

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

На правах рукопису  
УДК 539.122:612.01.04.482.4



ПЕРЕВОЗНІКОВ Олег Миколайович

СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ  
ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ДОЗИМЕТРИЇ НАСЕЛЕННЯ В  
УМОВАХ ВЕЛИКОЇ РАДІАЦІЙНОЇ АВАРІЇ  
(на прикладі Чорнобильської катастрофи)

Спеціальність 05.26.05- інженерна екологія

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

КИЇВ-1996



00759790 (.)

Дисертація є рукопис.

Робота виконана у відділі дозиметрії та радіаційної медицини АМН України.

Науковий консультант: Доктор фізико-математичних наук, професор  
ЛІХТАРЬОВ Ілля Аронович

Офіційні опоненти:

1. Доктор фізико-математичних наук  
МЕЛЕНЕВСЬКИЙ Олександр Едуардович
2. Доктор медичних наук, старший науковий співробітник  
ЧЕРНІЧЕНКО Ігор Олексійович
3. Доктор технічних наук МОРОЗОВ  
Анатолій Олексійович

Провідна організація: Інститут проблем моделювання в енергетиці  
НАН України, м. Київ

Захист відбудеться 21 травня 1996 р. в 14<sup>30</sup> годин на засіданні спеціалізованої  
вченої ради Д.01.02.01 Національного Технічного Університету України  
"Київський політехнічний інститут" за адресою:

252057, м Київ-57, проспект Перемоги, 37, корп. 4, кімн.118.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Київського політехнічного  
інституту.

Автореферат розіслано "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1996 р.

Відгуки на автореферат у двох примірниках за підписом, затвердженням печаткою,  
прохання надсилати за адресою:

252057, м. Київ-57, проспект Перемоги, 37, НТУУ "КПІ", Вчена рада.

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради

Срібний Л.Є.

ЛННБ ім. В. Стефаника  
АН України

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**АКТУАЛЬНІСТЬ:** Безпрецедентність наслідків Чорнобильської катастрофи, що насамперед виявилось у радіоактивному забрудненні великих територій з населенням, яке на них проживає, велика кількість діючих АЕС та існування радіоактивних могильників, інші радіаційні аварії, пов'язані з використанням радіонуклідів у державі, ставлять задачу оцінки доз опромінення населення, яке потрапило у сферу аварійної дії іонізуючої радіації.

Ще до аварії на ЧАЕС визначення доз опромінення персоналу, та насамперед, населення, було проблематичним і неадекватним поставленим задачам, які вимагали термінового оперативного вирішення. І це при тому, що тільки саме рівні індивідуальних та колективних доз опромінення виявляються єдиними кількісними параметрами, які дозволяють всесторонньо оцінити радіаційну обстановку, яка склалась та її наслідки - тобто оцінити як безпосередньо збиток здоров'ю населення, так і всі пов'язані з цим втрати (економічні, соціально-психологічні та інші).

Це стосується перш за все апаратурно-метрологічного забезпечення як в якісному, так і у кількісному відношенні.

Найбільш гостро постали проблеми забезпечення саме індивідуального дозиметричного контролю відразу ж після аварії на ЧАЕС. І, якщо, персонал у якийсь мірі був охоплений дозиметрією (перш за все оперативним ІДК зовнішнього опромінення), то величезна кількість населення не мала і цього.

В населених пунктах часто не було чим виміряти навіть рівень гамма-фону, не говорячи вже про контроль внутрішнього опромінення.

Особливо складна ситуація склалась в 30-км зоні, коли вимагалось проведення сортування людей за ступенем їх опромінення в стислі терміни.

Різноманітність видів опромінення та шляхів радіоактивного забруднення зумовили величезні, підчас нездоланні труднощі в оцінці індивідуальних та колективних доз опромінення. У теперішній час продовжується ліквідація наслідків аварії на ЧАЕС, для чого вимагається

вірогідна та оперативна дозиметрична інформація для великих контингентів населення.

Більше 600 тис. людей на Україні проживає на територіях безумовного та гарантованого відселення при обов'язковому радіаційному контролі. Для оцінки дозових навантажень населення вимагається систематична та своєчасна дозиметрична інформація. При цьому, згідно з останніми законодавчими актами України, радіаційному контролю вибірково підлягають і мешканці територій, віднесених до четвертої зони (всього 2,4 млн. жителів), тобто контингент населення, який контролюється, збільшується ще на декілька сотень тисяч чоловік. Всього ж у 1995 році підлягало проведенню дозиметричної паспортизації 6535 населених пунктів 20 областей України з населенням біля 7 млн.чол.

Майже половина населення, яке проживає на забруднених територіях - жителі сільської місцевості, рівні опромінення яких вищі по відношенню до міського населення, що пояснюється складністю проведення профілактичних заходів з радіаційного захисту через некомпактне проживання людей та недостатністю дозиметричної інформації. Радіаційний стан не дає змоги широкого застосування менш вартісних розрахункових методів оцінки дозових навантажень із-за вкрай неоднорідних радіоактивних випадань та нестачі відомостей про радіаційний стан. У таких умовах необхідний комплексний, системний, підхід до оцінок тих чи інших ситуацій і обґрунтованим є удосконалення системи радіаційного контролю на основі широкого використання сучасного обладнання, впровадження науково-обґрунтованих методичних та інформаційних розробок, впровадження єдиної системи метрології технічних засобів.

Одним з наслідків Чорнобильської катастрофи стало формування великого радіоактивного сліду, який залишається бути джерелом тривалого ЗОВНІШНЬОГО гамма-опромінення людини довгоіснуючими радіонуклідами. Важливою особливістю радіоактивного забруднення навколишнього середовища є втягнення в аварію, крім майданчика та персоналу атомної станції, значних площ сільськогосподарських угідь та населення, яке проживає та веде виробничу діяльність на територіях, що зазнали радіоактивного забруднення. Інформація про індивідуальні дози зовнішнього

опромінення є основною для аналізу радіаційного стану, розробки захисних заходів та оцінки наслідків опромінення.

Таким чином, однією з актуальних проблем оцінки наслідків Чорнобильської катастрофи є адекватне визначення ефективних доз зовнішнього гамма-опромінення населення прямими методами та вивчення основних закономірностей їх формування у просторі та часі.

Не менш важливою проблемою є оцінка еквівалентних доз ВНУТРІШНЬОГО опромінення інкорпорованими в організм людини радіонуклідами, так як внесок внутрішнього опромінення у сумарній "чорнобильській" складовій еквівалентної дози може досягати 30 - 100 %. У зв'язку з цим особливе місце займає проблема оцінки доз за рахунок радіоізотопів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{134}\text{Cs}$ . Через те що інкорпорація радіонуклідів почалась з першого дня аварії, а період напів-розпаду та напів-счищення ґрунту та продуктів харчування від радіоцезію складає десятки років, то тривалий моніторинг внутрішнього опромінення населення безсумнівно є не менш актуальною задачею.

Дають внесок в сумарну дозу опромінення населення та персоналу і інші радіаційні аварії.

Однак ні на концептуальному, ні на практичному рівні до теперішнього часу не створено системи, яка би забезпечувала радіаційний контроль населення у масових масштабах, оперативний та довгостроковий, як у стаціонарних так і у польових умовах, з високою якістю вимірювань, яку б можна було б використовувати і при безаварійній експлуатації джерел іонізуючих випромінювань (ДІВ).

Відзначимо, що застосування системи дозиметрії не тільки при аваріях, але і при нормальній експлуатації ДІВ очевидно, тому що в обох режимах використовується один і той же апаратний парк, методичне, метрологічне та кадрове забезпечення. Різниця стосується перш за все об'ємів вимірювань, їх спрямованості та переваження будь-яких видів вимірювань у залежності від специфіки вирішуваних задач.

Рішення розглянутих проблем вбачається у створенні науково та економічно обґрунтованої єдиної Державної (міжвідомчої або надвідомчої) системи дозиметричного контролю населення, яка складається з регіональних

та об'єктових служб ІДК, що оптимально забезпечують оперативний та довгостроковий дозиметричний масовий контроль населення при високій вірогідності результатів вимірювань.

*Мета запланованого дослідження:*

Наукове обґрунтування, розробка та впровадження основи єдиної державної системи радіаційного моніторингу та дозиметричного забезпечення населення утягнутого в великомасштабну радіаційну аварію.

