

Міністерство охорони здоров'я України

Серія *“Безпека України”*

НОРМИ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ
УКРАЇНИ
(НРБУ-97)

СХВАЛЕНО

ГОЛОВА
Національної Комісії з
радіаційного захисту України

_____ Д.М. ГРОДЗИНСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 1997 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

МІНІСТР
охорони здоров'я
України

_____ А.М. СЕРДЮК

“ ____ ” _____ 1997 р.

**НОРМИ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ
УКРАЇНИ
(НРБУ-97)**

НОРМИ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ (НРБУ-97)**Узгоджені:**

Перший заступник Міністра
охорони навколишнього природного
середовища та ядерної безпеки
України, Керівник адміністрації
ядерного регулювання

_____ **О.Є.СМИШЛЯЄВ**
“ ___ ” _____ **1997 р.**

Головний Державний
санітарний лікар України

_____ **Л.С.НЕКРАСОВА**
“ ___ ” _____ **1997 р.**

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

“ ___ ” _____ **1997 р.**

Державний комітет
України з гідрометеорології

“ ___ ” _____ **1997 р.**

Міністерство
енергетики України

“ ___ ” _____ **1997 р.**

Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) підготовлені творчим колективом вчених та фахівців України : д. ф.-м. н., професор І.А. Ліхтарьов (науковий керівник); д. б. н., професор, член НКРЗУ І.П.Лось (заступник наукового керівника); В.Ю. Вольшев; к.б.н В.Б.Берковський; Л.В. Близнюкова; к.м.н. О.О. Бобильова; к.б.н. Л.С. Богдан; к.б.н. О.О. Бондаренко; к.т.н. М.Г. Бузинний; Г.Ф. Бурлак; П.В. Замостьян (вчений секретар); д.м.н. І.І. Карачов; к.ф.-м. н. Л.М. Ковган; д.м.н.В.Н. Корзун; академік НАН та АМН України, професор, член НКРЗУ Ю.І.Кундієв; д.м.н., професор А.П. Лазарь; д.м.н., професор Д.М.Мечов; О.І. Насвіт; к.т.н. Т.О. Павленко; д.б.н. В.С. Репін; академік ААН України, професор Б.С.Прістер; академік АМН України, професор А.Ю. Романенко; І.І. Сегеда; В.О.Сітак; чл-кор. АМН України, професор А.М. Сердюк; к.т.н. А.К. Сухоручкін; Л.Я. Табачний; к.б.н. Н.В. Ткаченко; к.м.н. Г.В Федосенко; академік НАН України, професор, член НКРЗУ Л.І. Францевич; К.І. Шепелевич.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	7
1 Загальні положення.....	8
2 Правовий статус	11
3 Основні терміни, поняття, умовні позначення, величини та одиниці	12
3.1 Основні терміни.....	12
3.2 Умовні позначення	30
3.3 Величини та одиниці, що використовуються	32
4 Основні регламентовані величини НРБУ-97.....	33
5 Радіаційно-гігієнічні регламенти першої групи.....	34
5.1 Ліміти доз та допустимі рівні	34
5.2 Опромінювання персоналу (категорія А).....	38
5.3 Підвищене опромінювання персоналу, що планується	39
5.4 Опромінювання персоналу (категорія Б)	40
5.5 Опромінювання населення (категорія В)	41
5.6 Контрольні рівні.....	41
6 Радіаційно-гігієнічні регламенти другої групи - медичне опромінювання населення.....	42
7 Радіаційно-гігієнічні регламенти третьої групи - втручання в умовах радіаційних аварій.....	45
8 Радіаційно-гігієнічні регламенти четвертої групи	58
9 Звільнення практичної діяльності чи джерел іонізуючого випромінювання в рамках практичної діяльності від регулюючого контролю.....	64

ЗМІСТ (продовження)

Стор.

ДОДАТКИ

Д.1 Перелік публікацій МКРЗ та основних міжнародних наукових праць, покладених в основу НРБУ-97	66
Д.2 Значення допустимих рівнів	68
Д.3 Числові значення допустимих рівнів для дистанційного та контактного бета-випромінювання та забруднення шкірних покривів та поверхонь	94
Д.4 Міжнародна шкала ядерних подій	97
Д.5 Потенційні шляхи опромінювання, фази аварії та захисні заходи для яких можуть бути встановлені рівні втручання	105
Д.6 Аварійні плани	106
Д.7 Екстрені контрзаходи	108
Д.8 Невідкладні контрзаходи	110
Д.9 Довготривалі контрзаходи	113
Д.10 Використання поняття ризику в практиці протирадіаційного захисту людини	119
Д.11 Довідковий матеріал	122

НОРМИ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ (НРБУ - 97)

НРБУ-97 розроблені з метою забезпечення протирадіаційного захисту населення країни, а також у відповідності до основних положень Конституції та Законів України “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення”, “Про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку”, “Про поводження з радіоактивними відходами”.

СПАДКОЄМНІСТЬ І НОВИЗНА

В основу НРБУ-97 покладено (Додаток 1):

- рекомендації Міжнародної комісії з радіологічного захисту (МКРЗ), видані у 1989 - 1996 рр.;
- Міжнародні основні норми безпеки для захисту від іонізуючих випромінювань та безпеки джерел випромінювання (МАГАТЕ, 1994 Серія ”Безпека” № 115-I) та інші публікації МАГАТЕ серії “Безпека”;
- позитивний досвід застосування "Норм радіаційної безпеки (НРБ-76/87)";
- окремі положення Норм радіаційної безпеки Російської Федерації (НРБ-96);
- Нормативно-технічний документ “Критерії для прийняття рішення про заходи захисту населення у випадку аварії ядерного реактора” (1990);
- найважливіші наукові розробки вітчизняних та закордонних фахівців у галузі радіаційного захисту та безпеки, а також у суміжних галузях.

У порівнянні з попередніми НРБ-76/87 у даний документ введені наступні сучасні концептуальні положення:

- концепція ефективної дози;
- нова система обґрунтування допустимих рівнів з використанням дозиметричних моделей з вік-залежними параметрами;
- дві категорії опромінюваних осіб (персонал та населення);
- система чотирьох груп радіаційно-гігієнічних регламентів;

- регламенти, щодо обмеження опромінення при нормальній практичній діяльності;
- *регламентування* аварійного опромінювання населення;
- *регламентування опромінювання від* техногенно підсилених джерел природного походження;
- *основи обмеження* медичного опромінювання.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 НРБУ-97 є основним державним документом, що встановлює систему радіаційно-гігієнічних регламентів для забезпечення прийнятних рівнів опромінення як для окремої людини, так і суспільства взагалі.

1.2 Метою НРБУ-97 є визначення основних вимог до:

- охорони здоров'я людини від можливої шкоди, що пов'язана з опромінюванням від *джерел іонізуючого випромінювання*;
- безпечної експлуатації джерел випромінювання;
- охорони навколишнього середовища.

1.3 Зазначена у п.1.2 мета НРБУ-97 досягається шляхом введення таких гігієнічних регламентів, які забезпечують:

- запобігання виникнення *детерміністичних ефектів* у осіб, що зазнали опромінення;
- обмеження на прийнятному рівні імовірності виникнення *стохастичних ефектів*.

1.4 НРБУ-97 встановлює два принципово відмінні підходи до забезпечення протирадіаційного захисту:

- при всіх видах практичної діяльності в умовах нормальної експлуатації індустриальних та медичних джерел випромінювання;
- втручання при опроміненні населення в умовах *аварійного опромінення*, а також при хронічному опромінюванні за рахунок *техногенно-підсилених джерел природного походження*.

1.5 *Практична діяльність* - діяльність людини, спрямована на досягнення матеріальної чи іншої користі, що призводить чи може призвести до контрольованого та передбачуваного наперед:

- деякого збільшення дози опромінення;
- та/або створення додаткових шляхів опромінювання;
- та/або збільшення кількості людей, які зазнають опромінювання;
- та/або зміни структури шляхів опромінювання від усіх, пов'язаних з цією діяльністю джерел.

При цьому може збільшуватися доза, імовірність опромінювання, або кількість опромінюваних людей.

1.6 До практичної діяльності відносяться :

- виробництво джерел випромінювання;
- використання джерел випромінювання і радіоактивних речовин в медицині, дослідженнях, промисловості, сільському господарстві, освіті, тощо;
- виробництво ядерної енергії, включаючи всі елементи паливно-енергетичного циклу;
- зберігання та транспортування джерел іонізуючого випромінювання;
- поводження з радіоактивними відходами.

1.7 Радіаційна безпека та протирадіаційний захист стосовно практичної діяльності будуються з використанням наступних основних принципів:

- будь-яка практична діяльність, що супроводжується опромінюванням людей, не повинна здійснюватися, якщо вона не приносить більшої користі окремим особам або суспільству в цілому у порівнянні зі шкодою, яку вона завдає (*принцип виправданості*);
- рівні опромінення від усіх значимих видів практичної діяльності не повинні перевищувати встановлені ліміти доз (*принцип неперевищення*);
- рівні індивідуальних доз та (або) кількість опромінюваних осіб по відношенню до кожного джерела випромінювання повинні бути настільки низькими,

наскільки це може бути досягнуто з врахуванням економічних та соціальних факторів (*принцип оптимізації*).

1.8 Враховуючи особливості розподілу шкоди та користі при *медичному опромінюванні* (пацієнт завжди особисто отримує одночасно і користь, і шкоду від опромінювання, тоді як в інших сферах практичної діяльності це не завжди виконується), основні вимоги до обмеження опромінювання у цих ситуаціях розглядаються окремим розділом даного документу.

1.9 *Втручання* - такий вид людської діяльності, що завжди спрямований на зниження та відвернення неконтрольованого та непередбачуваного опромінення або імовірності опромінювання в ситуаціях:

- аварійного опромінювання (гострого, короткочасного або хронічного);
- хронічного опромінювання від техногенно підсилених джерел природного походження.
- інших ситуаціях тимчасового опромінювання, визначених регулюючим органом, як таких, що вимагають втручання.

1.10 Радіаційна безпека та протирадіаційний захист в ситуаціях втручань будуються на наступних основних принципах:

- будь-який контрзахід повинен бути виправданим, тобто отримана користь (для суспільства та особи) від відвернутої цим контрзаходом дози повинна бути більше ніж сумарний збиток (медичний, економічний, соціально-психологічний, тощо) від втручання, пов'язаного з його проведенням (*принцип виправданості*);
- повинні бути застосовані всі можливі заходи (втручання) для обмеження індивідуальних доз опромінення на рівні нижчому за поріг детерміністичних радіаційних ефектів, особливо порогів гострих клінічних радіаційних проявів (*принцип неперевищення*);
- необхідно вибирати такий контрзахід (або комбінацію декількох контрзаходів), щоб різниця між сумарною користю та сумарним збитком була не тільки додатною, але і максимальною (у порівнянні з іншими можливими рішеннями) (*принцип оптимізації*).

1.11 НРБУ-97 не поширюються на:

- опромінювання від *природного радіаційного фону*;
- опромінювання в умовах, що визначені в розділі 9.

2. ПРАВОВИЙ СТАТУС

2.1 НРБУ-97 поширюються на всі юридичні та фізичні особи, які використовують, або мають професійний контакт з джерелами іонізуючого випромінювання.

2.2 Контроль за виконанням НРБУ-97 покладається на Державні регулюючі органи – Органи Державного Санітарного Нагляду Міністерства охорони здоров'я України відносно виконання гігієнічних регламентів, передбачених НРБУ-97, та Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, відносно проведення технічних та організаційних заходів для забезпечення радіаційної безпеки об'єкту (джерела), на які поширюються НРБУ-97.

2.3 Відповідальність за виконання НРБУ-97 покладається на:

- керівників та посадових осіб міністерств та відомств, установ, підприємств і лабораторій, а також приватних осіб, які виробляють, переробляють, застосовують, зберігають, транспортують, здійснюють захоронення, знищення чи утилізацію джерел іонізуючого випромінювання, а також проектують роботи з ними;
- керівників та посадових осіб органів Державної виконавчої влади і організацій, які планують та реалізують контрзаходи в частині Норм, що стосується обмеження опромінювання при радіаційних аваріях та опромінювання від техногенно-підсиленних джерел природного походження.

2.4 Особи, які допустили протиправні дії з джерелами іонізуючих випромінювань, чи не планують або не реалізують контрзаходи по зменшенню рівнів опромінення до регламентованих НРБУ-97 величин, залучаються до відповідальності відповідно до діючого законодавства України.

2.5 З моменту офіційного опублікування Норм радіаційної безпеки України, дія НРБ-76/87 відміняється.

2.6 Будь-які діючі відомчі та галузеві правила і інструкції повинні бути приведені у відповідність до вимог НРБУ-97 у строки, узгоджені з органами Державного санітарного нагляду, але не пізніше ніж в 3-х річний термін, а ті, що створюються - не повинні їм суперечити.

3 ОСНОВНІ ТЕРМІНИ, ПОНЯТТЯ, УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ, ВЕЛИЧИНИ ТА ОДИНИЦІ

3.1 Основні терміни

Аварія глобальна - це комунальна радіаційна аварія, під вплив якої підпадає значна частина (або вся) території країни та її населення.

Аварія комунальна – це така радіаційна аварія, наслідки якої не обмежуються приміщеннями об'єкту і його проммайданчиком, а поширюються на оточуючі території, де проживає населення, яке може реально або потенційно зазнавати опромінювання .

Аварія локальна - це комунальна радіаційна аварія, якщо в зоні аварії проживає населення загальною чисельністю до десяти тисяч чоловік.

Аварійне опромінювання - непередбачене підвищення опромінювання персоналу та/або населення внаслідок *радіаційної аварії*.

Аварійний план – план дій у випадку аварії на будь-якому об'єкті, де здійснюється практична діяльність, пов'язана з радіаційно-ядерними технологіями.

Аварія промислова - це така радіаційна аварія, наслідки якої не поширюються за межі території виробничих приміщень і проммайданчика об'єкту, а аварійного опромінювання зазнає лише персонал.

Аварія радіаційна – будь-яка незапланована подія на будь-якому об'єкті з радіаційною чи радіаційно-ядерною технологією, якщо при виникненні цієї події виконуються дві необхідні і достатні умови:

- втрата регулюючого контролю над джерелом;
- реальне (або потенційне) опромінювання людей, пов'язане з втратою контролю над джерелом.

Аварія радіаційно-ядерна – будь-яка незапланована подія на об'єкті з радіаційно-ядерною технологією, яка відбувається з одночасною втратою контролю над ланцюговою ядерною реакцією і виникненням реальної чи потенційної загрози самочинної ланцюгової реакції.

