

ІНСТИТУТ МЕДИЦИНИ ПРАЦІ АМН УКРАЇНИ

На правах рукопису

Релін Віктор Степанович

РАДІАЦІЙНО-ГІГІЄНИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ ТА ДОЗ
ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ 30-км ЗОНИ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА
ЧАЕС

(Проблеми реконструкції, оцінка ризиків)

Спеціальність - 14.02.02 (гігієна)

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття вченого ступеня
доктора біологічних наук

Київ - 1996

76 33 246

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Науковому центрі радіаційної медицини
АМН України

Наукові консультанти:

доктор фізико-математичних наук, професор І.А. Ліхтарьов
доктор медичних наук, член-кореспондент АМН А.Ю. Романенко

Офіційні опоненти:

доктор біологічних наук, професор
доктор медичних наук, професор
доктор біологічних наук

М.А. Пилінська,
Д.С. Мечов,
Ю.А. Кутлахмедов

Провідна установа - Український науковий гігієнічний центр МОЗ

України, м.Київ
Захист відбудеться "24" вересня 1996 р. о 14:00 на
засіданні спеціалізованої ради Д 14.02.02 в Інституті медицини
праці АМН України за адресою: 252093, м.Київ-93,
вул.Сакаганського, 75

С дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституті
медицини праці

Автореферат розісланий "24" липня 1996 р.

Відгуки на автореферат у двох примірниках за підписом,
затвердженим печаткою, прохання надсилати за адресою: 252093,
м.Київ-93, вул.Сакаганського, 75, Інституті медицини праці АМН
України

Вчений секретар
спеціалізованої ради,
кандидат медичних наук

Г.І. Ковальова

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00739448 (Z)



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Одним із найважчих наслідків аварії на Чорнобильській АЕС стала евакуація населення з 30-кілометрової зони. Рішення про відселення жителів приймалось у процесі розвитку та погіршення радіаційного стану і в ситуації, коли не лише прогнозу очікуваної дози, але навіть оцінка вже одержаної (реалізованої) дози були досить складними завданнями. Труднощі щодо прийняття такого рішення зумовлені, головним чином, серйозністю масштабів аварії і виключною складністю конфігурації та структури джерел і полів випромінювання. Природно, що для прийняття рішення про евакуацію необхідно було володіти інформацією, принаймні, про динаміку доз зовнішнього опромінення чи доз опромінення щитовидної залози з тим, щоб, порівнюючи їх з існуючими на той період критеріями, забезпечити своєчасний захист населення від переопромінення.

Викид радіоактивності із зруйнованого реактора відбувався у формі радіоактивних аерозолів і паливних часток, у газоподібній формі та у формі часток конденсаційного походження з великою кількістю радіонуклідів, що утворилися в процесі роботи реактора. Безумовну небезпеку серед інших нуклідів становили довго- і короткоживучі ізотопи йоду, що вносили основний внесок у дозу опромінення щитовидної залози. Повітряне поширення радіонуклідів призводило до неминучого їх надходження в органи дихання. Опромінення легень при цьому відбувалося додатковою специфікою, зумовленою наявністю у викиді великої кількості так званих гарячих часток. Відкладення радіонуклідів в органах дихання супроводжувалося неминучим при цьому опроміненням шлунково-кишкового тракту, особливо нижнього відділу товстого кишечника. Не можна нехтувати і тим, що наявність великої кількості бета-випромінювачів створювала, на доповнення до гамма-випромінювання, дозу на відкриті ділянки шкіри та кришталік ока. 3

шого виходить, що картина опромінення була дуже складною і, поряд із загальним рівномірним опроміненням усього тіла, ряд органів і систем організму зазнавав додаткового дозового навантаження.

Таким чином, завдання встановлення індивідуальних доз актуальне як у плані вивчення закономірностей формування доз у населення ближньої зони, так і в плані дозиметричної підтримки досліджень у межах Регістру.

Особливість чорнобильської аварії полягає в тому, що до неї виявились залученими діти. Формування доз зовнішнього і внутрішнього опромінення у цієї категорії осіб відрізняється від таких для дорослих не лише в силу особливостей режиму поведінки, але й у зв'язку з особливостями метаболізму, іншими антропометричними показниками, більшою радіочутливістю органів і систем, більш тривалим періодом майбутнього життя і т. п. Ці обставини підкреслюють важливість і необхідність розвитку робіт і досліджень у напрямку розробки методів оцінки та корекції доз у осіб дитячого віку.

Таким чином, актуальність цієї роботи визначається:

- великою кількістю населення, яке зазнало опромінення в 30-кілометровій зоні ЧАЕС;
- шириною діапазону доз опромінення, істотною його неоднорідністю і великими значеннями потужностей доз, а також поєднаним впливом декількох факторів опромінення;
- включенням жителів, евакуйованих із зони, до державного Регістру осіб, які постраждали внаслідок чорнобильської аварії, у межах якого передбачено тривале медичне спостереження за станом їх здоров'я;
- безпрецедентністю аварії та необхідністю відновлення істинної картини опромінення населення 30-кілометрової зони;
- залученням до аварії дітей, які становлять приблизно 25 % опроміненого населення;

- відсутністю даних масового вимірювання індивідуальних доз у переважної кількості жителів зони.

Метою цієї роботи є:

Ретроспективна оцінка індивідуальних та колективних доз, а також аналіз радіаційно-гігієнічної значимості факторів зовнішнього і внутрішнього опромінення населення, евакуйованого із 30-кілометрової зони після аварії на ЧАЕС.

Завдання. Для досягнення поставленої мети у роботі було сформульовано ряд завдань, послідовне вирішення яких склало суть цієї роботи.

1. Вивчення особливостей формування радіаційного стану в 30-кілометровій зоні ЧАЕС (за даними літератури).

2. Розробка та обґрунтування системи і методичної основи ретроспективного відновлення індивідуальних та середніх доз у жителів, евакуйованих із 30-кілометрової зони.

3. Розробка методу та оцінка індивідуальних і колективних доз зовнішнього опромінення та дослідження закономірностей їх формування

4. Оцінка рівнів опромінення щитовидної залози за рахунок ізотопів йоду та їх попередників.

5. Розробка методичної основи та оцінка доз внутрішнього опромінення від інгальованих радіонуклідів.

6. Дослідження та оцінка радіобіологічної значимості гарячих часток в інгаляційному надходженні радіонуклідів.

7. Ретроспективна оцінка доз бета-опромінення шкіри та кришталика ока.

8. Порівняльна оцінка рівнів і діапазонів доз опромінення та визначення радіаційно-гігієнічного значення факторів зовнішнього та внутрішнього опромінення.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

- вперше на основі єдиних методологічних та методичних підходів відновлено картину опромінення населення, евакуйованого із 30-кілометрової зони;

- розроблено та реалізовано систему розрахунку доз внутрішнього опромінення на основі моделей з віко- залежними параметрами;

- встановлено ряд нових закономірностей зв'язку між дозами зовнішнього та внутрішнього опромінення;

- вперше виконано повний порівняльний аналіз доз опромінення населення 30-кілометрової зони;

- вперше експериментально обґрунтовано оцінку ризику від гарячих часток чорнобильського походження;

- вперше здійснено найбільш повну радіаційно-гігієнічну оцінку наслідків опромінення від суми всіх факторів формування доз.

На захист виносяться:

1. Система методологічних та методичних підходів до ретроспективного відновлення доз зовнішнього і внутрішнього опромінення населення 30-кілометрової зони

2. Узагальнена оцінка рівнів та співвідношень доз зовнішнього і внутрішнього опромінення.