*Головні задачі:*

1. Узагальнення та аналіз стану проблеми моніторингу індивідуальних доз опромінення населення в державах з розвинутою атомною енергетикою та промисловістю, зокрема колишнього СРСР і України.

2. Еволюція системи радіаційного моніторингу на різних стадіях аварії на ЧАЕС.

3. Вивчення закономірностей формування доз зовнішнього та внутрішнього опромінення населення та розробка принципів, класифікацій та методів (концепцій) системи індивідуального дозиметричного контролю.

4. Наукове обґрунтування вимог до системи стандартизації, метрології методів та засобів ІДК, організація радіаційного контролю, збору, узагальнення та збереження інформації (в умовах аварії).

5. Оптимізація витрат на об'єм досліджень та апаратне забезпечення при впровадженні єдиної системи дозиметричного контролю на основі проведення аналізу "вартість-користь".

6. Розробка та впровадження апаратно-метрологічного та інформаційно-методичного комплексу забезпечення індивідуальної дозиметрії (прямими методами) населення при великомасштабних радіаційних аваріях як основи Державної єдиної системи індивідуального дозиметричного контролю (ДЕСІДК).

*Матеріали та методи досліджень.*

Експериментальні дослідження будуть проведені на населенні, яке проживає на радіаційно забруднених територіях України (Житомирська,

Київська, Рівненська та інші області та 30-км зона), об'єм вимірювань - до 250 тисяч.

*Методи:* дозиметричні, спектрометричні, математичні.

Очікувані результати:

*Наукова новизна запланованого дослідження:*

- багатомірний аналіз факторів, які визначають формування індивідуальних доз зовнішнього та внутрішнього опромінення населення при унікальності наслідків аварії на ЧАЕС (на масиві до 250 тис. вимірювань).

- науково-обґрунтовані концепції до створення єдиних систем забезпечення радіаційної дозиметрії населення при великомасштабних радіаційних аваріях.

*Практична значимість:*

- реалізація розроблених систем дозиметричного контролю населення дозволить при оптимальних економічних витратах у випадку великомасштабної радіаційної аварії забезпечити негайний масовий радіаційний моніторинг населення прямими методами, який дозволить мати вірогідну інформацію у терміни достатні для прийняття як оперативних, так і довгострокових заходів по захисту населення.

*Положення, що пропонуються для захисту:*

1. Концепція єдиної Державної системи радіаційного моніторингу населення при радіаційних аваріях та використанні джерел іонізуючого випромінювання.

2. Апаратурно-метрологічні та методичні рішення, які застосовуються у системі індивідуального радіаційного моніторингу населення на різних стадіях радіаційних аварій.

3. Основні результати отримані при проведенні великомасштабного радіаційного моніторингу населення після аварії на ЧАЕС.

### Форми впровадження:

- Створено та функціонує Єдина міжвідомча (АМН, МОЗ, Мінчорнобиль України) система індивідуального дозиметричного контролю по оцінці доз зовнішнього та внутрішнього опромінення населення прямими методами як ОСНОВА єдиної Державної системи ІДК.

- Запропановано конструкції та виготовлено лічильники випромінювання людини для масового скринінгу населення та проведення поглиблених досліджень, методичне та метрологічне забезпечення для них:

- Фантоми тіла людини (патент СРСР № 1808214 від 21.03.1991);

- Портативні ЛВЛ (рац. предл.);

- Мобільні пересувні радіаційно - дозиметричні лабораторії (2 автобуси, спільно з АНТК "АНТОНОВ");

- Комплекс експертного ЛВЛ з захисною камерою (спільно з НВП "УКРРАДІОМЕТР" та МІНЧОРНОБИЛЕМ УКРАЇНИ);

- Єдине методичне забезпечення проведення вимірювань на ЛВЛ будь-яких класів, обробки та збереження даних з пакетом прикладних програм для ПЕОМ (акт про впровадження).

- Результати досліджень застосовано при підготовці матеріалів для МАГАТЕ, Верховної Ради та Кабінету Міністрів України при вирішенні питань про відселення або введення комплексу профілактичних заходів, а також низки документів колишнього союзного та республіканського значення:

- Методичні рекомендації по визначенню доз опромінення робітників лісового господарства. Київ, 1990.

- Методичні вказівки по виконанню вимірювань цезію-137 і цезію-134 в органімі людини переносним енергоселективним лічильником. Москва, 1992.

- Методичні рекомендації по оцінці доз внутрішнього опромінення населення України за рахунок радіоцезію з використанням лічильників випромінювання людини. Київ, 1994.

- Методичні рекомендації по проведенню вимірювань з використанням лічильників випромінювання людини при дозиметричній паспортизації населених пунктів. Київ, 1995.

- Програма та методика метрологічної атестації лічильників випромінювання людини із сцинтиляційним детектором ЕАМ ШК 1555 00 01 ПМ.Київ,1995.

Дисертація виконана в межах виконання державної тематики:

- Програма С-27. Тема "Розробити та впровадити систему радіаційного моніторингу індивідуальних доз зовнішнього опромінення населення, що проживає в зонах з підвищеним рівнем радіаційної дії". № держ. реєстрації 01.09.00019842. Термін виконання 1987-1990 рр.

- Тема "Розробити та впровадити систему радіаційного моніторингу індивідуальних доз внутрішнього опромінення населення від довгоіснуючих радіонуклідів, що проживає у зонах з підвищеним рівнем радіаційної дії". № держ. реєстрації 01.09.00019841.

Термін виконання 1987-1990 рр.

- Тема "Обґрунтування та розробка системи верифікації закономірностей формування індивідуальних доз зовнішнього та внутрішнього опромінення груп населення територій, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС і внесені в клініко-епідеміологічний реєстр." Термін виконання 1991-92 рр. № держ.реєстрації 01.9.10 047740

- Тема " Удосконалення системи контролю прямими методами індивідуальних доз зовнішнього та внутрішнього опромінення населення України на пізньому етапі Чорнобильської катастрофи". Термін виконання 1993-95 рр.№ держ.реєстрації 0193uo32304.

Апробація роботи. Основні положення дисертації доповідались та обговорювались на республіканських та міжнародних конференціях у Києві (1989, 1990, 1992, 1993, 1994 рр.) та Чибі (Японія, 1994 р.).

Публікації. По темі дисертації опубліковано 31 роботу , отримано 2 авторських свідоцтва та 1 патент СРСР.

Структура та обсяг роботи. Дисертація представлена на 331 сторінках друкованого тексту та складається з вступу, аналітичного огляду літератури, шести розділів власних досліджень, висновків та переліку використаної літератури.

Текст проілюстрований 64 таблицями та 68 малюнками. Перелік використаної літератури включає 236 бібліографічних посилань, з яких 123 вітчизняних та 113 зарубіжних.

## ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

Проведений аналіз методів дозиметрії дозволив обґрунтувати та впровадити систему моніторингу доз зовнішнього  $\gamma$ -опромінення, яка дає можливість проводити масові дозиметричні обстеження населення, що постійно проживає на територіях жорсткого радіаційного контролю за умови соціально-виробничих відносин. Адекватність одержаної дозиметричної інформації базується на підставі ретельного дослідження технічних та дозиметричних характеристик обладнання, що використовується, та калібровки дозиметрів.

Показано, що найбільш прийнятним типом індивідуального дозиметра для масового моніторингу населення є ТЛД. Це підтверджується результатами ретельного всебічного дослідження їх експлуатаційних та дозиметричних характеристик, таких як стабільність показань та чутливість до випромінювання при багаторазовому циклі опромінення-зчитування ( $\pm 2.5\%$ ), лінійність показань у широкому діапазоні доз (розбіжність в діапазоні 0.4-4 мЗв не перевищує  $\pm 5\%$ ), збереження накопиченої інформації з часом (втрати накопиченої інформації не перевищують 5% на місяць), чутливість до енергії та кута падіння випромінювання (в діапазоні енергій 300-700 кеВ покази ТЛД практично не залежать від енергії ( $\pm 3\%$ ) та кута падіння ( $\pm 10\%$ ) випромінювання).