Аварія регіональна - це така комунальна радіаційна аварія, при якій в зоні аварії опиняються території декількох населених пунктів, один чи декілька адміністративних районів і навіть областей, з загальною чисельністю населення більше десяти тисяч чоловік.

Аварія транскордонна - це така глобальна радіаційна аварія, коли зона аварії поширюється за межі державних кордонів країни, в якій вона відбулася.

Аеродинамічний діаметр (d_{ae}) – діаметр сферичної частинки одиничної щільності (1 г·см^{-3}), що має таку ж швидкість гравітаційного осідання, як і аерозольна частинка, що розглядається.

Активність – величина, яка визначається відношенням кількості спонтанних перетворень ядер dN за інтервал часу dt

$$A = dN / dt$$

Одиниця вимірювання - Беккерель (Бк).

Альфа-випромінювання (α -випромінювання) - корпускулярне іонізуюче випромінювання, яке складається з альфа-частинок (ядер гелію), що випромінюються при радіоактивному розпаді чи при ядерних реакціях, перетвореннях.

Атомна електрична станція (АЕС) – атомна станція, призначена для виробництва електричної енергії.

Атомна станція (АС) – підприємство, що використовує ядерний реактор (реактори) для виробництва енергії.

Атомна станція теплопостачання (АСТ) – атомна станція, призначена для виробництва гарячої води.

Атомна теплоелектроцентрально (АТЕС) – атомна станція, призначена для виробництва теплової і електричної енергії.

Безпосереднє іонізуюче випромінювання - іонізуюче випромінювання, що складається з заряджених частинок (електронів, протонів, альфа-частинок та ін.), які мають кінетичну енергію, достатню для іонізації атомів і молекул речовини.

Бета-випромінювання (β -випромінювання) - корпускулярне електронне або позитронне іонізуюче випромінювання з безперервним енергетичним спектром, що виникає при перетвореннях ядер чи нестабільних частинок (наприклад, нейтронів). Характеризується граничною енергією спектру, E_{β} .

Відвернута доза – доза, яка запобігається внаслідок застосування конкретного контрзаходу і вираховується як різниця між дозою без застосування контрзаходу і дозою після припинення дії введеного контрзаходу.

Відкладення – первинні процеси проникнення аерозолі в морфологічні структури дихальної системи, що визначають кількість аерозолі, який залишається в дихальній системі. Після початкового відкладення відбувається перерозподіл домішки за рахунок муко-ціліарного механізму, фізико-хімічної трансформації, переносу в рідині тіла, тощо.

Внутрішнє опромінювання - опромінювання тіла людини та окремих її органів і тканин від джерел іонізуючих випромінювань, що знаходяться в самому тілі.

Втручання - такий вид людської діяльності, що завжди спрямований на зниження та відвернення неконтрольованого та непередбачуваного опромінення або імовірності опромінювання в ситуаціях:

- аварійного опромінювання (гострого, короткочасного або хронічного);
- хронічного опромінювання від техногенно підсилених джерел природного походження;
- інших ситуаціях тимчасового опромінювання, визначених регулюючим органом, як таких, що вимагають втручання.

Втручання безумовно виправдане – таке втручання, якщо значення відвернутих ним доз настільки великі, що користь для здоров'я від даного втручання явно перевищує той сумарний збиток, яким ця акція супроводжується.

Втручання безумовно виправдане екстрене – таке втручання, при реалізації якого відвернута доза пов'язана із загрозою виникнення гострих клінічних проявлень променевого ураження: променевої хвороби, променевих опіків шкіри, радіаційних тиреоїдів та ін.

Втручання виправдане – таке втручання, якщо користь для здоров'я від відвернутої ним дози більше загального збитку, завданого введенням цього втручання.

Втручання не виправдане – таке втручання, при якому величина відвернутої ним дози менше деякого мінімального рівня, визначеного як межа виправданості. Межі виправданості відповідає така величина відвернутої дози, що користь (для здоров'я) від втручання виявиться менше величини завданого ним збитку.

Газо-аерозольний викид (викид) – надходження в атмосферу радіоактивних речовин з технологічних контурів та систем вентиляції підприємства.

Гальмівне випромінювання - електромагнітне випромінювання, що виникає при розсіюванні (гальмуванні) швидкої зарядженої частинки в кулонівському полі атомних ядер та електронів; суттєво для легких частинок електронів та позитронів. Спектр гальмівного випромінювання безперервний, максимальна енергія дорівнює початковій енергії зарядженої частинки. Приклади: гальмівне рентгенівське випромінювання в рентгенівській трубці, гальмівне гама-випромінювання швидких електронів прискорювача при їх попаданні в мішень, тощо.

Гамма-випромінювання (γ -випромінювання) – короткохвильове електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі $< 0,1$ нм, що виникає при розпаді радіоактивних ядер та

елементарних частинок, при взаємодії швидких заряджених частинок з речовиною (див. *гальмівне випромінювання*), анігіляції електронно-позитронних пар, тощо.

Джерело іонізуючого випромінювання - об'єкт, що містить радіоактивну речовину, або технічний пристрій, який створює або в певних умовах здатний створювати *іонізуюче випромінювання*.

Добровольці – особи, які не відносяться до категорії персонал, які свідомо та добровільно надають допомогу пацієнтам при проведенні рентгенологічних чи радіологічних процедур, або беруть участь у проведенні медико-біологічних досліджень.

Доза – в рамках даного документа скорочена назва ефективної дози.

Доза в органі (D_T) – середня в органі чи тканині поглинена доза, розрахована за формулою:

$$D_T = \varepsilon_T / m_T$$

де ε_T – сумарна енергія, що виділилася в органі чи тканині T,

m_T – маса органа чи тканини.

Доза еквівалентна (H_T) – величина, яка визначається як добуток поглиненої дози D_T в окремому органі або тканині T на радіаційний зважувачий фактор w_R :

$$H_T = D_T \cdot w_R$$

Одиниця еквівалентної дози в системі СІ - зіверт (Зв). 1 Зв = 100 бер.

Доза ефективна (E) - сума добутоків *еквівалентних доз* H_T в окремих органах і тканинах на відповідні тканинні зважувачі фактори w_T :

$$E = \sum H_T \cdot w_T$$

Використання поняття ефективної дози допускається при значеннях еквівалентних доз, що знаходяться в області значень нижчих за поріг виникнення детерміністичних ефектів.

Доза колективна еквівалентна - сума індивідуальних еквівалентних доз опромінення певної групи населення за певний період часу

$$S_T = \int_0^{\infty} H_T \frac{dN}{dH_T} dH_T$$

або сума добутоків середньогрупових ефективних доз на число осіб у відповідних групах, що утворюють колектив для якого вона розраховується:

$$S_T = \sum_i \bar{H}_{T,i} N_i$$

Одиниця вимірювання - людино-зіверт (люд.-Зв).

Доза колективна ефективна - сума індивідуальних ефективних доз опромінення в конкретній групі населення за певний період часу

$$S = \int_0^{\infty} E \frac{dN}{dE} dE$$

або сума добутоків середньогрупових ефективних доз на число осіб у відповідних групах, що утворюють колектив для якого вона розраховується:

$$S = \sum_i \bar{E}_i N_i$$

Одиниця вимірювання - людино-зіверт (люд.-Зв).

Доза на одиницю концентрації (об'ємної) (g_τ) в повітрі чи питній воді – ефективна доза внутрішнього опромінення, розрахована за формулою:

$$g_\tau = e_\tau V_\tau$$

V_τ – референтний об'єм повітря, що вдихається на протязі одного року або референтний об'єм споживання питної води для індивідуумів з референтним віком τ .

Доза на одиницю перорального/інгаляційного надходження (e_τ) – річна ефективна доза, розрахована при одиничному (1 Бк) пероральному або інгаляційному надходженні для одного з шести референтних віків τ .

Доза питома максимальна еквівалентна - відношення потужності максимальної еквівалентної дози H_m в органі (в усьому тілі) до щільності потоку часток або фотонів φ :

$$h_m = H_m / \varphi$$

Дозовий рівень виключення “де мінімум” (de minimus) - деякий дозовий рівень, нижче якого облік (наприклад, включення до величини колективної дози) і реєстрація не здійснюється.

Допустимий викид (ДВ) – регламентований максимальний рівень газо-аерозольного викиду. ДВ – викид, при якому сумарна річна ефективна доза представника критичної групи населення, за рахунок всіх радіонуклідів, присутніх у викиді, не перевищує квоту ліміту дози. Схема контролю неперевикнення ДВ встановлюється Головним державним санітарним лікарем України, контроль здійснюється службами радіаційного і дозиметричного контролю підприємства і, незалежно від них - органами Держсаннагляду.

Допустима концентрація в питній воді ($ДК_B^{ingest}$) – допустимий рівень, що забезпечує неперевикнення ліміту дози для будь-якого з референтних віків населення.

Допустима концентрація в повітрі ($ДК_A^{inhal}$, $ДК_B^{inhal}$, $ДК_B^{inhal}$, або в загальному випадку $ДК^{inhal}$) – допустимий рівень, що забезпечує неперевикнення ліміту дози за будь-яких поєднань віку, АМАД і типу сполуки інгальованої домішки. Для населення розглядаються всі референтні віки, для персоналу - тільки референтний вік “Дорослий”.

Допустиме надходження через органи травлення ($ДН^{ingest}$) – допустимий рівень, що забезпечує неперевищення ліміту дози для будь-якого з референтних віків населення.

Допустиме надходження через органи дихання ($ДН_A^{inhal}$ $ДН_B^{inhal}$ $ДН_B^{inhal}$, або в загальному випадку $ДН^{inhal}$) – допустимий рівень, що забезпечує неперевищення ліміту дози за будь-яких поєднань віку, АМАД та типу сполуки інгальованої домішки. Для персоналу розглядається тільки референтний вік “Дорослий”.

Допустимий рівень (ДР) – похідний норматив для надходження радіонуклідів в організм людини за календарний рік, усереднених за рік потужності еквівалентної дози, концентрації радіонуклідів в повітрі, питній воді та раціоні, щільності потоку частинок і т.п., розрахований для референтних умов опромінювання із значень *лімітів доз*.

Допустимий скид (ДС) – регламентований максимальний рівень рідинного скиду. ДС – скид, при якому сумарна *річна ефективна доза* представника *критичної групи населення*, за рахунок присутніх у скиді, не перевищує *квоту ліміту дози*. Схема контролю неперевищення ДС встановлюється Головним державним санітарним лікарем України, контроль здійснюється службами радіаційного і дозиметричного контролю підприємства і, незалежно від них, - органами Держсаннагляду.

Допустима потужність дози (ДПД) - допустимий рівень усередненої за рік потужності еквівалентної дози на все тіло при зовнішньому опроміненні. Чисельно дорівнює відношенню ліміту дози (ЛД) до часу опромінення (t) протягом календарного року:

$$ДПД = ЛД / t.$$

Для осіб категорії А значення t = 1700 год, для осіб категорії Б в установі та в санітарно-захисній зоні t = 2000 год, для осіб категорії В t = 8800 год.

Допустиме радіоактивне забруднення поверхні (ДЗ) - допустимий рівень, встановлений на рівні, що не допускає перевищення ліміту дози за рахунок радіоактивного забруднення поверхні робочих приміщень, обладнання, індивідуальних засобів захисту і шкіряних покривів для осіб категорії А та робочих поверхонь, одягу і шкіряних покривів для осіб категорії Б.

Допустима щільність потоку часток (фотонів) (ДЩП) - допустимий рівень усередненої за рік щільності потоку часток. ДЩП чисельно дорівнює відношенню допустимої потужності дози (ДПД) до питомої максимальної дози h_m (Зв·см²/част.) від зовнішнього опромінення:

$$ДЩП = ДПД / h_m.$$

У разі бета-опромінення шкіри для розрахунку ДПД застосовується основний ЛД для шкіри - 500 мЗв. Питома максимальна доза h_m розраховується для шару шкіри товщиною 5

мг/см² під поверхневим шаром товщиною 5 мг/см². На долонях товщина поверхневого шару – 40 мг/см².

Ефекти детерміністичні (нестохастичні) - ефекти радіаційного впливу, що виявляються тільки при перевищенні певного дозового порогу і тяжкість наслідків яких залежить від величини отриманої дози (гостра променева хвороба, променеві опіки та ін.).

Ефекти стохастичні - безпорогові ефекти радіаційного впливу, імовірність виникнення яких існує при будь яких дозах іонізуючого випромінювання і зростає із збільшенням дози, тоді як відносна їх тяжкість виявлень опромінення від дози не залежить. До стохастичних ефектів належать злоякісні новоутворення (соматичні стохастичні ефекти) та генетичні зміни, що передаються нащадкам (спадкові ефекти).

Збиток – загальна міра всіх несприятливих ефектів опромінюваної групи людей (шкоди здоров'ю від стохастичних та детерміністичних ефектів, занепокоєності і збентеження індивідуумів за своє здоров'я та здоров'я своїх близьких і усі наслідки, що негативно позначаються на комфорті цих індивідуумів і які пов'язані з обмеженнями внаслідок самого опромінення та застосування відповідних контрзаходів) з врахуванням імовірності, скрутності та часу проявлення цих ефектів.

Зовнішнє опромінювання - опромінювання об'єкту (наприклад, тіла людини) від джерел іонізуючих випромінювань, які знаходяться поза цим об'єктом.

Зона аварії - територія, яка в залежності від масштабів аварії вимагає планування та проведення певних заходів, пов'язаних з цією подією. Межі зони аварії у кожному конкретному випадку визначаються Державним регулюючими органами (органами Державної влади України).

Зона контрольована - зона, в якій передбачено посилений дозиметричний контроль.

Зона санітарно-захисна (СЗЗ) - територія навколо радіаційно-ядерного об'єкта, де рівень опромінення людей в умовах нормальної експлуатації може перевищити ліміт дози. В СЗЗ забороняється проживання людей, встановлюються обмеження на виробничу діяльність, що не має відношення до радіаційно-ядерного об'єкта та проводиться радіаційний контроль.

Зона спостереження - територія, на якій можливий вплив радіоактивних скидів та викидів радіаційно-ядерного об'єкта у випадку технічних інцидентів і аномалій, де здійснюється моніторинг технологічних процесів з метою забезпечення радіаційної безпеки радіаційно-ядерного об'єкта.

Ізотоп радіоактивний - радіоактивні атоми з однаковим числом протонів у ядрі, наприклад, радіоактивний ізотоп йоду - йод-125, -127, -129, -131, -132, -133 і т.д.

