозуміння між урядом України, урядами країн великої сімки і комісією Європейських співдружностей про закриття Чорнобильської АЕС (грудень 1995 р.).

Згідно з Меморандумом, у якості продовження робіт «Альянсу», в межах проекту TACIS «Чорнобильський блок 4. Короткотермінові та довготермінові заходи» було запропоновано так званий Рекомендований курс дій. Таким чином, реальні та найбільш повноцінні кроки в напрямку посилення активності міжнародної кооперації з питань Чорнобилу відбулися у середині 90-х, чому сприяло рішення України припинити експлуатацію ЧАЕС у 2000 р. та підписаний у зв'язку з цим Меморандум.

Нарешті у 1997 р., в продовження робіт щодо зазначеного вище проекту TACIS, при взаємодії КЄС, США, України і групи міжнародних експертів було розроблено детальний план робіт згідно з Рекомендованим курсом дій – так званий SIP (Shelter Implementation Plan). Фінансування SIP здійснюється за рахунок внесків країн-донорів до спеціально створеного Міжнародного Чорнобильського фонду під адміністративним управлінням ЄБРР. Напрями та хід робіт з проекту SIP висвітлені у розділі Національної доповіді «Об'єкт укриття».

Значним внеском у розв'язання складного комплексу чорнобильських проблем стала організація спільних міжнародних досліджень між Європейською Комісією і постраждалими державами СНД – Україною, Білоруссю та Росією. Участь у виконанні експериментальних та дослідницьких проектів узяли провідні вчені близько 200 наукових установ з обох сторін. За 4 роки (1992–1996) виконано 16 проектів, присвячених створенню Атласу радіоактивного забруднення території Європи, дослідженню закономірностей вторинного переносу радіонуклідів у навколишньому середовищі та міграції їх у природних ландшафтах і харчових ланцюгах, вивченню й оцінюванню шляхів формування і реконструкції поглинених доз опромінення людини, діагностиці індукованих радіацією медичних ефектів, методам ранньої їх діагностики і лікування, підтримці прийняття управлінських рішень [5]. Успіху співробітництва сприяло створення Науково-координаційної Ради для управління і корегування програм.

Результати досліджень з більшості проектів були впроваджені в дослідних установах та при плануванні і проведенні контрзаходів на забруднених територіях. Основні досягнення висвітлені у багатьох вітчизняних та зарубіжних виданнях вищого рівня, вони стали надбанням світової науки в галузі радіаційного захисту населення та радіаційної медицини. Установи СНД отримали сучасне наукове обладнання, співробітництво сприяло підвищенню методичного рівня наукових робіт в Україні, Білорусі та Росії. Результати всіх проектів були обговорені на Міжнародній конференції в Мінську у 1996 р. і опубліковані [6].

Особливу увагу привертає проблема впливу радіаційних чинників аварії на здоров'я люди-

ни. Найактуальніше питання в цій проблемі – радіаційно індукований рак щитоподібної залози – його діагностика і лікування. Міжнародне співробітництво з вивчення медичних наслідків аварії на ЧАЕС для здоров'я населення України продовжується й сьогодні.

У 1992–1994 рр. під егідою Всесвітньої Організації Охорони здоров'я Інститут ендокринології та обміну речовин АМН України виконував пілотний проект «Щитоподібна залоза» міжнародної програми з медичних наслідків Чорнобильської аварії «Айфіка». З 1996 р. по сьогоднішній день у рамках співробітництва урядів України та США виконується українсько-американський проект «Наукова Програма дослідження раку та інших захворювань щитоподібної залози в Україні після аварії на Чорнобильській АЕС».

Важливим етапом міжнародного співробітництва стала серія проектів в рамках програм «Інко-Копернікус» та «Безпека радіоактивного розпаду». Науковий центр радіаційної медицини академії медичних наук України брав участь у спільному проекті «STRESS-95», присвяченому оцінці значущості різних шляхів формування дози опромінення населення на забруднених територіях.

У 1997–1999 рр. під егідою Європейського Союзу Інститутом ендокринології та обміну речовин АМН України виконувалися два наукових проекти з програми «Інко-Копернікус»:

- роль лімфоїдної інфільтрації в розвитку післячорнобильських тиреоїдних пухлин: морфологічні, імунно-гістохімічні і молекулярно-біологічні дослідження;
- дослідження тиреоїдного раку та іншої тиреоїдної патології в країнах СНД, потерпілих від ядерної катастрофи на Чорнобильській АЕС.

У 1998–1999 рр. року під егідою ВООЗ Інститутом ендокринології виконано науковий проект «Вивчення патології щитоподібної залози й екскреції йоду із сечею в дітей України, народжених до і після Чорнобильської аварії, з метою оцінки впливу екологічних факторів на виникнення захворювань щитоподібної залози в дітей».

З 1998 р. до теперішнього часу триває спільний проект ВООЗ, Європейського Союзу, Національного Інституту раку США, Фонду «Сасакава» (Японія) «Чорнобильського банку тканин Співдружності Незалежних Держав – міжнародних наукових ресурсів».

Медичні аспекти радіаційних аварій продовжують викликати зацікавленість міжнародної спільноти. В 1999–2000 рр. під егідою Європейського Союзу виконувався науковий проект «Дослідження поширеності субклінічного і клінічного інсуліннезалежного цукрового діабету і аутоімунного тиреоїдиту в дітей та підлітків, що проживають на забруднених після аварії на Чорнобильській АЕС територіях». Протягом 2000–2002 рр. виконувався спільний з Кембріджським університетом (Великобританія) проект «Чорнобиль, загальноєвропейське дослідження: морфологія, онкогени, ДНК-ушкодження внаслідок радіаційного канцерогенезу».

В 2000–2003 рр. Інститутом ендокринології спільно з Науково-дослідним центром з екології та здоров'я (Німеччина) виконувалися проекти: «Опромінення щитоподібної залози у білоруських та українських дітей після Чорнобильської катастрофи та ризик розвитку тиреоїдного раку» і «Діапазон використання згрупованих даних для визначення факторів ризику в епідеміологічних дослідженнях».

Значною віхою на шляху міжнародного співробітництва стала Франко-німецька ініціатива – (FGI) «Чорнобиль. Результати і їх використання в інтересах людини і навколишнього середовища», мета якої полягала у збиранні, уніфікації та узгодженні широкого кола наукових даних про наслідки аварії та ефективність контрзаходів. Започаткуванням цієї масштабної програми уряди Франції та Німеччини сприяли початку роботи Міжнародного чорнобильського центру, до заснування якого закликав у 1995 р. уряд України. Організацію виконання програми FGI здійснювали Інститут радіаційного захисту (IRSN, Франція) та інститут безпеки реакторів (GRS, Німеччина). Координацію дій наукових центрів, лабораторій та інститутів Росії, України, Білорусі, задіяних у виконанні FGI, здійснював Чорнобильський центр з проблем ядерної безпеки, радіоактивних відходів та радіоекології, створений у 1996 р. у м. Славутичі, який виконував також функції адміністративного осередку Міжнародного чорнобильського центру. До складу FGI входили 3 підпроекти: підпроект «Безпека саркофагу»; підпроект «Радіоекологічні наслідки аварії»; підпроект «Медичні наслідки аварії».

Виконання Програми FGI завершилося створенням інтегрованих баз даних з усіх головних аспектів оцінки та мінімізації наслідків аварії. Дуже важливо, що матеріали, накопичені в Білорусі, України та Росії, були верифіковані, детально обговорені та узгоджені всіма виконавцями разом з ученими провідних наукових установ у галузі радіаційної та ядерної безпеки Німеччини та Франції. Основні підсумки роботи були підведені на конференції, що відбулася 5–6 жовтня 2004 р. у м. Києві, в якій взяли участь представники МАГАТЕ, ЄБРР та інших міжнародних організацій. Дані щодо оцінки і ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи стали надбанням не тільки вітчизняних вчених, а й міжнародної спільноти.



За роки існування на поточний момент під егідою Міжнародного чорнобильського центру за фінансової підтримки урядів США, Великої Британії, Франції, Німеччини та Японії виконано близько 100 дослідницьких проектів у сфері аналізу безпеки ядерних установок, зняття з експлуатації блоків ЧАЕС, фізичного захисту джерел іонізуючого випромінювання, досліджень стану об'єкта «Укриття» тощо.

У 1998 р. Україною та США укладено міжурядову Угоду, згідно з якою у складі чорнобильського центру утворено Міжнародну радіоекологічну лабораторію, діяльність якої сприяє проведенню міжнародних досліджень впливу радіації на рослинний і тваринний світ Чорнобильської зони.

Широке наукове міжнародне співробітництво з проблем медичних наслідків Чорнобильської катастрофи проводить Науковий центр радіаційної медицини АМН України, який з 1998 р. є регіональним центром співробітництва з ВООЗ в напрямку медичної готовності та невідкладної допомоги при радіаційних аваріях (РЕМРАН). Міжнародні наукові дослідження здійснюються у рамках програм ВООЗ, МАГАТЕ, КЕС, співпраці з науково-дослідними установами США, Японії, Німеччини, Італії, Франції та інших країн.

Наймасштабнішими та значущими міжнародними дослідницькими програмами, виконаними за участі НЦРМ АМН України, були «Ефекти пренатального опромінення мозку як результат Чорнобильської аварії» та програма ВООЗ «АЙФІКА» (International Program on Health Effects of the Chernobyl Accident, IPHECA). Термін виконання – 1992–1997 рр. Програма містила проекти «Гематологія», «Епідеміологічний реєстр», «Внутрішньоутробне ушкодження головного мозку», «Щитоподібна залоза».

З жовтня 2000 р. по теперішній час за Міжурядовою угодою між Україною та США про співробітництво в галузі ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи (2000 р.) виконується програма «Науковий протокол з вивчення лейкемії та інших гематологічних захворювань серед учасників ліквідації в Україні наслідків аварії на Чорнобильській АЕС». В результаті виконаних досліджень сформовано когорту УЛНА на ЧАЕС у 1986–1987 рр. – 110 645 осіб чоловічої статі, що проживають в 6 регіонах України, для виявлення випадків лейкемії, мієлодиспластичного синдрому (МДС) та множинної мієломи (ММ).

Спільно з науковим комітетом НАТО із загроз суспільству НЦРМ АМНУ з 2001 р. виконує Міжнародний дослідницький проект із науковим департаментом НАТО «Дослідження ризиків наслідків Чорнобильської катастрофи», за результатами якого проводяться міжнародні наукові конференції «Чорнобиль, медичні наслідки та уроки на майбутнє» (2001, 2003 і 2004 рр.).

Одною з найефективніших форм міжнародного співробітництва та об'єднання зусиль наукової спільноти для досягнення спільної мети є міжнародні конференції. У квітні 2001 р. в Києві проведена Міжнародна конференція «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання» [7, 8]. Основні цілі конференції були:

- визначити загальне бачення вчених і фахівців найбільш постраждалих країн і міжнародної наукової спільноти з приводу наслідків Чорнобильської катастрофи через 15 років в екологічній, медичній, соціальній та інших сферах;
- узгодити висновки і рекомендації для використання їх органами та особами, відповідальними за прийняття рішень, як на національному, так і на міжнародному рівнях для впровадження подальших заходів щодо подолання наслідків катастрофи;
- виробити спільне розуміння нинішньої ситуації, яка склалася внаслідок аварії, і необхідних в майбутньому контрзаходів.

Єдина точка зору учасників конференції полягала в тому, що ця катастрофа істотно змінила життя мільйонів людей, які мешкають на найбільш забрудненій території, перш за все у Білорусі, Росії та Україні. Події, пов'язані з аварією (переселення, обмеження у виробництві сільськогосподарської та промислової продукції, вжиті контрзаходи), радикально змінили уклад їх життя. Відсутність спеціальних знань з радіології не дала можливості населенню самостійно оцінити правдивість інформації, яка надавалась у пресі, по радіо та телебаченню. Тому суб'єктивне сприйняття можливих наслідків аварії набагато перевищило реальний стан справ. Погіршення економічного стану, розпад СРСР – все це разом взяте зробило аварію дійсно катастрофою для мільйонів людей, перевівши їх в категорію «постраждали внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС».

Спираючись на спільне розуміння причин та наслідків аварії, а також ефективність реагування, конференція визначила основні уроки Чорнобильської катастрофи, які впливають з аналізу наслідків та дій постраждалих держав у післяаварійний період.

Створена зусиллями багатьох країн (Білорусі, Росії, України, країн Європейського Союзу, США, Японії та ін.) та міжнародних організацій (ООН, ВООЗ, МАГАТЕ) практика міжнародної наукової кооперації дала змогу отримати важливі наукові результати в галузі ядерної та радіацій-

ної безпеки, радіоекології, радіаційної медицини, які мають суттєве практичне значення. Водночас, недостатнє фінансування національних наукових досліджень та їх неповне узгодження не сприяють створенню обґрунтованої комплексної стратегії наукових досліджень. На національних (Білорусь, Росія і Україна) та міжнародному рівнях існує необхідність розвитку та поглиблення програм наукових досліджень з урахуванням довготермінових завдань.

Для сприяння розвитку цього напрямку міжнародної співпраці Кабінет Міністрів України своїм рішенням від 15 лютого 2002 р. створив єдину систему залучення, використання та моніторингу міжнародної технічної допомоги. Функції координатора діяльності, пов'язаної із залученням міжнародної технічної допомоги, забезпеченням формування допомоги відповідно до пріоритетних напрямів соціально-економічного розвитку України, покладено на Міністерство економіки України.

Важливим кроком стало створення у 2003 р. Чорнобильського форуму під егідою ООН з участю ВООЗ, МАГАТЕ, Європейської Комісії, ЄБРР та інших міжнародних організацій і урядів постраждалих від аварії країн з метою зробити підсумки у наших знаннях і сприяти кращому розумінню й удосконаленню заходів для подолання наслідків аварії. На засіданні Чорнобильського форуму в квітні 2005 р. його учасники від Білорусі, Російської Федерації й України звернулися з проханням розробити рекомендації урядам цих трьох країн за спеціальними програмами охорони здоров'я і відновленню навколишнього середовища, позначивши потреби в подальших дослідженнях, а також за соціально-економічною політикою. У вересні 2005 р. у Відні відбулося заключне засідання Форуму, який розглянув і схвалив доповіді-звіти двох груп наукових експертів – «Здоров'я», підготовлений за координації ВООЗ, і «Навколишнє середовище», підготовлений за координації МАГАТЕ провідними фахівцями світової науки.

Заключний документ був підготовлений Секретаріатом Форуму на основі рекомендацій, представлених у технічних доповідях Форуму. Крім того, ПРООН запропонувала рекомендації з економічної і соціальної політики, які ґрунтуються на проведенні у 2002 р. ООН дослідженні «Гуманітарні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС: стратегія реабілітації», а також на документі Всесвітнього банку «Білорусь: погляд на Чорнобиль» (2002). Рекомендації Форуму були поширені серед учасників і прийняті на основі консенсусу.

Форум визнав, що аварія 1986 р. була найтяжчою ядерною аварією в історії світової атомної промисловості. У зв'язку з викидом дуже великої кількості радіонуклідів вона стала також і найбільшою радіаційною аварією. Однак з роками, по мірі зниження рівнів опромінення і накопичення гуманітарних наслідків, на перше місце поступово виходять важка соціально-економічна депресія постраждалих регіонів Білорусі, Росії та України і серйозні психологічні проблеми безпосередніх учасників ліквідації аварії та населення.

Вчені дійшли висновку що радіація стане причиною приблизно 4000 смертей серед тих, хто отримав підвищені дози опромінення. Другою критичною групою постраждалих стали діти і підлітки, щитоподібна залоза яких внаслідок вживання молока з підвищеним вмістом радіоактивного йоду отримала значні дози опромінення. Всього у 1992–2003 рр. зареєстровано близько 4000 випадків раку щитоподібної залози, більшість з яких (99%) успішно прооперовано.

Один з головних висновків Форуму полягає в тому, що заходи, прийняті в минулому урядами для подолання наслідків Чорнобильської аварії, були своєчасними і адекватними. Водночас сучасні дослідження та спостереження свідчать про необхідність зміни напрямку цих зусиль. Форум вважає, що пріоритетом повинно стати соціальне та економічне відродження постраждалих районів Білорусі, Росії і України, усунення психологічного тягара у їх населення та у ліквідаторів.

Немає сумніву, що Міжнародна наукова конференція в м. Києві, проведення якої заплановано 24–26 квітня 2006 р., стане новим кроком на шляху до пом'якшення наслідків аварії, підвищення рівня ядерної і радіаційної безпеки та сприятиме подальшому розвитку міжнародного співробітництва у справах Чорнобилю.

## 14. ЯДЕРНА ЕНЕРГЕТИКА. ЧОРНОБИЛЬСЬКИЙ ДОСВІД

### 14.1. Вплив Чорнобильської катастрофи на розвиток світової ядерної енергетики

В історії цивілізації навряд чи знайдеться інша технологія, що так драматично, як ядерна, вплинула на суспільно-політичне і соціально-економічне життя людського суспільства в настільки короткий проміжок часу. З моменту свого народження, 27 червня 1954 р., ядерна енергетика пережила злети й падіння. Але саме на території України ядерна енергія продемонструвала не тільки свої безперечні споживчі якості, а й потенціал збитку при низькій культурі її використання. І саме аналіз причин і обставин аварії на Чорнобильській АЕС призвів до формування поняття «культура безпеки», що вперше було застосовано міжнародною консультативною групою з ядерної безпеки (МКГЯБ), скликаної генеральним директором МАГАТЕ. Це поняття – «культура безпеки» – визначається як «набір характеристик, особливостей діяльності організацій і поводження окремих осіб, який встановлює, що проблемам безпеки АЕС як таким, що мають найвищий пріоритет, приділяється увага, визначена їх значимістю».

Головне, що змушує ще і ще раз повертатися до подій двадцятирічної давнини, це необхідність оцінити, наскільки усвідомлені корінні причини аварії, як вплинула аварія на світову атомну енергетику, чи все зроблено для того, щоб подібна трагедія не повторилася?

Чорнобильська аварія болісно вдарила по ядерній енергетиці не лише України, а й усього світу. Мінімізація та подолання наслідків катастрофи такого масштабу є складною задачею. Вони потребували значних інтелектуальних, матеріальних та фінансових ресурсів, консолідації зусиль як на національному, так і на міжнародному рівні.

У деяких країнах світу почалися політичні спекуляції навколо проблем ядерної енергетики, приймалися і скасовувалися мораторії на розвиток ядерної енергетики, що значною мірою дезорганізувало планомірні роботи з підвищення її безпеки і модернізації. У деяких країнах були прийняті рішення, спрямовані на відмовлення від ядерної енергетики в перспективі (Швеція, Італія, Австрія, Австралія, Німеччина). Однак фактично ці рішення реалізовані тільки в Австрії та Італії. У Швеції і Німеччині зупинені тільки блоки, що вже виробили свій проектний ресурс. Відразу після Чорнобильської катастрофи ряд країн відмовилися від будівництва АЕС, або «заморозили» будівництво нових АЕС (Польща, Болгарія, Словаччина, Україна). Однак, треба зазначити, що здоровий глузд узяв верх і розпочався кропіткий аналіз того, що відбулося, вироблення та реалізація заходів для запобігання будь-яких значимих аварій в ядерній енергетиці у майбутньому.

Аварія викликала потребу від фахівців усіх країн світу, в яких експлуатуються АЕС, виконання детальної оцінки того, що трапилось, особливо з погляду оцінки впливу людського фактора на безпеку ядерної енергетики. Були проведені значні дослідження поводження людини в різних ситуаціях, удосконалені методики підготовки операторів, створені досконалі інженерно-технічні засоби для такої підготовки. Крім того, значна увага була приділена оцінці діяльності в екстремальних ситуаціях, в умовах так званих запроектних аварій, тобто аварій, для яких проектом не були або не могли бути передбачені технічні заходи їх запобігання. Найсерйозніша увага була приділена в усіх без винятку країнах світу підвищенню незалежності та інженерно-технічного потенціалу органів ядерного регулювання, удосконаленню ядерного законодавства і нормативному регулюванню ядерної безпеки.

Не викликає сумніву, що з аварії були здобуті серйозні уроки, не тільки в Україні, а й в усьому світі. Однак важливо відзначити і те, що в більшості країн світу величезний обсяг робіт з переоцінки безпеки ядерних енергоблоків і їх модернізації до моменту аварії на Чорнобильській АЕС в основному вже був виконаний. Аварія на американській АЕС «Три Майл Айленд» (1979 р.), що практично не мала наслідків за межами станції, викликала процес глибокого критичного аналізу стану справ у ядерній енергетиці, реалізації значних заходів підвищення її безпеки та ефективності. Аварія на «Три Майл Айленд» дала могутній поштовх до розвитку наукових досліджень з ядерної безпеки, впровадженню методів ймовірнісної оцінки безпеки, удосконалення режиму ядерного регулювання, підвищенню кваліфікації персоналу. На жаль, досвід подолання наслідків аварії на АЕС «Три Майл Айленд» (аналіз, вироблення і реалізація заходів підвищення безпеки та ефективності ядерної енергетики) пройшли повз колишній СРСР.