Надійність та адекватність вимірювань індивідуальних доз підтверджується також результатами незалежних порівнянь показів ТЛД з ведучими проблемними інститутами Росії (НДІ Радіаційної Гігієни (НДІРГ), м. Санкт-Петербург) та Японії (Національний Інститут Радіаційних Досліджень (НІРД), м. Чіба). Сюди ввійшло:

- порівняння показань ТЛД та різних типів радіометрів (результати співпали з точністю до  $\pm 30\%$  для радіометрів, детектором котрих був лічильник Гейгера-Мюллера, в перерахунку на експозиційну дозу);

- порівняння показань ТЛД різних типів при їх сумісній експозиції на місцевості (порівнювались ТЛД, які використовували ми, та ТЛД, які належали НІРД, розбіжність показів не перевищувала  $\pm 5\%$ );

- порівняння показань ТЛД різних типів при їх сумісній експозиції в антропоморфному гетерогенному фантомі (АГФ) тіла людини (використовувався АГФ RANDO; порівнювались покази ТЛД ALNOR (НЦРМ) та ТЛД ДТГ-04 (НДІРГ); узагальнене значення розбіжностей попарно експонованих детекторів не перевищило  $\pm 3\%$ ).

- зіставлення показань ТЛД та значень доз опромінення в полях зразкових джерел випромінювання різних енергій (розбіжність не перевищила  $\pm 8\%$ ).

Значна увага приділялась дослідженню співвідношень між дозиметричними величинами, що вимірюються (експозиційна доза), і показань ТЛД до ефективної дози для різних умов експозиції, що склалися після Чорнобильської аварії, а також для різних вікових категорій населення. Ці роботи виконувались за допомогою ряду АГФ тіла людини різних вікових категорій в реальних умовах Чорнобильського сліду.

Таблиця 1.

Відношення експозиційної дози (Р) та значень дози ТЛД (Д) до ефективної дози (ЕД) для осіб різного віку при експозиції на місцевості

Вік	Р/ЕД	Д/ЕД
Новонароджений	1.15	0.933
Дитина 1 року	1.28	0.947
Дитина 5 років	1.38	0.917
Підліток 15 років	1.56	1.112
Дорослий	1.55	1.042

Співвідношення експозиційної дози до ефективної та відповідність до неї показань ТЛД для різних вікових категорій населення приведено в таблиці 1, а опромінюваність деяких органів та відповідність показань ТЛД значенням ефективної дози для різних умов опромінювання - в таблиці 2.

Таблиця 2.

Відношення доз на деякі органи (Д<sub>орган</sub>) до ефективної дози (ЕД) для різних умов опромінення

Орган	Д <sub>орган</sub> /ЕД			За даними літератури
	У середині приміщення	у поле	Змішане γ-β поле	
Щитовидна залоза	1.181	0.973	0.92	0.99
Легені	1.110	1.057	1.02	1.01
Печінка	1.015	0.923	0.95	0.93
Селезінка	0.932	0.961	0.87	0.94
Шлунок	0.909	1.000	0.96	0.94
Нирки	1.041	0.993	0.96	0.93
Кишечник	0.892	0.886	0.95	0.89
Сечовий міхур	0.803	0.906	0.96	0.91
Гонади	0.875	1.12	1.10	1.04
Червоний кістковий мозок	1.009	0.982	0.94	0.93
Відношення ТЛД/ЕД	1.005	1.042	1.194	1.00

Результатом впровадження апаратурно-методичної підтримки моніторингу індивідуальних доз зовнішнього γ-опромінення стало одержання більш як 15 тисяч адекватних значень індивідуальних доз осіб, які постійно проживають на територіях жорсткого радіаційного контролю.

Аналіз одержаних результатів вимірювань дав можливість отримати наступні закономірності формування індивідуальних доз зовнішнього γ-опромінення:

- середні значення індивідуальних доз зовнішнього γ-опромінення мешканців населеного пункту лінійно залежать від рівня забруднення його території радіонуклідами (Рис. 1);

- абсолютні значення індивідуальних доз зовнішнього γ-опромінення знижуються з часом у відповідності з фізичним розпадом радіонуклідів та їх вертикальною міграцією у ґрунті;

- індивідуальні дози мешканців усіх населених пунктів розподілені за логарифмічно нормальним законом;

- основним фактором, який визначає значення індивідуальних доз зовнішнього  $\gamma$ -опромінення в межах населеного пункту, є професійна належність, точніше пов'язаний з цим режим поведінки (таблиця 3,4);

- нерівномірність радіоактивного забруднення території населеного пункту мало впливає на значення середньогрупових доз зовнішнього  $\gamma$ -опромінення, а лише збільшує дисперсію дозового розподілення.

Залежність середніх значень індивідуальних доз зовнішнього  $\gamma$ -опромінення від рівня забруднення території  $^{137}\text{Cs}$

Доза, сЗв·рік<sup>-1</sup>

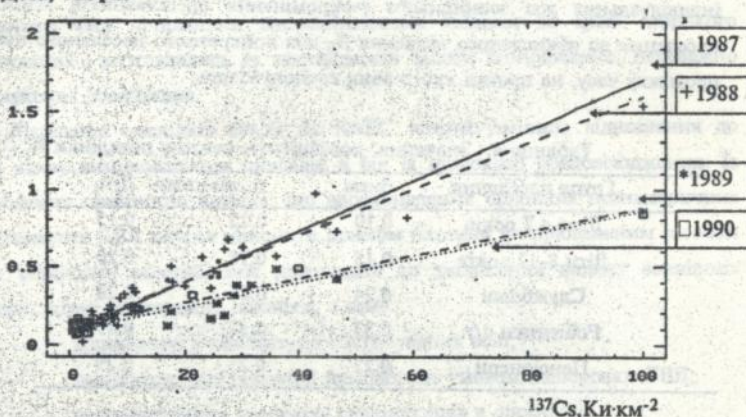


Рис. 1.

Одержані закономірності формування індивідуальних доз зовнішнього  $\gamma$ -опромінення населення склали основу метода розрахунку доз по групам населення при відсутності результатів прямих інструментальних вимірювань радіаційного забруднення навколишнього середовища.

Таблиця 3. Рівні опромінюваності представників різних професійних груп населення ( $D_{\text{ср.гр}}$  - середнє значення відношень індивідуальних доз представників конкретної професійної групи до середнього значення дози для усіх мешканців населеного пункту)

Група населення	К-ть результатів вимірювань	$D_{\text{ср.гр}}$	Стандартне відхилення
Діти до 7 років	265	0.50	0.57
Школярі	536	0.67	0.36
Службовці	820	0.93	0.60
Працівники с/г	1160	1.43	0.53
Пенсіонери	221	0.97	0.44

Експериментальні значення  $K_{\text{р.п.}}$  отримані шляхом відношення індивідуальних доз зовнішнього  $\gamma$ -опромінення представників різних груп населення до обчисленого значення  $D_0$  для конкретного населеного пункту та проміжку часу, на протязі якого вони експонувались.

Таблиця 4. Значення коефіцієнтів режиму поведінки  $K_{\text{р.п.}}$

Група населення	Зима	Весна-осінь	Літо
Діти $\leq 7$ років	0.10	0.12	0.15
Діти 8-17 років	0.15	0.18	0.20
Службовці	0.24	0.26	0.28
Робітники с/г	0.33	0.37	0.43
Пенсіонери	0.22	0.25	0.29

З аналізу літературних джерел, що характеризують радіаційну обстановку після аварії 1986 року на Чорнобильській АЕС, витікає, що в складній різноманітності видів радіаційного опромінення широких верств населення дози внутрішнього опромінення можуть складати від 50 до 100 % від сумарних і визначаються радіоізотопами  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{134}\text{Cs}$  - найбільш довгочасним, а з кінця 1986 - початку 1987 року і переважним для внутрішнього опромінення фактором.

Розглянуті основні методи моніторингу індивідуальних доз внутрішнього опромінення. Для оцінки доз найбільш доцільно застосовувати, так звані, прямі (інструментальні) методи дозиметрії інкорпорованих радіоізотопів з використанням різних типів ЛВЛ, що забезпечують мінімальну похибку порівняно з непрямими та розрахунковими і враховують індивідуальні антропоморфні особливості тіла людини.

Виходячи з проведеного аналізу можна виділити основні проблеми, вирішення яких дає змогу вдосконалити систему моніторингу внутрішнього опромінення - аналіз, вибір і розробка методів і засобів контролю, вивчення основних закономірностей формування доз внутрішнього опромінення для оцінки масштабів радіаційного контролю і його періодичності, а також створення механізму оцінки ефективності заходів, спрямованих на захист населення від впливу дозових навантажень внутрішнього опромінення. До недавнього часу лічильники випромінювання людини не мали широкого застосування і розглядались як нестандартні засоби вимірювання, переважно для наукових досліджень.