Індустріальне джерело – джерело іонізуючого випромінювання штучного або природного походження, яке цілеспрямовано використовується у виробничій, науковій медичній та інших сферах з метою отримання матеріальної чи іншої користі на всіх етапах від видобутку (створення) до захоронення (утилізації).

Інкорпорований радіонуклід - радіонуклід, що надійшов в організм.

Іонізуюче випромінювання - випромінювання (електромагнітне, корпускулярне), яке при взаємодії з речовиною безпосередньо або непрямо викликає іонізацію та збудження їх атомів і молекул.

Категорія А – особи з числа персоналу, які постійно чи тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючих випромінювань.

Категорія Б - особи з числа персоналу, які безпосередньо не зайняті роботою з джерелами іонізуючих випромінювань, але у зв'язку з розташуванням робочих місць в приміщеннях та на промислових майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть отримувати додаткове опромінювання.

Категорія В - все населення.

Квота ліміту дози – доля ЛД для категорії В, що виділена для режиму нормальної експлуатації окремого індустріального джерела:

Таблиця 3.1

Джерело	Квота ЛД за рахунок всіх шляхів формування дози від викидів		Скиди : Квота ЛД за рахунок критичного виду водокористування		Сумарна квота ЛД для окремого підприємства	
	%	мкЗв	%	мкЗв	%	мкЗв
АЕС, АТЕЦ, АСТ	4%	40	1%	10	8%	80
ПТЗ, уранові шахти	2%	20	1%	10	4%	40
Заводи РТ	10%	100	5%	50	20%	200
Референтне індустріальне джерело	4%	40	1%	10	8%	80

Контрзахід – будь-яка дія, яка призводить до зменшення існуючих індивідуальних та/або колективних доз опромінення або імовірності опромінювання внаслідок аварії чи ситуації хронічного опромінювання та/або зменшення збитку здоров'ю, завданого самим фактом наявності аварії чи хронічного опромінювання.

Контрзаходи екстрені - контрзаходи, проведення яких має за мету відвернення таких рівнів доз гострого та/або хронічного опромінення осіб з населення, які створюють загрозу виникнення гострих клінічних радіаційних проявів.

Контрзаходи невідкладні – контрзаходи, реалізація яких спрямована на відвернення порогових детерміністичних ефектів.

Контрзаходи непрямі - контрзаходи, які не призводять до запобігання індивідуальних і колективних доз опромінення населення, але зменшують (компенсують) величину збитку для здоров'я, пов'язаного з аварійним опромінюванням.

Контрзаходи прямі - контрзаходи, реалізація яких призводить до запобігання індивідуальних та/або колективних доз аварійного опромінення населення.

Контроль дозиметричний (радіаційно-дозиметричний) - система вимірювань та розрахунків, які спрямовані на оцінку доз опромінення окремих осіб або груп людей, а також радіаційного стану виробничого та навколишнього середовищ.

Контроль індивідуальний дозиметричний - система контролю індивідуальних доз зовнішнього та внутрішнього опромінення осіб категорій А і Б.

Контроль радіаційно-гігієнічний - контроль за дотриманням Норм радіаційної безпеки та усіх пов'язаних з ними регламентів, інструкцій і правил, рекомендацій і т.п., включаючи контроль рівнів опромінення. Здійснюється органами Державного санітарного нагляду (позавідомчий), а також відповідними службами радіаційної безпеки (відомчий).

Контроль регулюючий (радіаційний) – контроль в рамках практичної діяльності за виконанням “Норм радіаційної безпеки”, “Основних санітарних правил роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючого випромінювання” та інших регламентуючих практичну діяльність документів, а також отримання інформації про рівні опромінення людей, радіаційну обстановку на об'єктах та навколишньому середовищі.

Контрольні рівні (КР) - радіаційно-гігієнічні регламенти першої групи, чисельні значення яких встановлюються виходячи з фактично досягнутого на даному радіаційно-ядерному об'єкті або території рівня радіаційного благополуччя. Величина КР встановлюється керівництвом установи або місцевими органами Державної адміністрації за узгодженням з органами Державного санітарного нагляду з метою обмеження опромінення персоналу та/чи населення нижче значень лімітів доз, а також для проведення радіаційно-дозиметричного контролю.

Користь – в загальному розумінні це певні позитивні наслідки, блага, вигоди. Користь в галузі протирадіаційного захисту – це міра позитивних для здоров'я людини наслідків втручання за рахунок відвернутої, внаслідок цього втручання дози опромінення.

Критична група - це частина населення, яка за своїми статеві-віковими, соціально-професійними, умовами і місцем проживання та іншими ознаками отримує чи може отримувати найбільші рівні опромінення від даного джерела.

Ліміт дози - основний радіаційно-гігієнічний норматив, метою якого є обмеження опромінення осіб категорії А, Б і В від усіх індустриальних джерел іонізуючого випромінювання в ситуаціях практичної діяльності. В НРБУ-97 встановлені ліміт ефективної дози ($ЛД_E$) та ліміти еквівалентної дози ($ЛД_{lens}$, $ЛД_{skin}$, $ЛД_{extrim}$).

Медіанний за активністю аеродинамічний діаметр (AMAD) – характеристика статистичного розподілу активності полідисперсного аерозолу за аеродинамічним діаметром d_{ae} . Половина активності аерозолу, що розглядається асоційована з частинками, які мають d_{ae} більший, ніж AMAD. Використовується, коли домінуючими механізмами, що визначають відкладення в органах дихання, є інерційне та гравітаційне осадження, як правило, при AMAD більших 0.5 мкм. При відсутності фактичних даних припускається логнормальний розподіл частинок.

Медіанний за активністю термодинамічний діаметр (AMTD) – характеристика статистичного розподілу активності полідисперсного аерозолу за термодинамічним діаметром d_{th} . Половина активності, що розглядається асоційована з частинками, які мають d_{th} більший, ніж AMTD. Використовується коли дифузія є домінуючим механізмом, що визначає відкладення в дихальній системі, як правило, при AMAD менших 0.5 мкм.

Медичне опромінювання - це опромінювання людини (*пацієнтів*) внаслідок медичних обстежень чи лікування та *добровольців*.

Моніторинг (радіаційний) аварійний - визначення вмісту радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища, продуктах харчування, воді, доз опромінення населення та їх прогнозування з метою забезпечення інформацією, яка потрібна для прийняття рішень щодо необхідності втручання та визначення його форми, масштабу та тривалості.

Моноенергетичне іонізуюче випромінювання - іонізуюче випромінювання, що складається з частинок (одного виду) або фотонів однакової енергії.

Надходження (в організм) – проникнення радіоактивних речовин в дихальну систему і систему травлення.

Надходження інгаляційне – проникнення радіоактивних речовин в органи дихання.

Надходження пероральне – проникнення радіоактивних речовин в систему травлення через ротovu порожнину.

Надходження системне – проникнення радіоактивних речовин в рідини тіла з дихальної системи та з системи травлення, або через шкіру.

Найнижча межа виправданості (межа виправданості) - така величина відвернутої дози, при якій *користь* (для здоров'я) від введеного контрзаходу виявиться практично рівною величині завданого цим *втручанням збитку*.

Непряме іонізуюче випромінювання - іонізуюче випромінювання, що складається з фотонів та/або незаряджених частинок, які внаслідок взаємодії з речовиною створюють безпосереднє іонізуюче випромінювання.

Обмеження вживання радіоактивно забруднених води і продуктів харчування – довгостроковий захисний захід, який може застосовуватися як на ранній, так і на пізній фазах аварії.

Опромінювання - вплив на людину іонізуючого випромінювання від джерел, що знаходяться поза організмом (зовнішнє опромінювання), або від джерел, що знаходяться всередині організму (внутрішнє опромінювання).

Пацієнт - особа, якій лікарем з діагностичною або терапевтичною метою призначена радіологічна чи рентгенологічна процедура.

Період напіврозпаду - характеристика радіонукліду - час, протягом якого число ядер даного радіонукліду внаслідок спонтанних ядерних перетворень зменшується удвічі.

Період аварії йодний - період ранньої фази аварії, при наявності значних викидів радіоізотопів йоду, на протязі якого існує серйозна загроза надходження в організм людини цих радіонуклідів інгаляційно і з продуктами харчування і, як наслідок, опромінювання щитовидної залози осіб з населення, особливо дітей.

Переселення постійне - переселення на невизначено довгий термін населення з радіаційного забруднених внаслідок комунальної аварії територій до регіонів з низькими (нульовими) величинами індивідуальних доз аварійного опромінювання.

Персонал аварійний - особи, що беруть участь в роботах на аварійному об'єкті. Складається з *основного* та *залученого персоналу*.

Персонал основний - персонал аварійного об'єкта, а також члени спеціальних, заздалегідь підготовлених аварійних бригад (медичні бригади швидкого реагування, дозиметричні аварійні групи, спеціально підготовлені для робіт в умовах радіаційної аварії пожежні команди, бригади для ремонтно-відновлювальних робіт та інші подібні формування).

Персонал залучений - залучені до аварійних робіт особи, які мають бути наперед навчені та інформовані про радіаційну обстановку в місцях виконання робіт.

Питома активність радіонукліда - відношення активності радіонукліда A у радіоактивному джерелі до його маси m :

$$A_m = A / m$$

Одиниця вимірювання - Бк·кг⁻¹.

Поверхнева активність радіонукліда - відношення активності радіонукліда, який знаходиться на поверхні радіоактивного джерела, до площі його поверхні:

$$A_s = A / S$$

Одиниця вимірювання - Бк·м⁻².

Потенційна альфа-енергія - сумарна енергія альфа-частинок, яка виділиться при повному розпаді суміші короткоживучих дочірніх продуктів розпаду радону (полонію-218, свинцю-214, вісмуту-214 та полонію-214) до свинцю-210.

Практична діяльність - діяльність людини, спрямована на досягнення матеріальної чи іншої користі, що призводить чи може призвести до контрольованого та передбачуваного наперед:

- деякого збільшення дози опромінення;
- та/або створення додаткових шляхів опромінювання;
- та/або збільшення кількості людей, які зазнають опромінювання;
- та/або зміни структури шляхів опромінювання від усіх, пов'язаних з цією діяльністю джерел.

При цьому може збільшуватися доза, імовірність опромінювання, або кількість опромінюваних людей.

Принцип виправданості – принцип радіологічного захисту, який вимагає, щоб користь від вибраної людської діяльності перевищувала пов'язаний з цією діяльністю сумарний збиток для суспільства чи людини.

Принцип обмеження – принцип радіологічного захисту, який вимагає обмеження (неперевищення) величин опромінення, пов'язаних з вибраною людською діяльністю, встановлених рівнів.

Принцип оптимізації – принцип радіологічного захисту, який вимагає, щоб користь від вибраної людської діяльності не тільки перевищувала пов'язаний з нею збиток, але й була максимальною.

Природний радіаційний фон – випромінювання, що створюються космічними джерелами та теригенними (властивими Землі) радіонуклідами. Зменшення опромінювання цими джерелами завжди є недоцільним.

Пристрій для генерування іонізуючого випромінювання (нерадіонуклідне джерело) - технічний пристрій (рентгенівська трубка, прискорювач, генератор і т.д.), в якому іонізуюче випромінювання виникає за рахунок зміни швидкості заряджених частинок, їх анігіляції або ядерних реакцій.

Протирадіаційний захист - сукупність нормативно-правових, проектно-конструкторських, технічних та організаційних заходів, що забезпечують радіаційну безпеку.

Радіаційна безпека - стан радіаційно-ядерних об'єктів та навколишнього середовища, що забезпечує неперевищення основних дозових лімітів, виключення будь-якого

невиправданого опромінення та зменшення доз опромінення персоналу і населення нижче за встановлені дозові ліміти настільки, наскільки це може бути досягнуто і економічно обгрунтовано.

Радіаційний зважуючий фактор - коефіцієнт, що враховує відносну біологічну ефективність різних видів іонізуючого випромінювання.

Таблиця 3.2 Значення радіаційних зважуючих факторів (w_R)

Вид випромінювання	w_R	w
Фотони, всі енергії		1
Електрони і мюони, всі енергії		1
Протони з енергією > 2 MeV		5
Нейтрони з енергією < 10 keV		5
з енергією 10-100 keV	0	1
з енергією від 100 keV до 2 MeV	0	2
з енергією 2-20 MeV	0	1
з енергією > 20 MeV		5
Альфа-опромінення, важкі ядра віддачі	0	2

Радіаційний ризик – імовірність того, що у певної особи внаслідок опромінювання виникне певний стохастичний ефект.

Радіаційний фактор - будь-який тип радіаційного впливу, який приводить чи може призвести до опромінення людини або радіоактивному забрудненню навколишнього середовища.

Радіаційно-ядерний об'єкт - будь-які речовини, пристрої та споруди, що містять чи можуть вміщувати ядерні матеріали або джерела іонізуючого випромінювання (енергетичні, промислові, дослідні, експериментальні реактори, пристрої, установки, стенди, обладнання, прилади, склади, сховища, транспортні засоби, а також електростанції, виробництва, технологічні комплекси, які використовують такі технічні засоби, у тому числі пов'язані з розробкою, виробництвом, дослідженням, випробуванням, переробкою, транспортуванням, збереженням ядерних вибухових пристроїв).

Радіоактивність - властивість радіонуклідів спонтанно перетворюватися в атоми інших елементів (нукліди чи радіонукліди) внаслідок переходу ядра з одного енергетичного стану в інший, що супроводжується іонізуючим випромінюванням.

Радіоактивне забруднення - наявність або розповсюдження радіоактивних речовин понад їх природного вмісту в навколишньому середовищі та/чи у тілі людини.

Радіонуклід - радіоактивні атоми з даним масовим числом і атомним номером. Радіонукліди одного й того ж хімічного елемента називаються його радіоактивними ізотопами.

Радіоактивне забруднення поверхні, що знімається (нефіксоване) - частина забруднення поверхонь радіонуклідами (радіоактивними речовинами), що спонтанно або при експлуатації переходять із забрудненої поверхні в навколишнє середовище або знімаються засобами дезактивації.

Регламент радіаційно-гігієнічний - будь-які затверджені правила, умови, критерії для прийняття рішення (в т.ч. у формі числових значень нормативів, контрольних рівнів та ін.), а також методи і засоби вимірювань, що забезпечують однозначність і єдність вимог радіаційної безпеки і засобів радіаційного контролю.

Рекомендований граничний рівень медичного опромінювання - величина дози, потужності дози чи радіоактивності, що встановлюється Міністерством охорони здоров'я для типових рентгенологічних та радіологічних діагностичних і терапевтичних процедур з урахуванням кращого світового та вітчизняного технічного та методичного рівня.