Найважливішим наслідком аварій на АЕС «Три Майл Айленд» і, особливо, на Чорнобильській АЕС, стало підвищення ефективності ядерної енергетики і її конкурентоспроможності. Цьому сприяли певні обставини. *По-перше*, виконані дослідження з безпеки та наступна модернізація діючих енергоблоків дозволили зняти багато побоювань, значно підвищити надійність АЕС. *По-друге*, були виявлені значні резерви, що дозволили підвищити потужність багатьох діючих

ядерних реакторів. *По-третє*, накладені тимчасові або постійні обмеження на розвиток ядерної енергетики (будівництво нових енергоблоків) вимагали від операторів значних зусиль, спрямованих на удосконалювання режимів експлуатації та технічного обслуговування, оптимізацію використання ядерного палива. Усе це призвело до того, що, незважаючи на практично припинене нове будівництво, частка АЕС у світовому виробництві електроенергії протягом останніх 20 років залишається незмінною і складає близько 16%. Підвищення ефективності виробництва електроенергії на АЕС за останні 20 років виявилось еквівалентним введенню в експлуатацію 33 ядерних енергоблоків потужністю 1000 МВт кожний. Середній коефіцієнт використання встановленої потужності, наприклад, на АЕС США виріс до майже 91% порівняно з менш ніж 70% на початку 80-х років минулого сторіччя.

Дослідження, проведені після аварій на «Три Майл Айленд» та Чорнобильській АЕС, а також накопичений досвід дозволили порушити питання щодо продовження терміну служби ядерних енергоблоків. У світі йде процес переоцінки безпеки блоків і продовження на цій основі термінів їх служби понад встановлений проєктом. У США більш ніж для 20 блоків термін служби продовжений з 40 до 60 років. Заявки на продовження подані практично для всіх енергоблоків, що експлуатуються. У Росії вже для п'яти енергоблоків продовжені терміни служби. Ядерна енергетика і раніше була високорентабельною галуззю. Зараз, при практично повній амортизації, ядерні блоки багатьох країн світу стають понадприбутковими.

Очевидно, що аварія на Чорнобильській АЕС викликала підвищену увагу світової спільноти до безпеки АЕС з РБМК та іншими реакторами радянської розробки. Внаслідок дискусій на самітах 1991 і 1992 років країн «Великої Сімки» (G-7) був покладений початок декільком міжнародним програмам технічної допомоги, пов'язаної з оцінкою та підвищенням безпеки так званих радянських ядерних енергоблоків. Поряд з багатосторонніми проєктами в сфері ядерної безпеки, які здійснювались Європейською комісією, OECD/NEA, Європейським банком реконструкції і розвитку (ЕБРР) з 1990 по 1998 рік здійснювалася Позабюджетна програма МАГАТЕ. Метою цієї програми було надання сприяння країнам, що експлуатують АЕС з реакторами «радянської» конструкції, у проведенні всебічного аналізу безпеки цих АЕС і визначення слабких місць з погляду їхньої конструкції і експлуатації. МАГАТЕ відіграло фундаментальну роль при визначенні конкретних ділянок для надання технічної допомоги і сприяло підвищенню ефективності обміну інформацією між різними країнами. Ця програма була унікальною для регулярного обміну інформацією між усіма країнами-учасницями і створила умови для глибокого діалогу між експертами західних і східноєвропейських країн з проблем безпеки атомних електростанцій. Результати і рекомендації програми широко використовуються в якості технічної основи при розробці заходів щодо підвищення безпеки АЕС та визначенні пріоритетів у національних, двосторонніх і інших міжнародних програмах з безпеки ядерної енергетики.

Велика допомога була надана та надається міжнародним співтовариством у питаннях аналізу і підвищення безпеки діючих українських АЕС. Численні дослідження, виконані за кошти міжнародних організацій, а також на двосторонній основі, дали можливість об'єктивно оцінити рівень безпеки ядерних енергоблоків і намітити конкретні заходи її підвищення. Міжнародна технічна допомога сприяла у підготовці колективів спеціалістів, що володіють сучасним інструментом аналізу безпеки, впровадженню багатьох заходів з підвищення безпеки і надійності АЕС, створення унікальної за своїми можливостями системи підготовки оперативного персоналу. Достатньо відзначити, що за час незалежності технічна допомога надана на суму більше 500 млн доларів США. Загалом, сьогодні АЕС України відповідають визнаним міжнародною спільнотою принципам безпеки, створені та реалізуються відповідні програми, спрямовані на підвищення ефективності і безпеки експлуатації АЕС.

Україна значно розширила та зміцнила зв'язки у галузі ядерної енергетики з зарубіжними партнерами. У травні 1997 року НАЕК «Енергоатом» став колективним членом Всесвітньої Асоціації організацій, що експлуатують атомні електростанції – ВАО АЕС (WANO, World Association of Nuclear Operators). Головною ідеєю організації, створеної після Чорнобильської аварії, стало об'єднання зусиль ядерних операторів для підвищення безпеки та надійності атомних станцій в усьому світі. ВАО АЕС унікальна тим, що є міжнародною професійною організацією, для якої не існує політичних бар'єрів, державних кордонів та інших інтересів, крім забезпечення безпеки і ефективності ядерної енергетики. Члени Асоціації здійснюють співробітництво в межах програм регіональних центрів, розташованих у Москві, Парижі, Атланті і Токіо.

ВАО АЕС виконує свої задачі на основі добровільного обміну інформацією про події, що відбуваються на АЕС, порівняння досягнутих результатів, партнерських перевірок та обміну досвідом експлуатації. При цьому непорушними основними принципами залишаються самостійність учасників, добровільність їх участі в програмах Асоціації, рівне партнерство, взаємодопомога

і нерозголошення переданої інформації. Минулі роки довели плідність ідеї створення Асоціації і підтвердили правильність поставлених перед нею цілей. Реалізація програм ВАО АЕС, широкий обмін фахівцями атомних станцій дозволили вирішувати актуальні задачі з підвищення рівня безпеки та ефективності АЕС в усьому світі.

Важливу роль відіграють перевірки рівня безпеки та якості експлуатації АЕС, що проводяться міжнародними місіями. Вони дають можливість порівняти стан безпеки різних енергоблоків, вчасно вивчати сучасні тенденції і підходи до рішення питань безпеки. Протягом останніх двох років, наприклад, партнерські перевірки ВАО АЕС проводилися на діючих блоках Південно-Української АЕС (2003 р.) і Рівненської АЕС (2002 р.). У квітні 2004 р. проведена партнерська перевірка перед пуском енергоблоків № 2 Хмельницької АЕС і № 4 Рівненської АЕС за участю експертів Московського, Паризького, Атлантичного і Токійського центрів та спостерігачів від МАГАТЕ.

Необхідно відзначити велику роль МАГАТЕ для підвищення безпеки ядерного комплексу України. За останні п'ятнадцять років у нашій країні було проведено кілька десятків різних місій Агентства, здійснено ряд проектів з підвищення безпеки енергоблоків АЕС.

Аварія на Чорнобильській АЕС довела, що ядерна енергетика – потенційно небезпечна технологія. Зневажання цим фактором призводить до важких наслідків. Безпека діючих ядерних енергоблоків повинна і може бути забезпечена доступними технічними та організаційними заходами.

Відзначаючи вплив Чорнобильської аварії на розвиток світової ядерної енергетики, необхідно підкреслити, що аварія і подолання її наслідків підбили підсумок піонерному етапу розвитку ядерної енергетики. Він був бурхливим, характеризувався небаченими темпами розвитку: від одиничної потужності 5 МВт (1954 р.) до більш ніж 1000 МВт вже наприкінці 70-х років. Очевидно, що були допущені помилки, іноді трагічні. Створена технологія та уроки її використання поставили питання щодо умов та меж, в яких людина може гарантовано управляти створеною нею технікою. Сьогодні є підстави вважати, що уроки від досягнень і невдач піонерного етапу ядерної енергетики отримані, і це відкриває шлях для її стійкого, широкомасштабного розвитку.

## 14.2. Розвиток ядерної енергетики

Об'єктивні дані вказують на те, що постчорнобильський синдром фактично переборений, світова ядерна енергетика починає новий етап свого розвитку і знайде гідне місце у розв'язанні енергетичних проблем. Це важливо особливо на тлі прогресуючих кліматичних змін, зумовлених, насамперед, спалюванням органічних видів палива.

За станом на кінець 2003 р., у світі експлуатувалося 439 і споруджувалося 35 ядерних енергоблоків сумарною потужністю 360,3 і 28,1 млн кВт·год, відповідно. Виробництво електроенергії на них досягло у 2001 р. 2500 млрд кВт·год, що склало близько 17% від загального виробництва електроенергії у світі. У ряді країн, таких як Литва, Франція, Бельгія, Словаччина, ядерна енергетика займає домінуюче положення, виробляючи більше половини необхідної електроенергії. У Західній Європі біля третини електроенергії виробляється на АЕС.

Оцінка Міжнародного енергетичного агентства показує, що незважаючи на заходи з енергозбереження, споживання енергії у світі росло із середнім темпом 3,3% на рік за останні 30 років. Ріст енергоспоживання з темпом близько 2% на рік буде продовжуватися і у майбутньому. Цьому сприяє збільшення населення Землі та активний ріст економіки країн, що розвиваються. Ядерна енергетика буде відігравати значну роль у забезпеченні енергетичних потреб людства у майбутньому. Значною мірою цьому сприяє зростаючий вплив «парникового» ефекту та обумовлені ним глобальні кліматичні зміни. Одним із основних «винуватців» такої ситуації є нагромадження в атмосфері «парникових» газів, у першу чергу – CO<sub>2</sub>, що є продуктом спалювання органічного палива.

| Вид енергоносія | Емісія CO <sub>2</sub> , г/кВт·год |
|-----------------|------------------------------------|
| Вугілля         | 980                                |
| Газ             | 500–600                            |
| Сонце           | 50–100                             |
| Вітер           | 10–30                              |
| Атом            | 5–25                               |
| Гідро           | 3–15                               |

Вартість виробництва електроенергії на АЕС практично для всіх регіонів світу сьогодні на 10–20% нижче, ніж виробництво електроенергії на вугіллі та газі. Зростає і вартість урану, але, по-перше, частка урану у вартості ядерного палива складає тільки 30–40%. Паливна складова в собівартості ядерного енерговиробництва не перевищує 30–40%, в той час, як для енерговиробництва на органічному паливі вона досягає 80% та більше. Таким чином, з ростом вартості органічного палива, а це процес об'єктивний, конкурентоспроможність ядерної енергетики буде рости. Запаси урану та торію забезпечують масштабний розвиток ядерної енергетики на тривалу перспективу. Перехід на технологію на швидких нейтронах дозволяє збільшити ресурсну базу ядерної енергетики в 60–70 разів. Ядерна енергетика, по-суті, представляє собою одне з поновлюваних джерел енергії.

Найістотніше нарощування ядерних енергопотужностей спостерігається в азіатському регіоні. Амбіційні плани розвитку ядерної енергетики оголошені Китаєм, Індією, Росією. Щодо планів спорудження перших АЕС заявили Індонезія та В'єтнам. Розглядаються плани спорудження АЕС в Туреччині, Польщі, Аргентині та Бразилії. Пом'якшення постчорнобильського синдрому і поживлення ядерної енергетики спостерігається в Канаді, Японії та в інших розвинувтих країнах. Відновлено будівництво раніше «заморожених» АЕС у Болгарії та Словаччині. Розпочато будівництво першої за багато років АЕС у Західній Європі (Фінляндія, майданчик АЕС «Олкилуото»). Прийнято рішення щодо будівництва двох нових ядерних енергоблоків на майданчику АЕС «Фламанвіль» у Франції. У США прийнято закон про розвиток енергетики в XXI сторіччі, значна роль у якому приділяється ядерній енергетиці. Передбачається, що до 2010 р. США почнуть спорудження чотирьох–шести нових ядерних енергоблоків. Про поновлення розвитку ядерної енергетики офіційно оголошено прем'єр-міністром Великобританії.

Ядерно-енергетичний комплекс займає домінуюче положення в забезпеченні енергетичних потреб України. Частка АЕС у виробництві електроенергії підтримується на рівні 45%, а на ринку продаж частка «ядерної» електроенергії вже перевищила 50%. Це забезпечує енергетичну безпеку країни в умовах застарілого парку електростанцій на органічному паливі. Завдяки ядерній енергетиці ціни на електроенергію залишаються на прийнятному рівні, що забезпечує конкурентоспроможність продукції українських підприємств.

За обсягами виробництва електричної енергії АЕС України займають восьме місце у світі після США, Франції, Японії, Росії, Республіки Корея, Великобританії і Німеччини. Виробництво електричної і теплової енергії в Україні забезпечується на 45–50% за рахунок природного урану, на 26–30% – за рахунок вугілля, на 18–20% – за рахунок газу, на 5–10% – гідроресурсів (рис. 14.2.1).

Усі діючі АЕС України об'єднані в одній експлуатуючій організації, ДП НАЕК «Енергоатом», що є однією з найбільших у світі ядерно-генеруючих компаній. Встановлена потужність діючих АЕС на 01.11.2005 р. складає 13 835 МВт, що відповідає 26,1% від загальної встановленої потужності електроенергетичного комплексу України (таблиця 14.2.1).

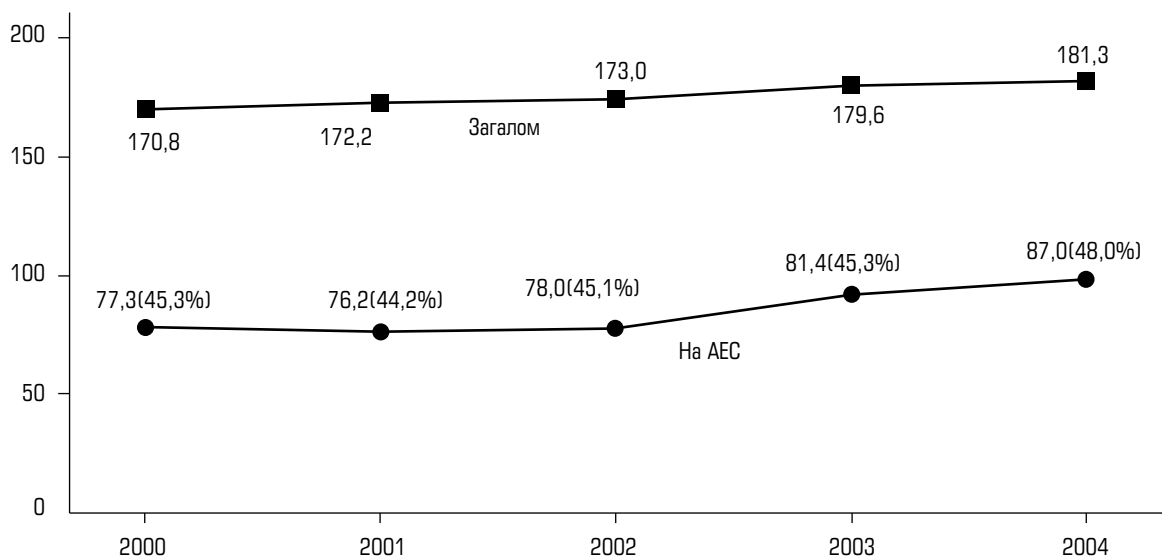


Рис. 14.2.1. Динаміка виробництва електроенергії на АЕС у порівнянні із загальним виробництвом електроенергії в Україні, ТВт-год

## Діючі АЕС України (за станом на 01.11.2005 р.)

| Назва АЕС           | № блоку | Тип реактора  | Встановлена потужність (МВт) | Дата енергопуску | Дата закінчення терміну експлуатації, передбачена вихідним проектом |
|---------------------|---------|---------------|------------------------------|------------------|---|
| Запорізька          | 1       | ВВЕР-1000/320 | 1000                         | 10.12.1984       | 10.12.2014  |
|                     | 2       | ВВЕР-1000/320 | 1000                         | 22.07.1985       | 22.07.2015  |
|                     | 3       | ВВЕР-1000/320 | 1000                         | 10.12.1986       | 10.12.2016  |
|                     | 4       | ВВЕР-1000/320 | 1000                         | 18.12.1987       | 18.12.2017  |
|                     | 5       | ВВЕР-1000/320 | 1000                         | 14.08.1989       | 14.08.2019  |
|                     | 6       | ВВЕР-1000/320 | 1000                         | 19.10.1995       | 19.10.2025  |
| Південно-Українська | 1       | ВВЕР-1000/302 | 1000                         | 31.12.1982       | 30.12.2012  |
|                     | 2       | ВВЕР-1000/338 | 1000                         | 06.01.1985       | 06.01.2015  |
|                     | 3       | ВВЕР-1000/320 | 1000                         | 20.09.1989       | 20.09.2019  |
| Рівненська          | 1       | ВВЕР-440/213  | 415                          | 22.12.1980       | 22.12.2010  |
|                     | 2       | ВВЕР-440/213  | 420                          | 22.12.1981       | 22.12.2011  |
|                     | 3       | ВВЕР-1000/320 | 1000                         | 21.12.1986       | 20.12.2016  |
|                     | 4       | ВВЕР-1000/320 | 1000                         | 10.10.2004       | 10.10.2034  |
| Хмельницька         | 1       | ВВЕР-1000/320 | 1000                         | 22.12.1987       | 21.12.2017  |
|                     | 2       | ВВЕР-1000/320 | 1000                         | 07.08.2004       | 07.08.2034  |

За роки незалежності досягнуто прогресу в підвищенні ефективності експлуатації АЕС, що підтверджується представленою нижче динамікою зміни коефіцієнта використання встановленої потужності (КВВП) на АЕС України.

Важливим фактором, що забезпечує безпечну та надійну експлуатацію, є постійна діяльність, спрямована на підвищення безпеки та надійності АЕС.

Ядерна промисловість та енергетика України зароджувалися і функціонували в рамках єдиного і збалансованого ядерно-енергетичного комплексу (ЯЕК) колишнього СРСР. Це впливало, впливає і ще досить довго буде впливати на стан і перспективи розвитку ЯЕК країни. Управлінські та соціальні проблеми перехідного періоду, найтяжча економічна криза наприкінці минулого сторіччя призвели до істотного спрацювання виробничого і технологічного потенціалу, що дістався Україні в ядерній сфері. Україна не має наукової, конструкторської та виробничої бази з розробки та створення власних реакторних установок. Це породило серйозні труднощі в забезпе-

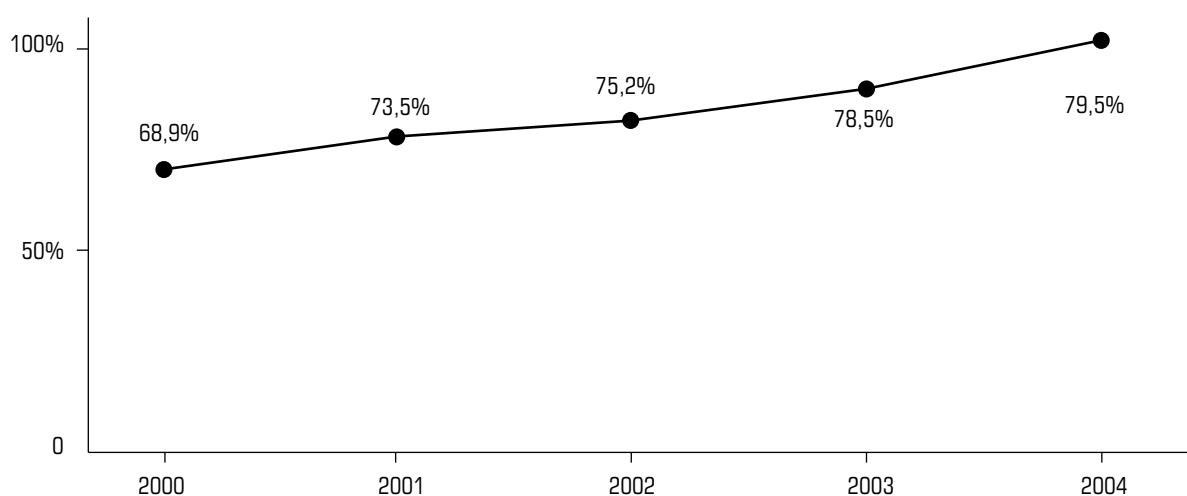


Рис. 14.2.2. Динаміка зміни КВВП діючих АЕС України в 2000–2004 рр., %

ченні безпечної експлуатації діючих АЕС. Надії на швидке створення національної науково-виробничої інфраструктури з реакторобудування та забезпечення українських АЕС власним ядерним паливом не виправдалися.

Тим часом, на АЕС України виробляється майже половина усієї вироблюваної в країні електроенергії. Україна виготовляє урановий і цирконієвий концентрати, гафній, багато видів устаткування для ЯЕК. Країна володіє визнаним науково-технічним потенціалом.

Основною метою стійкого розвитку ЯЕК України є забезпечення енергетичної безпеки держави. Проектом стратегії розвитку паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) України до 2030 р. передбачається підтримка протягом розглянутого періоду частки виробництва електроенергії на АЕС на рівні трохи більше 50% від сумарного виробництва електроенергії в країні (рис. 14.2.3).