3. Моделі та кількісні співвідношення параметрів радіаційного стану, що використовуються при оцінці доз внутрішнього опромінення.

4. Результати радіаційно-гігієнічної оцінки значення факторів опромінення.

Практичне значення роботи виначається тим, що на основі виконаних досліджень розроблені:

- методичні рекомендації щодо ретроспективної оцінки доз зовнішнього опромінення жителів 30-км зони;

- методичні рекомендації щодо ретроспективної оцінки доз внутрішнього опромінення за рахунок інгаляційного надходження радіонуклідів на основі вимірювань з допомогою ЛВЛ;

- методичні рекомендації щодо оцінки доз опромінення щитовидної залози персоналу ЧАЕС.

Комп'ютерна реалізація системи розрахунку доз внутрішнього опромінення прийнята МКРЗ як одна із робочих версій для наступного удосконалення і розвитку дозиметрії внутрішнього опромінення.

Результати роботи увійшли до 2 документів МАГАТЕ по експресним методам вимірювання радіоцезію в тілі та непрямим методам оцінки вмісту радіонуклідів в організмі.

Огляд досліджень по оцінці небезпеки гарячих часток прийнятий як інформаційний документ МАГАТЕ та 2-го комітету МКРЗ.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на :

1. Науковій конференції "Медичні аспекти аварії на Чорнобильській атомній електростанції" (Київ, 1988).

2. Науковій конференції "Актуальні питання ретроспективної поточної та прогностичної дозиметрії опромінення в результаті Чорнобильської аварії" (Київ, 1992):

3. Республіканській конференції "Проблеми вивчення впливу наслідків ядерних досліджень на Семіпалатинському полігоні" (Павлодар, Казахстан, 1993).

4. Всесоюзній нараді "Актуальні питання дозиметрії внутрішнього опромінення" (Москва, 1989).

5. Міжнародному симпозиумі "Забруднення навколишнього середовища після великої ядерної аварії" (Відень, 1990).

6. Всесоюзній конференції "Радіаційні аспекти Чорнобильської аварії" (Обнінськ, 1988).

7. Міжнародній нараді "Оцінка здоров'я і вплив факторів навколишнього середовища на дози від радіонуклідів, що випали" (Чіба, Японія, 1994).

8. Семінарі МАГАТЕ "Проблеми гарячих часток, викинутих у навколишнє середовище після аварії на ЧАЕС" (Софія, 1994).

Публікація результатів дослідження. Основні результати роботи викладені у 40 наукових працях, включаючи 12 міжнародних публікацій.

Структура роботи. Дисертація складається із вступу, огляду літератури, семи глав власних досліджень, висновків та списку цитованої літератури. Дисертація викладена на 289 сторінках машинописного тексту і містить 43 таблиці та 99 ілюстрацій. Список використаних джерел включає 219 найменувань, у тому числі 121 закордонних.

ЗМ ІСТ РОБОТИ

Населення 30-кілометрової зони, яке першим прийняло на себе удар чорнобильської аварії, зазнало опромінення з боку багатьох факторів та джерел опромінення.

Джерела опромінення жителів зони за період від початку аварії до моменту евакуації можуть бути кваліфіковані як зміни у часі та просторі змішані поля гамма- та бета-опромінення, що формуються в процесі поширення та осідання радіоактивності у формі полідисперсних аерозолів моно- і поліуклідного складу.

Кожному джерелу та виду опромінення можна приписати сукупність органів чи тканин, на які це опромінення насамперед було спрямоване. Мішенями опромінення були при цьому все тіло, окремі органи або навіть обмежений обсяг тканин. До найбільш опромінених органів можуть бути віднесені щитовидна залоза (ЩЗ), легені, нижній відділ товстого кишечника (НТК), відкриті ділянки шкіри та кришталік ока. Кожен із зазначених органів зазнав подвійного променевого навантаження: з боку загального гамма-опромінення тіла та всіх його органів і з боку специфічних видів опромінення, вибірково діючих лише на певний орган.

Попередній аналіз радіаційної ситуації та джерел інформації про дози опромінення засвідчив, що відновлення повної картини опромінення можливе лише на основі методів ретроспективної дозиметрії, при цьому в літературі практично відсутні підходи, розроблені для аналізу таких складних ситуацій.

У процесі розробки методичної схеми реконструкції доз показано, що найбільш коректна їх оцінка можлива на основі системного підходу, який ґрунтується на певних принципах, базовій інформації та на відповідних методах.

У роботі сформульовані і покладені в основу реконструкції доз такі принципи:

- поділ території на зони, в межах яких можна знехтувати фактором нерівномірності;

- виділення однорідних за опроміненням груп населення;
- узагальнення інформації у вигляді закономірностей;
- перенесення закономірностей з малих виборок на великі;
- взаємообумовленість параметрів радіаційного стану;
- використання альтернативних підходів до реконструкції доз;
- гарантія достовірності.

Методична схема реконструкції доз наведена на рисунку 1.

Інформаційну основу реконструкції склали базові та допоміжні джерела інформації. До базових віднесені дані про динаміку потужності експозиційної дози (ПЕД) у населених пунктах 30-км зони, результати прямих вимірювань ШЗ та результати масового анкетного опитування жителів про маршрути переміщення і режими поведінки, а також результати окремих вибірових досліджень вмісту радіонуклідів у тілі окремих жителів після евакуації.

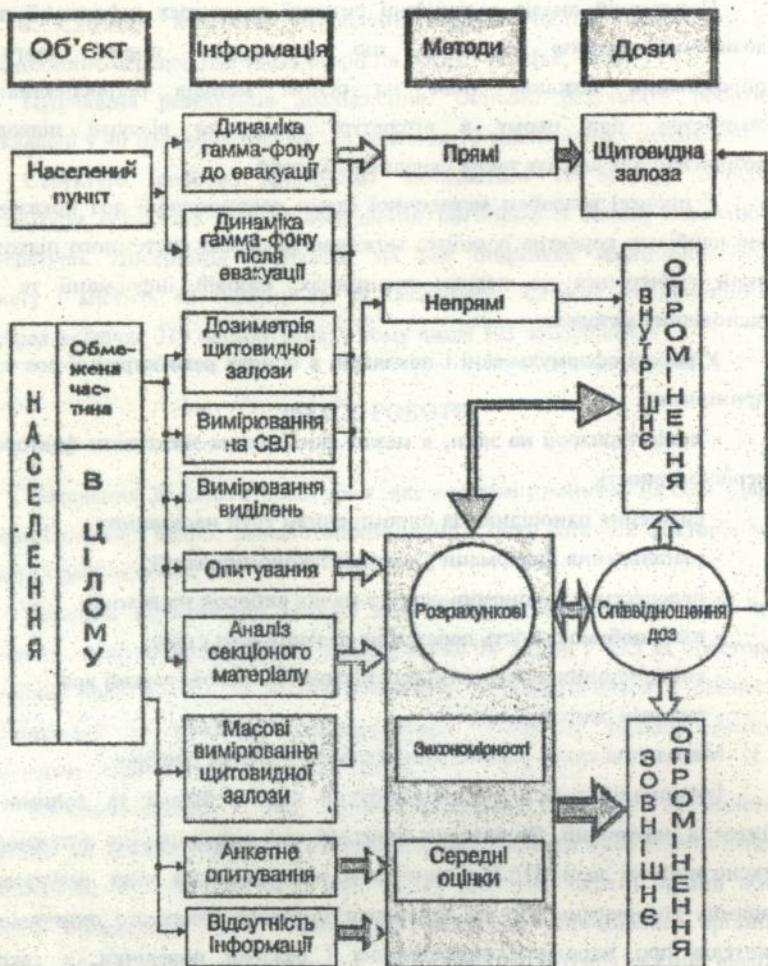


Рис.1 Шляхи та методичні підходи до реконструкції доз евакуйованого населення

Зовнішнє гамма-опромінення

Ретроспективну оцінку доз зовнішнього гамма-опромінення населення 30-км зони ЧАЕС виконано на основі аналізу приблизно 40 тис. формалізованих опитувальних листів, що дозволило поєднати індивідуальні маршрути переміщення з динамікою гамма-полів в окремих населених пунктах зони та врахувати час перебування на відкритому повітрі.