Рентгенівське проміння – електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі 10^{-5} - 10^{-2} нм. Випромінюється при гальмуванні швидких електронів в речовині (безперервний спектр), та при переходах електронів з зовнішніх електронних оболонок атому на внутрішні (лінійчастий спектр). Джерела – рентгенівська трубка, деякі радіоактивні ізотопи, прискорювачі та накопичувачі електронів (синхротронне випромінювання).

Референтна людина – серія вік-залежних параметрів математичних моделей організму людини, розроблена з метою радіаційно-гігієнічного нормування опромінювання.

Референтне значення (величини, параметру, тощо) - це таке значення, яке використовується для узагальнення різноманітностей, пов'язаних з професійно-віковою та статевою структурою популяції, умовами проживання і діяльності та іншими характеристиками життєдіяльності людини і навколишнього середовища.

Референтне індустріальне джерело – неспецифіковане явним чином стандартне джерело опромінювання населення, що застосовується з метою радіаційно-гігієнічного нормування. Референтному індустріальному джерелу відповідає референтна дозова квота.

Референтний вік (РВ) – один з шести фіксованих віків, що використовуються в системі нормування опромінювання:

Таблиця 3.3

Референтний вік	Вік, що використовується при моделюванні метаболічних процесів	Допустимо застосування розрахованих доз до вікової когорти
3 місяці	100 діб	До 12 місяців
1 рік	1 рік	Старше 1 року, до 2 років
5 років	5 років	Старше 2 років, до 7 років
10 років	10 років	Старше 7 років, до 12 років
15 років	15 років	Старше 12 років, до 17 років
Дорослий	25 років – для остеотропних радіонуклідів 20 років – для інших радіонуклідів	Старше 17 років

При нормуванні опромінювання населення розглядаються всі шість референтних віків, при нормуванні опромінювання персоналу (категорії А і Б) – тільки референтний вік “Дорослий”.

Референтний клас відкладення газів та пари – один з трьох стандартних класів пари чи газу, що інгалюються, класифікованих у відповідності до їх розчинності і реактивності:

Клас SR-0 – нерозчинні і неактивні. Відкладення в дихальній системі зневажливо мале.

Клас SR-1 – розчинні або реактивні. Повне або часткове відкладення в дихальній системі з наступним пролонгованим переносом в рідині тіла.

Клас SR-2 – високої ступені розчинні або реактивні. Повне відкладення в дихальній системі з практично миттєвим переносом в рідині тіла.

Референтні маси органів і тканин, що опромінюються – маси органів і тканин референтної людини (див. таблицю Д.2.10).

Референтний об’єм питної води, що споживається на протязі одного року – об’єм питної води, що відповідає референтному віку категорії В. (див. таблицю Д.2.5)

Референтний об’єм повітря, що вдихається на протязі одного року – об’єм повітря, що відповідає референтному віку і категорії (див. таблицю Д.2.8).

Референтні параметри дихальної системи і шлунково-кишкового тракту – параметри моделей бар’єрних органів, що використовуються для розрахунку ДР. Приведені в Публікаціях 30 і 66 МКРЗ.

Референтні параметри системного метаболізму – параметри моделей метаболізму, що використовуються для розрахунку ДР. Приведені в Публікаціях 30, 56, 67, 69, 71 МКРЗ.

Референтні параметри статистичного розподілу активності аерозолію за розмірами частинок – в даному документі для розрахунку ДР прийнято логарифмічно-нормальний розподіл, його характеристиками є AMAD і стандартне геометричне відхилення.

Референтний розподіл фізичного навантаження – стандартизована таблиця тривалості референтних рівнів фізичного навантаження.

Референтний тип – один з стандартних типів фізико-хімічних станів речовин, що інгалюються, класифікованих у відповідності до їх швидкості проникнення з дихальної системи в рідини тіла:

Тип V (Very Fast) – речовини, що відклалися в дихальній системі, практично миттєво переходять в рідини тіла.

Тип F (Fast) – речовини, що відклалися, швидко переходять в рідини тіла.

Тип M (Moderate) – речовини, що відклалися, мають проміжну швидкість переходу в рідини тіла.

Тип S (Slow) – речовини, що відклалися, погано розчинні і повільно переходять в рідини тіла.

Референтний тип хімічної сполуки елемента – типи хімічних елементів, що розглядаються в даному документі. Як правило, береться до уваги весь спектр хімічних сполук елемента. Для окремих елементів, таких, як водень, вуглець, сірка - спеціально виділені органічні і неорганічні форми.

Референтна тривалість опромінювання – сумарна тривалість зовнішнього опромінювання і надходження радіонуклідів на протязі одного року. В даному документі прийняті наступні значення:

Таблиця 3.4

Референтний вік	3 міс.	1 рік	5 років	10 років	15 років	“Дорослий”	
						Категорія	
						A, B	B
Тривалість, годин	8760	8760	8760	8760	8760	1700	8760

Референтні умови опромінювання – сукупність стандартизованих параметрів, що використовуються в даному документі з метою радіаційно-гігієнічного нормування опромінювання людини.

Референтна щільність частинок аерозолію і фактор форми – прийняті значення: щільність – $3 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$, фактор форми – 1.5.

Ризик – кількісна міра (імовірність) завдати шкоду внаслідок певних подій, в тому числі внаслідок опромінювання. Визначається кількістю випадків на певну кількість населення.

Рівень виправданості - величина відвернутої дози така, що *користь* (для здоров'я) від введеного контрзаходу виявиться менше величини завданого цим втручанням *збитку*.

Рівень втручання – рівень відвернутої дози опромінення, при перевищенні якої потрібно застосовувати конкретний *контрзахід* у випадку аварійного чи хронічного опромінення.

Рівень дії - величина, похідна від рівнів втручання, яка виражається у термінах таких показників радіаційної обстановки, які можуть бути виміряні: потужність поглинутої дози в повітрі на відкритій місцевості, об'ємна активність радіонуклідів в повітрі, концентрації їх в продуктах харчування, щільність випадінь радіонуклідів на ґрунт та інші.

Рівень дози залишковий (невідвернутий) - частина дози опромінення від даного аварійного джерела, яка завжди зберігається після реалізації контрзаходу.

Рівень прийняттого опромінення - залишковий рівень дози, який вважається прийнятним з точки зору впливу опромінювання на здоров'я людини.

Рідинний скид (скид) - надходження зі стічними водами в навколишнє середовище радіоактивних речовин, що утворилися чи застосовуються на підприємстві.

Річна ефективна доза (РЕД) – сума ефективної дози зовнішнього опромінення на протязі року та очікуваної ефективної дози внутрішнього опромінення, що сформована надходженням радіонуклідів на протязі одного року. Період, за який розраховується очікувана доза внутрішнього опромінювання, складає:

- для референтного віку “Дорослий” – 50 років;
- для інших референтних віків – інтервал часу між моментом надходження (як правило використовується значення референтного віку – Таблиця 3.3) та віком 70 років.

Робоче місце - місце (приміщення) постійного чи тимчасового перебування персоналу у процесі трудової діяльності, пов'язаної з джерелами іонізуючих випромінювань. Якщо робота з джерелами іонізуючих випромінювань здійснюється в різних ділянках приміщення, то робочим місцем вважається все приміщення.

Середньорічна еквівалентна рівноважна активність радону - усереднене за рік значення об'ємної активності радону в рівновазі з його дочірніми продуктами розпаду, які мали б таку саму потенційну альфа-енергію на одиницю об'єму, як їх існуюча суміш.

Термодинамічний діаметр (d_{th}) – діаметр сферичної частинки, що має такий же коефіцієнт дифузії в повітрі, що і аерозольна частинка, яка розглядається.

Техногенно-підсилені джерела природного походження (ТПДПП) - джерела іонізуючого випромінювання природного походження, які в результаті господарської та виробничої діяльності людини були піддані концентруванню або збільшилися їхня доступність, внаслідок чого утворилося додаткове до природного радіаційного фону опромінювання.

Тканинний зважуючий фактор - коефіцієнт, який є відношенням стохастичного ризику опромінювання окремої тканини до загального ризику, коли все тіло опромінюється рівномірно. Цей фактор, значення якого наведені в таблиці, використовується при розрахунку ефективної дози:

Таблиця 3.5 Значення тканинних зважуючих факторів (w_T)

Тканина або орган	w_T
Гонади	0.20
Кістковий мозок (червоний)	0.12
Товста кишка	0.12
Легені	0.12
Шлунок	0.12
Сечовий міхур	0.05
Молочна залоза	0.05
Печінка	0.05
Стравохід	0.05
Щитовидна залоза	0.05
Шкіра	0.01
Поверхня кістки	0.01
Інші органи	0.05

Тканинноквівалентна речовина - матеріал, у якого електронна щільність, ефективний атомний номер і елементний склад близькі до цих характеристик тканини людини.

Фаза аварії рання (гостра) - фаза комунальної аварії тривалістю від декількох годин до одного-двох місяців після початку аварії, яка включає наступні події:

- (а) газо-аерозольні викиди і рідинні скиди радіоактивного матеріалу із аварійного джерела;
- (б) процеси повітряного переносу і інтенсивної наземної міграції радіонуклідів;
- (в) радіоактивні опади і формування радіоактивного сліду.

Фаза аварії середня (фаза стабілізації) - фаза комунальної аварії, яка починається через один-два місяці і завершується через 1-2 роки після початку радіаційної аварії, на якій відсутні (із-за радіоактивного розпаду) короткоживучі осколотні радіоізотопи телуру і йоду, ^{140}Ba + ^{140}La , але у формуванні гамма-поля зростає роль ^{95}Zr + ^{95}Nb , ізотопів рутенію і церію, ^{134}Cs , ^{136}Cs і ^{137}Cs . Основними джерелами *внутрішнього опромінювання* на середній фазі аварії є радіоізотопи цезію (^{134}Cs , ^{136}Cs , ^{137}Cs) і стронцію (^{89}Sr , ^{90}Sr), які надходять з продуктами харчування, виробленими на радіоактивно забруднених територіях.

Фаза аварії пізня (фаза відновлення) - фаза комунальної аварії, що починається через 1-2 роки після початку аварії, коли основним джерелом зовнішнього опромінення є ^{137}Cs у випадках на ґрунт, а внутрішнього - ^{137}Cs і ^{90}Sr в продуктах харчування, які виробляються на забруднених цими радіонуклідами територіях.

Фонове опромінювання - опромінювання від джерел, що створюють природний радіаційний фон.

Фіксоване (що не знімається) радіоактивне забруднення поверхні - частина забруднення поверхонь радіонуклідами (радіоактивними речовинами), які спонтанно або при експлуатації не переходять в навколишнє середовище і не може бути видалено методами дезактивації (без порушення їх цілісності).

Характеристичне випромінювання - фотонне випромінювання з дискретним енергетичним спектром, яке виникає при зміні енергетичного стану електронів атому.

Шкода – термін, що застосовується для означення несприятливих ефектів для здоров'я людини, що клінічно спостерігаються – стохастичні та детерміністичні ефекти опромінювання.

Ядерний матеріал - вихідний або спеціально створений матеріал, який спроможний розщеплюватися за схемою цепної реакції в спеціальних технологічних умовах (наприклад, плутоній-239, уран, збагачений ізотопами урану-235,-233 і т.п.).

3.2 Умовні позначення

A	- активність
A_m	- питома активність
A_s	- поверхнева активність
AMAD	- медіанний за активністю аеродинамічний діаметр
AMTD	- медіанний за активністю термодинамічний діаметр
d_{ae}	- аеродинамічний діаметр
D_T	- доза в органі
d_{th}	- термодинамічний діаметр
De	- дозовий рівень виключення
minimus	
e_τ	- доза на одиницю перорального/інгаляційного надходження
g_τ	- доза на одиницю об'ємної концентрації в повітрі чи питній воді
H_{lens}	- річна еквівалентна доза в кришталику ока
H_{skin}	- річна еквівалентна доза в шкірі
H_{extrim}	- річна еквівалентна доза в кистях і стопах

H_T	- доза еквівалентна в органі Т
E	- доза ефективна
E_{ext}	- ефективна доза зовнішнього опромінення;
h_M	- питома максимальна еквівалентна доза
S	<ul style="list-style-type: none"> - колективна ефективна доза
S_T	<ul style="list-style-type: none"> - колективна еквівалентна доза
w_R	- радіаційний зважуючий фактор
w_T	- тканинний зважуючий фактор
τ	- референтний вік.
АЕС	- атомна електрична станція
АС	- атомна станція
АСТ	- атомна станція тепlopостачання
АТЕЦ	- атомна теплоелектроцентрально
$ДК^{inhal}$	- допустима концентрація в повітрі
$ДК^{ingest}$	- допустима концентрація в питній воді
$ДН^{ingest}$	- допустиме надходження через органи травлення
$ДН^{inhal}$	- допустиме надходження через органи дихання
<ul style="list-style-type: none"> Д 	- допустима потужність дози
ПД	
ДВ	- допустимий викид
ДР	- допустимий рівень
ДС	- допустимий скид
<ul style="list-style-type: none"> Д 	- допустима щільність потоку частинок (фотонів)
ЩП	
$ЛД$	- ліміт дози
$ЛД_E$	- ліміт ефективної дози
$ЛД_{extrim}$	- ліміт еквівалентної дози для кистей та стіп
$ЛД_{lens}$	- ліміт еквівалентної дози для кришталика ока
$ЛД_{skin}$	- ліміт еквівалентної дози для шкіри
КР	- контрольний рівень

ПЗРВ	- пункт захоронення радіоактивних відходів
РЕД	- річна ефективна доза
РТ	- радіохімічні технології
СЗЗ	- санітарно-захисна зона
ТПДПП	- техногенно-підсилені джерела природного походження

В НРБУ-97 використана Міжнародна система спеціальних термінологічних позначень величин, та публікація МКРЗ №60 (на українській мові) в перекладі фахівців НКРЗ при Верховній Раді України та виданою в Бюлетені НКРЗУ “Радіаційна безпека в Україні”, під редакцією Академіка Д.М. Гродзинського, 1994 р.

3.3 Величини та одиниці, що використовуються

Беккерель - одиниця активності в системі СІ (Бк). Один беккерель дорівнює одному ядерному перетворенню в секунду або 0,027 нКі.