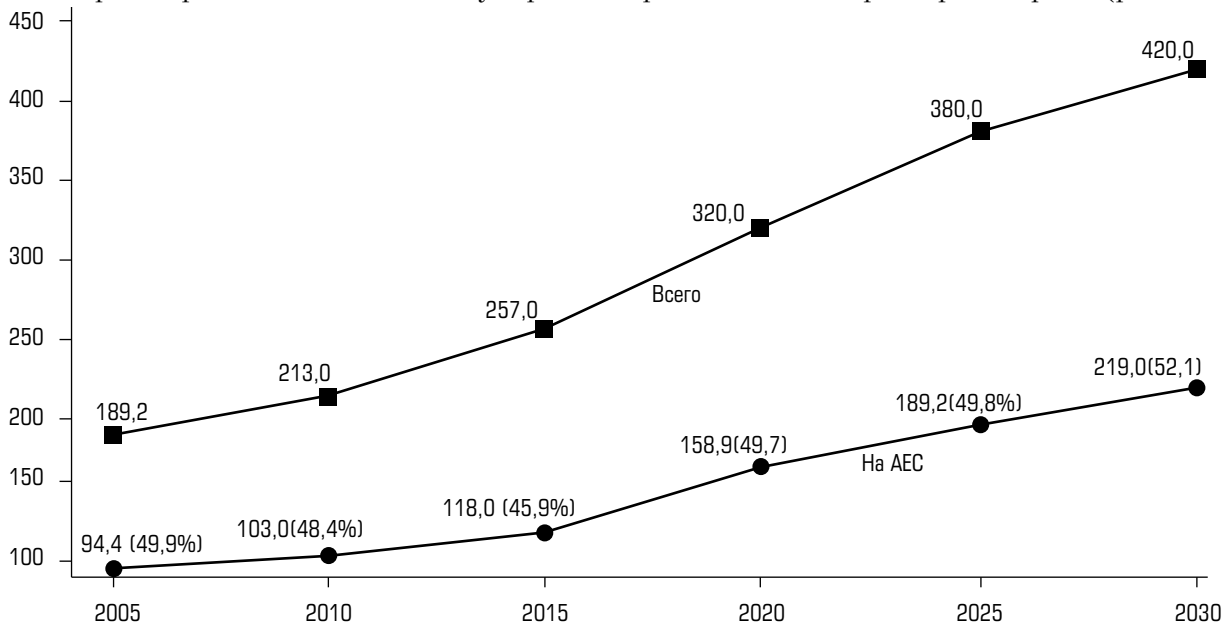


Рис. 14.2.3. Очікуване виробництво електроенергії в Україні у період 2005–2030 рр., ТВт·год

Таке рішення диктується наявністю первинних сировинних ресурсів урану і цирконію, стабільною роботою АЕС і їх переважними, для умов України, у порівнянні з тепловою енергетикою, техніко-економічними показниками; потенційними можливостями країни зі створення нових потужностей на АЕС; істотними технічними, фінансовими та екологічними проблемами енергетики на органічному паливі.

У рамках Стратегії розглядаються два основних етапи розвитку ЯЕК України: короткостроковий – період до 2014–2016 рр. та довгостроковий – період до 2030 р. і на подальшу перспективу. У короткостроковій перспективі необхідно:

- забезпечити надійну і безпечну експлуатацію діючих енергоблоків;
- забезпечити управління старінням обладнання діючих енергоблоків і продовження термінів їх експлуатації, насамперед енергоблоків № 1 і № 2 РАЕС і № 1 і № 2 ПУАЕС;
- розпочати спорудження та ввести нові енергетичні потужності (передбачається на майданчику Хмельницької АЕС);
- побудувати та ввести в експлуатацію централізоване сховище відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) для АЕС України і забезпечити в необхідному обсязі розширення сховища ВЯП на ЗАЕС;
- виконати першочергові роботи, пов'язані з будівництвом нових ядерно-енергетичних об'єктів (вибір майданчиків, розробка ТЕО, визначення вимог з безпеки тощо);
- вирішити основні питання щодо поводження з радіоактивними відходами (РАВ), включаючи високоактивні, з огляду на спорудження необхідних установок на діючих АЕС, а також першочергові роботи, пов'язані з централізованими установками поводження і поховання РАВ;
- забезпечити розвиток науково-інженерної і проектно-конструкторської підтримки ЯЕК силами підприємств і організацій України.

У довгостроковій перспективі необхідно:

- забезпечити спорудження, введення в експлуатацію та безпечну експлуатацію заміщуючих і додаткових потужностей, а також діючих енергоблоків;



- вирішити питання продовження термінів експлуатації енергоблоків АЕС, що відробили визначений початковими проектами ресурс;
- створити необхідну інфраструктуру та розпочати роботи зі зняття з експлуатації енергоблоків після завершення терміну їх експлуатації;
- забезпечити безпечне поведження з ВЯП;
- вирішити питання максимальної участі українських виробників у створенні нових енергетичних потужностей і забезпеченні потреб підприємств ЯЕК;
- забезпечити необхідний рівень науково-інженерної і проектно-конструкторської підтримки ЯЕК українськими організаціями і підприємствами;
- прийняти стратегію розвитку ЯЕК України на довгострокову перспективу та створити для цього відповідні умови.

Важливою є задача нормативно-правового забезпечення розвитку ЯЕК України. Необхідним є удосконалення комплексу документів, необхідних для реалізації задач по усіх складових ЯЕК. Наявна нормативно-правова база значною мірою забезпечує умови експлуатації і розвитку ЯЕК, однак вона вимагає удосконалення і доповнення шляхом випереджальної розробки нових і перегляду діючих документів. Необхідна гармонізація вимог національних норм і правил з вимогами документів країн Європейського Союзу, інших країн з розвинутою ядерною енергетикою, облік рекомендацій МАГАТЕ. Потрібно також приведення нормативних документів у відповідність до нових принципів фінансової і господарської діяльності, наприклад, тендерного підходу під час реалізації великих енергетичних проектів. Передбачається коригування нормативної бази, що регулює фінансово-економічну діяльність у ЯЕК, у тому числі при визначенні схем фінансування будівництва дорогих і ресурсомістких енергетичних об'єктів.

Важливою є задача кодифікації ядерного законодавства. Слід зазначити, що Україна має розвинуту систему законодавчих актів, що регулюють відносини в ядерній енергетиці. Однак законодавчі акти розроблялися в стислий термін, за відсутності відповідного досвіду, значною мірою під впливом одномиттєвих обставин та інтересів. Необхідний аналіз практики застосування чинних законів, їх систематизація, виключення протиріч, синхронізація «ядерних» законів із законами, що регулюють фінансово-економічну діяльність у країні.

Потрібне уточнення та конкретизація вимог документів, що регламентують процес проектування, ліцензування, затвердження проектів і прийняття відповідних рішень на всіх рівнях:

- з урахуванням тендерних процедур;
- щодо продовження термінів експлуатації енергоблоків понад проектний період;
- про розміщення об'єктів нового будівництва.

Необхідне також уточнення нормативних вимог, пов'язаних з поведженням з ВЯП і РАВ, включаючи процедуру підготовки і передачі на поховання РАВ підприємствами ЯЕК, формування фондів поведження з ВЯП і РАВ. У подальшій перспективі необхідно розробити нормативно-правове забезпечення процедур поведження з РАВ після їх довгострокового зберігання, нормативно-правове забезпечення остаточного поховання РАВ у глибоких геологічних формаціях.

Досягнутий на АЕС України рівень безпеки в основному відповідає рівню безпеки АЕС того ж покоління, що експлуатуються в інших країнах з розвинутою ядерною енергетикою. Тим часом, технологічний прогрес дозволяє ставити і реалізовувати задачі щодо досягнення більш високих показників безпеки.

Підвищення надійності та ефективності експлуатації АЕС повинно ґрунтуватися на завершенні переходу на чотирьох і п'ятирічні паливні цикли, на оптимізації тривалості ремонтів при одночасному підвищенні їх якості, зниження непланових витрат. Коефіцієнт використання встановленої потужності до 2010–2012 рр. повинний бути підвищений до 83–85%, штатний коефіцієнт істотно знижений. Плануються до реалізації заходи, що забезпечують можливість роботи АЕС у маневровому режимі, з добовим варіюванням потужності в межах 10–20%.

Для України продовження термінів експлуатації АЕС – стратегічно важливе завдання, що забезпечує підтримку виробництва електроенергії на досягнутому рівні до введення нових потужностей на теплових і атомних електростанціях. У період до 2030 р. минає передбачений проектом термін експлуатації всіх діючих енергоблоків АЕС, крім блоку № 2 Хмельницької АЕС та № 4 Рівненської АЕС. Продовження терміну служби діючих АЕС є необхідною умовою забезпечення енергетичної безпеки України. Основною задачею цього напряму діяльності є забезпечення надійної та ефективної експлуатації діючих енергоблоків після закінчення проектної експлуатації (30 років), що дозволить підвищити ефективність використання фінансових ресурсів у порівнянні з іншими варіантами забезпечення країни енергетичними потужностями у найближчі десятиріччя. Світовий досвід свідчить, що продовження термінів експлуатації діючих АЕС понад термін, передбачений початковими проектами, є одним із найбільш ефективних

напрямів забезпечення окупності капіталовкладень в ЯЕК. Крім того, продовження експлуатації відсуває початок робіт зі зняття з експлуатації діючих та будівництва нових потужностей, забезпечує створення запасу часу для накопичення коштів, необхідних для своєчасного розгортання робіт за зазначеними напрямками. Обмежуючим фактором при вирішенні питання продовження терміну служби ядерного енергоблоку є наявність елементів, заміна яких неможлива, або вимагає значних коштів. Сьогодні відсутня вичерпна інформація по залишковому ресурсу таких елементів (у першу чергу – корпусу реактора), яка б дала можливість однозначно визначити граничний термін експлуатації діючих АЕС. Консервативні оцінки дозволяють прийняти усереднений термін продовження експлуатації понад проектний ресурс – 15 років. Досвід, отриманий іншими країнами, говорить про те, що цей термін реально досягається та може бути збільшений. У 2006–2008 рр. необхідно провести комплекс досліджень для обґрунтування продовження терміну служби енергоблоків на більш тривалі терміни.

Продовження терміну служби діючих АЕС і модернізація електростанцій на органічному паливі може забезпечити деяку паузу. Кардинальне вирішення задачі надійного енергопостачання України можливо тільки шляхом спорудження нових енергоблоків, експлуатація яких, разом з діючими, забезпечить виробництво електроенергії в необхідних для країни обсягах. Очевидно, що необхідно застосування енергоблоків, рівень безпеки і техніко-економічні показники яких відповідають передовим світовим технологіям.

Не пізніше 2006 р. необхідно розпочати роботу з формування кадастру майданчиків для розміщення нових енергоблоків, підготовку до проведення тендерів на проектування і будівництво нових ядерних енергоблоків. При цьому максимально повинні враховуватися можливості вітчизняного машинобудування.

Для досягнення запланованого в країні виробітку електроенергії в період до 2015 р. повинно бути забезпечено введення додаткових потужностей сумарною величиною 2000 МВт. При цьому в експлуатації будуть знаходитися всі 15 діючих нині енергоблоків. У наступний період з 2016 по 2030 рр. повинно бути забезпечено введення заміщуючих і додаткових потужностей сумарною величиною 20 000–22 000 МВт.

Будівництво і введення заміщуючих потужностей доцільно здійснювати, у першу чергу, на існуючих майданчиках. Це дозволить максимально використовувати сформовану інфраструктуру, кадровий потенціал.

Пріоритетні тенденції розвитку світової ядерної енергетики і тривалий досвід експлуатації в Україні реакторних установок водоводяного типу дозволяє зробити вибір на користь енергоблоків з реакторними установками з водою під тиском, тобто типу PWR / ВВЕР. Рівень потужності енергоблоків, запланованих до будівництва в Україні: 1000 і 1500 МВт. Енергоблоки зазначеної потужності у цей час розробляються, споруджуються і плануються в різних країнах світу. Попередні оцінки показують, що, з урахуванням можливостей існуючих майданчиків, може бути споруджено до чотирьох нових енергоблоків потужністю 1000 МВт кожен і десять нових енергоблоків потужністю 1500 МВт. Крім цього, для забезпечення стійкого електропостачання після 2030 р. потрібно в 2026–2027 рр. розпочати будівництво ще не менше чотирьох енергоблоків потужністю 1500 МВт кожний.

Поводження з ВЯП у довгостроковій перспективі є важливою проблемою, що привертає пильну увагу громадськості. Створення потужностей з переробки ВЯП, принаймні у найближчі десятиріччя, в Україні недоцільно як з економічної, так і з технічної точок зору. Існуючі у світі потужності в кілька разів перекривають поточні потреби світової ядерної енергетики. Доцільно до визначення довгострокової, на період до 100 років і більше, стратегії розвитку ядерної енергетики застосувати так зване «відкладене рішення», забезпечуючи розвиток системи сухого збереження ВЯП на території України. Перше в Україні сухе сховище ВЯП (ССВЯП) з 2001 р. експлуатується на Запорізькій АЕС. Ведуться роботи з обґрунтування будівництва централізованого сховища ВЯП (ЦСВЯП) для енергоблоків інших АЕС. Можливий термін введення його в експлуатацію 2009–2010 рр.

Планується в період 2015–2020 рр. завершити роботи з вилучення зі сховищ і переробки раніше накопичених неперероблених РАВ на майданчиках АЕС, і завершити створення інфраструктури, необхідної для перевезення перероблених РАВ на поховання. З цією метою в період до 2010 р. планується завершити модернізацію існуючих і створення нових систем поводження з РАВ на АЕС, удосконалення систем транспортування РАВ, включаючи створення необхідного контейнерного парку. Залишається важливою задачею мінімізація утворення експлуатаційних РАВ, а також вирішення питань, пов'язаних з кондиціонуванням і похованням РАВ, що будуть утворюватися під час виведення з експлуатації енергоблоків, погодити процедури та умови прийому РАВ на поховання.

Незважаючи на плановане продовження експлуатації у період до 2030 р., ряд енергоблоків АЕС буде зупинено для подальшого виведення з експлуатації. Для атомної енергетики України актуальними стають задачі підготовки і проведення робіт, пов'язаних із завершенням життєвого циклу енергоблоків та інших об'єктів. Слід зазначити, що у зв'язку з майбутнім будівництвом нових потужностей як на майданчиках уже діючих АЕС, так і на майданчиках, прилеглих до майданчиків діючих АЕС, не прогнозується стан, при якому АЕС виводиться з експлуатації в цілому. Розглядається виведення з експлуатації конкретних енергоблоків. Питання виведення з експлуатації загальностанційних споруджень і об'єктів розглядається лише в тому випадку, коли з урахуванням продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків не може бути забезпечена безпечна експлуатація тих або інших загальностанційних об'єктів у необхідний період.

Необхідно найближчим часом розробити комплекс заходів, що забезпечують підготовку інфраструктури до робіт по виведенню АЕС з експлуатації. Найважливішою залишається задача розробки і реалізації механізму фінансування діяльності щодо виведення з експлуатації. Передбачаються два варіанти виведення з експлуатації окремих енергоблоків: невідкладний демонтаж і відкладений демонтаж. Попередні оцінки, виконані в Україні, свідчать, що ці варіанти близькі за трудовими і фінансовими витратами, обсягами генеруємих РАВ та іншими показниками. Конкретні рішення про вибір варіанта повинні розглядатися та обґрунтовуватися при розробці програм виведення з експлуатації окремих енергоблоків.

Найважливішою для України залишається завдання розвитку національної системи науково-інженерної і проектно-конструкторської підтримки ЯЕК. Шляхами вирішення цього завдання є ефективне планування і координація діяльності з науково-інженерної і проектно-конструкторської підтримки ЯЕК. Ставиться задача забезпечити максимально можливу участь українських проектно-конструкторських організацій у створенні нових об'єктів ЯЕК. Промисловість України має значний потенціал з виготовлення обладнання (крім власне реакторної установки), необхідного для будівництва та експлуатації АЕС, включаючи турбоустановки, насосне обладнання, арматуру і теплообмінне обладнання, електротехнічне обладнання, генератори і трансформатори, АСУ ТП тощо. Значного ефекту можна досягти і від кооперації українських підприємств із підприємствами і постачальниками інших країн.

Планується розвиток матеріально-технічної бази ключових інститутів і центрів системи науково-інженерної і проектно-конструкторської підтримки ЯЕК, включаючи їх оснащення сучасними програмними кодами та бібліотеками даних із проблем міцності матеріалів, ядерно-фізичних і теплофізичних розрахунків, аналізів безпеки, а також сучасними інструментами проектування. Важливим є створення галузевих науково-технічних центрів і базових організацій з найбільш важливих напрямів діяльності, активна участь вітчизняних організацій у реалізації міжнародних проектів з фундаментальних і прикладних проблем, пов'язаних з перспективним розвитком ядерної енергетики і суміжних галузей науки і техніки.

Запаси уранових руд в Україні дозволяють забезпечити потреби ядерної енергетики власним природним ураном на довгострокову перспективу. За кількістю розвіданих запасів Україна посідає одне з провідних місць у світі і має всі необхідні передумови для радикального покращання стану уранового виробництва та збільшення обсягів видобування урану найближчими роками. У разі переходу на використання реакторних установок на швидких нейтронах потенціал вітчизняних уранових запасів збільшиться у 60–70 разів. Україна має сировинну базу та досвідне виробництво сплавів цирконію ядерної чистоти. Розвиток уранового виробництва для задоволення до 2015 р. потреб АЕС України в урановій сировині в повному обсязі потребує збільшення річного видобутку урану більш ніж утричі. Планується розвиток цирконієвого виробництва для подальшого створення виробництва ядерного палива.

Розвиток ЯЕК вимагає вирішення значного обсягу соціально-економічних проблем, що нагромадилися. Необхідно вирішити питання створення і розвитку супутніх виробництв у містах-супутниках, забезпечити розвиток навчальних, культурно-побутових і спортивних установ у містах і регіонах розташування діючих об'єктів ЯЕК та таких, що споруджуються. Серйозної уваги заслуговують питання розвитку програм медичного і пенсійного страхування, удосконалення молодіжної політики в регіонах розташування або містах-супутниках підприємств ЯЕК. Планується реалізація галузевої програми підготовки і підвищення кваліфікації кадрів, створення системи підготовки і підвищення кваліфікації керівних кадрів.

Слід зазначити, що Україні вдалося в значній мірі перебороти негативні аспекти, що виникли після розпаду СРСР. Істотно поліпшений фінансовий та економічний стан суб'єктів ядерно-енергетичного комплексу, розпочате формування довгострокової стратегії його розвитку в межах єдиного паливно-енергетичного комплексу країни.

Висока енергоємність уранової сировини, обмеженість вуглеводневих ресурсів, екологічні проблеми обумовлюють значну роль ядерної енергії в забезпеченні енергетичних потреб України сьогодні і в майбутньому. Стратегічною задачею України є зміцнення і подальший розвиток власного ЯЕК як визначальної ланки енергетичної безпеки України. У якості мінімальної поставлена задача щодо забезпечення річного виробітку електроенергії на АЕС у 2030 р. на рівні 219–220 млрд кВт·год при встановленій потужності АЕС 29,5 млн кВт (ел).

### 14.3. Ядерна і радіаційна безпека

У країні, що пережила Чорнобильську катастрофу, питання ядерної і радіаційної безпеки завжди будуть залишатися в центрі уваги громадськості, політичних діячів і фахівців. Тільки впровадження культури безпеки на всіх рівнях управління, включаючи вищі рівні керівництва державою, і в щоденній діяльності, можуть забезпечити адекватну очікуванням суспільства увагу до цих критично важливих для розвитку ЯЕК питань.

Україна одна з перших, у 1994 р., стала учасницею Конвенції з ядерної і радіаційної безпеки, а потім і Конвенції з безпечного поводження з радіоактивними відходами і безпечного поводження з відпрацьованим ядерним паливом. За роки незалежності виконаний значний обсяг робіт, спрямованих на підвищення ядерної і радіаційної безпеки. Пріоритет безпеки ядерних установок закріплений в законі України «Про використання ядерної енергії і радіаційної безпеки». Важливим інструментом для організації діяльності, спрямованої на забезпечення ядерної і радіаційної безпеки, є рішення уряду. Так, у серпні 2002 р. Кабінетом Міністрів України прийнята Комплексна програма модернізації і підвищення безпеки енергоблоків атомних електростанцій України. У той же час, досвід розробки звітів з аналізу безпеки реакторних установок типу ВВЕР-1000 і ВВЕР-440 українських АЕС, а також світовий досвід організації діяльності з підвищення безпеки АЕС, вимагають додаткового впровадження організаційно-технічних заходів з найбільш важливих напрямів підвищення безпеки.

Підвищення безпеки діючих енергоблоків АЕС передбачає детальний і комплексний аналіз їх безпеки з урахуванням проектних характеристик і експлуатаційної практики. Проведення оцінки і переоцінки безпеки передбачено законодавчими і нормативними актами України. Експлуатуюча організація зобов'язана періодично (не рідше одного разу на 10 років) здійснювати переоцінку безпеки блоків АЕС і за її результатами надавати звіт органу регулювання. За результатами переоцінки безпеки блоку АЕС визначаються межі та умови подальшої його експлуатації. За результатами аналізу, спостереження, іспитів та інспектування здійснюється оцінка стану ядерної установки з метою перевірки відповідності її технічного стану та умов експлуатації вимогам проекту, діючим національним вимогам з безпеки та експлуатаційних умов.