Встановлено, що діапазон доз опромінення досить широкий - від 0.1 до 66 сЗв, при чому дози більші 20 сЗв одержали 0.1 % жителів зони, тобто приблизно 100 осіб. Разом з тим, цей діапазон не враховує добавки до величини дози, яка могла бути одержана внаслідок міграції за межами населених пунктів.

Розподіл населення за дозовими підгрупами приведено в табл. 1.

Таблиця 1 Характеристика дозових підгруп у відсотках до кількості населення м. Прип'ять та інших населених пунктів 30-км зони (Зовнішнє опромінення)

| Дозова підгрупа, сГр | М. Прип'ять, % (49360 осіб) | 30-км зона, % (40239 осіб) |
|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 0 - 5 | 98,58 | 86,17 |
| > 5 | 1,28 | 10,50 |
| > 10 | 0,14 | 3,20 |
| > 25 | - | 0,10 |
| > 50 | - | 0,03 |

У роботі показано, що існувала теоретична ймовірність одержання дози на рівні гострої променевої хвороби (ГПХ) для жителів сіл зони, яка дорівнювала $6.6 \cdot 10^{-5}$.

Теоретична ймовірність одержати ГПХ для жителів м. Прип'ять у межах міста дорівнювала практично 0, проте міграція населення за межі міста могла дати порівнянне значення ймовірності у зв'язку з близьким

розташуванням АЕС ; надзвичайно сильним радіоактивним забрудненням навколишньої території.

Дози опромінення щитовидної залози

Аналіз результатів 10,6 тисяч прямих вимірювань вмісту йоду-131 у щитовидній залозі дитячого і дорослого населення 30-км зони дозволив оцінити дозові діапазони і встановити ряд закономірностей формування доз цього найбільш опромінюваного органа.

Показано, що діапазони доз опромінення істотно змінюються з віком. Встановлено, що частина дітей у віці до 3 років з дозами вищими за 200 сГр становила 40-60 %, а у віці від 4 до 7 років - 20 %. Разом з тим, серед дорослого населення частина осіб з дозами понад 200 сГр перевищує 3 % (Табл.2).

*Таблиця 2 Розподіл доз опромінення щитовидної залози у жителів 30-км-зони різних вікових підгруп

| Вікова група, років | Медіана розподілу, сГр | Максимальна доза, сГр | Число вимірювань | % доз більше 200 сГр |
|---------------------|------------------------|-----------------------|------------------|----------------------|
| Менше 1 | 247,70 | 4472 | 100 | 57 |
| 1 - 3 | 167,60 | 4997 | 1228 | 42,6 |
| 4 - 7 | 79,80 | 4978 | 1785 | 19,9 |
| 8 - 11 | 26,12 | 1661 | 2679 | 5,41 |
| 12 - 15 | 17,22 | 1241 | 3107 | 2,37 |
| 16 - 18 | 14,80 | 570 | 726 | 2,07 |
| Більше 18 | 24,66 | 800 | 1065 | 3,62 |
| Всього вимірювань | | | 10676 | |

Препарати йоду, що застосовувались деякими жителями як йодна профілактика, як показав аналіз, дали певний захисний ефект. Наприклад, 2-кратний прийом стабільного йоду жителями м. Прип'ять дозволив зменшити потенційну дозу опромінення в 2 рази. Однак із 854 опитаних жителів м. Прип'яті приймали препарати йоду лише 73 %.

Оцінка внеску короткоживучих ізотопів йоду в дозу опромінення щитовидної залози, обумовлену йодом-131, показала, що із збільшенням тривалості контакту величина його зменшується від 60 %, при часі перебування у ближній зоні протягом 1 години, до 20 % - при евакуації із зони на 10 добу. Таким чином, добавка до дози опромінення щитовидної залози за рахунок короткоживучих ізотопів йоду повинна враховуватись практично щодо всього населення 30-км зони, евакуйованого, як відомо, протягом 2 тижнів.

Дози за рахунок інгаляційного надходження

Дослідження, пов'язане з оцінкою доз від інгаляційного надходження радіонуклідів, показали, що запропонована в роботі модель переносу радіоактивності у складі паливних часток дозволяє досить надійно оцінити максимальні рівні надходження радіонуклідів жителям 30-км зони за період до евакуації.

Одержано задовільну відповідність розрахункових значень концентрації окремих радіонуклідів у повітрі з оцінками цих концентрацій за результатами прямих вимірювань.

Запропоновано ряд аналітичних виразів, що дозволяють розрахувати:

- концентрацію радіонуклідів у повітрі населеного пункту на момент викиду за величиною ПЕД у день евакуації;
- значення очікуваних ефективних та еквівалентних доз на окремі найбільш опромінювані органи за рахунок інгаляційного надходження радіонуклідів.

Зокрема, ефективна доза H_E пов'язана з величиною ПЕД у день евакуації t_{ee} таким співвідношенням:

$$H_E = 2.44 \cdot 10^{-4} \cdot \text{ПЕД}(t_{ee}) \cdot \log(2.6 t_{ee}) \quad (1)$$

Результати розрахунку доз на найбільш опромінені органи для величини ПЕД у день евакуації 1 мР/годину подані в таблиці 3.

Таблиця 3 Значення ефективних та еквівалентних доз на легені та НТК на 1 мР/годину в момент евакуації залежно від часу