Ліквідація наслідків аварії на ЧАЕС істотно змінила відношення до цього класу вимірювальних приладів в бік їх широкого розповсюдження. Із розроблених принципів витікає, що вдосконалення основних дозиметричних характеристик ЛВЛ можна здійснити шляхом надання вимірювальним засобам таких технічних якостей, які призводять до зменшення впливу зовнішніх факторів, котрі викликають похибки, а саме:

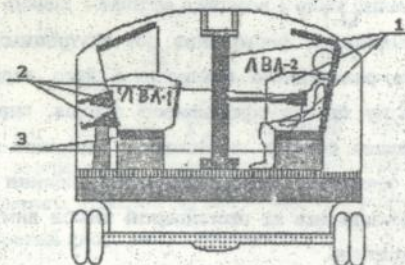
- відмінності в конституції обстежуваних осіб;
- невідповідність геометрії вимірювань умовам калібровки ЛВЛ;
- нерівномірність розподілу радіонуклідів в організмі;

Практичною реалізацією проведених досліджень є також розробка пересувних радіологічних лабораторій та експертного ЛВЛ з розробленим пакетом прикладних програм для персонального комп'ютера, що використовується як єдиний вимірювальний засіб для масового контролю внутрішнього опромінення населення. (таб.5,6,7, рис.2,3,4)

Таблиця 5. Характеристики ЛВЛ НЦРМ

Тип прибору	Потужність, чол/г	МДА, Бк ( $t=180$ с) по $^{137}\text{Cs}$	Розміри NaI(Tl)-детектора, мм	Аналізатор імпульсів
Positronika	30	100	140x210x70	ORTEC
Super-Gemini	40	280	75x75	ORTEC
ПРДЛ	50	160-185	75x75	SIMCAS
Портативний	30	600	75x75	NC-482

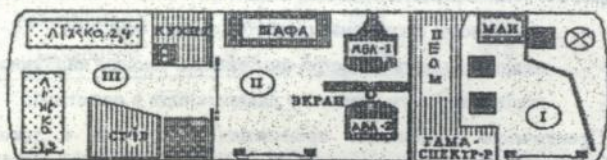
Компонування ПРДЛ у розрізі в площині ЛВЛ



1- екрани із свинця 2- детектори 3- вимірювальні крісла

Рис. 2

Компонування ПРДЛ у плані (в салоні автобуса ЛАЗ-42021).



I - відсік ПЕОМ і гама-спектрометра.

II - відсік ЛВЛ.

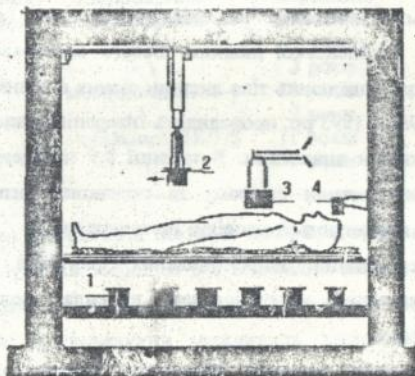
III - побутовий відсік.

Рис.3

Таблиця 6. Основні технічні параметри ПРДЛ НЦРМ

Маса свинцевого захисту, т	1.2
Запас ходу, км	500
Кратність послабл. захисту по Cs-137 першого крісла	5.0
---	другого крісла
---	4.0
МДА першого крісла по Cs-137, при $t=3$ хв, Бк	185
МДА другого крісла	160
МДА тиреоїдних детекторів по I-131, при $t=3$ хв, нКи	50
Кількість каналів аналізатора імпульсів	8192
Розміри детекторів NaI(Tl) : 3 головних детектора, мм	75x75
2 тиреоїдних, мм	50x50
Тип ПЕОМ	IBM
Пропускна здатність за 12 год, чол.	до 400
Час вимірювання двох чол. одночасно, хв	3 - 10
Екіпаж, чол.	4

## Експертний ЛВЛ НЦРМ



- 1- гама-детектори "линейка"      3- легочные фосвич-детекторы  
 2 - сканер с гама-детектором      4- бета-детекторы

Рис.4

Таблиця 7. Основні технічні параметри ЛВЛ НЦРМ з захисною камерою

Маса сталевого захисту, т	44,0
Габарити, м	2;4x2,2x2,0
Переріз квадратних брусів (товщина стіни), мм	200,0
Кратність послаблення захисту по Cs-137	106
Кратність послаблення захисту від 0 до 2,0 МэВ	160
Детектори:	
- "Лінійка" з 6 блоків - розрішення по Cs-137, %	9,5
МДА при t = 5 хв, Бк	19
"Сканер" сцинтил. детект. МДА при t = 5 хв, Бк	51
- Легеневі фосвічі, МДА, t = 25 хв, по Pu-239, Бк	300-1000
МДА для Am-241, при t = 25 хв, Бк	25-50
- Бета-випромінюван., МДА (E=2,25 Мев), t=25хв, Бк	400-600
Час вимірювання однієї людини, хв	5-30

Для виконання калібровок ЛВЛ створено фантоми тіла людини з насипним радіоактивним наповнювачем. Конструкція насипного фантома захищена авторським правом (1991 р.). Фантом зроблено з міцної тканинної оболонки, що заповнена висушеним насінням гороху з відомим вмістом радіонуклідів. Розміри оболонок відповідають середнім антропометричним даним стандартної європейської людини. Всього виготовлено шість зразків фантомів, що вперше моделюють тіло людини різних вікових груп.

На протязі 1988 - 1993 рр. проводились інтерспівставлення виготовлених фантомів з зарубіжними аналогами. В таблиці 8,9 наведені основні фізико-дозиметричні характеристики фантому та результати інтерспівставлення з фантомами, якими користуються провідні інститути світу.

Тривала експлуатація запропонованих фантомів тіла людини з насипним радіоактивним наповнювачем виявила високу ефективність використаного методу:

- фантом добре моделює форму тіла людини для різних вікових груп людей;
- фантом безпечний під час транспортування;
- співвідношення радіоізотопів цезію відповідає "чорнобильському";
- фантом придатний для калібровки лічильників випромінювання людини в різних геометріях;
- виробництво фантому не потребує суттєвих економічних затрат.

Таблиця 8. Основні фізико-дозиметричні характеристики фантома та результати інтерспівставлення з провідними інститутами світу (1 етап зіставлення)

	НЦРМ	MAGATE	ARC (Австрія)	JAERI (Японія)	NIRS (Японія)
Дата вимірювання	29.01.92	14.12.90	14.12.90	11.07.89	12.07.89
Концентрац. $^{137}\text{Cs}$ , Бк·кг <sup>-1</sup>	571	569	573	610	614
Концентрац. $^{134}\text{Cs}$ , Бк·кг <sup>-1</sup>	46	-	-	114	156
Співвіднош. $^{137}\text{Cs}$ та $^{134}\text{Cs}$	12.4	7.4	7.9	4.88	4.22
Похибка інтерспівств. (%)	-	-15	18	3	3

Таблиця 9. Відносні похибки вимірювань вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у фантомах (Японія), виконаних на 2 етапі зіставлення на ЛВЛ НЦРМ

Найменування організації	Тип ЛВЛ НЦРМ	Вік фантому	Δр %
NIRS (Японія)	стаціонарний	дорослий	+ 4
JAERI (Японія)	стаціонарний	дорослий	+ 10
- / -	- / -	11 років	- 9
- / -	- / -	3 роки	+ 2
- / -	мобільний ЛВЛ-1	11 років	- 4
- / -	- / -	3 роки	- 5
- / -	мобільний ЛВЛ-2	11 років	+ 1
- / -	- / -	3 роки	+ 4

Для оцінки методичних похибок вимірювань, визваних неоднорідністю розподілу радіонуклідів, перш за все необхідно вивчити динаміку розподілу радіонуклідів цезію, що одноразово перорально надійшли в організм людини.