Найважливіша роль у забезпеченні безпеки, безумовно, належить людському факторові. В Україні створена досконала система підготовки оперативного персоналу, розвинута мережа навчальних закладів з підготовки фахівців для підприємств та організацій атомної енергетики і промисловості. У країні розроблена і впроваджена система ліцензування персоналу АЕС, виконуючого найбільш відповідальні функції з управління ядерною установкою, що впливають на її безпеку. Введені в дію повномасштабні тренажери на всіх АЕС України, функціонально-аналітичні тренажери на Чорнобильській, Рівненській, Хмельницькій та Південно-Українській АЕС. В результаті цілеспрямованої роботи з підготовки персоналу, кількість помилкових дій, що призводять до порушень у роботі АЕС, за останні роки значно знизилась.

Істотний вплив на безпеку робить система управління якістю експлуатуючої організації НАЕК «Енергоатом». У січні 2000 р. була розпочата реалізація проекту, спрямованого на удосконалення управління і впровадження системи якості, метою якого була розробка методологічних і організаційних принципів системи управління якістю для підвищення ефективності роботи і безпеки експлуатації АЕС України. В НАЕК «Енергоатом» створена служба відомчого нагляду, основною задачею якої є здійснення контролю діяльності структурних підрозділів компанії з виконання правил, норм і стандартів з ядерної, радіаційної і технічної безпеки, а також охорони навколишнього середовища, виконання умов ліцензій експлуатуючої організації. Служби відомчого контролю існують на всіх АЕС для здійснення постійного контролю режимів експлуатації, стану устаткування і систем, важливих для безпеки.

Орган регулювання з ядерної безпеки здійснює інспекційні перевірки безпеки АЕС відповідно до затверджених планів і графіків перевірок. У межах співробітництва з WANO (Всесвітня асоціація операторів ядерних установок) проведені перевірки на Запорізькій і Рівненській АЕС, місії технічної підтримки на Південно-Українській і Запорізькій АЕС. У межах співробітництва з МАГАТЕ проведені семінари і місії ASSET на Південно-Українській і Чорнобильській АЕС, місії OSART на Запорізькій, Хмельницькій, Рівненській АЕС.

Експлуатуюча організація проводить планомірну роботу з попередження аварій на АЕС і удосконалення системи аварійної готовності на випадок непередбачених ситуацій і аварій. Розроблено і підтримуються в актуалізованому стані плани аварійного реагування на майданчиках АЕС, на прилягаючих до АЕС територіях. На кожній АЕС розроблені спеціальні інструкції, що визначають дію експлуатуючого персоналу в аварійних умовах. Для підготовки персоналу АЕС до дій в аварійних ситуаціях проводяться загальностанційні, блокові, цехові й індивідуальні протиаварійні тренування. Щорічно проводяться повномасштабні протиаварійні навчання за участю всіх структур, що можуть бути задіяні у випадку аварії на АЕС.

Україна – учасник «Конвенції про оперативне оповіщення про ядерні аварії» і «Конвенції про допомогу у випадку ядерної аварії або радіаційної аварійної ситуації». Підписано двосторонні угоди щодо повідомлення про ядерні аварії і взаємодопомогу у випадку таких аварій з урядами Австрії, Угорщини, Німеччини, Норвегії, Польщі, Словаччини, Туреччини, Швеції, Фінляндії.

## 15. УРОКИ ЧОРНОБИЛЯ. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ, НАПРЯМИ І ШЛЯХИ ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Аварія на Чорнобильській АЕС продемонструвала, що навіть найменш імовірні події в ядерній енергетиці можуть відбутися. Вона підкреслила необхідність створення національної системи реагування на випадок можливих техногенних аварій, постійного підтримання високого рівня її готовності, адже витрати на заходи щодо попередження та підготовки до реагування на важкі радіаційні аварії у будь-якому разі менші, ніж ті, що пов'язані із подоланням її наслідків.

2. Визначення на ранньому етапі розвитку категорії аварії, як об'єктової, уповільнене усвідомлення її як катастрофічної події загальнодержавного значення, нерозуміння повного обсягу її негативного впливу на населення і навколишнє середовище, збільшили збитки, заподіяні суспільству, економіці держави та завдали непоправної шкоди здоров'ю населення, зокрема, зумовленої зростанням рівня захворювання на рак щитоподібної залози внаслідок значного її опромінення.

3. Відсутність належної системи аварійного реагування стала причиною мобілізації для подолання наслідків аварії на ЧАЕС осіб, які не були готові до робіт в аварійних ситуаціях. Це рішення було неефективним, а за впливом на стан здоров'я цих людей – невиправданим.

4. Більша частина дози аварійного опромінення формується в гострий період аварії, тому дії стосовно захисту здоров'я людей, як найбільш важливої цілі державного реагування, мали бути першочерговими. Евакуація населення з м. Прип'ять та 10-км зони навколо ЧАЕС була виправданою та ефективною, проте прийняття із запізненням організаційно-управлінських рішень щодо часу проведення цього заходу, місць тимчасового перебування евакуйованих, переміщення тварин тощо не дали можливості досягти максимального ефекту. Зокрема: величина відвернутої дози опромінення людей могла бути більшою, а обсяг витрачених коштів – меншим.

5. Несвоєчасне та недостатнє об'єктивне інформування населення про аварію на ЧАЕС органами державного управління створило передумови для формування соціально-психологічної напруги в суспільстві.

Під час та після Чорнобильської аварії, як і інших техногенних та природних аварій у світі, превалюючими реакціями людини є страх, розпач, пригніченість, безнадійність тощо, інтенсивність яких різко зростає за відсутності достовірної інформації. Негативні соціально-психологічні наслідки, для суспільства, пов'язані зі стресом, можуть бути масштабніші, ніж від безпосереднього впливу опромінення населення. Коло осіб, які зазнали стресу, не обмежується тільки евакуйованими із зони відчуження, безпосередніми учасниками ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС та тими, хто проживали(ють) на територіях, віднесених до зон радіоактивного забруднення, а охоплює майже все населення України.

Проведення евакуації за відсутності необхідної інформації про радіаційний стан та просвітницької роботи викликало неадекватну реакцію населення (збільшення кількості штучних переривань вагітності, самообмеження в споживанні деяких продуктів), зростання почуття тривоги за здоров'я (своє та своїх близьких). Це призвело до різкого зниження якості життя евакуйованого населення. Звідси висновок на майбутнє: інформація має бути своєчасною, зрозумілою, а повнота її не повинна залишати місця для неоднозначних тлумачень.

6. Утворення Чорнобильської Зони відчуження – вимушений захід, пов'язаний із надзвичайно високим рівнем радіоактивного забруднення цієї території. Він зумовлений також необхідністю проведення цілого комплексу робіт, насамперед, пов'язаних із забезпеченням цієї території бар'єрної функції на шляху міграції радіонуклідів, перетворенням об'єкту «Укриття» у екологічно безпечну систему, поводженням з радіоактивними відходами, утвореними внаслідок аварії на ЧАЕС та її зняття з експлуатації, іншими роботами, спрямованими на утримання цієї території у безпечному стані. Присутність персоналу у цій зоні є і буде необхідною. Тому актуальною залишається проблема належного протирадіаційного захисту працюючих, що потребує відповідного організаційного та нормативно-правового забезпечення.

7. Прийняття законодавчих актів, спрямованих на подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, в цілому відіграло позитивну роль. Разом з тим, затвердження недостатньо науково обґрунтованих законодавчих норм для прийняття рішень щодо протирадіаційного та соціально-економічного захисту населення призвели до розбалансування витрат державного бюджету, переважна частина яких спрямовувалась на соціальні компенсації і вкрай мало на здійснення контрзаходів, лікування постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи та їх реабілітацію.

Прийняття законів не є достатнім фактором подолання наслідків катастрофічних явищ (подій) як техногенного, так і природного характеру, якщо механізми їх впровадження та практичної

реалізації програм запланованих заходів науково не обґрунтовані та не забезпечені відповідним фінансуванням.

8. Радіоактивне забруднення територій, де проживають мільйони людей, вимагало реалізації масштабних програм щодо протирадіаційного захисту, які повинні були базуватись на результатах радіаційного моніторингу значних територій.

Недостатня узгодженість дій підрозділів різних відомств, що здійснювали радіаційний моніторинг на ранньому етапі аварії, зумовила неповну інформацію щодо масштабів радіоактивного забруднення територій. Від надійного функціонування науково обґрунтованої системи моніторингу залежить ефективність і оперативність запровадження контрзаходів з мінімізації негативного впливу аварії.

За минулі роки накопичено великі масиви даних щодо процесів міграції радіонуклідів у довкіллі і, зокрема, в ландшафтах, ґрунтах, біологічних ланцюгах, водному і геологічному середовищах, створено визнані на світовому рівні карти забруднення території України найбільш значущими для людини радіонуклідами аварійного походження. Це стало основою для планування дій щодо захисту здоров'я населення та реабілітації територій.

Проте, набуті унікальні знання втрачено не повною мірою для створення нормативно-методичних документів, загальнодержавних і відомчих програм.

9. Реалізація водоохоронних заходів Дніпровсько-Прип'ятської системи дозволила відвернути значну частину колективної дози опромінення населення. Набутий за 20 років ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС досвід свідчить, що при плануванні та здійсненні водоохоронних заходів необхідно враховувати весь комплекс ландшафтних, геологічних, гідрогеологічних та гідрологічних особливостей території, що зазнала радіоактивного забруднення. Держава повинна забезпечити завчасно, а не тільки під час аварії, створювати захищені від забруднення резервні джерела питної води, достатній для потреб населення.

10. Всі когорти населення за двадцять років отримали дози опромінення, що перевищили 80% рівня прижиттєвої дози за життя (70 років), яка може бути сформована за рахунок «чорнобильських радіонуклідів».

Таким чином, у наступний період для приведення радіаційного стану у відповідність до вимог законодавства пріоритети повинні бути надані контрзаходам, які спрямовані на подолання найбільш значимих факторів формування доз опромінення.

Одним із показових прикладів цього є той факт, що при загальних витратах Державного бюджету України на мінімізацію наслідків аварії майже 3,5 млрд грн. на рік, на всі заходи поліпшення екологічного стану забруднених територій, включаючи сільськогосподарські контрзаходи, виділяється лише близько 12,7 млн гривень. Як наслідок, у приблизно 250 населених пунктах Полісся населення і, насамперед діти, споживають молоко з перевищенням нормативу на вміст радіоцезію більше ніж удвічі, з них у 15 селах – навіть у 4 і більше разів.

11. Медична служба країни (колишнього СРСР) не була своєчасно проінформована та готова до ліквідації та мінімізації медичних наслідків великомасштабної радіаційної аварії, тому йодна профілактика була в основному запізною. Особливо постраждало дитяче населення ендемічних по йоду провінцій.

Отже, для готовності до аварійного реагування в Україні необхідно створити бригади фахівців відповідного профілю, забезпечити періодичне навчання і перевірку знань у працівників медико-санітарних частин атомних електростанцій та прилеглих територіальних медичних об'єднань.

12. В умовах радіаційної аварії, зокрема при роботах на об'єкті «Укриття», внаслідок неможливості приведення у відповідність до стандартів безпеки роботи за наявності високоактивних відкритих джерел іонізуючого випромінювання в комбінації з загальнопромисловими шкідливими факторами та високою психоемоційною напруженістю повинен проводитися медичний та біофізичний контроль за станом здоров'я і професійною придатністю персоналу за спеціальною програмою.

13. Майже всі проблеми Чорнобилю розв'язувалися б ефективніше і адекватніше, якби відразу після аварії запрацював моніторинговий реєстр потерпілих. З цього витікає необхідність налагодити чітку роботу Державного реєстру осіб України, що постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, який повинен мати належний дозиметричний і науковий супровід, зворотний зв'язок з обласними і районними рівнями реєстру та взаємодіяти з іншими реєстрами.

Система медичного моніторингу із щорічним диспансерним спостереженням постраждалих виправдала себе як засіб виявлення онкологічних та непухлинних захворювань на ранніх стадіях, що дає можливість проводити повноцінне лікування. Функціонування її має бути продовжено і надалі, забезпечено вчасним та безперебійним у необхідних обсягах фінансуванням.

14. Причиною змін стану здоров'я є як дія радіації, так і вплив несприятливих факторів не-радіаційного походження – погіршення умов життя та харчування, тривале емоційно-психологічне напруження, зміни у соціально-психологічному стані, неефективні заходи з мінімізації ефектів негативних чинників Чорнобильської катастрофи тощо.

З урахуванням пріоритету дій з профілактики захворювань необхідно забезпечити:

– підвищення виробничої діяльності населення як основи зростання сімейного добробуту та покращення здоров'я;

– зменшення «аварійних» доз опромінення для населення окремих населених пунктів до рівнів, передбачених Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ-97), та сумарних доз опромінення від усіх джерел «аварійного і неаварійного» походження всього населення, віднесеного до категорії постраждалих;

– відновлення санітарно-просвітницької роботи з метою зменшення психічної напруженості та стресу серед населення;

– розроблення та впровадження заходів з профілактики захворювань, пов'язаних із загостренням ендемії територій;

– забезпечення пріоритету дій держави на всіх рівнях стосовно збереження та покращення здоров'я дітей, що попали під вплив негативно діючих факторів Чорнобильської аварії;

– організацію профілактики самовільних викиднів та вроджених вад розвитку новонароджених серед населення радіаційно-забруднених територій в рамках Цільової програми генетичного моніторингу в Україні.

Результати аналізу дій щодо ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, проведеного через 20 років, свідчать про те, що медичні заходи із запобігання виникненню психосоматичних проблем, пов'язаних із стресом, були недостатні. Тому необхідно підвищувати рівень знань органів місцевого самоврядування, медичних та педагогічних працівників, у першу чергу на радіоактивно забруднених територіях, у галузі радіобіології та радіаційної медицини.

15. Значна частина потерпілих продовжує перебувати у стані соціальної та психологічної дезадаптації за відсутності готовності до ефективної ініціативної поведінки у найближчій перспективі. Особливо важкими соціальні наслідки аварії виявилися для сільського населення забруднених територій Полісся (північні райони Волинської, Рівненської, Житомирської, Київської та Чернігівської областей), де сільськогосподарське виробництво було і залишається головним сектором економіки.

В основу державної соціальної політики слід покласти принцип соціальної реабілітації активних індивідів і спільнот, а не тільки медичну та матеріальну допомогу. Першочергового вирішення потребує проблема безробіття. На всіх забруднених територіях необхідно організувати розвиток бізнесу, підвищення кваліфікації та перекваліфікації значної частини працездатного населення.

16. Результати впровадження протирадіаційних заходів та автореабілітаційні процеси природного середовища на забруднених територіях висвітлюються для суспільства недостатньо широко і зрозуміло. Потрібно забезпечити державну підтримку найбільш авторитетних інформаційних джерел – поради медиків, екологів, юристів тощо. Необхідно розповсюджувати цінний досвід роботи Центрів соціально-психологічної реабілітації та інформування потерпілого населення.

17. Найефективнішим шляхом реабілітації забруднених територій на майбутнє визнано комплексний соціальний та економічний розвиток. При запровадженні контрзаходів соціальна складова їх оцінки – рівень сприйняття населенням цих заходів – може мати вирішальне значення.

Процеси евакуації та переселення інколи руйнували родинні і дружні стосунки, загальноетнічні та культурні цінності, не враховували права вибору потерпілими нових місць поселень, не забезпечували робочими місцями тощо. Уроком слід визнати необхідність проведення упереджуючого моніторингу соціально-психологічної орієнтації та враховувати побажання різних груп постраждалих при прийнятті рішень щодо змін умов життєдіяльності – переселення, зайнятість, соціальна політика тощо.

18. Перехід до нової фази відновлення та розвитку постраждалих територій потребує перегляду меж зон радіоактивного забруднення та удосконалення державної політики і законодавства у цій сфері.

19. Чорнобильська катастрофа завдала величезних соціально-економічних збитків найбільш постраждалим країнам: Україні, Білорусі та Російській Федерації.

Унаслідок прямих матеріальних збитків та втрат об'єктів та об'єктів економіки, а також фінансових витрат у зв'язку з роботами по мінімізації наслідків аварії загальна сума збитків для України тільки за 1986–1991 рр. досягла восьми мільярдів доларів США без урахування значних непрямих збитків від недоотримання продукції в енергетиці, сільському, лісовому, водному, рибному



господарствах та інших збитків. Витрати, пов'язані з мінімізацією наслідків Чорнобильської катастрофи, ще багато років будуть важким тягарем лежати на економіці країни. Очікувана сума загальних економічних втрат України до 2015 р. у вигляді прямих збитків, фінансових витрат та непрямих збитків, завданих унаслідок Чорнобильської катастрофи, оцінюється в 179 мільярдів доларів США. Ця сума перевищує реальні економічні можливості України, у зв'язку з чим для вирішення Чорнобильських проблем необхідна допомога міжнародного співтовариства.

20. Об'єкт «Укриття», створений у 1986 р. в екстремальних аварійних умовах, дотепер залишається джерелом потенційної небезпеки. Тому першочерговими завданнями є стабілізація його стану та створення нового безпечного конфайнменту як технологічного комплексу для забезпечення довгострокового збереження паливомістких матеріалів та довгоживучих радіоактивних відходів.

Розробка технології вилучення та контейнеризації паливомістких матеріалів з метою створення додаткового бар'єра для фактично лежачих відкрито ядернебезпечних матеріалів, що діляться, повинно стати пріоритетним напрямом у роботах по перетворенню об'єкта «Укриття» після спорудження конфайнменту. Необхідною умовою рішення цього завдання є створення інфраструктури і сховища для проміжного контрольованого зберігання до захоронення в стабільних геологічних формаціях.

Відсутня довгострокова державна програма зняття ЧАЕС з експлуатації та перетворення об'єкта «Укриття» в безпечну систему. Це ускладнює координацію робіт, що виконуються в рамках плану SIP та інших міжнародних проектів і концентрацію зусиль на основних напрямках. Роботи за проектом SIP ідуть із значним відставанням. Через неадаптованість національної практики ведення таких робіт до західної та процедур ЄБРР, ефективність управління проектом недостатньою.

21. Аналіз розвитку подій в країні після аварії свідчить, що сьогодні ще не всі уроки Чорнобиля усвідомлені, а багато з них уже забуті.

Про це свідчать такі найбільш показові факти.

- На цьому етапі віддаленого періоду після аварії на Чорнобильській АЕС основний вклад до її медичних наслідків вносять нестохастичні ефекти у вигляді широкого спектра непухлинних форм соматичних та психосоматичних захворювань. Вони в більшості випадків спричиняють утрату працездатності та смертність. Ефективний медичний захист постраждалих на майбутні роки і десятиріччя потребує розробки і затвердження чіткої державної програми ліквідації медичних наслідків катастрофи.

- Особлива категорія «чорнобильців», які своїм здоров'ям і життям зупинили лихо, «ліквідатори», майже всі вважають, що забуті суспільством. Недопущення соціального забуття, особливо в ситуації, коли у світі намагаються забути Чорнобиль, надзвичайно важливе для України. Світова спільнота робить все, аби не забувся нацизм і холокост. Наша держава повинна зробити все, щоб у світі не були забуті наслідки Чорнобильської катастрофи для народу України.

- До Чорнобильської аварії у світі не було досвіду поводження з великими об'ємами аварійних радіоактивних матеріалів. Роботи по захороненню радіоактивних відходів аварії на Чорнобильській АЕС виконувались в екстремальних умовах без достатнього обґрунтування технологій їх ізоляції, класифікації і фіксації їх обсягів, активності, географічної прив'язки сховищ, оцінки можливого їх впливу на довкілля, тощо. І сьогодні більшість сховищ ще потребують ретельного дослідження. Проте ще й досі відсутня загальнодержавна стратегія поводження з радіоактивними відходами та відпрацьованим ядерним паливом. Закони, що прийняті, не забезпечені дійовим механізмом їх реалізації, зокрема не створено Державний фонд поводження з РАВ.

- Розвиток ядерної енергетики в тісному зв'язку з розвитком національного паливо-енергетичного комплексу є стратегічним завданням України. Обмеженість вуглеводневих ресурсів обумовлює значну роль ядерної енергії в забезпеченні енергетичних потреб та енергетичної безпеки України сьогодні і в майбутньому. Чорнобильська аварія викликала процес глибокого критичного аналізу стану справ у ядерній енергетиці, реалізації заходів підвищення її безпеки, надійності та ефективності. Але й сьогодні необхідні значні зусилля на реалізацію рекомендацій з підвищення безпеки і модернізації АЕС. Не реалізовані на практиці деякі положення ядерного законодавства, нормативна база потребує істотного коригування.

- Залучення науковців відповідних напрямів сприяє більш ефективному реагуванню на події такого масштабу, як аварія на Чорнобильській АЕС. Починаючи з кінця дев'яностих років відбулось суттєве зменшення фінансування і, відповідно, згорання об'ємів видів наукових і моніторингових робіт. За останні роки наукова підтримка рішень та дій на державних рівнях майже не практикується, науковий супровід їх реалізації практично не фінансується. У країні спостерігається руйнація існуючих систем моніторингу, наукового супроводу і наукового

потенціалу, який його забезпечує і є унікальним надбанням не тільки вітчизняної, а й світової науки.

- На сьогодні аварійна дозиметрія в Україні, як галузь знань, набула високого рівня розвитку, її результати визнані на світовому рівні та забезпечили інформаційну підтримку всіх планів та дій держави у вирішенні цієї проблеми. Накопичений досвід свідчить, що роботи з оцінки доз опромінення населення та ефектів для здоров'я потребують постійного наукового супроводу з метою уточнення та удосконалення методик.

Чорнобильська катастрофа визначила необхідність проведення досліджень з підвищення безпеки реакторів, моделювання запроектованих аварій, яким до Чорнобиля приділялось значно менше уваги.