| Час до моменту евакуації, дів | Ефективна доза, Зв | | Еквівалентна доза на легені, Зв | | Еквівалентна доза на НТК, Зв |
|-------------------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|---|---|
| | За рахунок бета-випромінювачів | За рахунок альфа- і бета-випромінювачів | За рахунок бета-випромінювачів | За рахунок альфа- і бета-випромінювачів | За рахунок альфа- і бета-випромінювачів |
| 1 | $1,1 \cdot 10^{-4}$ | $1,4 \cdot 10^{-4}$ | $6,9 \cdot 10^{-4}$ | $7,9 \cdot 10^{-4}$ | $4,3 \cdot 10^{-5}$ |
| 2 | $1,4 \cdot 10^{-4}$ | $1,7 \cdot 10^{-4}$ | $8,7 \cdot 10^{-4}$ | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $5,3 \cdot 10^{-5}$ |
| 3 | $1,6 \cdot 10^{-4}$ | $2,1 \cdot 10^{-4}$ | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | $1,2 \cdot 10^{-3}$ | $6,3 \cdot 10^{-5}$ |
| 4 | $1,9 \cdot 10^{-4}$ | $2,3 \cdot 10^{-4}$ | $1,2 \cdot 10^{-3}$ | $1,4 \cdot 10^{-3}$ | $7,1 \cdot 10^{-5}$ |
| 5 | $2,1 \cdot 10^{-4}$ | $2,6 \cdot 10^{-4}$ | $1,3 \cdot 10^{-3}$ | $1,5 \cdot 10^{-3}$ | $7,8 \cdot 10^{-5}$ |
| 6 | $2,2 \cdot 10^{-4}$ | $2,8 \cdot 10^{-4}$ | $1,5 \cdot 10^{-3}$ | $1,7 \cdot 10^{-3}$ | $8,3 \cdot 10^{-5}$ |
| 7 | $2,4 \cdot 10^{-4}$ | $3,0 \cdot 10^{-4}$ | $1,6 \cdot 10^{-3}$ | $1,8 \cdot 10^{-3}$ | $8,8 \cdot 10^{-5}$ |
| 8 | $2,5 \cdot 10^{-4}$ | $3,1 \cdot 10^{-4}$ | $1,6 \cdot 10^{-3}$ | $1,9 \cdot 10^{-3}$ | $9,1 \cdot 10^{-5}$ |
| 9 | $2,6 \cdot 10^{-4}$ | $3,3 \cdot 10^{-4}$ | $1,7 \cdot 10^{-3}$ | $2,0 \cdot 10^{-3}$ | $9,5 \cdot 10^{-5}$ |
| 10 | $2,7 \cdot 10^{-4}$ | $3,4 \cdot 10^{-4}$ | $1,8 \cdot 10^{-3}$ | $2,1 \cdot 10^{-3}$ | $9,8 \cdot 10^{-5}$ |
| 15 | $3,1 \cdot 10^{-4}$ | $4,0 \cdot 10^{-4}$ | $2,1 \cdot 10^{-3}$ | $2,5 \cdot 10^{-3}$ | $1,1 \cdot 10^{-4}$ |
| 20 | $3,6 \cdot 10^{-4}$ | $4,6 \cdot 10^{-4}$ | $2,5 \cdot 10^{-3}$ | $2,9 \cdot 10^{-3}$ | $1,3 \cdot 10^{-4}$ |

Порівняння рівнів опромінення легень з дозами зовнішнього опромінення свідчить, що ці два види опромінення знаходяться в близьких дозових діапазонах і найбільші значення доз опромінення легень знаходяться в межах 50-70 сГр. Звідси витікає, що легені, як орган, одержують подвійну дозу за сумою зовнішнього та внутрішнього опромінення.

Дози опромінення нижнього відділу товстого кишечника (через який проходить транзитна частина радіоактивності, що потрапила до респіраторного тракту) приблизно на порядок менші від доз опромінення легень. Разом з тим, цей орган також зазнає сумарного впливу зовнішнього і внутрішнього опромінення, тому врахування внеску

компоненти внутрішнього опромінення повністю виправдані на фоні високих доз зовнішнього опромінення.

Гарячі частки

Викид радіоактивності у формі паливних часток зумовив ситуацію, при якій у респіраторний тракт жителів зони могло потрапити декілька тисяч таких часток з активністю інгальбельної фракції до 100 Бк та з активностями часток неінгальбельної фракції кілька тисяч Бк.

В роботі запропоновано модель оцінки ризику розвитку раку легень від окремої гарячої частки, що містить розрахунок кількості опромінюваних клітин легень, визначення середньої дози нерівномірного опромінення для клітин, які потрапляють у поле опромінення, оцінку трансформуючої ефективності гарячих часток заданої активності та кількості первісно трансформованих клітин, нарешті, розрахунок ймовірності розвитку раку із трансформованих клітин.

Експериментальна оцінка трансформуючої ефективності гарячих часток на культурі клітин СЗН10Т1/2 при локальному (гаряча частка) та рівномірному опроміненні показала, що при одній і тій же поглинутій енергії в діапазоні середніх доз до 0.5 Гр трансформуюча ефективність гарячих часток вища. При цьому максимум трансформуючої ефективності гарячих часток відповідає середній поглинутій дозі 0.25 Гр, а максимум трансформуючої ефективності рівномірного опромінення - дозі 3 Гр.

Оцінка ризику інгаляції гарячих часток жителям м. Прип'ять, яку виконано за запропонованою в роботі моделлю, показала, що величина цього ризику для інгальбельної фракції гарячих часток дорівнює $2 \cdot 10^{-6}$, а для всього спектру часток, якби вони виявились інгальованими в легені, - $1 \cdot 10^{-5}$.

Порівняння цих значень ризику з ризиком, оцінюваним за стандартною дозиметричною моделлю МКРЗ, свідчить, що остання

містить достатній запас консервативності, оскільки ризик опромінення жителів м. Прип'ять, розрахований за цією моделлю, дорівнює $2 \cdot 10^{-3}$. Одержані результати дають підставу не виділяти фактор гарячих часток як самостійний фактор внутрішнього опромінення.

Бета-опромінення шкіри та кришталика ока

Розроблено метод ретроспективної оцінки доз бета-опромінення шкіри та кришталика ока на основі даних про потужність експозиційної дози гамма-випромінювання у день евакуації. Розрахунки доз виконано методом Монте Карло для геометрії заглибленого на 3 мм (імітація поверхневого забруднення верхнього шару ґрунту) джерела бета-випромінювання, що включає весь набір радіонуклідів осколкової суміші.

Одержано розподіли доз бета-опромінення по населених пунктах зони, показано, що дози опромінення шкіри можуть досягати значень 1-1.7 Гр.

Показано, що дози бета-опромінення шкіри можуть у 3-4 рази перевищувати дози зовнішнього гамма-опромінення.

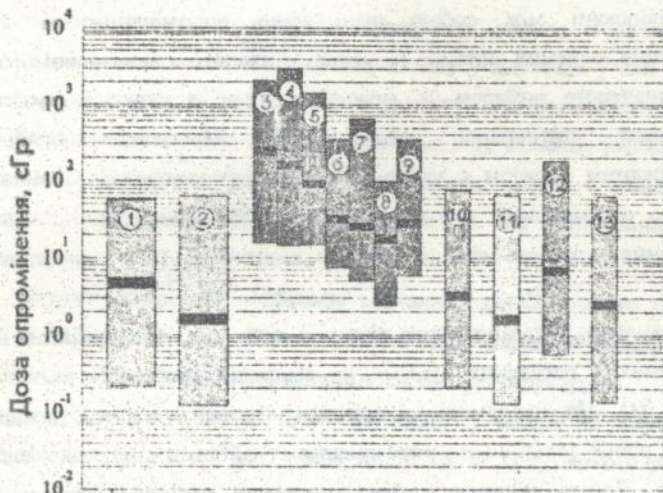
Дози опромінення кришталика ока в основному нижчі 0.1 Гр, однак максимальні значення доз можуть досягати 0.4-0.5 Гр.

В таблиці 4 представлені оцінки параметра "а" лінійної функції, що зв'язує величину накопиченої дози "у" у день евакуації "t" для ПЕД 1 мР/годину на різних висотах від поверхні ґрунту.

Таблиця 4 Параметри функцій, що зв'язують значення накопичених доз бета-опромінення до моменту евакуації при ПЕД у момент евакуації 1 мР/годину

| Висота, м | Значення параметра "а" в апрокс. ф-ії $y=at$ | |
|-----------|--|---------------|
| | Шкіра | Кришталик ока |
| 0.5 | 48.7 | 42.8 |
| 1.0 | 28.4 | 24.8 |
| 1.5 | 18.3 | 15.8 |

Підводячи підсумки виконаного дослідження, маємо можливість звести одержані результати в єдину шкалу доз опромінення, представлену на рисунку 2.