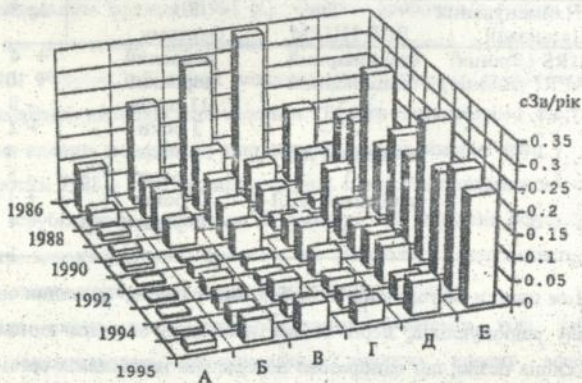
Результати підтверджують можливість застосування для калібровки фантомів з рівномірним розподілом радіоцезію в усьому об'ємі і це не призводить до суттєвих похибок вимірювань після 5 - 24 год:ін з моменту надходження радіоцезію в організм.

Разроблений комплекс вимірювальних засобів з методичним та метрологічним забезпеченням надав можливість за післягарійний період зробити понад 238 тис. вимірювань у 708 населених пунктах України.

ЛНБ ім. В. Стефаниши  
АН України

З метою забезпечення умов для повноцінного використання масивів дозиметричних даних, що накопичуються під час масових вимірювань рівнів внутрішнього опромінення населення, створено дозиметричний реєстр, що надає змогу за допомогою сучасних засобів електронно-обчислювальної техніки та відповідного програмного забезпечення накопичувати, зберігати, виконувати різноманітну обробку та забезпечувати ефективний доступ до дозиметричної інформації.

Динаміка середніх еквівалентних річних доз внутрішнього опромінення жителів контрольованих за радіаційним фактором районів України (для дорослого населення) 1986-1995 рр.



- |   |                     |   |                      |
|---|---------------------|---|----------------------|
| А | - Іванківський р-н; | Г | - 30-км зона ЧАЕС;   |
| Б | - Поліський р-н;    | Д | - Овруцький р-н;     |
| В | - Народицький р-н;  | Е | - Рокитнівський р-н. |

Рис.5

Це дало змогу виконати аналіз основних факторів, що мають вплив на формування індивідуальних доз внутрішнього опромінення населення.

Виходячи з різноманітності і відмінності рівнів значимості факторів, що впливають на процес формування доз, разом з іншими причинами, серед яких слід відзначити профілактичні заходи (ПЗ), спрямовані на зниження доз внутрішнього опромінення (контрзаходи), реальний розподіл чисельності населення за рівнями вмісту радіонуклідів в організмі носить випадковий характер і по своїй формі відповідає логарифмічно-нормальному закону розподілу, що підтверджується результатами численних досліджень.

Виконано аналіз динаміки (рис.5) рівнів внутрішнього опромінення населення, що проживає на територіях, прилеглих до 30-км зони відчуження ЧАЕС.

До 1991 р. період напівочищення організму складав 1.82 роки.

Як важливий фактор механізму формування доз опромінення населення, проаналізовано залежності рівнів внутрішнього опромінення від щільності радіоактивних випадінь на місцевості. В у всіх розглянутих випадках (в т.ч. і на зображеному на рис.6) результати свідчать про значну ступінь невизначеності

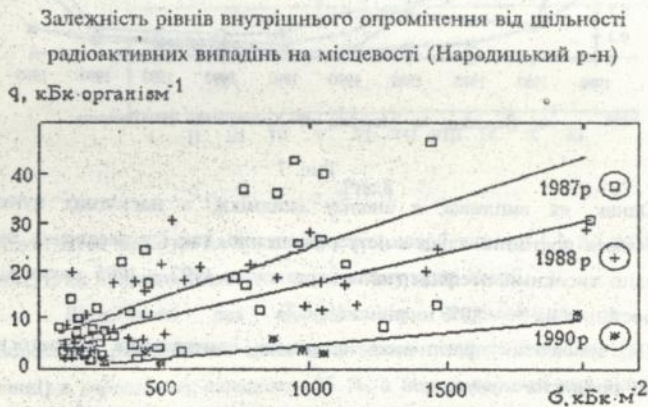


Рис.6

застосованих в аналізі параметрів, що пояснюється впливом на процес формування доз великої кількості різноманітних по природі, часто взаємозв'язаних факторів (коефіцієнти переходу радіоцезію з ґрунту в

роєлиниє, єєспрямоване обмеження споживання населенням продуктів харчування місцевого виробництва та ін.).

Це дозволяє зробити висновок про те, що утворення різноманітних імітаційних моделей для вірогідного прогнозування променевих навантажень населення на основі використання даних про радіаційні параметри навколишнього середовища, є дуже складною, а в багатьох випадках нерозв'язною задачею. Реальну картину формування доз можна одержати лише на основі широкого використання інструментальних методів дозиметрії з застосуванням лічильників випромінювання людини.

Динаміка рівнів внутрішнього опромінювання жителів деяких населених пунктів Народицького району (медіанні значення)

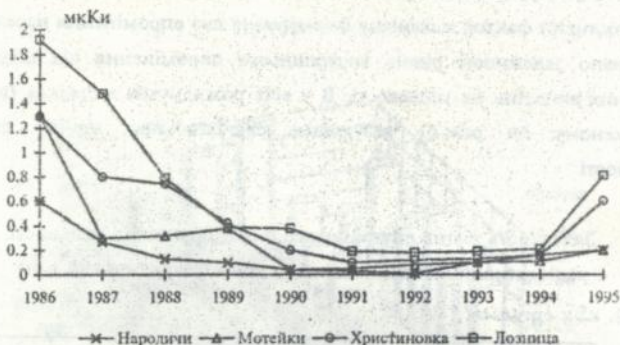


Рис. 7

Однак, як впливає з аналізу динаміки, в населених пунктах, де спостерігався постійний спад вмісту радіоцезію, так і у населених пунктах з аномально високими коефіцієнтами переходу, в 1992 - 1995 роках відмічено його зростання на 30 - 80% щорічно (рис.7).

Це зумовлено практичною згортокою контрзаходів і застосуванням місцевих продуктів харчування.

Відношення середніх значень до медіан, яке дорівнювало 2-4 у 1989 р. зросло у 1,5-3 рази у 1995 р., тобто зріст доз суттєво вище у невеликих груп населення. Це потрібно враховувати при плануванні контрзаходів.

Вміст радіоцезію у чоловіків у 1,1 - 1,6 разів вище у порівнянні з жінками відповідного віку і був максимальним у віці 15-35 років.

Сезонні коливання рівнів цезію виміряні у м. Києві (великі вибірки з мінімальними "заважаючими" чинниками у потоках харчових продуктів) на протязі останніх років доходять до 30% від середнього рівня, що слід урахувати при визначенні річних доз при одноразових вимірюваннях (рис.8).

Розрахунки свідчать про те, що значення середньорічних доз внутрішнього опромінення населення міста Києва в 40-60 разів нижчі допустимих і їх вклад в сумарну річну дозу не перевищує одного відсотку.

Сезонні коливання середніх рівнів вмісту радіоцезію у мешканців м.Київа в 1995 р.

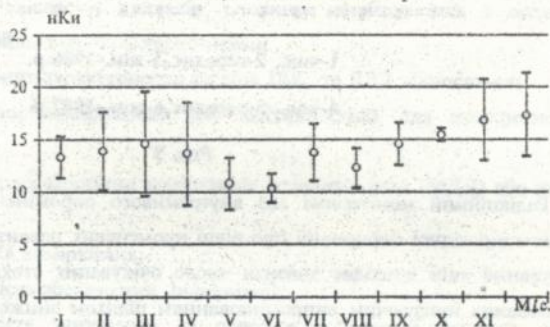


Рис.8

Дози дітей були на початковому етапі аварії вище у 1.1-5,5 разів, ніж у дорослих, і, як правило, нижчими на пізньому етапі аварії.

Відмінності доз внутрішнього опромінення за рахунок інкорпорованих радіоізотопів цезія в організмі дітей та дорослих (у останніх дози вищі) в середньому складають 25 %, а верхні границі цих відмінностей можуть досягати 80 %.

В межах дитячого контингенту максимальні рівні радіоцезію спостерігались у 12-15 річному віці (рис.9).

До критичних груп були віднесені діти та робітники сільського, та перш за все, лісового господарства.

Розподіл інкорпорованого радіоцезію у дітей  
Народицького району різних вікових груп у 1986 і 1987 рр.