Урок Чорнобиля сумний, болісний та трагічний. Він показав, що подолання такої трагедії вимагає великих коштів та ресурсів, значного часу.

Набутий досвід обов'язково повинен бути врахований під час планування дій з мінімізації наслідків усіх можливих аварій техногенного та природного походження.

# ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

## Розділ 1

1. Ten Years After. Summary of Ukrainian National Report. Kyiv, 1966.
2. Chernobyl Catastrophe, House of Ann. Issue, Kyiv, 1997, Ed. by Victor Baryakhtar: Чернобыльская Катастрофа: Коллективная монография.– К.: Наук. думка, 1996.
3. USSR State Committee on the Utilisation of Atomic Energy «The Accident at the Chernobyl NPP and its Consequences» IAEA Post Accident Review Meeting, Vienna, 25–29 August, 1986.
4. Бурлаков Е. В., Занков Ю. Н., Кватор В. М. О возможности возникновения СЦР после аварии: Докладная записка руководству ИАЭ им. И. В. Курчатова: рукопись.– М., 07.05.86 г.– 5 с.
5. Дьяченко А. А. Правительственная комиссия.: Сб. Чернобыль: катастрофа, подвиг, уроки и выводы.– М.: Интер-Весы, 1996 г.– С. 183–193.
6. A. R. Sich. Chernobyl Accident Management Actions», Nuclear Safety, Vol.35, №1, January-June 1994.– P. 1–22.
7. Borovoi A. A. Analytical Report (Post-Accident Management of Destroyed Fuel from Chernobyl) // IAEA, Work Material, 1990, p. 1 – 99.
8. Проведение работ по засыпке реактора и пылеподавлению на бывшем 4-м энергоблоке ЧАЭС и прилегающей к нему территории. Акт 09/05-93 от 16.09 96 г. Отв. исполнитель И. Я. Симановская.
9. Маслов В. П., Мясников В. П., Данилов В. П. Математическое моделирование аварийного блока ЧАЭС.– М.: Наука, 1987.– 144 с.
10. Э. Пурвис. Сценарий Чернобыльской аварии: по состоянию на апрель 1995 г. Отчет МНТЦ.– Чернобыль, 1995.– 146 с.
11. Анализ текущей безопасности объекта «Укрытие» и прогнозные оценки развития ситуации. Отчет МНТЦ «Укрытие», выполнен по соглашению № 3, по теме № 4 генерального договора № 1/95 между ПО ЧАЭС и МНТЦ «Укрытие», арх. № 3601, 272 с., Чернобыль 1996 г. Ответственный исполнитель А. Боровой.
12. Боровой А. А. Выброс ядерного топлива и продуктов деления из реактора 4-го блока ЧАЭС при аварии. (Обзор), препринт МНТЦ «Укрытие», 2000.
13. Пятнадцать лет Чернобыльской катастрофы. Опыт преодоления. Материалы Международной конференции.– Киев, Украина, 18–20 апреля 2001.– К.: Чернобыльинформ, 2001.
14. Пристер Б. С. Влияние аварии на ЧАЭС на сельское хозяйство Украины.– К., 1999.– 99 с.

## Розділ 2

1. Cambray, R. S., Playford, K., Lewis G. N. J. and Carpenter, R. C. (1989) Radioactive fallout in air & rain, results to the end of 1988. Atomic Energy Authority Report AERE R 13575, HMSO Publications, London.
2. NCI (1997) Estimated Exposures and Thyroid Doses Received by the American People from Iodine-131 in Fallout Following Nevada Atmospheric Nuclear Bomb Tests. US National Cancer Institute, Bethesda, USA.
3. Отчеты Института экспериментальной метеорологии. (1985). Фоновое загрязнение природной среды на территории СССР техногенными радиоактивными продуктами.– Обнинск, 1981–1985 гг.
4. Фондовые материалы Госкомгидромета СССР, 1985.
5. Атлас. Україна. Радиоактивне забруднення. Мінчорнобиль України.– К., 2001.– 39 с.
6. Герасько В. Н., Ключников А. А., Корнеев А. А., Купный В. И., Носовский А. В., Щербин В. Н. Объект «Укрытие». История, создание и перспективы.– К.: Интерграфик, 1997.– 224 с.
7. Израэль Ю. А., Вакуловский С. М., Стукин Е. Д. и др. Чернобыль: Радиоактивное загрязнение природных сред.– Л.: Гидрометеиздат, 1990.– 296 с.
8. Vuzulukov, Yu. P., Dobrynin, Yu. L. Release of radionuclides during the Chernobyl accident. p. 3-21 in: The Chernobyl Papers. Doses to the Soviet Population and Early Health Effects Studies, V. 1 (S. E. Merwin and M. I. Balonov, eds.). Richland, Washington, 1993.
9. Sich A. R., Borovoi A. A., Rasmussen N. C. The Chernobyl accident revisited: source term analysis and reconstruction on events during on active phase. MITNE-306, 1994.
10. Десять років після аварії на Чернобыльській АЕС: Національна доповідь України.– К.: Мінчорнобиль України, 1996.– 250 с.
11. Бар'яхтар В. Г. та ін. Чернобыльская катастрофа.– К.: Наук. думка, 1996.– 575 с.
12. Kashparov V. A., Oughton D. H., Protsak V. P., Zvarisch S. I. and Levchuk, S. E. Kinetics of fuel particle weathering and <sup>90</sup>Sr mobility in the Chernobyl 30 km exclusion zone. Health Physics, 1999, v. 76, p. 251–259.
13. Hilton, J., Cambray, R. S. and Green N. (1992). Chemical fractionation of radioactive caesium in airborne particles containing bomb fallout, Chernobyl fallout and atmospheric material from the Sellafield site. Journal of Environmental Radioactivity, 15.– С. 103–111.
14. Бобовникова Ц. И., Фирсенко Е. П. и др. Химические формы нахождения долгоживущих радионуклидов и их изменение в почвах вблизи Чернобыльской АЭС. Почвоведение, 23.– С. 52–57.
15. Kashparov V. A., Zvarisch S. I. et al. (2004) Kinetics of dissolution of Chernobyl fuel particles in soil in natural conditions. Journal of Environmental Radioactivity, 72.– P. 335–353.
16. Атлас загрязнения Европы цезием после Чернобыльской аварии / Науч. рук. Ю. А. Израэль / – Люксембург: Бюро по официальным изданиям Европейской Комиссии, 1996.– 108 с.
17. Анплл Л. Дж., Девелл Л., Мишра Ю. К. и др. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде. Радиэкология после Чернобыля / Под ред. Ф. Уорнера и Р. Харрисона.– М.: Мир, 1999.– 512 с.
18. Voitsekhoivitch O. V., Borzilov V. A. and Konoplev A. V. (1991) Hydrological aspects of radionuclide migration in water bodies following the Chernobyl accident. In: Proceedings of Seminar on Comparative Assessment of the Environmental Impact of Radionuclides Released during Three Major Nuclear Accident: Kyshtym, Windscale, Chernobyl, pp. 528–548. Radiation Protection-53, EUR 13574, European Commission, Luxembourg.

19. *Smith J., Voitsekhovich O. V., Konoplev A. V., Kudelsky A. V.* Radioactivity in aquatic system/ In: Chernobyl catastrophe and consequences (Eds. Jim Smith and N. Beresford). Springer. 2005.– P. 139–190.
20. *Войцехович О. В.* и др. Радиоэкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС.– Т. 1. Мониторинг радиоактивного загрязнения природных вод Украины.– К.: Чернобыльинтеринформ, 1997.– 308 с.
21. *Bulgakov A. A., Konoplev A. V., Kanivets V. V., Voitsekhovich O. V.* Modeling the longterm dynamics of radionuclides in rivers. Proc. International congress on the radioecology-ecotoxicology of contaminated and estuarine environments. Aix-en-Provence. 3–7 September, 2001.
22. *Войцехович О. В.* Управление качеством поверхностных вод в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС.– К.: Випол, 2001.– 136 с.
23. *Кузьменко М. І., Романенко В. Д., Деревець В. В.* та ін. Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіонти Зони відчуження.– К.: Чернобыльинтеринформ, 2001.– 318 с.
24. *Насвит О. І., Фомовский М. И., Кленус В. Г.* Содержание радионуклидов в гидробионтах водоемов зоны ЧАЭС // В кн.: Радиоэкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС.– Т. 1. Мониторинг радиоактивного загрязнения природных вод Украины.– К.: Чернобыльинтеринформ, 1997.– С. 215–222.
25. *Nasvit O. I.* (2002). Radioecological Situation in the Cooling Pond of Chornobyl NPP. In. Recent Research Activity about Chernobyl NPP Accident in Belarus, Ukraine and Russia. Kioto University, 2002. KURAI-KR-79.– P. 74–85.
26. *Канивец В. В., Войцехович О. В.* Радиоактивное загрязнение донных отложений водоема-охладителя Чернобыльской АЭС // Тр. УкрНИГМИ.– 2000.– Вып. 248.– С. 154–171.
27. *Канивец В. В.* Анализ основных тенденций развития радиационной обстановки в Днепровской водной системе после Чернобыльской аварии // Вісник аграрної науки.– 1996.– № 4.– С. 40–56.
28. *Eremeev V. N., Ivanov L. M., Kirwan A. D. and Margolina T. M.* (1995) Amount of <sup>137</sup>Cs and <sup>134</sup>Cs radionuclides in the Black Sea produced by the Chernobyl accident. Journal of Environmental Radioactivity 27, 49–63.
29. *Vakulovsky S. M., Nikitin A. I., Chumichev V. B., Katrich I. Yu., Voitsekhovitch O. A., Medinets V. I., Pisarev V. V., Borkum L. A. and Khersonsky E. S.* (1994) Cs-137 and Sr-90 contamination of water bodies in the areas affected by releases from the Chernobyl Nuclear Power Plant accident: an overview. Journal of Environmental Radioactivity 23, 103–122.
30. IAEA (2003). Marine Environment Assessment of the Black Sea (Working material). Final report. Technical co-operation project RER/2/003. 358 p.
31. *Джепо С. П., Скальський А. С., Бугай Д. А.* Радиационный мониторинг подземных вод // В кн. Радиоэкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС.– Т. 1. Мониторинг радиоактивного загрязнения природных вод Украины.– К.: Чернобыльинтеринформ, 1997.– С. 152–214.
32. *Shestopalov V. M.* (2002). Chernobyl disaster and groundwater. (Editor. V. Shestopalov)/ Balkema Publisher, 2002. 289.
33. *Bugai D. A., Waters R. D., Dzhepo S. P., Skalsky A. S.* Risks from Radionuclide Migration to Groundwater in the Chernobyl 30-km Zone // Health Physics., Vol. 71.– 1996.– P. 9–18.

### Розділ 3

1. *Чумак В. В., Баханова Е. В., Шолом С. В.* и др. Дозиметрия ликвидаторов через 14 лет после Чернобыльской аварии: проблемы и достижения // Международный журнал радиационной медицины.– 2000.– № 1–2.– С. 26–25.
2. *Скалецький Ю. М.* Бази даних доз випромінювання та біодозиметричних показників і проблем верифікації та реконструкції доз випромінювання військових ліквідаторів // International conference Theoretical and Applied Aspects of Program Systems Development. 5–8 October 2004, Kyiv, Ukraine.– К., 2004.– P. 237–239.
3. *Chumak V., Sholom S. and Palsalskaya L.* Application of high precision EPR dosimetry with teeth for reconstruction of doses to Chernobyl population. Radiat. Prot. Dosim. 84, 515–520 (1999).
4. *Sholom S. V. and Chumak V. V.* Decomposition of spectra in EPR dosimetry using the matrix method. Radiat. Meas. 37, 365–370 (2003).
5. *Chumak V. V., Sholom S., Bakhanova E., Palsalskaya L. and Musijachenko N.* High precision EPR dosimetry as a reference tool for validation of other techniques. Appl. Radiat. Isotop. 62, 141–146 (2005).
6. *Chumak V. V., Worgul B. V., Kundiyev Y. I.* et al. Dosimetry for a Study of Low-Dose Radiation Cataracts Among Chernobyl Clean-up Workers, Radiation Research (in press).
7. *Ковган Л. Н., Лухтарев И. А.* Общее внешнее и внутреннее облучение населения Украины за 15 лет после чернобыльской аварии и прогноз рисков // Международный журнал радиационной медицины.– 2002.– Т. 4, № 1–4.– С. 79–98.
8. *Лухтарев И. А., Ковган Л. Н.* Общая структура Чернобыльского источника и дозы облучения населения Украины // Международный журнал радиационной медицины.– 1999.– Т. 1, № 1.– С. 29–38.
9. *Likhtarev I. A., Kovgan L. N., Jacob P., Ansbaugh L. R.* Chernobyl accident: Retrospective and prospective estimates of external dose of the population of Ukraine // Health Phys.– 2002.– Vol. 82, № 3.– P. 290–303.
10. *Likhtariov Ilya, Kovgan Lionella, Jacob Peter* et al. Effective doses due to external irradiation from the Chernobyl accident for different population groups of Ukraine // Health Phys.– 1996.– Vol. 70, № 1.– P. 87–98.
11. *Likhtarev Ilya A., Kovgan Lionella N., Vavilov Sergei E.* et al. Internal exposure from the ingestion of foods contaminated by Cs-137 after the Chernobyl accident. Report 1. General model: Ingestion doses and countermeasure effectiveness for the adults of Rovno Oblast of Ukraine // Health Phys.– 1996.– Vol. 70, № 3.– P. 297–317.
12. *Likhtarev Ilya A., Kovgan Lionella N., Vavilov Sergei E.* et al. Internal exposure from the ingestion of foods contaminated by Cs-137 after the Chernobyl accident. Report 2. Ingestion doses of the rural population of Ukraine up to 12 years after the accident (1986–1997) // Health Physics.– 2000.– Vol. 79, № 4.– P. 341–357.
13. Закон України від 27 лютого 1991 р. № 791а-ХІІ «Про правовий режим території, що зазнала радіоак-

тивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» // Ядерне законодавство. Збірка нормативно-правових актів (станом на 1 січня 1998 р.). – К., 1998. – С. 425–435.

14. Закон України від 28 лютого 1991 р. № 796-XII «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» // Ядерне законодавство. Збірка нормативно-правових актів (станом на 1 січня 1998 р.). – К., 1998. – С. 435–479.

15. Постанова КМ України № 106 від 23 липня 1991 р. Доповнення 1. – 44 с.

16. Комплексна дозиметрична паспортизація населених пунктів України (1996–1999 рр.) / Мінчорнобиль України. – Шифр 257; № ДР 0196U024326; інв. № 1996 р. – 397U00109, 1997 р. – 0398U001983. – К., 1999. – 87 с.

17. I. Likhhtarev, N. Talerko, A. Bouville, P. Vailleque, N. Lukyanov, A. Kuzmenko, I. Shedemenko. Radioactive Contamination of Ukraine caused by Chornobyl Accident using Atmospheric Transport Modeling. Draft report available at <http://dceg.cancer.gov/radia.html>.

18. Talerko. Mesoscale modelling of radioactive contamination formation in Ukraine caused by the Chernobyl accident. J. Environ. Radioactivity 78, 311–329. 2005.

19. Likhhtarev I. A., Gulko G. M., Kairo I. A. and et al. Reliability and accuracy of the <sup>131</sup>I thyroid activity measurements performed in the Ukraine after the Chernobyl accident in 1986 / GSF-Berichy 19/93. Institut fur Strahlenschutz. – Munich, 1993. – 36 p.

20. Likhhtaryov I. A., Gulko G. M., Kairo I. A. et al. Thyroid doses resulting from the Ukraine Chernobyl accident – part 1: Dose estimates for the population of Kiev / Health Phys. – 1994. – Vol. 66, № 2. – P. 137–146.

21. Likhhtarev I. A., Gulko G. M., Sobolev B. G. and et al. Thyroid dose assessment for the Chernigov region (Ukraine): estimation based on <sup>131</sup>I thyroid measurements and extrapolation of the results to districts without monitoring / Radiation and Environmental Biophysics. – 1994. – Vol. 33. – P. 149–166.

22. Likhhtarev I., Bouville A., Kovgan L., Luckyanov N., Voilleque P., Chepurny M. Questionnaire – and measurement – based individual thyroid doses in Ukraine resulting from the Chornobyl nuclear reactor accident. Radiation Research, (in press).

23. Likhhtarev I., Minenko V., Khrouch V., Bouville A. Uncertainties in thyroid dose reconstruction after Chernobyl. Radiation Protection Dosimetry, Vol 105, No. 1–4, pp. 601–608. 2003.

24. Likhhtarov I., Kovgan L., Vavilov S., Chepurny M., Bouville A., Luckyanov N., Jacob P., Volleque P., Voigt G. Post-Chornobyl thyroid cancers in Ukraine. Report 1. Estimation of thyroid doses // Radiation Research. – 2005. – Vol. 163. – P. 125–136.

25. Likhhtarev I. A., Sobolev B. G., Kairo I. A., Tronko N. D., Bogdanova T. I., Oleinic V. A., Epshtein E. V., Beral V. Thyroid cancer in the Ukraine. Nature, 1995. – V. 375 (1). – P. 365.

26. Jacob P., Goulko G., Heidenreich W. F., Likhhtarev I. A., Kairo I. A., Tronko N. D., Bogdanova T. I., Kenigsberg J., Bugolva E., Drozdovitch V. and Beral V. Thyroid cancer risk to children calculated. Nature, Vol. 392. 19 March 1998. – P. 31–32.

27. Protection of the public in situations of prolonged radiation exposure. ICRP Publication 82. – Pergamon Press, 2000. – 109 p.

#### Розділ 4

1. Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи (результати соціологічних досліджень 1986–1995 рр.) / Відп. ред.: В. Ворона, Є. Головаха. Ю. Саєнко. – Х.: Фоліо, 1996. – 414 с.

2. Чорнобиль і соціум. Вип. 1. Чорнобильський синдром: соціально-психологічні наслідки. – К.: Ін-т соціології, 1995. – 108 с.

3. Чорнобиль і соціум. Вип. 2. Соціально-психологічна динаміка наслідків катастрофи. – К.: Ін-т соціології, 1995. – 161 с.

4. Чорнобиль і соціум. Вип. 3. Динаміка соціальних процесів: соціально-психологічний моніторинг наслідків Чорнобильської катастрофи. – К.: Ін-т соціології, 1997. – 267 с.

5. Чорнобиль і соціум. Вип. 4. Динаміка соціальних процесів: соціально-психологічний моніторинг наслідків Чорнобильської катастрофи. – К.: Ін-т соціології, 1998. – 247 с.

6. Чорнобиль і соціум. Вип. 5. Соціально-психологічний моніторинг умов життя та діяльності соціальних груп потерпілих від Чорнобильської аварії: порівняльний аналіз та рекомендації. – К.: Ін-т соціології, 1999. – 310 с.

7. Чорнобиль і соціум. Вип. 6. Соціально-психологічний моніторинг умов життя та діяльності соціальних груп, потерпілих від Чорнобильської аварії: порівняльний аналіз та рекомендації. – К.: Ін-т соціології, 2000. – 338 с.

8. Чорнобиль і соціум. Вип. 7. Соціально-психологічний моніторинг умов життя та діяльності соціальних груп, потерпілих від Чорнобильської аварії: порівняльний аналіз та рекомендації. – К.: Стило, 2001. – 408 с.

9. Постчорнобильський соціум: 15 років по аварії. – К.: Ін-т соціології НАНУ, 2000. – 563 с.

10. Соціальні ризики та соціальна безпека в умовах природних і техногенних надзвичайних ситуацій та катастроф / Відп. ред.: В. В. Дурдинець. Ю. І. Саєнко, Ю. О. Привалов. – К.: Стило, 2001. – 497 с.

11. Чорнобиль і соціум. Вип. 8. Розробка моделей життєдіяльності в умовах підвищеного ризику внаслідок надзвичайних ситуацій та катастроф: з урахуванням досвіду Чорнобильської катастрофи. – К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Інституту соціології НАНУ, 2002. – 152 с.

12. Чорнобиль і соціум. Вип. 9. Розробка моделей життєдіяльності в умовах підвищеного ризику внаслідок надзвичайних ситуацій та катастроф: з урахуванням досвіду Чорнобильської катастрофи. – К.: Фоліант, 2003. – 255 с.

13. Чорнобиль і соціум. Вип. 10. Сучасні ризики: тенденції, перспективи, шляхи мінімізації наслідків. – К.: Фоліант, 2004. – 312 с.

14. Головаха Є. Постчорнобильська соціальна політика України і міжнародного співтовариства: оцінка ефективності і перспектива розвитку // Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи. – Х.: Фоліо, 1996. – С. 379–398.

15. За матеріалами сайту: [http://glossary.ru/cgi-bin/gl\\_sch2.cgi?RRu.ogr;tg9!vuroyoqg](http://glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RRu.ogr;tg9!vuroyoqg).

16. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2004 році. – [http://www.mns.gov.ua/annual\\_report/2005/5\\_8.pdf](http://www.mns.gov.ua/annual_report/2005/5_8.pdf).