- 1 - дози зовнішнього гамма-опромінення, накопичені в повітрі населених пунктів до моменту евакуації;
- 2 - дози зовнішнього гамма-опромінення жителів населеного пункту;
- 3 - 9 - дози опромінення щитовидної залози за рахунок йоду-131:
- 3 - діти 0-1 року; 4 - діти 1-3 років; 5 - діти 4-7 років;
- 6 - діти 8-11 років; 7 - діти 12-15 років; 8 - діти 16-18 років; 9 - дорослі.
- 10 - сумарні дози опромінення легень за рахунок зовнішнього і внутрішнього опромінення;
- 11 - сумарні дози зовнішнього і внутрішнього опромінення нижнього відділу товстого кишечника;
- 12 - сумарні дози опромінення епітеліальних клітин епідермису шкіри на висоті 0.5 м від поверхні ґрунту за рахунок зовнішнього гамма- і бета-опромінення;
- 13 - сумарні дози опромінення кришталіка ока на висоті 1 м від поверхні ґрунту за рахунок зовнішнього гамма- і бета-опромінення.

Рис. 2 Узагальнена оцінка медіан та діапазонів доз опромінення тіла і окремих органів жителів 30-км зони після аварії на ЧАЕС за період до евакуації

Прямокутниками на рисунку позначено крайні значення доз, виявлені чи розраховані по кожному виду опромінення. Чорним кольором виділено медіани доз опромінення.

Порівнюючи між собою різні види опромінення чи дози опромінення окремих органів на фоні загального гамма-опромінення тіла (позначеного номером 2), можна виділити, в першу чергу, дози опромінення щитовидної залози (3-9). Наступним найбільш опромінюваним органом є шкіра (12). На третьому місці за рівнями сумарного опромінення знаходяться легені (10). Трохи нижче - дози опромінення нижнього відділу товстого кишечника (11) і кристалика ока (13).

На рисунку показано також діапазон сумарних експозиційних доз, накопичених в населених пунктах на відкритій місцевості за час до евакуації (1). Ця інформація є зручним критерієм відліку, оскільки контроль рівнів зовнішнього опромінення є найбільш доступним видом контролю. Досить цікавим є факт зниження медіани реальних доз зовнішнього опромінення на фоні розмиття розподілу як у бік більших, так і менших значень доз, пов'язаних, як було відмічено раніше, з особливостями міграції та евакуації.

Співставляючи дози опромінення щитовидної залози і дози зовнішнього опромінення з критеріями евакуації, можна відзначити, що за дозами опромінення щитовидної залози верхня межа в 250 сГр неперекрита. Це означає, що критерій евакуації по зовнішньому опроміненню для чорнобильської аварії виявився менш консервативним і не зовсім адекватним дозам опромінення щитовидної залози.

Незважаючи на істотні відмінності в дозах опромінення окремих органів і тканин, роль різних видів опромінення чи їх рівнів може бути визначена за допомогою більш строгих критеріїв, а саме - в одиницях ризику. Користуючись ваговими коефіцієнтами публікації 60 МКРЗ, можна виразити наслідки опромінення різних органів і систем в

порівнятих одиницях, оскільки вагові коефіцієнти враховують відмінність їх радіочутливості.

На рисунку 3 (праворуч унизу) представлена узагальнена інформація щодо вікового розподілу величин сумарного ризику і структури сумарного ризику, визначеного у вигляді вкладу у відсотках у цей ризик різних факторів і джерел опромінення. Значення ризику визначені для медіан опромінення жителів зони. Величина ризику включає ймовірність виникнення всіх форм радіаційно-індукованих раків і спадкових ушкоджень за період майбутнього життя чи за час перебування під ризиком.

Із рисунка видно, що найбільше значення індивідуального ризику мали діти до 7-річного віку. Починаючи з 8 років значення ризику мало відрізняються як за абсолютною величиною, так і за структурою.

Структура ризику також тісно пов'язана з віком. Із верхнього рисунка видно, що у дітей до 7 років від 75 до 90 % сумарного ризику пов'язано з опроміненням щитовидної залози і від 9 до 20 % ризику обумовлено зовнішнім опроміненням. Частина ризику від інгаляційного надходження радіонуклідів та за рахунок інших факторів опромінення лежить у межах 2 - 4 %.

Із рисунка видно, що роль зовнішнього опромінення у формуванні величини індивідуального ризику стає домінуючою, починаючи з віку 16 років. В той же час зростає частка ризику, пов'язана з інгаляцією радіонуклідів. Щодо опромінення шкіри, нижнього відділу товстого кишечника та кристалика ока, то роль їх у величині сумарного ризику незначна і не перевищує 0.6 - 4 %.

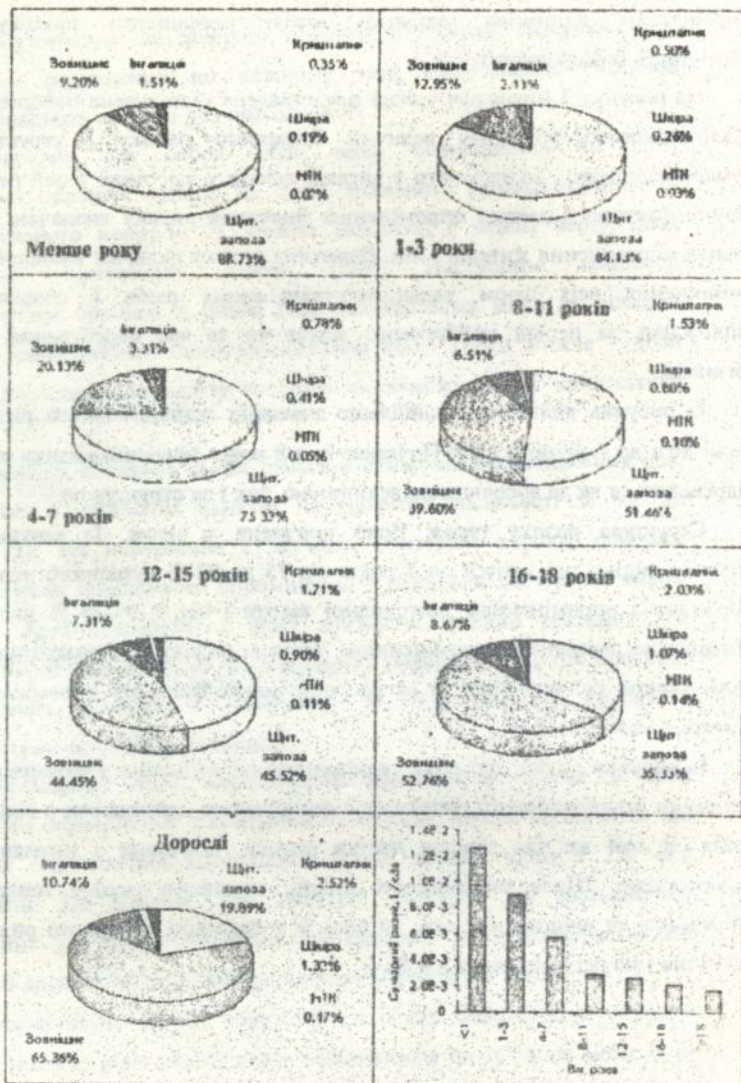


Рис. 3 Розподіл сумарного ризику за факторами опромінення залежно від віку жителів 30-км зони

Знаючи медіани доз опромінення, значення сумарного ризику опромінення і чисельність вікових груп, є можливість оцінити кількість радіційно-індукованих очікуваних випадків раків і спадкових ушкоджень. Підходи до оцінки ризику викладені у багатьох публікаціях. У цій роботі ми скористались підходами, викладеними в публікації 60 МКРЗ. Діаграму, що ілюструє цей розрахунок, показано на рисунку 4.