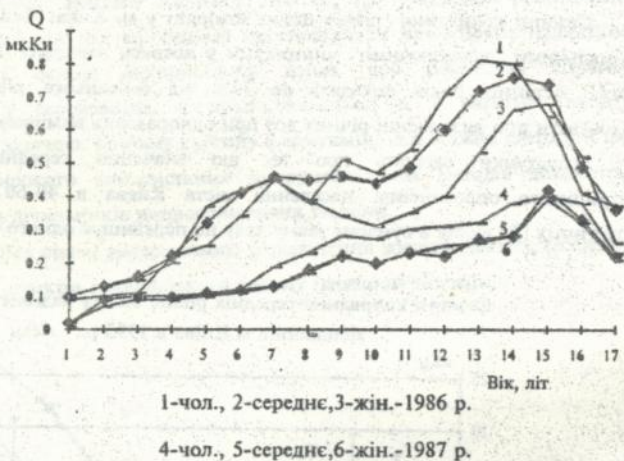


Рис. 9

Радіаційний моніторинг доз внутрішнього опромінення, по-перше, є джерелом вірогідної інформації про рівні променевої навантаженості населення, застосування якої дозволяє знизити число очікуваних стохастичних ефектів, індукційованих іонізуючим випромінюванням шляхом зниження реальних доз опромінення.

По-друге, радіаційний моніторинг населення і продуктів споживання використовується для прийняття рішень по вибору масштабів та видів заходів по зниженню доз внутрішнього опромінення.

Багатофакторний характер формування доз та досвід ліквідації наслідків Чорнобильської та інших радіаційних аварій дозволив розробити багаторівневі концепції системи інструментального ІДК населення.

Необхідність масових вимірювань радіоактивності у тілі людини внаслідок аварії на ЧАЕС дала змогу накопичити досвід використання ЛВЛ та ТЛД при вирішенні задач оперативного, поточного та спеціального контролю

з метою оцінки індивідуальних доз опромінення та виконання наукових програм.

Накопичений у Росії, Білорусії та в Україні досвід дозволив на теперішній час сформулювати концепцію розвитку та забезпечення дозиметричних вимірювань в межах регіону та держави. При цьому головний акцент зроблено на реальних вимогах до фізичних та технічних характеристик апаратурного парку, призначеного для масового та спеціального контролю населення в умовах важкої радіаційної аварії.

В основу концепції покладено 4 рівня вимог до параметрів ЛВЛ та 3 рівня - до параметрів ІД.

У зв'язку з багатоплановістю задач, різноманітністю засобів ІД та ЛВЛ, та одночасно з їх неуніверсальністю, питання про конкретний вибір типу або класу приладів повинне вирішуватись з оптимальним підбором за декількома характеристиками.

До основних характеристик засобів ІДК та ЛВЛ відносяться:

- діапазон вимірюваних доз (активностей) для конкретного виду випромінювання;
- мінімальна вірогідно вимірювана величина дози (МДД) або активності (МДА);
- похибка вимірювань;
- тривалість збереження інформації;
- швидкість зчитування та обробки інформації (ручний, автоматизований режим);
- вартість комплексів ІДК та ЛВЛ;
- вартість одного вимірювання;

Представлена структура передбачає ієрархію у вигляді піраміди, коли найбільш складне, багатокоштовне прецизійне обладнання - вершина піраміди, а одеративні, мобільні та портативні системи - більш чисельні, переходять в основу. Структура реалізована по вертикалі і функціонує на базі НЦРМ (рис.10).

Необхідними елементами структури є метрологічні засоби (поглинаючі та випромінюючі фантоми та калібровочні ДІВ), єдине методичне та інформаційне забезпечення, підготовка персоналу.

Структура багаторівневої концепції системи  
інструментального ІДК населення.



Рис. 10

Державна єдина система індивідуального дозиметричного контролю (ДЕСІДК) персоналу, пацієнтів та населення - міжвідомча структура (МІНЧОРНОБИЛЬ, АМН ТА МОЗ УКРАЇНИ) і є складовою частиною Державної системи радіаційного контролю.

ДЕСІДК функціонує у трьох наступних основних режимах:

1. При великомасштабних радіаційних аваріях
2. При інших радіаційних аваріях
3. У безаварійний період (режим нормальної експлуатації ДІВ)

Очевидно, що режими функціонування ДЕСІДК не можуть бути цілковито автономними, і органічно доповнюють один одного шляхом підключення

додаткових ланцюгів (за рахунок розвернення мобрезерву і т.ін.) до функціонуючої ДЕСІДК, яка постійно знаходиться у режимі роботи при безаварійній експлуатації ДІВ (рис. 11).

### Організаційна структура та функціонування ДЕСІДК

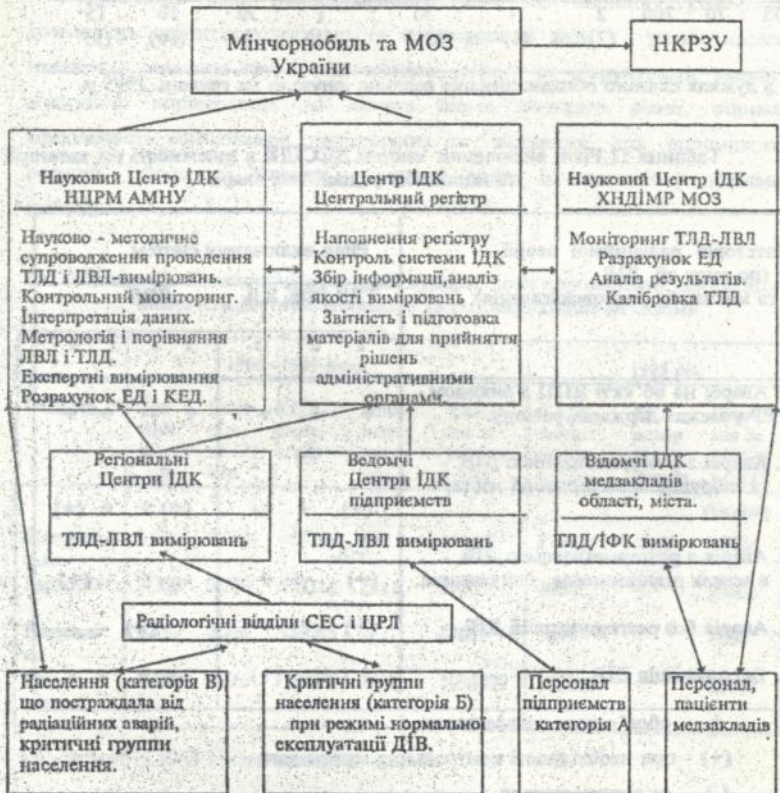


Рис.11

У таблиці 10 представлені рекомендації щодо кількості та типів обладнання, необхідного для функціонування системи.

Таблиця 10. Рекомендована кількість обладнання для ДЕСІДК

Контингент по категоріям, тис. чол.			Установки ТЛД			Установки ЛВЛ			
А	Б	В	Алпор:	Харшоу:	ДТУ-01 : КДТ-1	Експе-ртний	Опера-тивний	Мобі-льний	Порта-льний
35	70	700	2	1	30	1	30	10	15
		(2)	(1)	(21)	(1)	(42)	(10)	(5)*	

\* в дужках вказано обладнання, яке реально існувало на грудень 1995 р.

Таблиця 11. Рівні включення систем ДЕСІДК в залежності від категорії та масштабів радіаційної аварії

Категорія радіаційної аварії (по виду дії ДІВ та масштабу розповсюдження)	Рівні включення систем						
	ТЛД, ІФК, КД			ЛВЛ			
	1	2	3	1	2	3	4
1. Аварія на об'єкті ЯПЦ з викидом РР у межах держави, регіону.	+	+	+	+	+	+	+
2. Аварія з розгерметизацією ДІВ та забрудненням території міста, району.	(+)	+	-	(+)	+	+	(+)
3. Аварія з розгерметизацією ДІВ в межах підприємства, майданчика.	(+)	-	+	-	+	-	(+)
4. Аварія без розгерметизації ДІВ	(+)	+	-	-	(+)	-	-
5. Експлуатація ДІВ	-	+	(+)	-	+	-	-

+ - обов'язкове застосування

(+) - при необхідності контрольних вимірювань

(-) - не застосовується

Питання оптимізації створення ДЕСІДК виникає по-перше із-за неможливості повної її реалізації за короткий час з причин виробничо-економічного характеру та кадрового забезпечення та, по-друге, із-за

складності установити заздалегідь потрібний рівень, який завідомо забезпечить рішення всіх задач при моніторингу населення (таб.11).