17. Постанова Кабінету Міністрів України від 2 березня 2002 р. № 253 «Про затвердження Стратегії заміни системи пільг на адресну грошову допомогу населенню».
18. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 січня 2003 р. № 117 «Про Єдиний державний автоматизований реєстр осіб, які мають право на пільги».
19. Інформаційно-довідкові матеріали про стан виконання законодавства щодо комплексного вирішення подолання наслідків Чорнобильської катастрофи.– К., 2005.
20. Державний комітет статистики України. Статистичний щорічник України за 2004 рік.– К.: Консультант, 2005.– С. 381.
21. Рекомендації парламентських слухань «Соціальне страхування та соціальне забезпечення в Україні: сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку» (17 травня 2005 р.).– [http://www.pension.kiev.ua/Ukr/Law\\_Base/NonFormatted/pvru-2679.html](http://www.pension.kiev.ua/Ukr/Law_Base/NonFormatted/pvru-2679.html)
22. *Тарасенко В.* Динаміка оцінок населенням в уражених районах стану розв'язання соціальних проблем (порівняльний аналіз) // Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи.– Х.: Фоліо, 1996.– С. 213–220.
23. *Амджадін Л.* Екологічні інтереси та пріоритети у повсякденній свідомості «чорнобильських» потерпілих: колізії громадської думки // Чорнобиль і соціум.– Вип. 7.– К.: Стило, 2001.– С. 241.
24. *Прилишко В., Прокопенко Н., Морозова М., Бондаренко І.* До питання про стан здоров'я населення, що мешкає в зоні гарантованого добровільного відселення.– Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 208.
25. *Прилишко В.* Медико-соціальні аспекти наслідків аварії на ЧАЕС // Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи.– Х.: Фоліо, 1996.– С. 165–176.
26. *Амджадін Л.* Екологічна культура населення українського соціуму: ментальні моделі екологічного мислення // Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 70–71.
27. *Іванюта С., Розожин О.* Самооцінка впливу радіаційної обстановки на здоров'я населення, постраждалого внаслідок аварії на ЧАЕС // Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 99.
28. *Ю. Саєнко.* Життєво важливі фактори відродження життя потерпілого населення.– Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 13.
29. *Саєнко Ю., Привалов Ю.* Життєві цінності населення, що постраждало від аварії на ЧАЕС, та оцінка їх шансів реалізації у постчорнобильський період // Чорнобиль і соціум.– Вип. 1.– К., 1995.– С. 45–54.
30. *Ходорівська Н.* Типологія моделей соціальної адаптації особистості // Чорнобиль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 40–61.
31. *Ходорівська Н.* Методичне обґрунтування змін соціальної політики щодо потерпілих від Чорнобильської катастрофи // Чорнобиль і соціум.– Вип. 10.– К.: Фоліант, 2004.– С. 178–194.
32. *Лисенко О., Мімандусова Г.* Соціальна ситуація в сфері зайнятості потерпілого від аварії населення // Чорнобиль і соціум.– Вип. 5.– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 1999.– С. 217–235.
33. Меморандум про взаєморозуміння між Урядом України і урядами країн «Великої Сімки» та Комісією Європейського Співтовариства щодо закриття Чорнобильської АЕС. 1995 рік.
34. Закон України від 11 грудня 1998 року № 309-ХІV «Про загальні засади подальшої експлуатації і зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення зруйнованого четвертого енергблока цієї АЕС на екологічно безпечну систему» (Із змінами, внесеними згідно із Законом № 722-ХІV від 03.06.1999 р.).
35. Указ Президента України від 25 вересня 2000 року № 1084/2000 «Про заходи, пов'язані з Актом закриття Чорнобильської атомної електростанції».
36. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 листопада 2000 р. № 1748 «Про заходи щодо соціального захисту працівників Чорнобильської АЕС та жителів м. Славутича у зв'язку із закриттям станції».
37. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.10.2001 р. № 1411.
38. *Прокопа І., Шепотько Л.* Депресивність аграрних територій: український вимір // Економіка України.– № 7.– 2003.– С. 59–66.
39. *Холоша В. І., Малюк В. О., Кирєєв С. І., Бондаренко О. О., Проскура М. І., Ходорівська Н. В., Медведєв С. Ю., Кирєєв С. Ю.* Самопоселення Зони відчуження – радіологічні, організаційно-правові та соціально психологічні аспекти життєдіяльності // Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення.– № 2 (24).– Жовтень 2004.– С. 3–16.
40. Інформаційно-довідковий матеріал з питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (за підсумками роботи у 2003 р.) / МНС України.– К., 2004.– 56 с.
41. Медико-демографічні паспорти територій України, контрольованих у зв'язку з 41. Чорнобильською катастрофою (1981–1995 роки): Статистичний довідник в 2-х частинах.– К.: Чорнобильінформ, 1998.
42. *Сакада М., Суїменко Є., Тарасенко В.* Перспективи господарської та трудової зайнятості в установках уражених зон і переселених // Чорнобиль і соціум (Випуск п'ятий) / Відп. ред. *Саєнко Ю. І.*– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 1999.– С. 203–216.
43. *Саєнко Ю.* Соціальні портрети потерпілих // Чорнобиль і соціум (Випуск п'ятий) / Відп. ред. *Саєнко Ю. І.*– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 1999.
44. *Гончарук О.* Приватне господарювання різних категорій постраждалого населення // Чорнобиль і соціум (Випуск сьомий) / Відп. ред. *Ю. І. Саєнко.*– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 2001.– С. 274–291.
45. *Гончарук О.* Доходи та витрати різних категорій постраждалого населення // Чорнобиль і соціум (Випуск восьмий) / Відп. ред. *Ю. Саєнко, Ю. Привалов.*– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 2002.– С. 62–72.
46. *Пилипенко В., Мімандусова Г.* Соціальний захист постраждалих від Чорнобильської катастрофи: оцінка стану та динаміка змін // Чорнобиль і соціум (Випуск сьомий) / Відп. ред. *Ю. І. Саєнко.*– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 2001.– С. 145–159.
47. *Гончарук О.* Заробітна плата різних категорій постраждалого населення // Чорнобиль і соціум (Випуск дев'ятий) / Відп. ред.: *Ю. Саєнко, Ю. Привалов.*– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 2003.– С. 120–132.

47. Кузьменко Т. Чернобыльский след: социально-психологичні наслідки катастрофи // Чернобыль і соціум.– Вип. 8.– К.: Центр соціальних експертиз і прогнозів Ін-ту соціології НАНУ, 2002.– С. 9–20.
48. Гарнець О. Система соціально-психологічної допомоги чорнобильським постраждалим // Чернобыль і соціум.– Вип. 6.– К.: Ін-т соціології НАН України, 2000.– С. 99–110.
49. Ручка А., Костенко Н., Чечель Л. Масова свідомість населення уражених регіонів у постчорнобильській ситуації // Соціальні наслідки Чернобыльської катастрофи (результати соціологічних досліджень 1986–1995 рр.).– Х.: Фоліо, 1996.– С. 78–85.
50. Соболева Н. Відлуння лиха: відображення соціально-психологічних наслідків природних і техногенних катастроф у масовій свідомості // Чернобыль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 82–91.
51. Саєнко Ю. Вісім з половиною років після катастрофи // Соціальні наслідки Чернобыльської катастрофи (результати соціологічних досліджень 1986–1995 рр.).– Х.: Фоліо, 1996.– С. 155–164.
52. Саєнко Ю. Життєво важливі фактори відродження життя потерпілого населення // Чернобыль і соціум.– Вип. 9.– К.: Фоліант, 2003.– С. 8–39.

## Розділ 5

1. 15 років Чернобыльської катастрофи. Досвід подолання: Національна доповідь України.– К.: Чернобыльінтерінформ, 2001.– 144 с.
2. Показники здоров'я та надання медичної допомоги потерпілим від наслідків аварії на Чернобыльській АЕС. 2004 рік: Статистичний довідник. Ч. I. По всіх територіях / МНС України, МОЗ України.– К.: Електронна версія довідника, 2005.
3. Prysyzhnyuk A., Gristchenko V., Fedorenko Z. et al. Review of epidemiological finding in study of medical consequences of the Chernobyl accident in Ukrainian population / In: Recent Research Activities about the Chernobyl NPP Accident in Belarus, Ukraine and Russia.– Edit.: T. Imanaka.– Kyoto, 2002.– P. 188–201.
4. Prysyzhnyuk A., Gulak L., Gristchenko V., Fedorenko Z. Cancer incidence in Ukraine after the Chernobyl accident // Chernobyl: Message for the 21<sup>st</sup> Century. Eseptra Medica, International Congress Series 1234. Edited by S. Yamashita et. al.– 2002.– P. 281–291.
5. Романенко А. Е., Бебешко В. Г., Базыка Д. А., Дягиль И. С., Чумак В. В., Пилинская М. А., Ледошук Б. А., Гудзенко Н. А., Беляев Ю. Н., Баханова Е. Н., Бабкина Н. Г., Троцюк Н. К. Исследование лейкемии и других гематологических заболеваний среди ликвидаторов в Украине вследствие Чернобыльской аварии – обзор основных результатов исследования за 2000–2004 гг. / Проблемы радиационной медицины та радіобіології.– 2005.– Вип. 11.– С. 105–109.
6. Vozianov A. F., Romanenko A. M., Fukushima S. Urologic aspects of chronic long-term low doses radiation effects after Chernobyl accident. Urinary bladder lesions induced by persistent chronic low-dose ionizing radiation // Health effects of Chernobyl accident / Eds. A. Vozianov, V. Bebeshko, D. Bazyka.– Kyiv: DIA, 2003.– P. 353–374.
7. Пилинская М. А., Шеметун А. М., Дыбский С. С., Дыбская Е. Б. и др. Результаты 14-летнего цитогенетического мониторинга контингентов приоритетного наблюдения, пострадавших от действия факторов аварии на Чернобыльской АЭС / Вестник Российской Академии медицинских наук.– 2001.– № 10.– С. 80–84.
8. Pilinskaya M. A., Dibskiy S. S., Shemetun Y. V., Dibskaya Y. B. Chromosome instability in children with thyroid pathology born to irradiated parents due to Chernobyl accident/ European Journal of Human Genetics, 2005.– V. 13, Suppl. 1.– P. 146.
9. Пилиньська М. А., Дибський С. С., Дибська О. Б., Педан Л. Р. Виявлення хромосомної нестабільності у нащадків батьків, опроміненіх внаслідок Чернобыльської катастрофи, за допомогою двотермінового культивування лімфоцитів периферичної крові // Цитология і генетика.– 2005.– Т. 39.– № 4.– С. 32–40.
10. Dubrova Y., Grant G., Chumak A. A., Stezhka V. A., Karakasian A. N. Elevated Minisatellite Mutation Rate in the Post-Chernobyl Families from Ukraine / Am. J. Hum. Genet.– 2002.– V. 71.– P. 801–809.
11. Kovalenko A. N., Belyi D. A., Bebeshko V. G. Long-term effects in acute radiation syndrome survivors // Health effects of Chernobyl accident / Eds. A. Vozianov, V. Bebeshko, D. Bazyka.– К.: DIA, 2003.– P. 15–32.
12. Федірко П. А. Віддалені наслідки радіаційного впливу на кришталик: результати епідеміологічного дослідження // Проблеми радіац. медицини: Збірник наук. праць.– К., 2000.– Вип. 7.– С. 20–25.
13. Чумак А. А., Базыка Д. А., Талько В. В. та ін. Клінічні імунологічні дослідження в радіаційній медицині – п'ятнадцятирічний досвід / Укр. ж. гематол. і трансфузіол.– 2002.– № 5.– С. 6–11.
14. Милченко Ж. Н., Базыка Д. А., Бебешко В. Г., Дмитренко Е. А., Беляева Н. В., Чумак А. А. HLA-фенотипическая характеристика и субпопуляционная организация иммунокомпетентных клеток в формировании пострадиационных эффектов в детском возрасте // Мед. последствия аварии на Чернобыльской атомной станции. Кн. 2. Клинические аспекты Чернобыльской катастрофы.– К., 1999.– С. 55–65.
15. Чумак А. А., Абраменко І. А., Бойченко П. К. Цитомегаловирус, радиация, иммунитет/ Под ред. Д. А. Базыки.– К.: DIA, 2005.– 135 с.
16. Bazyka D., Vyelyaeva N., Chumak A., Golyarnik N., Maznichenko O., Kovalenko Ju. Immune cells in Chernobyl recovery operation workers exposed over 500 mSv / Indian J Radiation Research 2004-V1, № 1.– P. 32–41.
17. Bazyka D., Chumak A., Vyelyaeva N., Gulaya N., Margytych V., Thevenon C., Guichardant M., Lagarde M., Prgent A-F. Immune cells in Chernobyl radiation workers exposed to low-dose irradiation / Int. J. of Low Radiation, 2003, V. 1.– #1.– P. 63–76.
18. Бузунов В. А., Странко Н. П., Пирогова Е. А. и др. Эпидемиология неопухолевых болезней участников ликвидации последствий Чернобыльской аварии / Int. J. Rad. Med.– 2001.– V.3 (3–4).– P. 9–25.
19. Бузунов В. А., Ретин В. С., Пирогова Е. А. и др. Эпидемиологические исследования неопухолевой заболеваемости взрослого населения, эвакуированного из г. Припять и 30-километровой зоны Чернобыльской АЭС / Int. J. Rad. Med.– 2001.– V. 3 (3–4).– P. 26–45.
20. Виявлено залежність від дози опромінення для цереброваскулярної патології в УЛНА. Ризик розвитку цих захворювань вище в опроміненіх з дозами 0,5–0,99 Гр і 1 Гр у порівнянні з опроміненіми в дозах, менших за 0,1 Гр [5.1.4.3.–1].

20. Терещенко В. П., Сушко В. О., Піщиков В. А., Сегеда Т. П., Базика Д. А. Хронічні неспецифічні захворювання легень у ліквідаторів наслідків Чорнобильської катастрофи / За ред. В. П. Терещенко, В. О. Сушка. – К.: Медінформ, 2004. – 252 с.
21. Yakimenko D. M., Moroz G. Z., Tereshenko V. P., Degtiareva L. V. Gastrointestinal diseases among exposed population / Health effects of Chornobyl Accident: Monograph in 4 parts / Ed. A. Vozianov, V. Bebesko, D. Bazyka. – K.: DIA, 2003. – P. 250–266.
22. Komarenko D. I., Kadyuk E. N., Shvaiko E. A., Nosach E. V. Hepatobiliary system and pancreas / Health effects of Chornobyl Accident: Monograph in 4 parts / Ed. A. Vozianov, V. Bebesko, D. Bazyka. – K.: DIA, 2003. – P. 266–274.
23. Медико-демографічні наслідки Чорнобильської катастрофи в Україні / Під ред. проф. М. І. Омелянця. – К.: Чорнобильінтерінформ, 2004. – 208 с.
24. Степанова Є. І., Ланушенко О. В., Кондрашова В. Г., Колмаков І. Є. Наслідки Чорнобильської катастрофи для здоров'я дитячого населення України // Довкілля та здоров'я. – 2004. – № 2. – С. 59–62.
25. Степанова Е. И., Колмаков И. Е., Вдовенко В. Ю. Функциональное состояние системы дыхания детей, испытывавших радиационное воздействие в результате Чернобыльской катастрофы. – К.: Чернобильинтеринформ, 2003. – 160 с.
26. Степанова Є. І., Колмаков І. Є., Вдовенко В. Ю., Оленір О. В. Частота та особливості перебігу хронічних алергічних та рецидивуючих захворювань, органів дихання у дітей, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи // Гігієна населених місць: Зб. наук. праць. – К., 2004. – Вип. 43. – С. 495–502.
27. Степанова Е. И., Мишарина Ж. А., Вдовенко В. Ю. Отдаленные цитогенетические эффекты у детей, облученных внутриутробно в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2002. – Т. 42. – № 6. – С. 705–709.
28. Stepanova E. I., Kondrashova V. G., Vdovenko V. Yu. et al. Health status in children, born from the exposed parents / Health effects of Chornobyl accident / Ed. A. Vozianov, V. Bebesko, D. Bazyka. – K.: DIA, 2003. – P. 404–411.
29. Степанова Е. И., Скварская Е. А., Вдовенко В. Ю., Кондрашова В. Г. Генетические последствия Чернобыльской аварии у детей, родившихся у облученных родителей / Проблемы экологической та медичної генетики і клінічної імунології: Зб. наук. праць. – К., 2004. – Вип. 7 (60). – С. 312–320.
30. Nyagu A. I., Loganovsky K. N., Pott-Born R., Repin V. S., Nechayev S. Yu., Antipchuk Ye Yu., Bomko M. A., Yuryev K. L., Petrova I. V. Effects of prenatal brain irradiation as a result of the Chernobyl accident // Int. J. Rad. Med. Special Issue. – 2004. – V. 6 № 1–4. – P. 91–107.
31. Линчак О. В. Оцінка відносного ризику виникнення репродуктивних втрат на радіоактивно забруднених і «чистих» територіях: Автореф. дис. ... к. б. н.: 14.02.01 – гігієна / Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва АМН України. – К., 2004. – 20 с.
32. Линчак О. В., Єлагін В. В., Карташова С. С., Тимченко О. І. Ризик виникнення репродуктивних втрат серед населення, яке проживає на радіоактивно забрудненій території Київської області / Довкілля та здоров'я. – 2003. – № 3. – С. 36–39.
33. Линчак О. В., Єлагін В. В., Карташова С. С., Тимченко О. І. Оцінка ризику виникнення самовільного викидню до 12 тижнів гестації серед населення радіоактивно забрудненої території Київської області / Гігієна населених місць: Зб. наук. пр. / МОЗ України, АМН України, ІГМЕ. – Вип. 42. – К., 2003. – С. 404–408.
34. Горіна О. В., Линчак О. В., Кривич І. П., Тимченко О. І. Вплив радіаційного чинника на ризик самовільних викиднів у жінок, що проживають на території, забрудненій радіонуклідами під час аварії на ЧАЕС, та профілактика його дії / Гігієна населених місць: Зб. наук. пр. / МОЗ України, АМН України, ІГМЕ. – Вип. 43. – К., 2004. – С. 333–336.
35. Горіна О. В., Линчак О. В., Кривич І. П., Тимченко О. І. Репродуктивні втрати за рахунок індукованого мутагенезу і тератогенезу та можливості їх запобігання / Медичні перспективи. – 2003. – Т. VIII, № 3, ч. 1. – С. 112–116.
36. Гуцько Н. В., Дубова Н. Ф., Омелянець М. І. Міграція жителів України у зв'язку з Чорнобильською катастрофою: історичний аспект // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності: науково-технічний журнал. – 2004. – № 25. Determination of infant mortality and morbidity in the population of Ukraine affected by the CNNPP accident / Sub-project 3.3.1 on 25. Project 3 «Health effects of the Chernobyl accident» under Franco-German Initiative for Chernobyl // Research Centre for Radiation Medicine of AMS of Ukraine, Sub-Project Contractor Dr. Omelyanets. – K., 2004. – 194 p. 6. – С. 19–23.
37. Determination of infant mortality and morbidity in the population of Ukraine affected by the CNNPP accident / Sub-project 3.3.1 on Project 3 «Health effects of the Chernobyl accident» under Franco-German Initiative for Chernobyl // Research Centre for Radiation Medicine of AMS of Ukraine, Sub-Project Contractor Dr. Omelyanets. – Kiev, 2004. – 194 p.
38. Показники здоров'я та надання медичної допомоги потерпілим від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС 2001 рік. Частина І. По всіх територіях: Статистичний довідник / МНС України, МОЗ України. – К., 2002. (Електронна версія).
39. Показники здоров'я та надання медичної допомоги потерпілим від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС 2002 рік. Частина І. По всіх територіях: Статистичний довідник / МНС України, МОЗ України. – К., 2003. (Електронна версія).
40. Показники здоров'я та надання медичної допомоги потерпілим від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС 2003 рік. Частина І. По всіх територіях: Статистичний довідник / МНС України, МОЗ України. – К., 2004. (Електронна версія).
41. Показники здоров'я та надання медичної допомоги потерпілим від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС 2004 рік. Частина І. По всіх територіях: Статистичний довідник / МНС України, МОЗ України. – К., 2005. (Електронна версія).
42. Стан здоров'я потерпілого населення України та ресурси охорони здоров'я через 15 років після Чорнобильської катастрофи. Частина І / МОЗ України, МНС України. – К.: Вид-во НДВП «ТЕХМЕДЕКОЛ», 2001. – 188 с.



43. Дубовая Н. Ф., Омелянец Н. И., Гунько Н. В., Николаевская Е. Ю. Оценка демографических потерь на радиоактивно загрязненных территориях Украины в постчернобыльском периоде // Экологическая антропология: Ежегодник. – Минск: Белорусский комитет «Дети Чернобыля», 2005. – С. 98–101.
44. Омелянец М. І., Дубова Н. Ф., Гунько Н. В. До питання про демографічні втрати населення радіоактивно забруднених територій України // Демографія та соціальна економіка. – 2005. – № 3. – С. 38–47.
45. Региональный людський розвиток: Статистичний бюлетень / Держкомстат України. – К., 2004. – 34 с.
46. Лягинская А. М., Василенко И. Я. Актуальные проблемы сочетанного действия на щитовидную железу радиации и эндемии // Мед. радиология и рад. безопасность. – 1996. – № 4, 6. – С. 57–83.
47. Корзун В. Н., Лось І. П., Замостян П. В., Парац А. М. та ін. Еколого-гігієнічні проблеми харчування населення північних регіонів України / Гігієна населених місць. – К., 2003. – Вип. 42. – С. 542–448.
48. Stanbury J., Ermans A., Bourdoux P. Индуцированный йодом гипертиреоз: распространенность и эпидемиология // Сб. статей «Преодоление последствий дефицита йода: зарубежный опыт». – М., 1999. – С. 25–26.