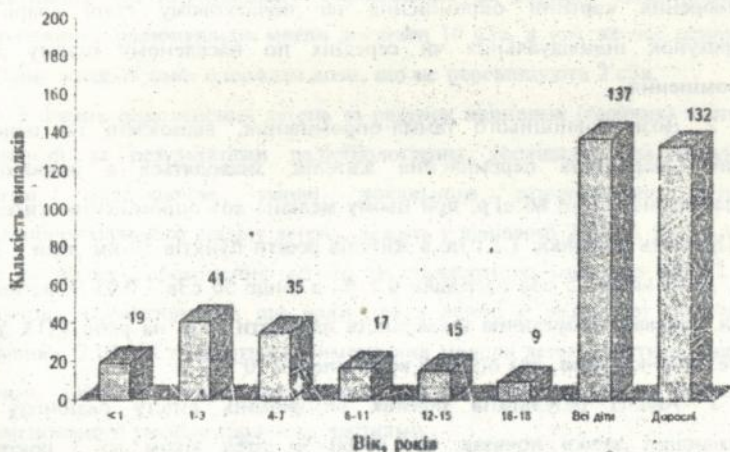


Рис. 4 Розрахунок кількості очікуваних випадків раків і спадкових ушкоджень серед жителів 30-км зони

Із рисунка видно, що максимальна кількість очікуваних випадків припадає на найбільш численну категорію жителів - дорослих, хоча індивідуальні значення сумарного ризику у дорослих менші.

Розподіл кількості прогнозованих випадків серед дітей різного віку характеризується незначними відмінностями. Разом з тим, загальна кількість випадків серед дітей становить половину від кількості випадків серед дорослих при чисельності дитячого населення - 25 % загальної чисельності.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено систему ретроспективного відновлення доз зовнішнього та внутрішнього опромінення жителів, евакуйованих із 30-км зони після аварії на ЧАЕС. Система містить принципи, методичні підходи та базу інформацію, завдяки яким стають можливими відтворення картини опромінення на початковому етапі аварії і розрахунок індивідуальних чи середніх по населеному пункту доз опромінення.

2. Дози зовнішнього гамма-опромінення, відновлені на основі аналізу маршрутів переміщення жителів, знаходяться в широкому діапазоні від 0.2 до 66 сГр, при цьому медіана доз опромінення жителів м. Прип'ять дорівнює 1.2 сЗв, а жителів решти пунктів 30-км зони - 1.4 сЗв. Дози вище 25 сЗв одержали 0.1 %, а вище 50 сЗв - 0.03 % жителів зони. Існувала теоретична ймовірність одержати дози на рівні ГПХ для жителів 30-км зони, яка оцінена величиною $7 \cdot 10^{-5}$.

3. Аналіз результатів прямих вимірювань вмісту радіоїоду в щитовидній залозі показав, що 40-60 % дітей віком до 3 років і приблизно 3 % дорослих жителів одержали дози вище 200 сГр. Розподіл доз опромінення щитовидної залози по населених пунктах 30-км зони практично не пов'язаний з дозами зовнішнього опромінення, разом з тим, встановлено, що територія 30-км зони характеризується напрямками переважаючого викиду ізотопів йоду і в основу ретроспективного відновлення доз може бути покладено географічний підхід. Йодна профілактика, на прикладі жителів м. Прип'ять, характеризується приблизно 2-3-кратним захисним ефектом. Внесок короткоживучих ізотопів йоду в дозу опромінення щитовидної залози становить від 20 до 40 % дози опромінення, зумовленої йодом-131.

4. Запропоновано методичний підхід та ряд аналітичних виразів, що дозволяють пов'язати потужність експозиційної дози у день евакуації

населеного пункту з рівнями інгаляційного надходження радіонуклідів та дозою опромінення легень. Встановлено, що дози опромінення легень порівнянні з дозами зовнішнього гамма-опромінення. Максимальні значення еквівалентних доз на легені могли досягати 50-70 сЗв, а з урахуванням доз зовнішнього опромінення цей орган може бути віднесений до групи найбільш опромінюваних. Максимальні значення ефективних доз внутрішнього опромінення за рахунок інгаляційного надходження радіонуклідів могли досягати 10 сЗв, в той же час основна частина жителів зони одержала дози, що не перевищують 2 сЗв.

5. Ризик опромінення легень за рахунок паливних (гарячих) часток, оцінений за результатами радіобіологічних досліджень на культурі клітин, моделюючих умови локального опромінення клітин трахеобронхіального відділу легень, лежить у діапазоні $2 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-5}$, в той час як ризик опромінення легень за стандартною моделлю МКРЗ за рахунок радіоактивності, що надійшла в легені в результаті інгаляції, дорівнює $2 \cdot 10^{-3}$. Стандартна дозиметрична модель легень містить, таким чином, достатній запас консервативності по відношенню до фактора, поіменованого умовно гарячими частками.

6. Еквівалентні дози опромінення нижнього відділу товстого кишечника за рахунок інгаляційного надходження радіонуклідів більш ніж у 10 разів нижчі доз опромінення легень.

7. Розроблено модель ретроспективної оцінки доз бета-опромінення відкритих ділянок шкіри та кришталика ока, яку реалізовано у вигляді аналітичних виразів і комп'ютерної програми, що дозволяють враховувати динаміку спектрального складу осколкової суміші радіонуклідів та оцінювати дози, накопичені до моменту евакуації. Показано, що жителі ряду населених пунктів могли одержати дози на клітинні базального шару до 1-1.7 Гр, а рівні бета-опромінення шкіри могли в 3-4 рази перевищувати рівні гамма-опромінення.

8. Співставлення рівнів ризику залежно від виду опромінення показує, що у віці до 7 років переважаючим фактором ризику (від 75 до 90 % сумарного ризику) є опромінення щитовидної залози. У групі дітей старше 16 років і у дорослих основна частка ризику пов'язана із зовнішнім гамма-опроміненням. Внесок у сумарний ризик за рахунок інгаляційного надходження радіонуклідів не перевищує 11 %. Внесок решти факторів опромінення в сумарний ризик незначний і знаходиться в діапазоні 0.6 - 4 %.

9. Наслідки опромінення населення 30-км зони, виражені у вигляді очікуваної кількості всіх видів раків і генетичних ушкоджень, можуть бути оцінені на рівні 289 випадків серед дорослих та 137 випадків серед осіб, які перебували на момент аварії у дитячому віці.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Репин В.С. Изменения, обусловленные "горячими" частицами. // Чернобыльская катастрофа. - К., 1995. - С. 438-441 /

2. Репин В.С., Чумак В.В., Берковский В.Б., Нечаев С.Ю., Бондаренко О.А. Дозообразующие факторы внешнего и внутреннего облучения на различных этапах аварии на Чернобыльской АЭС //Мед. последствия аварии на Чернобыльской атомной станции: Информ. бюллетень.- Киев, 1991.- С. 92-100.

3. I.A. Likhtarev, V.V. Chumak, V.S. Repin. Retrospective Reconstruction of Individual and Collective External Gamma-Doses of Population evacuated after the Chernobyl Accident //Health Phys.- 66/6. 1994.- P. 643-652.

4. Лихтарев И.А., Репин В.С., Бондаренко О.А., Нечаев С.Ю. Опасны ли для здоровья людей черныбыльские горячие частицы? (Медикобиологические и дозиметрические проблемы горячих частиц). Научный обзор //Working material: The radiobiological Impact of hot beta-

particles from the Chernobyl Fallout: Risk Assessment / Second Research co-ordination meeting within the IAEA Co-ordinated Research Programme.- Sofia, Bulgaria, 6-10 September 1993. - IAEA, Vienna, 1994 r. C. 1-81.