Прикладом побудови основи ДЕСІДК є НЦІДК- повнорівнева система проведення масового моніторингу населення на базі відділу дозиметрії НЦРМ АМН України, яка функціонує з 1988 року.

Дані про рівні індивідуальних річних доз великих контингентів дозволяють оцінити колективні та середньорічні дози у різних категорій населення, виявити групи підвищеного ризику та обґрунтувати заходи по зниженню опромінення до якомога більш низького рівня, оцінювати ефективність контрзаходів, направлених на зниження доз опромінення з позицій концепції "користь - шкода", тобто їх економічну доцільність (таб.12).

Таблиця 12. Колективні ефективні сумарні дози опромінення населення визначені інструментальним та розрахунковим методами

Область	1986 -1995 роки					1995 рік		
	Зовні сЗв	Внутрішні сЗв	КЕД пасп. ч/сЗв	Населення тис. чол.*	Економія за період, ч/сЗв*	КЕД пасп. за рік ч/сЗв	КЕД вимір за рік. %пасп	Економія за 1995 р. ч/сЗв*
Житомирська	0,301	0,233	467784	876	233892	17515	50%-20%	11034
Київська	0,308	0,230	705318	1311	352659	40641	-	25603
Рівненська	0,281	0,210	134043	273	67022	7699	-	4850
Всі області	0,196	0,146	2188000	6400	1094000	127200	-	80138

(\*) - всього у 5944 населених пунктах

Результати проведених досліджень величин колективних доз населення при аварійному опроміненні техногенного походження дозволив підійти до оцінки ДЕСІДК з точки зору концепції "користь-шкода".

Відомо про існування стихійно реалізуємої тенденції встановлення економічно припустимої рівноваги між користю и витратами для різного виду

діяльності. Це відбувається шляхом проб, помилок та їх послідуочого виправлення.

Таблиця 13. Структура витрат при наявності та відсутності ДЕСІДК

Колективна доза	Витрати дозові, тис.чол.сЗв	Вартість, тис.доларів (25 дол. за 1 сЗв)
КЕД (паспортна 1995 р.)	127,2	3180
Н1(виміряна 1995 р.	47,1	1177
Нек1 (економія дози)	80,1	2003
Н10 (реальна )	1094	27350
Нек10(економія дози за 10 років)	1094	27350
Н2 (КЕД інших аварій)	0,2	5

Саме так складаються справи з системами забезпечення радіаційного контролю населення, необхідність існування яких априорі вважалося необхідним. Однак, шкода від їх відсутності, пов'язана з можливим переопроміненням або, навпаки, необгрунтованим з точки зору величинами доз, введенням багатовартосних контрзаходів, не оцінювалась (таб.13). Результат наших досліджень дозволить намітити подальші напрямки розробки та оптимізації ДЕСІДК. При цьому неточність оцінки є припустимою з причин надзвичайно низьких величин ризику при існуючих рівнях опромінення та надто невизначеній залежності "доза-ефект" в межах цих доз.

Чиста користь-В визначається як різниця між "загальною користю"-V та сумою трьох компонентів:

основної вартості виробництва-Р,  
вартості досягнення встановленого рівня безпеки-Х,  
вартості шкоди-У, пов'язаного з опроміненням населення.

$$B = V - (P + X + Y)$$

при впровадженні ДЕСІДК:

$$B = (P + X + Y) - (P + P_r + X_r + Y_r)$$

де: Y = 3,180 млн.доларів,

Y<sub>r</sub> = 1,177+0,005=1,182 млн.доларів.

Якщо прийняти зниження витрат на переселення та виплату компенсацій при наявності вірогідної дозиметричної інформації в 2 рази, то чиста користь-В складатиме:

$$B = (130+1,5+3,2)-(65+1,9+1,2)=66,6 \text{ млн.доларів в рік.}$$

Якщо припустити, що наявність ДЕСІДК не знизить  $X = 130$  млн.доларів в рік, то вартість її співвідноситься:

Вартість ДЕСІДК-11,4 % від затрат на компенсацію паспортної дози за 1995р.

або - 18,2 % від економії дози за 1995р.,

- 31 % від затрат для вимірної дози за 1995 р.

- 0,3 % від усіх затрат на компенсації і переселення.

Звичайно, що у гіршому випадку, ДЕСІДК коштує 0,3 %, тоді як користь від неї може давати ефект 50-80 % від суми усіх затрат (67-100 млн.доларів на рік на прикладі 1995 р.)

При вартості ДЕСІДК 376 тис.доларів це складатиме 0,4-0,6 % від економії, тобто рентабельність 170-250 разів.

## ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблено науково обгрунтовану концепцію багаторівневого забезпечення масового індивідуального дозиметричного контролю населення України в умовах великих радіаційних аварій.

2. На основі концепції створена і функціонує базова структура єдиної Державної (міжвідомчої або надвідомчої) системи дозиметричного контролю, яка включає апаратурно-метрологічний і інформаційно-методичний комплекс, що забезпечує своєчасний і у потрібному об'ємі радіаційний моніторинг населення при аваріях з ДІВ.

3. Упровадження і використання системи ІДК дає можливість робити науково-обгрунтований прогноз доз опромінення мешканців забруднених територій України, контролювати неперевищення границь допустимих річних і довічних доз, проводити щорічну дозиметричну паспортизацію населених пунктів.

4. Проведено аналіз співвідношення "користь-школа" від впровадження ДЕСІДК і показано, що вартість системи не перевищує 0,3 %, але користь від впровадження може досягати 50-80 % від суми витрат на ліквідацію наслідків аварій.

5. Науково обгрунтовано і реалізовано у вигляді нових технологічних і технічних рішень унікальний багатофункціональний ЛВЛ для проведення складних наукових досліджень і експертних вимірювань представників критичних груп населення. Кратність ослаблення гама-фону захисною камерою не менш за 100, МДА за цезієм-137 складає 19 Бк. Це дозволяє вимірювати вміст в організмі людини ізотопів америцію, стронцію, трансуранових елементів.

6. Запропоновано і виготовлено оригінальну конструкцію сімейства фантомів людини (патент 1991 р.), високі експлуатаційні і метрологічні якості котрих дозволили уніфікувати атестацію мережі ЛВЛ України з похибкою не вище 8%.

7. Науково обгрунтовано і реалізовано конструкцію багатофункціональної пересувної радіаційно-дозиметричної лабораторії з високочутливим (МДА ЛВЛ за цезієм-137 складає 160 Бк) обладнанням, яка дозволяє

проводити комплексні дозиметричні масові обстеження населення за місцем проживання з пропускнуою здатністю до 400 людей на день.

8.Проведений багатовимірний аналіз доз зовнішнього та внутрішнього опромінення населення при унікальності наслідків аварії на ЧАЕС (на масиві до 250 тис. вимірювань), дозволив вивчити закономірності їх формування від радіаційного, професійного, статево-вікового, соціально-економічного, профілактичного та інших факторів. Вибіркове обстеження мешканців населених пунктів України дозволило, з одного боку, з високою достовірністю оцінити колективні дози, з другого - спрямувати основні зусилля на уточнення цих доз у регіонах, де вони перевищують установлені межі.

Отримані дані про колективні та індивідуальні дози дозволяють приймати оперативні і довгочасні заходи до зниженню збитків здоров'ю населення та зниження ризику віддалених наслідків до мінімуму.

#### ПУБЛІКАЦІЇ, В ЯКИХ ВИКЛАДЕНО ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.O.Perevoznikov, L.Likhtarev, L.Litvinets, G.Jakovleva.

/Experience, Problems and Results of Mass Implementation of Whole-Body Counters at Post Chernobyl Period. // Proceeding of the International Work shop at Chiba, January 18-20, Japan, 1994-P.129-139.

2.Перевозников О.Н. Дозы внутреннего облучения населения Чернобыльская катастрофа. Монография. Киев, Наукова думка, 1995 г.- С. 403-406.