Бер - біологічний еквівалент рада, позасистемна одиниця еквівалентної або ефективної дози іонізуючого випромінювання: $1 \text{ бер} = 0.01 \text{ Зв} = 0.01 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

Грей (Гр) - одиниця поглиненої дози іонізуючого випромінювання (у системі СІ). Позасистемна одиниця - рад. $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад} = 1 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

Зіверт (Зв) - одиниця еквівалентної та ефективної дози в системі СІ. Позасистемна одиниця - бер. $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} = 100 \text{ бер}$.

Кюрі (Кі) - позасистемна одиниця активності радіонукліда. 1 Кюрі дорівнює активності 1 г радію-226, в якому за 1 с відбувається 37 мільярдів ядерних перетворень.

Рад - позасистемна одиниця поглиненої дози іонізуючого випромінювання. Дорівнює енергії випромінювання 100 ерг, яка поглинена масою 1 г:

$$1 \text{ рад} = 0.01 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} = 0.01 \text{ Гр}.$$

Рентген - одиниця експозиційної дози фотонного випромінювання, при проходженні якого крізь 0,001293 г повітря в результаті завершення всіх іонізаційних процесів в повітрі створюються іони, що несуть одну електростатичну одиницю кількості електрики кожного знаку. 0,001293 г - це маса 1 см³ атмосферного сухого повітря за нормальних умов: температурі 0° С та тиску 1013 гПа (760 мм рт.ст.).

Електрон-вольт (еВ) - позасистемна одиниця для вимірювання енергії іонізуючого випромінювання: $1 \text{ еВ} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

4. ОСНОВНІ РЕГЛАМЕНТОВАНІ ВЕЛИЧИНИ НРБУ-97

4.1 НРБУ-97 поширюються на ситуації опромінювання людини джерелами іонізуючого випромінювання в умовах:

- нормальної експлуатації індустриальних джерел іонізуючого випромінювання;
- медичної практики;
- радіаційних аварій;
- опромінювання техногенно підсиленими джерелами природного походження.

4.2 НРБУ-97 включають чотири групи радіаційно-гігієнічних регламентованих величин:

Перша група - регламенти*, для контролю за практичною діяльністю. Метою яких є забезпечення опромінювання персоналу та населення на прийнятному для індивідууму та суспільства рівні, а також підтримання радіаційно-прийняттого стану навколишнього середовища та технологій радіаційно-ядерних об'єктів як з позицій обмеження опромінення персоналу та населення, так і з позицій зниження імовірності виникнення аварій на них.

До цієї групи входять:

- ліміти доз;
- похідні рівні;
- допустимі рівні;
- контрольні рівні.

Друга група – регламенти, що мають за мету обмеження опромінення людини від медичних джерел.

До цієї групи входять:

- рекомендовані рівні;
- рекомендовані величини.

Третя група – регламенти, щодо відвернутої внаслідок втручання дози опромінення населення в умовах радіаційної аварії.

До цієї групи входять:

- рівні втручання;

- рівні дії.

Четверта група – регламенти, щодо відвернутої внаслідок втручання дози опромінення населення від техногенно підсилених джерел природного походження.

До цієї групи входять:

- рівні втручання;
- рівні дії.

4.2 Нормами радіаційної безпеки встановлюються такі категорії опромінених осіб:

Категорія А (персонал) - особи, які постійно чи тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючих випромінювань.

Категорія Б (персонал) - особи, які безпосередньо не зайняті роботою з джерелами іонізуючих випромінювань, але у зв'язку з розташуванням робочих місць в приміщеннях та на промислових майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть отримувати додаткове опромінювання.

Категорія В - все населення .

5 РАДІАЦІЙНО - ГІГІЄНІЧНІ РЕГЛАМЕНТИ ПЕРШОЇ ГРУПИ

5.1 Ліміти доз та допустимі рівні

5.1.1 Чисельні значення основних дозових лімітів встановлюються на рівнях, що виключають можливість виникнення детерміністичних ефектів опромінення і, одночасно, гарантують настільки низьку імовірність виникнення стохастичних ефектів опромінення, що вона є прийнятною як для окремих осіб, так і для суспільства в цілому.

5.1.2 Ліміти доз встановлюються в термінах індивідуальної ефективної дози (в деяких випадках - еквівалентної) за календарний рік (ліміт річної ефективної дози) для осіб категорії А і Б та річної ефективної дози для критичних груп осіб категорій В (населення). Останнє означає, що значення річної дози опромінення осіб, які входять в критичну групу, не повинно перевищувати ліміту дози, встановленого для категорії В.

5.1.3 З лімітом доз порівнюється сума ефективних доз опромінення від усіх індустріальних джерел випромінювання. До цієї суми не включають:

- дозу, яку одержують при медичному обстеженні або лікуванні;
- дозу опромінення від природних джерел випромінювання;
- дозу, що пов'язана з аварійним опромінюванням населення;
- дозу опромінення від техногенно-підсилених джерел природного походження.

* тут і далі замість радіаційно-гігієнічні регламентовані величини використовується скорочено - регламенти

5.1.4 Додатково до ліміту ефективної дози встановлюються ліміти річної еквівалентної дози на окремі органи і тканини:

- для кришталика ока;
- для шкіри, а також кистей та стіп.

Таблиця **5.1** Ліміти дози сумарного внутрішнього і зовнішнього опромінювання
(мЗв·рік⁻¹)

Ліміт дози	Категорія опромінюваних осіб		
	А*	Б**	В**
Річна ефективна доза	20***	2	1
Річна еквівалентна доза в :			
- кришталику ока	150	15	15
- шкірі	500	50	50
- кистях та стопах	500	50	-

Примітка:

* - потужність дози опромінення протягом календарного року не регламентується. Щодо жінок дітородного віку (до 45 років), які відносяться до категорії А, доза за будь-які два послідовні місяці не повинна перевищувати 1,5 мЗв, а для вагітних жінок діють обмеження пункту 4.2.3.

** - для вагітних жінок, які відносяться до персоналу категорії Б, та осіб з населення (категорія В), всі основні та похідні регламенти встановлюються на рівні в 2 рази меншому ніж відповідні значення.

*** - в середньому за будь-які послідовні 5 років, але не більше 50 мЗв за окремий рік.

5.1.5 Встановлюється такий перелік допустимих рівнів, які відносяться до радіаційно-гігієнічних регламентів першої групи.

Для категорії А:

- допустиме надходження ($ДН_A^{inhal}$) радіонукліда через органи дихання;
- допустима концентрація ($ДК_A^{inhal}$) радіонукліда в повітрі робочої зони;
- допустима щільність потоку частинок ($ДЩП_A$);

- допустиме радіоактивне забруднення (DZ_A) шкіри, спецодягу та робочих поверхонь.

Для категорії Б:

- допустиме надходження ($ДН_B^{inhal}$) радіонукліда через органи дихання;
- допустима концентрація ($ДК_B^{inhal}$) радіонукліда в повітрі робочої зони;

Для категорії В:

- допустиме надходження радіонукліда через органи дихання ($ДН_B^{inhal}$) і травлення ($ДН^{ingest}$);
- допустимі концентрації радіонукліда в повітрі ($ДК_B^{inhal}$) та питній воді ($ДК^{ingest}$);

5.1.6 Числові значення допустимих рівнів для умов впливу одного радіаційного фактора, тобто одного виду випромінювання, одного радіонукліда та одного шляху надходження при *референтних умовах* впливу подані у Додатку 2. Ці числові значення є радіаційно-гігієнічними регламентами.

5.1.7 При одночасному впливі декількох радіонуклідів, а також джерел зовнішнього і внутрішнього опромінювання сумарна доза від них не повинна перевищувати ЛД.

5.1.8 Якщо є данні про фактичні (нестандартні) умови опромінювання допускається перегляд ДР для окремого підприємства чи робочого місця. Розробка і затвердження таких ДР проводиться у порядку, встановленому Міністерством охорони здоров'я України.

5.1.9 При контролі річного надходження і дози зовнішнього опромінювання ЛД не буде перевищено якщо **одночасно** виконуються наступні нерівності:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{E_{ext}}{ЛД_E} + \sum_i \frac{I_i^{inhal}}{ДН_i^{inhal}} + \sum_i \frac{I_i^{ingest}}{ДН_i^{ingest}} \leq 1 \quad (a) \\ \frac{H_{lens}}{ЛД_{lens}} \leq 1 \quad (b) \\ \frac{H_{skin}}{ЛД_{skin}} \leq 1 \quad (c) \\ \frac{H_{extrim}}{ЛД_{extrim}} \leq 1 \quad (d) \end{array} \right. \quad (5.1)$$

де:

- E_{ext} – ефективна доза зовнішнього опромінення;
- $ЛД_E$ – ліміт ефективної дози для категорії, що розглядається;
- I_i^{inhal} – річне інгаляційне надходження радіонукліду i ;
- $ДН_i^{inhal}$ – допустиме надходження через органи дихання для радіонукліду i та категорії, що розглядається;
- I_i^{ingest} – річне пероральне надходження радіонукліду i ;
- $ДН_i^{ingest}$ – допустиме надходження через органи травлення для радіонукліду i та категорії що розглядається;
- H_{lens} – річна еквівалентна доза в кришталіку ока;
- $ЛД_{lens}$ – ліміт еквівалентної дози для кришталіка ока;
- H_{skin} – річна еквівалентна доза в шкірі;
- $ЛД_{skin}$ – ліміт еквівалентної дози для шкіри;
- H_{extrim} – річна еквівалентна доза в кистях і стопах;
- $ЛД_{extrim}$ – ліміт еквівалентної дози для кистей і стіп.

5.1.8 При контролі середньорічної об'ємної концентрації радіонуклідів в повітрі і питній воді (продуктах харчування) і дози зовнішнього опромінення ЛД не буде перевищено, якщо **одночасно** виконуються наступні нерівності:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{E_{ext}}{ЛД_E} + \sum_i \frac{C_i^{inhal}}{ДК_i^{inhal}} + \sum_i \frac{C_i^{ingest}}{ДК_i^{ingest}} \leq 1 \quad (a) \\ \frac{H_{lens}}{ЛД_{lens}} \leq 1 \quad (b) \\ \frac{H_{skin}}{ЛД_{skin}} \leq 1 \quad (c) \\ \frac{H_{extrim}}{ЛД_{extrim}} \leq 1 \quad (d) \end{array} \right. \quad (5.2)$$

де:

- C_i^{inhal} – середньорічна об'ємна концентрація радіонукліду i в повітрі,
- $ДК_i^{inhal}$ – допустима концентрація радіонукліду i в повітрі для категорії що розглядається,
- C_i^{ingest} – середньорічна об'ємна концентрація радіонукліду i в воді,
- $ДК_i^{ingest}$ – допустима концентрація радіонукліду i в питній воді.

5.1.9 Для категорій А, Б в нерівності (а) систем (5.1), (5.2) останній член суми (пероральне надходження) не розглядається. Для категорії В нерівність (d) в системах (5.1), (5.2) не застосовується.

5.1.10 Якщо є данні, які дозволяють здійснювати контроль за обома системами нерівностей, приймається, що ЛД не перевищується за одночасного виконання умов (5.1) і (5.2).

5.1.11 В системах (5.1), (5.2) нерівність (а) забезпечує неперевищення ліміту ефективної дози (що відповідає прийнятному ризику стохастичних ефектів), нерівності (b), (c), (d) — лімітів еквівалентної дози для кришталика ока, шкіри, кистей і стоп.

5.1.12 Величини допустимих рівнів (ДР) розраховані з умов надходження одного батьківського радіонукліду і відсутності в момент надходження дочірних продуктів розпаду. Акумуляція в організмі дочірних продуктів розпаду, що виникли після надходження в організм врахована у величинах ДР. Дочірні радіонукліди, що надходять в організм разом з батьківськими, розглядаються в умовах (5.1), (5.2) як самостійні радіонукліди.

5.1.13 Для категорії Б величини ДР в 10 раз нижче відповідних ДР категорії А.

5.1.14 До введення спеціальних нормативів для вагітних жінок на виробництві (категорії А, Б) встановлені величини ДР в 20 раз більш низькі, ніж для відповідних ДР категорії А. Для вагітних жінок серед населення ДР в 2 рази нижчі відповідних ДР категорії В.

5.2. Опромінення персоналу (категорія А)

5.2.1 Для персоналу індивідуальна річна ефективна доза за календарний рік не повинна перевищувати значення ЛД для даної категорії (таблиця 5.1).

5.2.2 Особи, молодші за 18 років, не допускаються до роботи з джерелами іонізуючого випромінювання.

5.2.3 Для жінок дітородного віку (до 45 років) вводиться додаткове обмеження опромінення: середня еквівалентна доза локального опромінення (зародку та плоду) за будь-які 2 послідовні місяці не повинна перевищувати 1 мЗв. При цьому за весь період вагітності ця доза не повинна перевищувати 2 мЗв, а ліміт річного надходження для вагітних встановлюється на рівні $1/20 DН_A$.

5.2.4 Жінка, у якої діагностовано вагітність, повідомляє адміністрацію установи.

Повідомлення про вагітність не може бути причиною усунення від роботи. Адміністрація установи повинна створити умови роботи по відношенню до професійного опромінювання у відповідності до вимог п. 5.2.3.

5.2.5 Радіоактивне забруднення шкіри, спецодягу та робочих поверхонь не повинно перевищувати ДЗа, числові значення яких наведені у Додатку 3.

5.2.6 Контроль за опроміненням персоналу регламентується відповідним розділом Основних санітарних правил України (ОСПУ).

5.2.7 Обсяг і види контролю радіаційного стану на радіаційно-ядерному об'єкті здійснюється відповідно до вимог ОСПУ.

5.2.8 Індивідуальний дозиметричний контроль, у конкретних для кожного випадку обсягах, є обов'язковим для осіб, у яких річна ефективна доза опромінення може перевищувати 0,5 значення ЛДа.

5.3 Підвищене опромінювання персоналу, що планується

5.3.1 Підвищене опромінювання персоналу, що планується – це опромінювання персоналу (група А) вище встановлених основних дозових лімітів в непередбачуваних ситуаціях при практичній діяльності.

5.3.2 Непередбачувані ситуації, при яких допускається планувати підвищене опромінювання персоналу, характеризуються наступними умовами:

- не можуть бути усунені без проведення технологічних операцій, що передбачають перевищення основних дозових лімітів;
- потребують термінового усунення;
- можуть призвести до розвитку радіаційної аварії або значних соціально-економічних збитків.

5.3.3 Обґрунтування підвищеного опромінювання персоналу полягає в тому, що шкода від перевищення основних дозових лімітів у окремих осіб з персоналу буде значно меншою ніж можлива шкода у випадку розвитку радіаційної аварії.