5. I.A. Likhtarev, V.S. Repin, O.A. Bondarenko and S.Ju. Nechaev. Radiological Effects After Inhalation of Highly Radioactive Fuel Particles Produced by the Chernobyl Accident //Rad. Prot. Dos., Vol. 59, No 4, 1994, P. 247-254.

6. I.A. Likhtarev, L. Kovgan, O. Bobilova, I. Los', G. Gulko, V. Repin et al. Main Problems in Post-Chernobyl Dosimetry //Assessment of the health and Environment Impact from Radiation Doses due to Released Radionuclides: Proceedings of the International Workshop at Chiba, January 18-20,1994. - April 1994.- P. 27-51.

7. I.P. Los',I.A. Likhtarev, V.N. Korzun, V.S. Repin et al. Irradiation Doses as a Result of the Chernobyl NPP Accident and from Other Sources //Assessment of the health and Environment Impact from Radiation Doses due to Released Radionuclides: Proceedings of the International Workshop at Chiba, January 18-20,1994. -April 1994.- P. 91-103.

8. T.Nakajima, I. Likhtarev, V.S. Repin. Procedure on reconstruction of external dose to evacuees at Chernobyl accidents // International Conference on Radiation Effects and Protection /Japan Atomic Energy Research Institute. March, 18-20, 1992. - P. 355-359.

9. Los' I.P., Shandala N.K., Likhtarev I.A., Repin V.S. et al. Radiation Protection and Health Physics Evaluation of Radioactive Caesium and Strontium from Soils to Plants and Milk in the Ukraine // Environmental contamination following a major nuclear accident : Procudings of a symposium, Vienna, 16 - 20 october 1989 y. - Vienna: International Atomic Energy Agency, 1990. - V. 1. - P. 244 - 247.

10. A.I. Avramenko, Yu.G. Antipkin, V.S. Repin et al. Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant: Ten Years After (Summary of Ukrainian National Report, 1996). Ministry of Ukraine on Affairs of Protection of the

Population from the Consequences of the Accident at the Chernobyl NPP, United Nations Department of Humanitarian Affairs, Kyiv, 1996, 32 p.

11. V.S. Repin, O.A. Bondarenko, N.F. Rubel, N.Ju. Novak and P.L. Salmon. Development of Screening Technique for the Plutonium Burden Determination of the Ukrainian Population Living in the Territories Affected by the Chernobyl Accident. Proc. of Intern. Symp. on Ionising Radiation: Protection of the Natural Environment held on May 20-24, 1996 at Stockholm, Sweden, p.157.

12. G.M.Gouko, V.V.Chumak, N.I.Chepurny, K.Henrichs, P.Jacob, I.A.Kairo, I.A.Likhtarev, V.S.Kepin, B.G.Sobolev, G.Voigt. Estimation of ^{131}I thyroid doses for the evacuees from Pripjat./ Radiat Environ Biophys (1966) 35, P. 81-87.

13. Physical, technical and methodical problems of exposure rate measurements on the territories contaminated as a result of Chernobyl power plant accident /Repin V.S., Los I.P., Zelensky A.V. et al. // Environmental contamination following a major nuclear accident: Proceedings of a symposium, Vienna, 16 - 20 October 1989 y. - Vienna: International Atomic Energy Agency, 1990. - V. 1. - P. 241 - 243.

14. Los' I.P., Likhtariov I.A., Repin V.S. The peculiarities of city environment contamination and assessment of actions aimed at reduction of public exposure // Sanering av Radioaktiv Kontaminerade Omraden : Workshop, Rastabord, 22 - 24 April 1991 y. / Swedish Radiation Protection Institute. - 1991. - 26 p.

15. Бондаренко О.А., Зеленский А.В., Репин В.С. Пути совершенствования и особенности использования метода бета-спектрометрии стронция-90 после Чернобыльской аварии // Вестник АМН СССР.-1992.-№2.-С. 30-31

16. Оценка роли воздушной компоненты выброса и формирование доз внутреннего облучения населения г. Припять до эвакуации /Репин В.С., Швыдко Н.С., Поникарова Т.М. и др. //Ближние и отдаленные

последствия радиационной аварии на Чернобыльской АЭС: Сб. материалов Всес. Симпоз. 25-26 июня 1987 г. - М., 1987. -С. 363-367.

17. Восстановление индивидуальных доз облучения у эвакуированного населения /В.С.Репин, В.В.Чумак, В.Б.Берковский и др. //Радиационные аспекты Чернобыльской аварии: Сб. Всес. конф., Обнинск, 1988.- С. 74-79.

18. Репин В.С., Теодорович О.А., Пархоменко В.И. Оценка и прогноз загрязненности горфа альфа- и бета-излучающими радионуклидами на территории Брянской области //Радиационные аспекты Чернобыльской аварии: Сб. Всес. конф., Обнинск, 1988.- С. 69-72.

19. Репин В.С. Проблемы ретроспективной оценки доз на поздних этапах аварий. (на примере аварий на ЧАЭС) //Проблемы изучения влияния последствий ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне: Материалы республиканской конференции 19-20 февраля 1993 г., Павлодар, Алма-Ата, 1993. - С. 36-40.

20. Репин В.С. Ретроспективная реконструкция доз и оценка роли отдельных факторов в облучении жителей, эвакуированных из 30-ти километровой зоны после аварии на ЧАЭС. // Проблемы Чернобыльской зоны відчуження. Вип. 4. - Київ, Наукова думка, 1996, С. 140-185.

21. Репин В.С., Бондаренко О.А., Нечаев С.Ю., Быкорез А.И., Кононенко Л.И. Проблемы дозиметрии и оценка риска, связанные с ингаляцией топливных частиц //Актуальные вопросы ретроспективной текущей и прогнозной дозиметрии облучения в результате Чернобыльской аварии: Материалы укр. научн. конфер., Киев, 27-29 окт. 1992 г.- Киев, 1993.- С. 23-34.

22. Репин В.С., Бондаренко О.А., Фризюк М.А. Ретроспективная оценка доз бета-облучения кожи и хрусталика глаза //Актуальные вопросы ретроспективной текущей и прогнозной дозиметрии

облучения в результате Чернобыльской аварии: Материалы укр. научн. конфер., Киев, 27-29 окт. 1992 г. - Киев, 1993. - С. 111-117.

23. Чумак В.В., Репин В.С., Лихтарев И.А. Ретроспективная дозиметрия эвакуированного населения: результаты и перспективы //Актуальные вопросы ретроспективной текущей и прогнозной дозиметрии облучения в результате Чернобыльской аварии: Материалы укр. научн. конфер., Киев, 27-29 окт. 1992 г. - Киев, 1993. - С. 108-110.

24. Шолом С.В., Чумак В.В., Репин В.С., Брик А.Б., Садуев Н.Б. О радиационной чувствительности дентина и эмали зубов по данным ЭПР //Актуальные вопросы ретроспективной текущей и прогнозной дозиметрии облучения в результате Чернобыльской аварии: Материалы укр. научн. конфер., Киев, 27-29 окт. 1992 г. - Киев, 1993. - С. 129-133.

25. Новак Н.Ю., Берковский В.Б., Репин В.С., Рубель Н.Ф., Сорока С.В., Ильгорский С.Ю., Мань З.С. Оценка возможности контроля за поступлением и содержанием стронция-90 у населения прямыми и косвенными методами после аварии на ЧАЭС //Актуальные вопросы ретроспективной текущей и прогнозной дозиметрии облучения в результате Чернобыльской аварии: Материалы укр. научн. конфер., Киев, 27-29 окт. 1992 г. - Киев, 1993. - С. 157-167.