3.Ilya A.Likhtarev, Lionella N.Kovgan, Sergei E.Vavilov, Robert E.Gluvchinsky, Oleg N.Perevoznikov, Leonid N.Litvinets, Lynn R.Anspaugh, James R.Kercher, Andre Bouville./ 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 Physiks.The Radiation Protection Journal.March 1996.Volume 70.Number 3. p. 297-317

4. И.А.Лихтарев., Д.В.Новак., О.Н. Перевозников. Профилактика внешнего облучения. Чернобыльская катастрофа. Монография. Киев, Наукова думка, 1995 г. -С. 540-541

5. Дозы облучения./ О.Н. Перевозников, В.М. Терещенко, Д.В. Новак и др. // Медицинские последствия аварии на Чернобыльской атомной станции.- К.: ВНИЦРМ АМН СССР, 1991. - Разд. 2. - С. 69-91.

6. Мониторинг индивидуальных доз населения. /О.Н. Перевозников, Л.А. Литвинец, Д.В. Новак и др. //Проблемы радиационной медицины. -К.: "Здоровья", 1992. Выпуск 4. -С. 24-32.

7. Likhtariov I., Kovgan L., Bobiliova O., Los' I., Gulko G., Repin V., Perevoznikov O., Tsigankov N., Vavilov S., Kalchenko E., Gluvchinsky R., Novak D., Berkovskiy V., Chumak V., Kayro I., Phedosenko G., Komarikov I., Litvinetz L. Main Problems in Post-Chernobyl Dosimetry // International Workshop "Assessment of the Health and Environmental Impact from Radiation Doses due to Released Radionuclides", Chiba, 18-20 Jan, 1994. - Chiba: NIRS, 1994. -p. 27-51.

8. Лихтарев И.А., Перевозников О.Н., Литвинец Л.А. Опыт использования счетчиков всего тела для измерения содержания радиоцезия у населения после аварии на ЧАЭС // Авария на Чернобыльской АЭС. Информац.бюллетень., Вып.2, том 1, УНЦРМ МЗ и АН Украины, Киев, 1992, -С. 219-224.

9. Новак Д.В., Перевозников О.Н. Оценка индивидуальных эффективных доз внешнего облучения различных групп населения и персонала от радиоактивного следа на местности // Тезисы докладов науч.-практ. конф. "Чернобыль и здоровье людей" 20-22 апр. 1993 г., Киев, Часть II, - К.:, 1993. - С. 224.

10. T. Maruyama, L. Lihktarev, O. Perevoznikov, D. Nowak // Retrospective dose de termination for Epidenfo Radioisotopes in iogical Study in Chernoby, part i Annual / Meeting onthe Physical Sciences and Industries, NIRS, Japan, 1991, p.105-118.

11. Соболев Б.Г., Перевозников О.Н. Обработка результатов измерений инкорпорированных радионуклидов, как проблема левого цензурирования

// Чернобыль и здоровье людей / Тезисы докладов научно-практич. конференц. 20-22 апреля 1993, часть 2, -С. 234, Киев.

12. Перевозников О.Н., Комариков И.Ю., Литвинец Л.А., Количественная оценка эффективности профилактических мероприятий по снижению доз внутреннего облучения // Проблемы радиационной эпидемиологии медицинских последствий аварии на ЧАЭС / Материалы научной конференции с международным участием 19-20.10.1993г., Киев -С. 227-233.

13. Уровни облучения работников лесного хозяйства в зоне аварии на ЧАЭС. Ф.А.Тихомиров, В.П.Сидоров, О.Н.Перевозников и др. / Медицинская радиология и радиационная безопасность, 1995, N2, том 40, -С.37-41.

14. Аппаратурно - методическое обеспечение измерения инкорпорированных радионуклидов на позднем этапе аварии на ЧАЭС. Перевозников О.Н., Литвинец Л.А., Яковлева Г.Н., Василенко В.В. // Актуальные вопросы ретроспективной и прогнозной дозиметрии облучения в результате Чернобыльской аварии: Докл. междунар. научн. конф., 21-29.10. 92 г. -Киев, 1993, -С.22-25.

15. Терещенко В.М., Перевозников О.Н., Литвинец Л.А., Новак Д.В. Влияние половозрастных и профессиональных особенностей на формирование среднегодовых доз внешнего и внутреннего гамма-облучения населения некоторых районов УССР // Тез. докл. 2 Киевской Междунар. науч.-практ. конф. изобретателей, Киев, 8-10 окт. 1990 г. - К., 1990. - С. 135-137.

16. Радиационная безопасность при использовании радиоизотопных приборов. Либерман А.Н., Бронштейн И.Э., Перевозников О.Н. и др. / Гигиена и санитария, 1983, N 10, - С.22-25.

17. Перевозников О.Н., Бронштейн И.Э. Анализ индивидуальных и коллективных доз облучения работающих при использовании РИП / Сб.: Радиационная гигиена. Л., ЛНИИРГ - 1982, вып.11, -С.90-93

18. Новые данные о дозах профессионального облучения в народном хозяйстве. Балонов М.И. Бронштейн И.Э. Брук Г.Я. Перевозников О.Н. Шалак Н.И. / Сб.: Радиационная гигиена. Л., ЛНИИРГ, 1983, вып.12, -С.122-139.

19. Анализ соотношения "польза-вред" при использовании РИП технологического контроля. Бронштейн И.Э. Первозников О.Н. Либерман А.Н./ Сб.: Радиационная гигиена. Л., ЛНИИРГ, 1984, вып. 13, -С.125-135

20. Дозы облучения работающих при использовании радиоизотопных приборов в промышленности. Бронштейн И.Э. Польский О.Г. Первозников О.Н. Либерман А.Н. /Препринт ЦНИП атоминформ-84. М.: ЦНИИ атом-информ, 1984.-20 с.

21. Первозников О.Н. Блок источника для радиоизотопного прибора А.С. N1094498 от 22.01.84

22. Первозников О.Н. Радиоизотопный релейный прибор А.С. N1176699 от 01.05.85

23. Фантом человека. ПАТЕНТ N1808214 от 21.03.1991г. Лихтарев И.А. Пархоменко В.И. Репин В.С. Лихтарева Т.М. Литвинец Л.А. Первозников О.Н.

#### АННОТАЦИЯ

Первозников О. Н. СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ДОЗИМЕТРИИ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КРУПНОЙ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ (на примере Чернобыльской катастрофы)

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.26.05 - инженерная экология, Национальный Технический Университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, 1996.

Защищается 23 научных работы, которые содержат теоретическую разработку и практическую реализацию аппаратурно-метрологического и методического обеспечения прямыми методами массового мониторинга индивидуальных доз облучения населения, проживающего в условиях радиоактивного загрязнения местности, на основании которых создана функционирующая единая система индивидуального дозиметрического контроля населения в условиях крупных радиационных аварий.

Разработаны конструкции и созданы СИЧ экспертного, мобильного, портативного исполнения для массового оперативного контроля населения и фантомы тела человека для их калибровки.

На основе применения разработанных методов и средств получены результаты дозиметрических измерений, анализ которых позволил выявить основные закономерности формирования доз облучения населения. Осуществлено внедрение предложенных конструкций, методик и результатов в практику.

Ключевые слова:

авария на ЧАЭС, дозиметрия, ТЛД, СИЧ, радиационный мониторинг.

#### ANNOTATION

Perevoznikov O.N. SYSTEM OF PROVISION OF INSTRUMENTAL INDIVIDUAL DOSIMETRY FOR POPULATION UNDER CONDITION OF MAJOR RADIATION ACCIDENT (at example of the Chernobyl Catastrophe).

Thesis for seeking of scientific degree of Doctor of Technical Sciences on speciality 05.26.05 - engineering ecology, National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnical Institute", Kiev, 1996.

23 scientific works are represented which contain theoretical development and practical implementation of equipment and metrological and methodological support by direct methods of mass monitoring of individual doses of population residing under condition of terrain radioactive contamination. Based on it a single system of individual dosimetric control of population under condition of major radiation accident has been established.

Designs has been developed and WBCs of expert, mobile and portable version for mass operative control of population have been developed. For their calibration phantoms of human body have been developed.

Based on implemenattion of methods and means developed results of dosimetric measurements have been obtained. Their analysis allowed to reveal basic regularities of population irradiation doses formation.

Practical implementation of designs, methodologies and results suggested has been done.

Keywords: авария на ЧАЭС, дозиметрия, ТЛД, СИЧ, радиационный мониторинг.



---

16.04.96. КОС. Зак. 271-100

AB 34.485

**AB 34.485**