5.3.4 При плануванні підвищеного опромінювання персоналу використовується максимальне значення ЛД за один окремий рік – 50 мЗв.

5.3.5 Опромінення персоналу, що планується, в дозах від 1 до 2 ЛД за календарний рік може бути дозволено місцевими органами Державного санітарного нагляду. Порядок допуску персоналу до таких робіт розглянуто у відповідному розділі Основних санітарних правил України (ОСПУ).

Опромінення персоналу при дозі не більше за 2 ЛД повинно бути скомпенсовано так, щоб після п'ятирічного періоду ефективна доза за цей час (разом з дозою від виконання спеціальних робіт), не перевищувала 100 мЗв.

5.3.6 Опромінення персоналу, що планується, в дозах від 2 до 5 ЛД може бути дозволено у виняткових випадках Міністерством охорони здоров'я України один раз протягом всієї трудової діяльності працівника.

Порядок допуску персоналу до робіт, що пов'язані з таким підвищеним опромінюванням, розглядається у відповідному розділі ОСПУ. Підвищене опромінення повинно бути при необхідності скомпенсоване так, щоб після наступного десятирічного періоду сумарна ефективна доза за цей період не перевищувала 200 мЗв.

5.3.7 Особи, які зазнали одноразового опромінення в дозі 5 ЛД і більше, мають бути виведені з зони опромінювання і направлені на медичне обстеження. Подальша робота з джерелами випромінювання цим особам дозволяється в індивідуальному порядку при умові інформування про ризики для їх здоров'я та отримання письмової згоди від них.

5.3.8 Забороняється повторне підвищене опромінювання, що планується, до повної компенсації попереднього.

5.3.9 Планування підвищеного опромінювання жінок у віці до 45 років та чоловіків молодших 30 років забороняється.

5.3.10 Особи, які залучаються до проведення аварійних та рятувальних робіт, на цей період прирівнюються до персоналу (категорія А) та на них поширюється положення підрозділу 5.2 даного документу.

5.4 Опромінення персоналу (категорія Б)

5.4.1 Річна ефективна доза за календарний рік від усіх індустриальних джерел випромінювання в рамках практичної діяльності не повинна перевищувати значення ЛД для даної категорії, (таблиця 5.1) розділу 5.

5.4.2 Для категорії Б річне надходження радіонуклідів через органи дихання, концентрація у повітрі та потужність дози не повинні перевищувати відповідні допустимі рівні для категорії Б.

5.4.3 Значення величин $ДН_B^{inhal}$, $ДК_B^{inhal}$ встановлені на рівні 1/10 величин $ДН_A^{inhal}$ і $ДК_A^{inhal}$, які наведені в Додатку 2, таблиці 1, 2..

5.4.4 Для осіб категорії Б, що працюють на радіаційно-ядерному об'єкті, не допускається будь-яке радіоактивне забруднення шкіри, особистого одягу та робочих поверхонь.

5.4.5 Вимоги до організації і проведення радіаційного контролю для осіб категорії Б ґрунтуються на умові неперевищення ліміту річної ефективної дози. Структура, обсяг, методи і засоби цього контролю регламентуються відповідним розділом ОСПУ.

5.5 Опромінення населення (категорія В)

5.5.1 Регламентація і контроль опромінення населення здійснюється на основі розрахунків річної ефективної дози опромінення критичних груп. Вимоги до організації і проведення дозиметричного моніторингу населення базуються на умові неперевищення ліміту дози. Структура, обсяг, методи і засоби цього контролю регламентуються відповідними розділами ОСПУ, а також при необхідності спеціальними нормативними актами Міністерства охорони здоров'я України.

5.5.2 Обмеження опромінення населення здійснюється шляхом регламентації і контролю:

- активності об'єктів навколишнього середовища (води, повітря і т.п.);
- газоаерозольних викидів і рідинних скидань у процесі роботи радіаційно-ядерних об'єктів.

Крім того, для кожного радіаційно-ядерного об'єкту встановлюється санітарно-захисна зона, де регламентується спеціальний режим використання її території та спеціальні вимоги до радіаційного контролю.

5.5.3 Для осіб категорії В не допускається будь-яке радіоактивне забруднення поверхонь житлових і робочих приміщень, одяжі та тіла.

5.6 Контрольні рівні.

5.6.1 З метою фіксації досягнутого рівня радіаційної безпеки на даному радіаційно-ядерному об'єкті, в населеному пункті і навколишньому середовищі встановлюються *контрольні рівні*.

5.6.2 На основі існуючої радіаційної ситуації на конкретному радіаційно-ядерному об'єкті для окремих його приміщень, санітарно-захисної зони, зони спостереження та інших об'єктів для планування заходів захисту і оперативного контролю за радіаційним станом встановлюються контрольні рівні ефективної дози та відповідні їм допустимі рівні для всіх або окремих категорій опромінених осіб.

5.6.3 Контрольні рівні встановлюють:

- для категорії А і Б - адміністрація радіаційно-ядерного об'єкта при обов'язковому узгодженні з органами Державного санітарного нагляду;
- для категорії В (в тому числі контрольні рівні газоаерозольних викидів та рідинних скидів) – адміністрація радіаційно-ядерного об'єкта та (або) місцеві органи Державної адміністрації при обов'язковому узгодженні з органами Державного санітарного нагляду.

5.6.4 Значення контрольних рівнів встановлюються на рівні нижчому за відповідні дозові ліміти та допустимі рівні. Можливо встановлювати контрольні рівнів для окремого радіонукліда та (або) шляху його надходження, включаючи введення контрольних рівнів на вміст радіонукліда в окремому продукті харчування або на окремій території.

5.6.5 КР можуть бути встановлені для окремих технологічних операцій, режимів експлуатації та окремих підрозділів радіаційно-небезпечних виробництв.

5.6.6 При перевищенні КР необхідно проводити розслідування з метою виявлення та усунення причин, що призвели до перевищення.

6. РАДІАЦІЙНО-ГІГІЄНИЧНІ РЕГЛАМЕНТИ ДРУГОЇ ГРУПИ - МЕДИЧНЕ ОПРОМІНЮВАННЯ НАСЕЛЕННЯ

6.1 Медичне опромінювання - це опромінювання людини (*пацієнтів та добровольців*) внаслідок медичних обстежень чи лікування.

6.2 Медичне опромінювання спрямовано тільки на досягнення очевидної користі для конкретної людини (пацієнта) у вигляді отримання необхідної діагностичної інформації або терапевтичного ефекту.

6.3 Враховуючи особливості цього виду практичної діяльності протирадіаційний захист базується на наступних принципах:

- опромінювання повинно бути клінічно обґрунтованим і призначеним лікарем для досягнення корисних діагностичних та терапевтичних ефектів, які не можливо отримати іншими методами діагностики та лікування (*принцип виправданості*);

- колективні дози, що отримує населення при проведенні рентгенологічних та радіологічних процедур повинні бути настільки низькими, наскільки це розумно досягається з урахуванням економічних та соціальних факторів (*принцип оптимізації*);

- величина дози опромінення встановлюється тільки лікарем індивідуально для кожного пацієнта, виходячи з клінічних показників, і повинна враховувати необхідність запобігання виникнення детерміністичних ефектів в здорових тканинах та в організмі в цілому (*принцип неперевищення*)

6.4 Дозові ліміти для обмеження медичного опромінення не встановлюються, а необхідність проведення певної рентгенологічної чи радіологічної процедури обґрунтовується лікарем на основі медичних показань.

6.5 Повторність однотипних рентгенологічних та радіологічних діагностичних процедур допускається тільки необхідністю і можливістю отримання нової чи розширеної інформації. Необґрунтоване дублювання однотипних діагностичних процедур виключається. Для запобігання повторів (дублювання) однотипних рентгено-радіонуклідних процедур, та отримання якісної клінічної інформації (контроль якості променевих досліджень), необхідна атестація та сертифікація робочих місць, рентгенівської і радіонуклідної техніки, атестаційна оцінка персоналу.

6.6 З метою удосконалення методології використання джерел іонізуючого випромінювання у медицині та зниження рівнів опромінення населення Міністерством охорони здоров'я України запроваджуються рекомендовані граничні рівні медичного обстеження.

6.7 Рекомендовані граничні рівні медичного опромінювання та вимоги до контролю та реєстрації доз опромінення встановлюються окремими документами, затвердженими Міністерством охорони здоров'я України.

6.8 Регламентовані граничні рівні індивідуальних ефективних доз опромінення при проведенні рентгено-радіонуклідних процедур передбачують розподіл пацієнтів за категоріями із регламентацією для кожної з них граничних рівнів опромінення. У класифікації враховано мету досліджень, загальну кількість осіб, яких піддають певному виду рентгенівського чи радіонуклідного дослідження, вік обстежуваних, чутливість методу діагностики, його клінічну чи соціальну значущість тощо.

6.9 Виділяють такі категорії пацієнтів при проведенні рентгено- та радіонуклідних досліджень:

Категорія АД

- хворі з онкологічними захворюваннями чи з підозрою на них;
- хворі, дослідження яких проводиться з метою диференційної діагностики вродженої серцево-судинної патології, в тому числі судинних периферичних малоформаций;
- хворі, яким проводять інтервенційні методи;
- особи, досліджувані в ургентній практиці (в тому числі при травмах) за життєвими показами.

Рекомендовані граничні рівні (ефективна доза) - 100 мЗв·рік⁻¹.

Категорія БД

- хворі, дослідження у яких проводять за клінічними показами при соматичних (неонкологічних) захворюваннях з метою уточнювання діагнозу та/або вибору тактики лікування.

Рекомендовані граничні рівні (ефективна доза) - 20 мЗв·рік⁻¹.

Категорія ВД

- особи із груп ризику, в тому числі працюючі на підприємствах з шкідливими патогенними факторами та ті, яких приймають на роботу на зазначені підприємства та проходять професійний відбір;
- хворі, зняті з обліку після радикального лікування онкологічних захворювань, при періодичних обстеженнях.

Рекомендовані граничні рівні (ефективна доза) - 2 мЗв·рік⁻¹.

Категорія ГД

- *особи, у яких проводять всі види профілактичного обстеження, за винятком таких осіб, які віднесені до категорії ВД;*
- *особи, яким проводять обстеження у медичних програмах.*

Рекомендовані граничні рівні (ефективна доза) - 1 мЗв·рік⁻¹.

6.10 Для категорій АД і ВД додатково введено таке обмеження еквівалентних доз опромінення найбільш радіочутливих органів (тканин):

- кришталики очей - 150 мЗв·рік⁻¹;
- гонади жіночі - 200 мЗв·рік⁻¹;
- гонади чоловічі - 400 мЗв·рік⁻¹;
- червоний кістковий мозок - 400 мЗв ·рік⁻¹.

6.11 Для категорії пацієнтів АД граничний рівень ефективної дози рекомендується таким, що запобігає виникненню детерміністичних ефектів опромінювання.

6.12 Для категорії БД, ВД та ГД граничні рівні ефективних доз встановлені нижчі, ніж для категорії АД у зв'язку з необхідністю зменшення ризику виникнення стохастичних наслідків опромінювання. Значення цих рівнів диференційовані з урахуванням чисельності контингенту пацієнтів: обмеженого для категорій БД та ВД, та великого для категорії ГД.

6.13 При проведенні профілактичного обстеження населення річна ефективна доза не повинна перевищувати 1 мЗв.

Перевищення цього рівня допускається лише в умовах несприятливої епідемічної ситуації за узгодженням з органами Державного санітарного нагляду Міністерства охорони здоров'я України.

6.14 Особи, які добровільно надають допомогу пацієнтам при проведенні діагностичних та терапевтичних процедур не повинні зазнавати опромінення у дозах більше 5 мЗв·рік⁻¹.

6.15 Для жінок репродуктивного віку (до 45 років) з діагностованою чи можливою вагітністю, а також у період грудного годування дитини необхідно уникати проведення радіологічних та рентгенологічних процедур, за винятком ургентних випадків.

6.16 Медичне опромінювання добровольців, які беруть участь в медико-біологічних дослідженнях повинно проводитись з дозволу Міністерства охорони здоров'я України при умовах:

- неперевищення рекомендованих Міністерством охорони здоров'я рівнів опромінення;
- письмової згоди добровольця;

- інформування добровольця про можливі наслідки та ризики, пов'язані з опромінюванням.

6.17 При проведенні радіологічних процедур (введення радіофармацевтичних препаратів) потужність дози гамма-випромінювання на відстані 0,1 м від пацієнта не повинна перевищувати 10 мкЗв·год⁻¹ (при виході з радіологічного відділення).

6.18 Для уніфікації порядку використання рекомендованих граничних рівнів доз лікар-променевиї діагност повинен вести облік індивідуальних дозових навантажень пацієнта при проведенні діагностичних процедур згідно з формою, наведеною у наказі Міністерства охорони здоров'я України №118 від 19.06.90 р.

6.19 Значення індивідуальної ефективної дози опромінення визначається в залежності від фізико-технічних умов проведення рентгенодіагностичної процедури або від радіоактивності радіофармацевтичного препарату, за довідковими матеріалами, затвердженими МОЗ України.

6.20 При багаторазовому проведенні протягом поточного року діагностичних процедур значення отриманих ефективних доз підсумовують.

7. РАДІАЦІЙНО-ГІГІЄНИЧНІ РЕГЛАМЕНТИ ТРЕТЬОЇ ГРУПИ- ВТРУЧАННЯ В УМОВАХ РАДІАЦІЙНОЇ АВАРІЇ

ВИДИ, МАСШТАБИ І ФАЗИ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЙ

Види радіаційних аварій

7.1 У відповідності з прийнятими у даному документі визначеннями незапланована подія на будь-якому об'єкті з радіаційною чи радіаційно-ядерною технологією кваліфікується як *радіаційна аварія*, якщо при виникненні цієї події виконуються дві необхідні і достатні умови:

- (а) втрата *регулюючого контролю* над джерелом;
- (б) реальне (або потенційне) опромінення людей, пов'язане з втратою регулюючого контролю над джерелом.

7.2 Під визначення *радіаційної аварії* підпадає широкий спектр таких подій, як крадіжки чи втрати поодиноких закритих джерел гамма-випромінювання, неконтрольовані розгерметизації джерел, що містять гамма-, бета- і альфа-випромінювачі, включаючи радіонуклідні нейтрони джерела, (полоній (плутоній)-берилієві), медичні радіонуклідні генератори (молібден-технецієві, телурно-йодні, радій-радонові) тощо.

7.3 Будь-яка незапланована подія, яка відповідає умовам п. 7.1 і виникла на енергетичному, транспортно-енергетичному, дослідницькому чи промисловому атомному реакторі, кваліфікується як радіаційна аварія незалежно від причин і масштабів цієї аварії.