26. Берковский В.Б., Лихтарев И.А., Репин В.С., Ратна Г.Г. Проблемы использования возраст-зависимых моделей в целях прогнозной оценки доз облучения населения //Актуальные вопросы ретроспективной текущей и прогнозной дозиметрии облучения в результате Чернобыльской аварии. Материалы укр. научн. конфер., Киев, 27-29 окт. 1992 г. - Киев. - 1993. - С. 71-78.

27. Лось И.П., Репин В.С., Бондаренко О.А и др. Оценка вклада горячих частиц в корневое поступление радионуклидов //Актуальные проблемы радиационной медицины. Матер. республ. конфер., Киев, 17-19 окт., 1989 г. - К. - 1989. - С.82-88.

28. Репин В.С., Берковский В.Б., Чумак В.В. Сравнительный анализ вариантов реконструкции индивидуальных доз облучения эвакуированного населения // Проблемы радиационной медицины, вып. 2. - Киев, 1989. - С. 39-48.

29. Репин В.С., Берковский В.Б., Пархотик Д.И./ Система формализованной аварийной оценки и прогноз доз внутреннего облучения персонала и населения // Проблемы радиац. медицины: Респ. межвед. сб. / МЗ Украины, НЦРМ АМН Украины. - Вып. 3. - К., 1993. - С. 125-130.

30. Берковский В.Б., Репин В.С. Компьютерная система поддержки дозиметрии внутреннего облучения // Проблемы радиац. медицины: Респ. межвед. сб. / МЗ Украины; НЦРМ АМН Украины. - Вып. 5. - К., 1993. - С. 67-72.

31. Репин В.С., Чумак В.В. Об эффективности мер по аварийной радиационной защите населения ближней зоны Чернобыльской АЭС / В сб.: Проблемы радиационной медицины. Вып.4, 1992.- С. 88-94.

32. Бондаренко О.А., Зеленский А.В., Репин В.С. Совершенствование и особенности использования метода бета-спектрометрии стронция-90 после Чернобыльской аварии // Проблемы радиац. медицины: Респ. межвед. сб. / МЗ Украины; НЦРМ АМН Украины. - Вып. 5. - К., 1993. - С. 44-47.

33. Фантом человека. Патент N1808214 от 21.03.1991 / Репин В.С., Лихтарев И.А., Пархоменко В.И., Лихтарева Т.М., Литвинец Л.А.

34. Способ очистки молока от радионуклидов. А.с. 4636781, В-2343. / В.С. Репин и др.(СССР). - № 1669094 Заявлено 7.11.88 Приоритет 27.01.89. // Открытия. Изобретения. - 1989. - 6 с.

35. Репин В.С., Бондаренко О.А., Чумак В.В. Реконструкция доз внешнего гамма-облучения на раннем этапе аварии на ЧАЭС // Актуальные проблемы ликвидации медицинских последствий аварии

на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. украинской научно-практич. конфер. 21-23 апреля 1992 г.- Киев, 1992.- С. 191

36. Репин В.С., Бондаренко О.А., Ильигорский С.Ю. Бета-дозиметрия внешнего облучения на начальном этапе аварии на ЧАЭС для критических групп органов // Чернобыль и здоровье людей: Тез. Докл. Науч. - практ. Конф., Киев, 20-22 апр. 1993 г, Ч.2 - К., 1993. - С. 256.

37. Нечаев С.Ю., Бондаренко О.А., Репин В.С., Быкорез А.И., Кононенко Л.И. Радиобиологическое действие горячих частиц в модельных системах, основные перспективные направления изучения этого фактора //Актуальные проблемы ликвидации медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. укр. научн.конфер., Киев, 21-23 апр. 1992 г.- Киев, 1992. - С. 161.

38. Чумак В.В., Лихтарев И.А., Репин В.С. Формализованные карты-самоинтервью для восстановления доз внутреннего и внешнего облучения и программно-математическое обеспечение к ним //Актуальные вопросы дозиметрии внутреннего облучения: Тез. докладов Всесоюзн. совещ. - М., 1989. - С. 23-24.

39. Берковский В.Б., Репин В.С., Ратиа Г.Г. Дозы внутреннего облучения и их вариабельность для населения, проживающего в бассейне реки Днепр //Радиационно-экологические и мед. аспекты последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. - Киев., 1993. - С. 13-14.

40. Берковский В.Б., Репин В.С. Моделирование динамики транспорта и метаболизма плутония при ингаляционном поступлении в организм человека на начальном этапе аварии на ЧАЭС //Актуальные проблемы ликвидации медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. Украинской научно-практич. конфер. 21-23 апреля 1992 г.-Киев, 1992.- С. 25.

АННОТАЦИЯ

Репин В.С. Радиационно-гигиеническое значение источников и доз облучения населения 30-км зоны после аварии на ЧАЭС (Проблемы реконструкции, оценка рисков).

Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 14.02.02 - гигиена, Институт медицины труда, Киев, 1996.

Защищается 40 научных работ, в которых представлены методические подходы к ретроспективному восстановлению доз у жителей 30-км зоны ЧАЭС, а также результаты оценки этих доз для широкого спектра источников облучения тела или отдельных наиболее облучаемых органов.

Показано, что ведущим фактором риска в группе детей до 7-летнего возраста было облучение щитовидной железы, в то время как у детей старше 7 лет и у взрослых доминирующим фактором риска было общее гамма-облучение всего тела. Третьим по значению фактором риска было ингаляционное поступление радионуклидов, однако значение горячих частиц в этом виде облучения оказалось несущественным. Роль бета-облучения кожи, несмотря на сравнительно высокие уровни доз, незначительна и не превышает 1 % от суммарного риска.

Показано, что последствия облучения населения 30-км зоны, могут быть оценены на уровне 132 случаев среди взрослых и 134 случаев среди лиц, находившихся в момент аварии в детском возрасте.

Ключевые слова: дозы облучения, население 30-км зоны, радиационно-гигиеническая оценка, внешнее облучение, ингаляционное поступление, горячие частицы, бета-облучение кожи, облучение щитовидной железы.

ANNOTATION

Repin V.S. Radiation and Hygienic Meaning of Sources and Irradiation Doses of Population of the 30-km Zone after the Chernobyl NPP Accident (Problems of Reconstruction, Risk Assessment).

Thesis for seeking of scientific degree of Doctor of Biological Sciences on speciality 14.02.02 - hygiene, Institute of Medicine of Labour, Kiev, 1996.

40 scientific works are being approved, where methodological approaches are represented to retrospective dose reconstruction for inhabitants of the 30-km zone around the Chernobyl NPP, and also results of assessment of these doses for wide range of sources of irradiation of human body or separate the most irradiated organs.

It is shown that the leading risk factor in group of children, age below 7, was thyroid irradiation. However, at children, age above 7, and at adults dominating risk factor was general whole-body irradiation. The third factor by its contribution was inhalation intake of radionuclides. Contribution of hot particles, however, was not essential in this kind of irradiation. Despite of comparatively high irradiation levels, role of skin beta-irradiation is not essential and does not exceed 1% of summary risk.

It is shown that consequences of irradiation of population of the 30-km zone could be assessed on level of 132 cases among adults and 137 cases among individuals who were in children age at the moment of the accident.

Key words: irradiation doses, population of the 30-km zone, radiation and hygienic assessment, external irradiation, inhalation intake, hot particles, skin beta-irradiation, thyroid irradiation.

0148 78 316

КОС, 1996 р.
Загов.- 402 тир.- 150

438265

A_B

35.346

AB 35.346