## Розділ 6

1. Чернобыльская катастрофа / Ред. Барьяхтар В. Г. – К.: Наук. думка, 1995. – 560 с.
2. Козубов Г. М., Таскаев А. И. Радиобиологические исследования хвойных в районе Чернобыльской катастрофы (1986–2001 гг.). – Москва: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2002. – 272 с.
3. Grodzinsky D. M. Reflection of the Chernobyl Catastrophe on Plant World. Special and General Biological Aspects // Агроекологічний журнал, 2005, № 3. – С. 4–12.
4. Гродзінський Д. М., Гудков І. М. Радиобіологічні ефекти у рослин на забрудненій радіонуклідами території // Чорнобиль. Зона відчуження. – К.: Наук. думка, 2001. – С. 325–377.
5. Grodzinsky D. M. Consequences of the Chernobyl Catastrophe as a Prototype of Nuclear Terrorism. – Defense and the Environment: Effective Scientific Communication (Eds. K. Mahutova et al. Kluwer Academic Publishers, 2004. – P. 119–137.
6. Гродзінський Д. М. Парадигми сучасної радіобіології. «Парадигми сучасної радіобіології. Радіаційний захист персоналу об'єктів атомної енергетики» 27 вересня – 1 жовтня 2004 р. Частина 2. Парадигми сучасної радіобіології. – Чорнобиль, 2005. – С. 1–8.
7. Kadhim M. A., Moore S. R., Goodwin E. H. Interrelationships amongst Radiation-Induced Genomic Instability, Bystander Effects, and the Adaptive Response // Mutation Research, 2004, 568. – P. 21–32.
8. Мазурик В. К., Михайлов В. Ф. Радиационно-индуцируемая нестабильность генома. Феномен, молекулярные механизмы, патогенетическое значение // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2001. – Т. 41. – № 3. – С. 272–289.
9. Пристер Б. С., Перепелятнікова Л. В., Кашипаров В. А., Лазарев Н. М. Реабилитация сельскохозяйственных территорий, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС // Вісн. аграр. науки. – Квітень. – Спец. випуск. – 2001. – С. 69–77.
10. Кашипаров В. А. Оценка и прогнозирование радиоэкологической обстановки при радиационных авариях с выбросом частиц облученного ядерного топлива (на примере аварии на Чернобыльской АЭС). Автореф. дисс. ... док. биол. наук. – Обнинск. 2000. – С. 48.
11. Шандала М. Г., Пристер Б. С., Волощенко О. И., Лось И. П., Новикова Н. К., Боровикова Н. М., Наговицына Л. И., Карачев И. И., Ткаченко Н. В., Зеленский А. В., Бережная Т. И. Загрязнение почв территории УССР стронцием-90 в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Материалы Республиканской научной конференции «Медицинские проблемы радиационной защиты». 15–17 декабря 1987 г. Киев, 1987. – С. 137–141.
12. Романенко А. Е., Лихтарев И. А., Лось И. П., Шандала М. Г., Боровикова Н. М., Новикова Н. К., Чумак В. К., Белоусова П. Б., Пристер Б. С., Ветчинин В. В., Сухомлина А. Н. Загрязнение территории УССР радиоизотопами цезия // Ближайшие и отдаленные последствия радиационной аварии на Чернобыльской АЭС. – М., 1997. Итоги работы науч.-практ. Учрежд. Здравоохранения по ливк. последствий аварии в 1986 году. Сб. Мат. Всес. симп. (25–26 июня 1987 г.) / Под ред. Ильина Л. А., Булдакова Л. А. Ин-т биофизики. – М.: МЗ СССР. – С. 368–373.
13. Пристер Б. С., Лоцилов Н. А., Бондарь П. Ф. и др. Экспресс-методика оценки плотности загрязнения сельскохозяйственных угодий колхозов и совхозов радиоактивными изотопами цезия / Госкомгидромет СССР, Госагропром УССР. – М.–К., 1989. – 12 с.
14. Пристер Б. С., Омеляненко Н. П., Перепелятнікова Л. В., Лавровский А. Б. Ветроэрозионные процессы и особенности создания оптимальных комплексных решений охраны почв в Зоне загрязнения радионуклидами. Проблемы сельскохозяйственной радиологии // Сб. научн. трудов / Под ред. Лоцилова Н. А. – К., 1991. – С. 64–74.
15. Концепція ведення агропромислового виробництва на забруднених територіях та їх комплексної реабілітації на період 2000–2010 роки / Під ред. Пристера Б. С. – К.: Світ, 2000. – 46 с.
16. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999–2002 рр. (методичні рекомендації). Пристер Б. С. (ред.). – К.: Ярмарок, 1998. – 103 с.
17. Пристер Б. С., Перепелятнікова Л. В., Каліненко Л. В. та ін. Рекомендації щодо вибору напрямків і порядку проведення реабілітації виведених земель господарств Житомирської та Київської областей з метою повернення цих територій у народногосподарське використання. – К., 1998. – С. 81.
18. Prister B. S., Barjakhtar V. G., Perepelyatnikova L. V., Vynogradskaja V. D., Grytsuk N. R., and Ivanova T. N. Experimental Substantiation of the Model Describing <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr Behavior in a Soil-Plant System. // Environmental Science and Pollution Research. Special Issue of the International Journal. (1) 2003. – P. 126–136.
19. Ковзан Л. Н., Лихтарев И. А. Общее внешнее и внутреннее облучение населения Украины за 15 лет после Чернобыльской аварии и прогноз рисков // Международный журнал радиационной медицины. – 2002. – Т. 43, 4. – С. 79–98.

20. *Каушаров В. А., Лазарев Н. М., Полищук С. В.* Проблемы сельскохозяйственной радиологии на современном этапе // *Агроекологічний журнал.* – № 3. – 2005. – С. 31–41.
21. Загальнодержавна паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 2001–2004 роки. Збірка 10. *Ліхтарев І. А.* (ред.). – К., 2005. – С. 62.
22. *Перепелятников Г. П., Перепелятникова Л. В., Пристер Б. С.* Научное обоснование мелиорации радиоактивно загрязненных почв // *Вісник аграрної науки.* – Квітень, 2001. – С. 61–68.
23. *Богданов Г. О., Пристер Б. С., Стрелко В. В., Михайлов О. В., Сяський С. С.* Методология, эндоэкологическое обоснование и критерии комплексной оценки применения сорбентов при производстве молока на загрязненных радионуклидами территориях // *Биология животных.* – 2002. – Т. 4. – № 1–2. – С. 169–187 (укр.).
24. *Priester B., Alexakhin R., Firsakova S., Howard B.* Short and long term environmental assessment. Pr. of the Workshop on restoration strategies for contaminated territories resulting from the Chernobyl accident. (Comp. by L. Cecille) DG Environment of the European Commission, Brussels, Belgium. EUR 18193 en. 2000. – P. 103–114.
25. *Алексахин Р. М., Буфатин О. И., Маликов В. Г.* и др. Радиоэкология орошаемого земледелия. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 224 с.
26. *Перепелятников Г. П., Пристер Б. С.* Миграция радионуклидов в системе вода – почва – растение на угодьях, орошаемых водой реки Днепр после аварии на ЧАЭС. XV Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. – Минск, 24–29 мая 1993. – Минск: Наука і техніка, 1993. – Т. 3. – С. 32–33.
27. Радиоэкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС (т. 2) / Под ред. *О. В. Войцеховича.* – К., 1998. – 278 с.
28. *Тихомиров Ф. А., Щелов А. И.* Последствия радиоактивного загрязнения лесов в зоне влияния аварии на ЧАЭС // *Радиационная биология. Радиоэкология.* – 1997. – Т. 37, вып. 4. – С. 664–672.
29. *Краснов В. П.* Радиоэкологія лісів Полісся України. – Житомир: Волинь, 1998. – 128 с.
30. *Орлов О. О., Ірклієнко С. П.* Основні закономірності міграції  $^{137}\text{Cs}$  та розподілу його валового запасу в екосистемах лісових сфагнових боліт Полісся України // *Наук. вісник Національного аграрного університету.* – Вип. 20. Лісівництво. – К., 1999. – С. 60–68.
31. *Орлов А. А., Ірклієнко С. П., Калиш А. Б.* Многолетняя динамика радиоактивного загрязнения компонентов биогеоценоза сосняка чернично-зеленомошного в Украинском Полесье // *Международ. конф. «Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях».* – Труды. – Т. 2. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – С. 249–254.
32. Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у деревині та продукції з деревини. – Затверджено Наказом МОЗ України 31.10.2005 № 573. – 3 с.
33. *Balonov M., Jacob P., Likhtarev I., Minenko V.* Pathways, levels and trends of population exposures from consumption of agricultural and semi-natural products // *Proc. of the 1-st international conference (Minsk, Belarus, 18–22 March, 1996).* – Luxembourg, 1996. – P. 235–251.
34. *Kovalchuk A., Krasnov V., Levitsky V., Milano F., Orlov O., Samolyuk I., Yanchuk V.* Application of the prediction of ecosystem contamination for the exposure dose calculation in post-catastrophe period // *6-th International Scientific Conference SATERRA (Mittweida, November 11–16, 2004).* – Journal of the University of Applied Sciences Mittweida. – 2004. – № 7. – P. 17–20.
35. *Орлов О. О., Кондратюк С. Я.* Порівняльна оцінка ролі різних компонентів лишайникового бору у розподілі сумарної активності  $^{137}\text{Cs}$  // *Укр. ботан. журн.* – 2002. – Т. 59, № 1. – С. 49–57.
36. *Орлов О. О., Ірклієнко С. П., Краснов В. П., Короткова О. З.* Закономірності накопичення  $^{137}\text{Cs}$  дикорослими грибами та ягодами в Поліссі України // *Гигиена населення мест.* – Вип. 36. – Часть I. – К., 2000. – С. 431–445.
37. *Ковальчук А. М., Краснов В. П., Левицький В. Г., Орлов О. О., Янчук В. М.* Математичне моделювання міграції  $^{137}\text{Cs}$  у лісових екосистемах Українського Полісся // *Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення.* – 2002. – № 2 (20). – С. 59–70.

## Розділ 7

1. Всестороння оцінка ризиків вследствие аварии на ЧАЭС. – К., 1998.
2. «Надзвичайна ситуація» № 1, 2001 р. К., 6–9 стор.
3. «Чернобыль. Пять трудных лет». – М., 1992 г.
4. Чернобыльская катастрофа (Под ред. *В. Г. Барьяхтара*). – К.: Наук. думка, 1995.
5. International conference «One decade after Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident, Summary of the Conference Results, INFCIRC/510, IAEA, 1996»
6. Comprehensive Risk Assessment of the Consequences of the Chernobyl Accident. URTC&USTC, К., 1998.
7. Десять років після аварії на Чорнобильській АЕС. Національна доповідь України. 1996 рік, Мінчорнобиль України, Київ, 1996.

## Розділ 8

1. *Холоша В. И., Проскура Н. И., Иванов Ю. А., Казаков С. В., Архипов А. Н.* (1999) Радиационная опасность объектов Зоны отчуждения // *Проблемы Чернобыля. Наук.-техн. збірник. Вип. 5. Мат. Міжнар. науково-практ. конф. «Укриття-98».* – С. 23–34.
2. *Шестопалов В. М., Францевич Л. І., Балашов Л. С., Иванов Ю. О.* та ін. Автореабілітаційні процеси в екосистемах Чорнобильської Зони відчуження (2001) / Відп. ред.: *Ю. О. Иванов, В. В. Долін.* – К., 230 с.
3. *Гащак С. П., Заліський О. О., Бунтова О. Г., Вишневський Д. О., Котляров О. М.* (2002) Фауна хребетних тварин Чорнобильської зони України // *Препринт Чорнобильського центру з проблем ядерної безпеки, радіоактивних відходів та радіоекології.* – Славутич – Чорнобиль. – 76 с.
4. *Холоша В. И., Иванов Ю. А., Шестопалов В. М., Архипов А. Н.* Барьеры безопасности Чернобыльской Зо-

ны отчуждения // Пятнадцать років Чернобыльської катастрофи. Досвід подолання. Мат. міжнар. конф. (Київ, 18–20 квітня 2001).– К.: Чернобыльінтерінформ, 2001.– С. 44–52.

5. *Іванов Ю. О., Архіпов А. М., Казаков С. В., Архіпов М. П., Проскура М. І.* Проблеми міграції радіонуклідів в наземних екосистемах Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення // Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. 1999.– № 13.– С. 53–57.

6. *Ivanov Yu. A., Los I. P., Arkhipov A. N., Proskura N. I.* (2003) Conceptual and Practical Aspects of the Rehabilitation Of Chernobyl NPP Exclusion Zone. // Proc. of ISEM '03: The 9th Intern. Conf. on Radioactive Waste Management and Environmental Remediation. September 21–25, 2003. Examination School, Oxford, England.

7. *Іванов Ю. А., Паскевич С. А.* Некоторые нерешенные радиоэкологические проблемы Зоны отчуждения ЧАЭС // Агроэкологічний журнал.– 2005.– № 3.– С. 26–31.

## Розділ 9

1. *Пазухин Э. М.* Лавообразные топливосодержащие массы 4-го блока Чернобыльской АЭС: топография, физико-химические свойства, сценарий образования // Радиохимия.– 1994.– Вып. 2.– С. 97–142.

2. *Ракитская Е. М., Панов А. С.* Поведение диоксида урана в различных газовых средах // Атомная энергия.– Т. 89.– Вып. 5.– 2000 г.– С. 372–376.

3. *Боровой А. А., Пазухин Э. М., Краснов В. А.* и др. Изучение физико-химических свойств ядерно-опасных делящихся материалов объекта «Укрытие», в том числе тех, которые влияют на степень ядерной, радиационной и радиоэкологической безопасности объекта «Укрытие» // Проблемы Чернобиля.– Вып. 12, 2003.– С. 198–212.

4. *Барьяхтар В. Г., Гончар В. В., Жидков А. В., Ключников А. А.* О пылегенерирующей способности аварийного облученного топлива и лавообразных топливосодержащих материалов объекта «Укрытие» // Чернобыль, 1997.– 20 с. (Препр./НАН Украины, МНТЦ «Укрытие» 97-10).

5. *Пазухин Э. М., Боровой А. А., Рудя К. Г.* О возможности разрушения лавообразных топливосодержащих материалов 4-го блока Чернобыльской АЭС под действием внутреннего самооблучения от источников альфа-частиц // Радиохимия.– Т. 44.– Вып. 6, 2003.– С. 558–563.

6. *Жидков А. В.* Топливосодержащие материалы объекта «Укрытие» сегодня: актуальные физические свойства и возможность прогнозирования их состояния // Проблемы Чернобиля.– Вып. 7, 2001.– С. 23–40.

7. *Жидков О. В., Гончар В. В., Маслов Д. М.* та ін. Експериментальне визначення морфології та генезису пилових часток, що генеруються поверхнею опроміненого палива та лавоподібних паливовмісних матеріалів об'єкта «Укриття» // Проблемы Чернобиля.– Вып. 14, 2004.– С. 59–64.

8. *Фролов В. В.* Аномальный инцидент 27–30 июня 1990 г. в объекте «Укрытие» Чернобыльской АЭС // Атом. энергия.– 1996.– 60, вып. 3.– С. 216–219.

9. *Боровой А. А., Ключников А. А., Краснов В. А., Щербин В. Н.* Новая редакция «Анализа текущей безопасности объекта «Укрытие» и прогнозных оценок развития ситуации». Некоторые выводы // Проблемы Чернобиля.– Вып. 9, 2002.– С. 7–15.

10. *Панасюк Н. И., Скорбун А. Д., Подберезный С. С.* и др. Подсчёт количества радионуклидов в донных осадках помещения 001/3 объекта «Укрытие» // Проблемы безпеки атомних електростанцій і Чернобиля, 2005.– Вып. 2.– С. 46–48.

11. *Кришчицын А. П., Корнеев А. А., Стрихарь О. Л., Щербин В. Н.* О механизме формирования жидких радиоактивных отходов в помещениях блока Б и ВСРО // Проблемы Чернобиля.– 2002.– Вып. 9.– С. 98–104.

12. *Боровой А. А., Краснов В. А., Павлюченко Н. И.* и др. Контроль неорганизованных выбросов из объекта «Укрытие» // Проблемы Чернобиля.– 2003.– Вып. 12.– С. 126–141.

13. *Давыдьков А. И., Краснов В. А., Мышковский Н. М., Павлюченко Н. И.* Экспериментальные исследования мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в воздушном пространстве вблизи объекта «Укрытие» // Проблемы безпеки атомних електростанцій і Чернобиля. 2005.– Вып. 2.– С. 69–72.

## Розділ 11

1. Національна доповідь України про безпеку поводження з відпрацьованим ядерним паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами.– Київ, ДКЯР, 2003, www.nrscu.gov.ua.

2. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами».

3. Комплексна програма поводження з радіоактивними відходами. Постанова Кабінету Міністрів України від 25.12.2002, № 2015.

4. Нормы радиационной безопасности Украины (дополнение). Радиационная защита от источников потенциального облучения (НРБУ-97/Д-2000).– Постановление Главного санитарного врача Украины от 12.07.2000 № 116.

5. Доповідь Про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні у 2003 році.– ДКЯР, Київ, 2004, www.nrscu.gov.ua.

6. *Авдеев О. К., Кретины А. А., Леденев А. И.* и др. Радиоактивные отходы Украины: состояние, проблемы, решения.– К.: Издательский центр «Друк», 2003.– 400 с.

7. Всесторонняя оценка рисков вследствие аварии на ЧАЭС.– УНТЦ, отчет по проекту № 369.– К., 1998.

8. Итоговый доклад о совещании по рассмотрению причин и последствий аварии в Чернобыле: Серия изданий по безопасности № 75-INSAG-1.– МАГАТЭ.– Вена, 1988.

9. Интегрированная программа обращения с радиоактивными отходами на этапе прекращения эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.– ЧАЭС, 2ПР-С, 2003.

10. Результаты инвентаризации мест хранения и захоронения радиоактивных отходов по состоянию на 01.01.90 // НПО «Припять», 1990.

11. *Антропов В. М., Кумшаев С. Б., Скворцов В. В., Хабрика О. І.* Уточнення даних про радіоактивні відходи, розміщені у сховищах Зони відчуження ЧАЕС. Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та Зони безумовного (обов'язкового) відселення.– № 2 (24).– Жовтень 2004 р.

12. *Bradley D. J.* Radioactive Waste Management in the Former Soviet Union.– Columbus, Ohio, Batelle Memorial Institute, 1997
13. *Копчинский Г. А., Литвинский Л. Л., Новоселов Г. М., Штейнберг Н. А.* Состояние и проблемы ядерной энергетики Украины (аналитический доклад).– К., 2002.
14. *Шестопалов В., Гошовський С., Луцько В., Токаревський В., Шибецький Ю.* Ізоляція високоактивних і довгоіснуючих радіоактивних відходів в Україні (правовий і технічний статус, підходи, стан вирішення, проблеми і перспективи).– Екологія довкілля та безпека життєдіяльності.– 2003.– № 4.– С. 30–35.
15. Стратегія перетворення ОУ на екологічно безпечну систему.– КМ України, 1997.– 2001.
16. Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years of Experience.– Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group «Environment» (EGE).– August 2005.
17. Державний комітет ядерного регулювання України. Доповідна записка Кабінетові Міністрів України «Про поводження з радіоактивними відходами».– ДКЯР.– К., 2004, www.nrscu.gov.ua.
18. Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа / Монография под ред. *В. Шестопалова* (в 2-х томах).– К., 2001.
19. *Шестопалов В. М.* Деякі результати рекогносцирувальних робіт у чорнобильській Зоні відчуження з оцінки можливості ізоляції радіоактивних відходів у сховищах геологічного типу.– Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та Зони безумовного (обов'язкового) відселення.– № 1 (23), квітень 2004.– С. 33–35.
20. *Соботович Э. В., Дробин Г. Ф., Римарчук Б. И., Прилипенко В. Д., Скворцов В. В., Снисаренко В. И., Кунец Г. О., Бухарев В. П.* Возможности использования горных технологий для захоронения долгосуществующих радиоактивных отходов чернобыльского происхождения / Збірник наукових праць.– Київ, 2001.– Вип. 3/4.– С. 82–91.
21. Nirex Report N/108. A Review of the Deep Borehole Disposal Concept for Radioactive Waste.– United Kingdom, Nirex Limited, 2004.
22. *Бондаренко О. О., Дрозд І. П., Лобач Г. О., Токаревський В. В., Шибецький Ю. О.* Сучасні проблеми поводження з радіоактивними відходами в Зоні відчуження.– Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та Зони безумовного (обов'язкового) відселення.– № 1 (23), квітень 2004.– С. 36–40.