У випадку, якщо подібна аварія виникла з одночасною втратою контролю над ланцюговою ядерною реакцією і виникненням реальної чи потенційної загрози самочинної ланцюгової реакції, то така подія кваліфікується як *аварія радіаційно-ядерна* *.

7.4 Усі радіаційні аварії поділяються на дві групи:

- (а) аварії, які не супроводжуються радіоактивним забрудненням виробничих приміщень, промайданчику об'єкту і оточуючого середовища;

* Частіше всього ядерна аварія є і радіаційно-ядерною, але радіаційна аварія на ядерному реакторі не завжди пов'язана з втратою контролю над ланцюговою ядерною реакцією.

(б) аварії, в результаті яких відбувається радіоактивне забруднення середовища виробничої діяльності і проживання людей.

7.5 У результаті аварії першої групи (а) втрата регулюючого контролю над джерелом може супроводжуватися додатковим зовнішнім рентгенівським, гамма-, бета- і нейтронним опроміненням людини*.

7.6 До аварій другої групи (б) належать:

(а) аварії на об'єктах, де проводяться роботи з радіоактивними речовинами у відкритому виді, які супроводжуються локальним радіоактивним забрудненням об'єктів виробничого середовища;

(б) аварії, пов'язані з радіоактивним забрудненням виробничого та оточуючого середовища, викликані проникненням у них радіоактивних речовин внаслідок розгерметизації закритих джерел гамма-, бета- і альфа-випромінювання;

(в) радіаційні аварії на об'єктах ядерно-енергетичного циклу, експериментальних ядерних реакторах і критичних збірках, а також на складах радіоактивних речовин і на пунктах захоронення радіоактивних відходів, де можливі аварійні газоаерозольні викиди та/або рідинні скиди радіонуклідів в оточуюче середовище.

Класифікація радіаційних аварій за масштабами

7.7 Масштаб радіаційної аварії визначається розміром територій, а також чисельністю персоналу і населення, які втягнені до неї. За своїм масштабом радіаційні аварії поділяються на два великих класи: *промислові* і *комунальні*.

7.8 До класу *промислових* відносяться такі радіаційні аварії, наслідки яких не поширюються за межі територій виробничих приміщень і проммайданчика об'єкту, а аварійне опромінення отримує лише персонал.

7.9 До класу *комунальних* відносяться радіаційні аварії, наслідки яких не обмежуються приміщеннями об'єкту і його проммайданчиком, а поширюються на оточуючі

* В принципі можна собі уявити аварію подібного типу, коли джерелом зовнішнього опромінення є потоки протонів, інших заряджених частинок і ядер (наприклад, при втраті регулюючого контролю над пучком прискорювача).

території, де проживає населення. Останнє стає, таким чином, об'єктом реального чи потенційного аварійного опромінення**.

** У загальному випадку можливий такий розвиток “чисто комунальної аварії”, в яку не утягується ні персонал, ні виробниче середовище. Проте реально подібні сценарії є вкрай рідкими, і нема сенсу вводити їх як окрему класифікаційну категорію.

7.10 За масштабом комунальні радіаційні аварії більш детально поділяються на:

- (а) *локальні*, якщо в зоні аварії проживає населення загальною чисельністю до десяти тисяч чоловік;
- (б) *регіональні*, при яких в зоні аварії опиняються території декількох населених пунктів, один чи декілька адміністративних районів і навіть областей, а загальна чисельність утягненого в аварію населення *перевищує десять тисяч чоловік*;
- (в) *глобальні* – це комунальні радіаційні аварії, внаслідок яких утягується значна частина (чи уся) території країни і її населення*.

7.11 Наряду з встановленою в п.п. 7.7-7.10. класифікацією стосовно аварій на ядерних установках, використовується “*Міжнародна шкала ядерних подій*” (Додаток 4), метою якої є уніфікація міжнародної системи обміну інформацією про відхилення, аномалії, події і аварії, які трапились на цивільних ядерних установках.

Фази аварії

7.12 У розвитку радіаційних комунальних аварій виділяють три основних часових фази (Додаток 5):

- (а) *рання (гостра) фаза аварії*;
- (б) *середня фаза аварії, чи фаза стабілізації*;
- (в) *пізня фаза аварії, чи фаза відновлення*.

7.13 Період *ранньої фази* тривалістю від декількох годин до одного-двох місяців після початку аварії включає наступні події:

- (а) *газо-аерозольні викиди і рідинні скиди* радіоактивного матеріалу із аварійного джерела;
- (б) процеси повітряного переносу і інтенсивної наземної міграції радіонуклідів;
- (в) радіоактивні опади і формування радіоактивного сліду.

7.14 Особливостями *ранньої фази* аварії є:

- (а) наявність в оточуючому середовищі короткоживучих радіонуклідів, включаючи радіоактивні благородні гази, які обумовлюють високі інтенсивності і градієнти гамма-полів;
- (б) при значних викидах радіоізоотопів йоду в *ранній фазі* аварії виділяється так званий *йодний період*, на протязі якого існує серйозна загроза надходження в організм

* До особливого типу глобальних радіаційних аварій відносяться *трансграничні*, коли зона аварії поширюється за межі державних кордонів.

людини цих радіонуклідів інгаляційно і з продуктами харчування і, як наслідок, опромінення щитовидної залози осіб з населення, особливо дітей;

(в) поверхневе забруднення пасовищ, сінокосів, а також вирощуваної сільськогосподарської продукції;

(г) усі види *втручань* в період ранньої фази аварії носять терміновий характер.

7.15 *Середня фаза* аварії починається через один-два місяці і завершується через 1-2 роки після її початку.

На цій фазі аварії в навколишньому середовищі вже відсутні (із-за радіоактивного розпаду) короткоживучі осколочні радіоізотопи телуру і йоду, $^{140}\text{Ba} + ^{140}\text{La}$, але у формуванні гамма-поля зростає роль $^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$, ізотопів рутенію і церію, ^{134}Cs , ^{136}Cs і ^{137}Cs .

Основними джерелами *внутрішнього опромінювання* на середній фазі аварії є радіоізотопи цезія (^{134}Cs , ^{136}Cs , ^{137}Cs) і стронція (^{89}Sr , ^{90}Sr), які надходять з продуктами харчування, виробленими на радіоактивно забруднених територіях.

7.16 До особливостей *середньої фази* належать:

(а) порівняно швидке зниження *потужності поглинутої дози* у повітрі зовнішнього гамма-випромінювання на місцевості (майже у 10 разів за період тривалістю 1 рік після початку цієї фази);

(б) переважання кореневого (над поверхневим) типу забруднення сільськогосподарської продукції (зелені овочі, злакові, ягоди, молоко і м'ясо за рахунок кореневого переходу радіонуклідів у траву пасовищ);

(в) усі види *втручань* в період середньої фази аварії, у більшості випадків, відносяться до довгострокових;

(г) до кінця середньої фази основним джерелом зовнішнього гамма-випромінювання є випадки ^{134}Cs , ^{137}Cs на ґрунт, а внутрішнього - ^{134}Cs , ^{137}Cs і ^{90}Sr в продуктах харчування.

7.17 *Пізня фаза* включає період через 1-2 роки після початку аварії, коли основним джерелом зовнішнього опромінення є ^{137}Cs у випадках на ґрунт, а внутрішнього – Cs і ^{90}Sr в продуктах харчування*, які виробляються на забруднених цими радіонуклідами територіях.

Втручання на пізній стадії аварії носять виключно довгостроковий характер (Додаток 5).

7.18 *Радіаційні аварії*, при яких відсутні *газо-аерозольні викиди і рідинні скиди*, але має місце забруднення навколишнього середовища, викликане витіканнями радіонуклідів з

* Можливі такі типи комунальних радіаційних аварій, при яких основними джерелами внутрішнього опромінення є, наприклад, тільки ^{90}Sr , чи тритій, чи альфа-випромінювачі (ізотопи плутонія, ^{210}Po , ^{241}Am , ^{226}Ra та ін.).

об'єктів, де проводяться роботи з радіоактивними речовинами у відкритому виді, також розвиваються по трьохфазній схемі:

- (а) *рання фаза* - фаза проникнення радіоактивних речовин в оточуюче середовище, яка завершується формуванням радіоактивно-забруднених приміщень і територій;
- (б) *середня фаза* - період стабілізації радіоактивного забруднення;
- (в) *пізня фаза* - період зниження рівнів радіоактивного забруднення (аж до "фонових") як за рахунок фізичних і екологічних процесів, так і внаслідок контрзаходів.

7.19 Умовно можна виділити три фази і для тих радіаційних аварій, які не супроводжуються радіоактивним забрудненням оточуючого людину середовища * :

- (а) до *ранньої фази* відноситься період (момент) встановлення факту радіаційної аварії цього типу і час, необхідний для планування і реалізації термінових контрзаходів;
- (б) *середня і пізня фази* об'єднують весь період ліквідації наслідків подібної аварії (видалення і знешкодження аварійного джерела, відновлення нормальної життєдіяльності населення і функціонування території).

ПЕРСОНАЛ В УМОВАХ РАДІАЦІЙНОЇ АВАРІЇ

7.20 В умовах радіаційної аварії усі роботи виконуються *аварійним персоналом*, до складу якого входять:

- (а) *персонал* аварійного об'єкту, а також члени спеціальних, наперед підготовлених аварійних бригад** - *основний персонал*;
- (б) залучені до аварійних робіт особи- *залучений персонал*, який також має бути наперед навчений і інформований про радіаційну обстановку в місцях виконання робіт.

7.21 До робіт з ліквідації наслідків *промислової радіаційної аварії* залучається лише *основний персонал* як з числа робітників об'єкту, так і професійно навчені робітники аварійних бригад.

7.22 Обмеження опромінювання основного персоналу, зайнятого на аварійних роботах, виконується таким чином, щоб не були перевищені встановлені НРБУ-97 значення регламентів першої групи для *категорії А*.

* наприклад, втрати і крадіжки закритих джерел бета-, гамма-випромінювання

** медичні бригади швидкого реагування, дозиметричні аварійні групи, спеціально підготовлені для робіт в умовах радіаційної аварії пожежні команди, бригади для ремонтно-відновлювальних та будівельних робіт і інші подібні формування

7.23 На час робіт в умовах комунальної радіаційної аварії залучений персонал прирівнюється до *категорії А*. При цьому залучений персонал має бути забезпечений в однаковій мірі з основним персоналом усіма табельними і спеціальними засобами індивідуального і колективного захисту (спецодяг, засоби захисту органів дихання, зору і відкритих поверхонь шкіри, засоби дезактивації та ін.), а також системою вимірювання і реєстрації отриманих у ході проведення робіт доз опромінення.

7.24 *Аварійний персонал* повинен бути постійно проінформованим про отримані дози опромінення і відповідні цим дозам ризику для здоров'я.

7.25 У випадках, якщо роботи в зоні аварії поєднуються з:

- (а) здійсненням втручання для запобігання серйозних уражень людей, які опинилися у зоні аварії;
- (б) зменшенням чисельності осіб, які можуть зазнати аварійного опромінювання (запобігання великих колективних доз);
- (в) запобіганням такого розвитку аварії, який може призвести до катастрофічних наслідків;

допускається заплановане підвищене опромінення осіб зі складу аварійного персоналу (за виключенням жінок, а також чоловіків віком до 30 років).

При цьому мають бути застосовані усі заходи для того, щоб величина сумарного опромінення *не перевищила 100 мЗв* (подвоєне значення максимального ліміту дози професійного опромінення за один рік).

7.26 У виключних випадках, коли роботи виконуються з метою збереження життя людей, мають бути застосовані усі можливі заходи для того, щоб особи з числа аварійного персоналу, які виконують ці роботи, не могли отримати дозу, яка перевищує десятикратне значення максимального дозового ліміту опромінення за один рік, рівної **500 мЗв**. Виконання цієї вимоги забезпечує запобігання детерміністичних ефектів.

7.27 При здійсненні заходів, в яких доза може перевищити максимальний дозовий ліміт (для одного року), особи з числа аварійного персоналу, які виконують ці роботи, мають бути добровольцями, які пройшли медичне обстеження, причому, кожний з них має бути чітко і всесторонньо проінформований про ризик подібного опромінення для здоров'я, пройти попередню підготовку і дати письмову згоду на участь у подібних роботах.

7.28 Дози, отримані в результаті проведення аварійних робіт, не можуть служити підставою для усунення робітників, які брали участь в цих роботах, від продовження (чи початку) такої професійної діяльності, яка пов'язана з виробничим контактом з джерелами іонізуючого випромінювання.

Проте, якщо учасник аварійних робіт отримав дозу, яка в десять разів перевищує максимальний ліміт дози для одного року (500 мЗв), то подальше його професійне опромінювання можливе лише після кваліфікованого медичного обстеження і всестороннього інформування про можливий ризик для його здоров'я, пов'язаний з роботами у сфері радіаційних технологій.

7.29 В аварійних планах (Додаток 6), окрім організаційно-технологічних схем проведення аварійних робіт мають бути визначені:

- (а) офіційні особи, які відповідають за організацію і загальне керівництво роботами;
- (б) особи, які відповідають за проведення індивідуального і колективного дозиметричного контролю;
- (в) особи, які відповідають за медичний контроль, інформування аварійного персоналу і отримання згоди робітників на участь у аварійних роботах, пов'язаних із запланованим підвищенням опромінення.

НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ РАДІАЦІЙНОЇ АВАРІЇ

Загальні положення

7.30 При виникненні *комунальної радіаційної аварії* окрім термінових робіт щодо стабілізації радіаційної обстановки (включаючи відновлення контролю над джерелом) мають бути одночасно здійснені заходи, спрямовані на:

- (а) зведення до мінімуму кількості осіб з населення, які зазнають аварійного опромінювання;
- (б) запобігання чи зниження індивідуальних і колективних доз опромінення населення;
- (в) запобігання чи зниження рівнів радіоактивного забруднення продуктів харчування, питної води, сільськогосподарської сировини і сільгоспугідь, об'єктів довкілля (повітря, води, ґрунту, рослин тощо.), а також будівель і споруд.

7.31 Радіологічний захист населення в умовах радіаційної аварії базується на системі протирадіаційних заходів (*контрзаходів*), які практично завжди є втручанням в нормальну життєдіяльність людей, а також у сферу нормального соціально-побутового, господарського і культурного функціонування територій.

7.32 При плануванні і реалізації втручань, спрямованих на мінімізацію доз і чисельності осіб з населення, які потрапили у сферу дії аварійного опромінення, слід

керуватися трьома головними принципами радіологічного захисту в умовах радіаційної аварії (див. розділ 1, п. 1.10).