## Розділ 12

1. Перелік найважливіших рішень Уряду Української РСР по усуненню наслідків аварії на Чорнобильській АЕС за 1986–1990 рр.– К.: Б. і. 1990.– 357 с.
2. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и Основные санитарные правила работы ОСП-72/87.– М.: Энергоатомиздат, 1988.– 60 с.
3. *Гуськова А. К., Кирюшкин В. И., Косенко М. М.* и др. Руководство по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения / Под ред. *Л. А. Ильина*.– М.: Энергоатомиздат, 1985.– 190 с.
4. *Гуськова А. К., Кирюшкин В. И., Косенко М. М.* и др. Руководство по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения / Под ред. *Л. А. Ильина*.– М.: Энергоатомиздат, 1986.– 180 с.
5. *Гуськова А. К., Барабанова А. В., Друтман Р. Д., Моисеев А. А.* Руководство по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения.– М.: Б. и., 1986.– 109 с.
6. Сборник нормативных документов по организации медицинской помощи при радиационных авариях.– М.: Минздрав СССР, уч.-метод. каб.– 1986.– 148 с.
7. *Маковська Н. В., Парфененко М. Д., Шаталіна Є. П.* Чорнобильська трагедія. Документи і матеріали / Упорядники: *Н. П. Барановська* (головний упорядник).– К.: Наук. думка, 1996.– 783 с.
8. О единой программе по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и ситуации, связанной с этой аварией / Постановление Верховного Совета СССР от 25.04.90 г.– Известия: 1990.– 28 апр.
9. О политической оценке катастрофы на Чернобыльской АЭС и хода работ ликвидации ее последствий / Резолюции XXVIII съезда КПСС.– Правда Украины, 1990.– 15 июля.
10. О неотложных мерах по защите граждан Украины от последствий Чернобыльской катастрофы / Постановление Верховного Совета УССР от 1.08.90 г.– Правда Украины, 1990.– 7 авг.
11. Відомості Верховної Ради УРСР. 1990.– № 25.– С. 393.
12. Расселение населения, обеспечение рациональной занятости трудовых ресурсов и эффективное использование производственного потенциала Зоны радиоактивного загрязнения Чернобыльской АЭС Украинской ССР: Научный доклад / Отв. ред. *С. И. Дорогунинов*.– К.: СОПС УССР АН УССР, 1991.– 118 с.
13. Відомості Верховної Ради УРСР. 1991.– № 9.– Ст. 75.
14. Відомості Верховної Ради УРСР. 1991.– № 16.– Ст. 200.
15. Відомості Верховної Ради УРСР. 1991.– № 16.– Ст. 198.
16. *Яценко В. М., Борисюк М. М., Омелянець С. М.* Правові основи радіаційної безпеки і протирадіаційного захисту населення та їх законодавче забезпечення в Україні / Чорнобиль-96. «Ітоги: 10 лет работы по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС // Сб. тез. пятой Межд. научн.-техн. конф.– 1996. Зеленый Мыс.– С. 6–7.
17. Відомості Верховної Ради України. 1997.– № 36.– Ст. 229.
18. Відомості Верховної Ради України. 2000.– № 13.– Ст. 100.
19. Відомості Верховної Ради України. 1996.– № 35.– Ст. 162.
20. Голос України. 2001.– 12 трав.– № 82.
21. Відомості Верховної Ради України. 2003.– № 23.– Ст. 268.

22. Відомості Верховної Ради України. 2003.– № 38.– С. 1491.– Ст. 480.
23. Соціальний, медичний та протирадіаційний захист постраждалих в Україні внаслідок Чорнобильської катастрофи // Збірник законодавчих актів та нормативних документів. 1991–2000 роки. Вид. друге, доп. і доопр. За загальною редакцією В. Дурдинця, Ю. Саміленка, В. Яценка, В. Яворівського.– К.: Чорнобильінтерінформ, 2001.– С. 308–353.
24. Відомості Верховної Ради України. 1994.– № 27.– Ст. 218.
25. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97); Державні гігієнічні нормативи.– К.: Відділ поліграфії Українського центру Держсанепіднагляду МОЗ України, 1997.– 121 с.
26. Постчорнобильський соціум: 15 років по аварії.– К.: Ін-т соціології НАНУ, 2000.– 563 с.
27. Відомості Верховної Ради України. 2004.– № 12.– Ст. 161.
28. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали забруднення після Чорнобильської аварії (Збірка 10).– К.: МНС України, НОРМ України, ІРЗ АТН України, 2005.– 57 с.
29. Десять лет после аварии на Чернобыльской АЭС. Национальный доклад Украины. 1996 г. Минчернобыль Украины.– К., 1996.– 213 с.
30. 15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання. Національна доповідь України.– К., 2001.– 144 с.
31. Інформаційно-довідкові матеріали про стан виконання законодавства щодо комплексного вирішення питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, підготовлені МНС України до Парламентських слухань... 2005 р., МНС України, 2005.
32. Концепція проживання населення на територіях Української РСР з підвищеними рівнями радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи. Затверджена Постановою Верховної Ради Української РСР від 27.02.91 № 791.– Відомості Верховної Ради УРСР від 16.04.199.– 1991.– № 16.– С. 197.
33. Ретроспективно-прогнозні дози опромінення населення та загальнодозиметрична паспортизація 1997 р. населених пунктів України, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 1986–1997 рр. (Збірка 7). МНС України, НЦРМ АМН України, ІРЗ АТН України.– К., 1998.– 155 с.
34. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання». Офіційний вісник України від 26.02.1998.– 1998.– № 6.– С. 55.
35. Закон України «Про віднесення деяких населених пунктів Волинської та Рівненської областей до зони гарантованого добровільного відселення».– Відомості Верховної Ради України від 19.03.2004.– 2004.– № 12.– Ст. 161.
36. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. (Збірка 6).– К.: Міністерство охорони здоров'я України, Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, НЦРМ АМН України, 1997.– 103 с.
37. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 1998 та 1999 рр. (Збірка 8).– К.: МНС України, НЦРМ України, ІРЗ АТН України, 2000.– 58 с.
38. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 1998, 1999 та 2000 роки (Збірка 9).– К.: МНС України, НЦРМ України, ІРЗ АТН України, 2001.– 59 с.
39. Закон України Про податок з доходів фізичних осіб. Відомості Верховної Ради України від 12.09.2003.– 2003.– № 37.– Ст. 308.

### Розділ 13

1. Ядерне законодавство.– Збірник нормативно-правових актів.– К.: Ін Юре.– 1998.– С. 540.
2. Международный Чернобыльский проект. Технический доклад: Оценка радиологических последствий и защитных мер. Доклад международного консультативного комитета. ISBN 92-0-400192.– Vienna. 1992.
3. Чорнобильська катастрофа: Монографія.– К.: Наук. думка, 1995.– С. 120.  
Научные и технические аспекты международного сотрудничества в Чернобыле: Сборник научных статей и докладов.– Славутич: Укратомиздат, 1999.– С. 36.
4. Совместные чернобыльские научно-исследовательские проекты. Цели, задачи, научные и прикладные результаты. Укр. Бюро Международных Проектов.– К., 1997.– С. 111.
5. The radiological consequences of the Chernobyl accident. Ed. A. Karaoglou, G. Desmet, G. N. Kelly and H. G. Menzel. EUR 16544 EN. ISBN 92-827-5248-8. Luxemburg. 1996.– P. 1192.
6. 15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання. Національна доповідь України.– К.: Чорнобильінтерінформ, 2001.– С. 142.
7. Матеріали міжнародної конференції «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання».– К., 2001.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| <b>ІСТОРИОГРАФІЯ ПОДІЙ</b> .....   | 6  |
| 1. ЧОРНОБИЛЬСЬКА КАТАСТРОФА В УКРАЇНІ .....  | 6  |
| Висновки .....   | 9  |
| <b>ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ. СУЧАСНИЙ СТАН І ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ</b> .....  | 11 |
| 2. РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....   | 11 |
| 2.1. Радіоактивне забруднення довкілля у доаварійний період .....  | 11 |
| 2.2. Характеристика радіоактивного забруднення довкілля внаслідок Чорнобильської катастрофи .....  | 13 |
| 2.2.1. Джерело викиду радіонуклідів .....  | 13 |
| 2.2.2. Фізичні та хімічні форми викинутих речовин, «гарячі частинки» .....   | 13 |
| 2.2.3. Особливості формування радіоактивного забруднення довкілля .....  | 15 |
| 2.2.4. Радіоактивне забруднення водних систем .....  | 22 |
| 2.3. Радіаційний моніторинг .....  | 29 |
| 2.3.1. Потужність експозиційної дози гамма-випромінення .....  | 30 |
| 2.3.2. Радіоактивне забруднення приземного шару атмосфери .....  | 30 |
| 2.3.3. Радіоактивне забруднення атмосферних випадань .....   | 30 |
| 2.3.4. Підготовка кадрів для системи радіаційного моніторингу .....  | 31 |
| 3. ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ .....  | 33 |
| 3.1. Дози опромінення учасників ЛНА .....  | 33 |
| 3.1.1. Стан інформації про дози опромінення учасників ЛНА .....  | 33 |
| 3.1.2. Ретроспективна реконструкція та верифікація індивідуальних доз опромінення учасників ЛНА .....  | 35 |
| 3.1.3. Опромінення кришталика ока .....  | 37 |
| 3.2. Дози опромінення евакуйованих .....   | 38 |
| 3.2.1. Дози зовнішнього опромінення осіб, евакуйованих з поселень 30-км зони .....   | 38 |
| 3.2.2. Дози внутрішнього опромінення .....   | 38 |
| 3.2.3. Дози на маршруті евакуації .....  | 38 |
| 3.3. Дози опромінення населення радіоактивно забруднених територій .....   | 38 |
| 3.3.1. Дози зовнішнього опромінення населення радіоактивно забруднених територій .....   | 38 |
| 3.3.2. Середні та колективні дози внутрішнього опромінення населення Київської, Житомирської та Рівненської областей через споживання забруднених радіоцезієм продуктів харчування ..... | 40 |
| 3.3.3. Ефективні дози опромінення жителів районів загальнодозиметричної паспортизації .....  | 41 |
| 3.3.4. Середні сумарні та колективні ефективні дози опромінення всього населення України, накопичені впродовж 1986–2005 рр. ....   | 47 |
| 3.3.5. Поглинуті дози опромінення щитоподібної залози населення України від радіоїоду аварійного походження .....  | 48 |
| 3.4. Опромінення населення забруднених територій джерелами неаварійного походження .....   | 52 |
| 4. СОЦІАЛЬНА ПОЛІТИКА ЩОДО ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ .....   | 53 |
| 4.1. Соціальні наслідки Чорнобильської катастрофи з позицій 20-річного періоду .....   | 53 |
| 4.2. Система соціального захисту та обслуговування постраждалого населення .....   | 55 |
| 4.3. Збереження культурної спадщини Чорнобильської зони .....  | 59 |
| 4.4. Діяльність Центрів соціально-психологічної реабілітації та інформування постраждалого населення .....   | 60 |
| 4.5. Розвиток соціального партнерства у відродженні життя на постраждалих територіях: Програми ПРООН .....   | 61 |
| 4.6. Основні проблеми подальшого соціального розвитку постраждалих громад і територій .....  | 62 |
| 4.6.1. Соціальні проблеми працівників ЧАЕС та жителів міста Славутича .....  | 62 |
| 4.6.2. Зміна поселенської структури в забруднених регіонах .....   | 64 |
| 4.6.3. Роль місцевих громад у подоланні наслідків аварії на ЧАЕС .....   | 64 |
| 4.6.4. Сценарії активізації життєвих позицій потерпілих: розвиток та безпека .....   | 65 |
| 4.6.5. Динаміка соціально-психологічного стану постраждалих .....  | 66 |
| Висновки .....   | 69 |

|  |     |
|--|-----|
| 5. МЕДИЧНІ АСПЕКТИ .....   | 71  |
| 5.1. Стан здоров'я населення .....   | 71  |
| 5.1.1. Чинники можливого негативного впливу на здоров'я людини в ситуації радіаційної аварії .....   | 71  |
| 5.1.2. Функціонування реєстрів постраждалих .....  | 71  |
| 5.1.3. Стохастичні ефекти .....  | 72  |
| 5.1.4. Детерміновані ефекти .....  | 75  |
| 5.2. Медико-демографічні наслідки Чорнобильської катастрофи .....  | 86  |
| 5.3. Стратегія медичного захисту населення .....   | 89  |
| 5.3.1. Шляхи мінімізації впливу радіаційних та ендемічних чинників на стан здоров'я населення .....  | 91  |
| 6. ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ .....   | 92  |
| 6.1. Віддалені радіобіологічні наслідки впливу іонізуючого опромінення на біоту .....  | 93  |
| 6.2. Сільськогосподарські аспекти проблеми реабілітації радіоактивно забруднених територій і радіаційного захисту населення .....                            | 95  |
| 6.2.1. Рівні забруднення ґрунтів .....   | 95  |
| 6.2.2. Науковий супровід .....   | 96  |
| 6.2.3. Динаміка включення радіонуклідів у харчові ланцюги .....  | 97  |
| 6.2.4. Контрзаходи, спрямовані на поліпшення радіаційного стану .....  | 99  |
| 6.3. Міграція радіонуклідів чорнобильського викиду на зрошуваних землях .....  | 103 |
| 6.4. Ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення .....   | 107 |
| Висновки .....   | 110 |
| 7. ОЦІНКА ЗБИТКІВ ДЛЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ, СПРИЧИНЕНИХ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЮ КАТАСТРОФОЮ, ТА ФІНАНСУВАННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКИХ ПРОГРАМ .....                                | 112 |
| 7.1. Оцінка збитків, пов'язаних з Чорнобильською катастрофою, для економіки СРСР ....  | 112 |
| 7.2. Оцінка сумарних економічних збитків України .....   | 113 |
| 7.2.1. Прямі збитки. Прямі затрати та непрямі збитки, включаючи додаткові збитки від дострокового виведення ЧАЕС з експлуатації. Оцінка прямих збитків ..... | 113 |
| 7.2.2. Оцінка прямих затрат .....  | 114 |
| 7.2.3. Аналіз непрямих збитків .....   | 116 |
| 7.2.4. Збитки від скорочення виробництва електроенергії та пов'язаного з цим виробництва товарів, послуг, а також інші непрямі збитки .....                  | 116 |
| 7.2.5. Оцінка сумарних економічних збитків України .....   | 117 |
| 7.3. Ефективність реалізованих контрзаходів .....  | 117 |
| Висновки та пропозиції .....   | 119 |
| 8. ЗОНА ВІДЧУЖЕННЯ І ЗОНА БЕЗУМОВНОГО (ОБОВ'ЯЗКОВОГО) ВІДСЕЛЕННЯ .....   | 120 |
| 8.1. Радіологічний стан Зони .....   | 120 |
| 8.2. Напрями використання території Зони та обов'язкові заходи .....   | 131 |
| Висновки .....   | 132 |
| 9. ОБ'ЄКТ «УКРИТТЯ» .....  | 134 |
| 9.1. Ядерно-небезпечні матеріали усередині об'єкту «Укриття» (інтегральні оцінки) .....  | 134 |
| 9.1.1. Паливовмісні матеріали (ПВМ), що знаходяться у приміщеннях об'єкта «Укриття» у цей час .....  | 134 |
| 9.1.2. Контроль ядерної безпеки .....  | 136 |
| 9.2. Паливо та радіоактивні відходи у ґрунтах на промайданчику об'єкта «Укриття» .....   | 137 |
| 9.3. Вода, що знаходиться у приміщеннях об'єкта «Укриття» .....  | 137 |
| 9.4. Радіоактивні аерозолі об'єкта «Укриття» .....   | 138 |
| 9.5. Контроль забруднення та рівнів ґрунтових вод .....  | 139 |
| 9.6. Радіаційні параметри об'єкта «Укриття» .....  | 140 |
| 9.6.1. Загальна характеристика радіаційного стану приміщень об'єкта .....  | 140 |
| 9.6.2. Радіаційна обстановка на покрівлях «Укриття» .....  | 140 |
| 9.6.3. Радіаційна обстановка на промайданчику .....  | 140 |
| 9.7. Стан будівельних конструкцій .....  | 140 |
| 9.8. Стратегія перетворення ОУ на екологічно безпечну систему та план здійснення заходів на об'єкті «Укриття» .....  | 142 |
| 9.8.1. План здійснення заходів на об'єкті «Укриття». Цілі та завдання .....  | 143 |
| 9.9. Стабілізація будівельних конструкцій .....  | 143 |
| 9.10. Створення Нового безпечного конфайнменту .....   | 145 |
| 9.10.1. Мета створення та функції .....  | 145 |

|  |            |
|--|------------|
| 9.10.2. Конструктивні рішення НБК .....  | 146        |
| 9.10.3. Системи НБК .....  | 147        |
| 9.10.4. Поводження з радіоактивними відходами .....  | 147        |
| 9.10.5. Забезпечення ядерної безпеки .....   | 148        |
| 9.10.6. Забезпечення радіаційної безпеки .....   | 148        |
| 9.10.7. Оцінка впливів на довкілля .....   | 148        |
| 9.10.8. Нерозв'язані проблеми .....  | 149        |
| 9.11. Стан реалізації ПЗЗ на об'єкті «Укриття» .....   | 149        |
| Висновки .....   | 151        |
| <b>10. ЧАЕС: ОСНОВНІ АСПЕКТИ ЗНЯТТЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ</b> .....   | <b>152</b> |
| 10.1. Перспективи розв'язання проблеми .....   | 152        |
| 10.1.1. Підготовка до зняття і зняття ЧАЕС з експлуатації .....  | 152        |
| 10.1.2. Перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему .....  | 156        |
| 10.2. Створення інфраструктури для довгострокового безпечного зберігання відпрацьова-<br>ного ядерного палива ЧАЕС ..... | 158        |
| 10.2.1. Загальна характеристика відпрацьованого ядерного палива ЧАЕС .....   | 158        |
| 10.2.2. Стан справ з будівництва нового сховища відпрацьованого ядерного палива<br>СВЯП-2 .....                          | 158        |
| 10.2.3. Заходи щодо поведження з відпрацьованим ядерним паливом ЧАЕС на період до<br>2010 р. ....                        | 160        |
| <b>11. ПОВОДЖЕННЯ З РАДІОАКТИВНИМИ ВІДХОДАМИ</b> .....   | <b>162</b> |
| 11.1. Чорнобильська складова в загальній системі поведження з РАВ .....  | 162        |
| 11.1.1. Основні принципи державної політики і основні напрями діяльності у сфері по-<br>водження з РАВ .....             | 162        |
| 11.1.2. РАВ чорнобильського походження .....   | 162        |
| 11.1.3. Розподіл РАВ за можливістю захоронення .....   | 164        |
| 11.1.4. Поточна практика поведження з РАВ в Україні .....  | 165        |
| 11.1.5. Сучасні проблеми, що супроводжують діяльність із поведження з РАВ .....  | 166        |
| 11.1.6. Вплив існуючого стану поведження з РАВ на українське суспільство .....   | 169        |
| 11.2. Стратегія поведження з РАВ .....   | 170        |
| 11.2.1. Основні засади щодо розробки загальнодержавної стратегії поведження з РАВ .....                                  | 170        |
| 11.2.2. Шляхи розв'язання проблеми ізоляції високоактивних і довгоіснуючих РАВ ...                                       | 171        |
| 11.2.3. Основні заходи щодо захоронення РАВ чорнобильського походження .....   | 172        |
| Висновки .....   | 174        |
| <b>12. ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬ-<br/>СЬКОЇ КАТАСТРОФИ ТА ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b> ..... | <b>175</b> |
| 12.1. Державне управління у сфері подолання наслідків Чорнобильської катастрофи .....                                    | 175        |
| Висновки .....   | 183        |
| 12.2. До питання про оцінку ефективності чорнобильського законодавства .....   | 183        |
| <b>13. МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО</b> .....  | <b>188</b> |
| <b>14. ЯДЕРНА ЕНЕРГЕТИКА. ЧОРНОБИЛЬСЬКИЙ ДОСВІД</b> .....  | <b>194</b> |
| 14.1. Вплив Чорнобильської катастрофи на розвиток світової ядерної енергетики .....                                      | 194        |
| 14.2. Розвиток ядерної енергетики .....  | 196        |
| 14.3. Ядерна і радіаційна безпека .....  | 203        |
| <b>15. УРОКИ ЧОРНОБИЛЯ. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ, НАПРЯМИ І ШЛЯХИ ЇХ РОЗ-<br/>В'ЯЗАННЯ</b> .....                               | <b>205</b> |
| <b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b> .....  | <b>210</b> |



**20 років Чорнобильської катастрофи.  
Погляд у майбутнє**  
Національна доповідь України

|                     |  |
|---------------------|--|
| Головний редактор   | <i>Гайдук Н. М.</i>  |
| Редактори:          | <i>Радванська Н. О.,<br/>Питченко В. Я.,<br/>Романенко О. М.</i> |
| Художнє оформлення  | <i>Молодід Л. В.</i>   |
| Коректор            | <i>Сікорська Л. Л.</i>   |
| Комп'ютерна верстка | <i>Швецький Б. О.</i>  |

Підписано до друку 23.III 2006 р. Формат 60×84/8. Папір офсетний. Гарнітура Петербург. Друк офсетний.  
Умовн. друк. арк. 26,04. Наклад 500 пр. Зам. № 6–8.

Оригінал-макет виготовлений ТОВ «Атіка»,  
04060, Київ-60, вул. М. Берлинського, 9.

Свідоцтво про видавничу діяльність і розповсюдження видавничої продукції:  
Серія ДК № 216 від 11.X 2000 р., видане Державним комітетом інформаційної політики, телебачення  
та радіомовлення України.

Надруковано ТОВ ВПФ «МЕГА»,  
01004, м. Київ-4, вул. Толстого, 5А/57.