Види контрзаходів

7.33 Усі захисні контрзаходи, які застосовуються в умовах радіаційної аварії поділяються на *прямі* і *непрямі*.

До *прямих* відносяться *контрзаходи*, реалізація яких призводить до запобігання індивідуальних і/або колективних доз аварійного опромінення населення.

До *непрямих* відносяться усі види контрзаходів, які не призводять до запобігання індивідуальних і колективних доз опромінення населення, але зменшують (компенсують) величину *збитку* для здоров'я*, пов'язаного з цим аварійним опроміненням. *Непрямі контрзаходи* в НРБУ-97 не розглядаються.

7.34 У залежності від масштабів і фаз радіаційної аварії, а також від рівнів прогнозних аварійних доз опромінення контрзаходи** умовно поділяються на *екстрені*, *невідкладні* і *довгострокові*.

(а) До *екстрених* відносяться такі *контрзаходи*, проведення яких має за мету відвернення таких рівнів доз гострого та/або хронічного опромінювання осіб з населення, які створюють загрозу виникнення радіаційних ефектів, що виявляються клінічно.

(б) *Контрзаходи* кваліфікуються як невідкладні, якщо їх реалізація спрямована на відвернення порогових детерміністичних ефектів.

(в) До *довгострокових* належать *контрзаходи*, спрямовані на відвернення доз короточасного або хронічного опромінення, значення яких, як правило, нижче порогів індукування детерміністичних ефектів.

У Додатку 5 подано розподіл різних видів контрзаходів за фазами радіаційної аварії.

Втручання

* До *непрямих* контрзаходів, зокрема, належать ті, які спрямовані на підвищення якості життя населення, яке зазнало аварійного опромінення: введення соціально-економічних і медичних льгот і грошових компенсацій, покращення якості харчування та ін.

** З цього пункту і надалі під терміном “контрзаходи” слід розуміти “прямі контрзаходи”.

7.35 Основою рішення відносно доцільності (недоцільності) проведення того чи іншого контрзаходу є оцінка і порівняння збитку, завданого втручанням, викликаним даним контрзаходом, з користю для здоров'я, за рахунок дози, відвернутої цим втручанням.

7.36 Кількісними критеріями, які забезпечують виконання вимог п. 7.35., є регламенти третьої групи:

- (а) *рівні втручання;*
- (б) *рівні дії.*

7.37 *Рівень втручання* виражається у термінах *відвернутої дози*, тобто дози, яку передбачається відвернути за час дії контрзаходу, пов'язаного з цим втручанням.

Рівні дії, будучи величинами похідними від рівнів втручання, виражаються у термінах таких показників радіаційної обстановки, які можуть бути виміряні: потужність поглинутої дози в повітрі на відкритій місцевості, об'ємна активність радіонуклідів в повітрі, концентрації їх в продуктах харчування, щільність випадіння радіонуклідів на ґрунт та ін.

7.38 При реалізації контрзаходу, як правило, відвертається не вся доза від даного аварійного джерела, а деяка її частина, так що завжди зберігається *залишковий (невідвернутий) рівень* дози. В процедурі оптимізації залишковий рівень має відповідати деякій дозі опромінення, запобігання якої даним контрзаходом стає неприйнятним тому, що суттєво збільшується збиток.

7.39 Величина відвернутої дози, визначена рівнем втручання, відповідає дозі, усередненій для усієї опроміненої внаслідок *радіаційної аварії* популяції, (а не дозі найбільш опромінених осіб^{*}). Проте величина прогнозованої дози для найбільш опромінених осіб з населення не повинна перевищувати таких значень, при яких можливі гострі клінічні проявлення радіаційних уражень (таблиці Додатка 7).

Виправданість втручання

7.40 У відповідності з принципами виправданості і оптимізації будь-яке *втручання*, пов'язане з цим контрзаходом, може бути кваліфіковано як:

- (а) *невиправдане;*
- (б) *виправдане,*
- (в) *безумовно виправдане.*

^{*} Термін “*критична група*” не використовується в системі рівнів втручання і рівнів дії.

7.41 Втручання є *невиправданим*, якщо величина відвернутої в результаті такого втручання дози менше деякого мінімального рівня, визначеного як найнижча межа виправданості^{**}. *Межі виправданості* відповідає така величина відвернутої дози, при якій *користь* (для здоров'я) від введеного контрзаходу виявиться практично рівною величині завданого цим *втручанням збитку*.

7.42 Усі рішення щодо доцільності чи недоцільності проведення того чи іншого контрзаходу базуються на порівнянні величин *відвернутої* даним контрзаходом *дозы* з відповідним значенням *межі виправданості*. В силу того, що на практиці подібні порівняння у більшості випадків мають проводитися оперативно і на основі тих показників радіаційної обстановки, які можуть бути виміряні, значення цих показників порівнюються з відповідними *межевими рівнями дії*.

7.43 Втручання кваліфікуються як *безумовно виправдані*, якщо значення відвернутої дози настільки великі, що користь для здоров'я від подібних втручань очевидно перевищує той сумарний збиток, яким ця акція супроводжується.

7.44 *Безумовно виправданими екстреними* втручаннями слід вважати такі, при реалізації яких відвернута доза пов'язана з загрозою виникнення гострих клінічних проявлень променевого ураження: променевої хвороби, променевих опіків шкіри, радіаційних тиреоїдитів та ін. В таблицях Додатку 7 надані значення *рівнів безумовного екстреного втручання* при гострому і хронічному опроміненні.

7.45 Між найнижчою *межею виправданості втручання* (і відповідних їм *межевими рівнями дії*) - з одного боку, і *рівнями безумовного втручання* - з іншого, знаходиться область таких значень відвернутих доз, при яких введення контрзаходу потребує процедури оптимізації. Хоча всі ці *контрзаходи виправдані*, рішення про їх проведення (чи не проведення) є важливим і абсолютно необхідним кроком, який включає врахування усіх видів збитку при різних видах контрзаходів.

Рівні втручання і рівні дії для екстрених і невідкладних контрзаходів

7.46 До екстрених і невідкладних протирадіаційних захисних заходів *гострої фази аварії* належать:

- укриття населення;
- обмеження режиму поведінки (обмеження часу перебування на відкритому повітрі);

^{**} ???Далі вживається скорочено: "межа виправданості"

- евакуація;
- фармакологічна профілактика опромінення щитовидної залози радіоактивними ізотопами йоду з допомогою препаратів стабільного йоду (йодна профілактика);
- тимчасова заборона вживання окремих продуктів харчування місцевого виробництва і використання води з місцевих джерел.

Значення рівнів втручання та/або рівнів дії для різних типів невідкладних контрзаходів наведені в таблиці 8.1, додатку 8.

7.47 Рішення про проведення *екстрених і невідкладних захисних заходів* мають бути прийняті не лише з урахуванням поточного стану радіаційної обстановки, але, у першу чергу, базуватися на прогнозі її розвитку у зв'язку з очікуваними аварійними викидами і скидами, а також з використанням гідрометеорологічних прогнозів.

7.48 Основні організаційні і технологічні характеристики, а також перелік і розміри ресурсів, необхідних для проведення екстрених і невідкладних втручань (включаючи укриття, евакуацію і йодну профілактику) мають бути визначені у відповідних *аварійних планах* (Додаток 6). Такі плани мають бути заздалегідь підготовлені стосовно до сценаріїв гіпотетичних комунальних аварій різного масштабу. Плани повинні містити також значення *рівнів втручання і дії*, встановлені даним розділом НРБУ-97 (і Додатками до нього). В аварійні плани слід також включити значення рівнів дії для таких контрзаходів, як видалення і заміна різних продуктів харчування і питної води.

7.49 В умовах гострого дефіциту продуктів харчування і питної води чи будь-яких інших обтяжливих соціально-економічних обставин можуть бути використані більш високі рівні дії, ніж указані в таблиці Додатку 8, для видалення радіоактивно забруднених продуктів харчування і питної води. Проте подібні рішення мають бути обґрунтовані застосуванням процедур *виправданості і оптимізації* втручання і узгоджені з органами Державного санітарного нагляду.

Рівні втручання і рівні дії для довгострокових контрзаходів

7.50 До довгострокових захисних заходів (Додаток 9), які можуть здійснюватися і на *ранній*, і на *пізній фазах аварії*, належать:

- тимчасове відселення;
- постійне переселення;
- обмеження вживання радіоактивно забруднених води і продуктів харчування;
- дезактивація територій;

- (д) різноманітні сільськогосподарські контрзаходи;
- (е) інші контрзаходи (гідрологічні, у тому числі протипаводкові, обмеження, пов'язані з лісокористуванням, полюванням, рибною ловлею та ін.).

7.51 Сільськогосподарські, гідротехнічні та інші індустриально-технічні контрзаходи повинні розглядатися лише після повного завершення аварійного радіоактивного забруднення території, включаючи водойми, з урахуванням результатів детального *радіаційного моніторингу*.

7.52 В *аварійних планах* (Додаток 6) мають бути передбачені і детально визначені усі умови для такого втручання, як *тимчасове переселення* (і повернення) людей, включаючи:

- (а) *рівень втручання* для подібного протирадіаційного заходу;
- (б) умови переселення людей, включаючи необхідні транспортні ресурси, місця розміщення людей на період тимчасового відселення;
- (в) система інформування населення про час переселення і передбачуваний час їхнього повернення;
- (г) система охорони їх власності;
- (д) система компенсацій завданого в результаті тимчасового відселення збитку;
- (е) вимоги до структури і об'єму радіаційно-дозиметричних даних, необхідних для прийняття рішення про тимчасове переселення.

7.53 Та частина аварійного плану, яка розглядає можливості і умови *постійного переселення* людей, має включати основні умови постійного переселення:

- (а) чисельні значення *рівнів втручання* (величина відвернутої постійним переселенням дози);
- (б) максимальну тривалість *тимчасового переселення*, перевищення якої робить доцільним переселення людей на постійне проживання;
- (в) систему обов'язкового інформування і консультацій з людьми та/або представницькими органами того населеного пункту, жителів якого планується переселити на постійне проживання;
- (г) комплекс гарантій, відносно компенсації матеріального і соціально-психологічного збитку, пов'язаного з постійним переселенням;
- (д) вимоги до структури і об'єму радіаційно-дозиметричних даних, необхідних для прийняття рішення про постійне переселення.

7.54 Необхідно вжити всі заходи для отримання оцінок доз опромінення, яке зазнали особи з населення, за період до проведення *втручання*, а також оцінок доз прогнозного

опромінення, якщо прийнято рішення про відмову від будь-якого довгострокового контрзаходу. Результати цих оцінок мають бути загальнодоступні.

7.55 Оцінки доз повинні базуватися на результатах усієї доступної інформації і постійно уточнюватися з отриманням нових, більш точних та/або обширних даних радіаційного моніторингу.

Припинення втручання

7.56 Будь-який довгостроковий захисний захід має бути призупинений, коли оцінки доз показують, що подальше її продовження невиправдане, оскільки величина невідвернутого залишкового рівня дози виявляється нижче прийнятного.

НРБУ-97 встановлює наступний залишковий прийнятний сумарний рівень зовнішнього і внутрішнього опромінення:

- (а) **1 мЗв** за рік для *хронічного опромінення* тривалістю більше 10 років;
- (б) **5 мЗв** сумарно за перші два роки;
- (в) **15 мЗв** сумарно за перші 10 років.

Ці значення можуть визначати розміри (границі) *зони аварії* (комунальної).

8. РАДІАЦІЙНО-ГІГІЄНИЧНІ РЕГЛАМЕНТИ ЧЕТВЕРТОЇ ГРУПИ

8.1 Регламенти цієї групи спрямовані на зменшення доз *хронічного* опромінення людини (населення) від техногенно-підсилених джерел природного походження в умовах житлових та громадських споруд. Вміст техногенно-підсилених джерел природного походження у виробничій сфері розглядається окремо в п.8.7.

8.2 Радіологічний захист в умовах *хронічного* опромінювання базується на системі протирадіаційних заходів (контрзаходів), які завжди є втручанням у життєдіяльність людини чи сферу господарського та соціально-побутового функціонування території.

8.3 Підставою для рішення про доцільність (недоцільність) проведення того чи іншого контрзаходу є оцінка та порівняння шкоди, що заподіяна втручанням при реалізації контрзаходу, та користі для здоров'я за рахунок запобігнутої дози даним втручанням.

8.4 Кількісними критеріями, що забезпечують виконання вимог п. 8.3 є:

- (а) *рівні втручання;*
- (б) *рівні дій.*

Рівні втручання виражаються у термінах відвернутої дози, тобто дози, яку передбачається відвернути за час дії контрзаходу, який пов'язаний з втручанням.

Рівні дій виражаються в термінах таких показників радіаційної ситуації, які можна вимірювати:

- ефективної питомої активності ($A_{\text{еф}}$) природних радіонуклідів у будівельних матеріалах та сировині;
- потужності поглиненої дози (ППД) зовнішнього гама-випромінювання в повітрі будинків;
- середньорічної еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) ізотопів радону в повітрі будівель;
- вмісту природних радіонуклідів у питній воді;
- вмісту природних радіонуклідів у мінеральних добривах;
- вмісту природних радіонуклідів у виробках з порцеляни, фарфору та глини;
- вмісту природних радіонуклідів у мінеральних барвниках.

8.5 У випадку, коли перевищується відповідний *рівень дій* на конкретному об'єкті (джерелі питного водопостачання, будівлі, сировині чи продукції та ін.), втручання планується на підставі визначення структури та величини всіх складових сумарної дози опромінення від техногенно-підсилених джерел природного походження з подальшою процедурою оптимізації всіх можливих контрзаходів по зменшенню сумарної дози опромінення. Вірогідно, що можуть мати місце випадки, коли оптимальний контрзахід, який зменшує сумарну дозу опромінення, буде спрямована на інше техногенно-підсилених джерел природного походження, а не на те, що перевищує рівень дій.

8.6 Рівні дій.

8.6.1 Ефективна питома активність природних радіонуклідів у будівельних матеріалах та мінеральній сировині.

8.6.1.1 Величина ефективної питомої активності природних радіонуклідів у будівельних матеріалах визначається як зважена сума питомих активностей радію-226 (A_{Ra}), торію-232 (A_{Th}) і калію-40 (A_{K}) за формулою:

$$A_{\text{еф}} = A_{\text{Ra}} + 1.31 A_{\text{Th}} + 0.085 A_{\text{K}},$$

де 1.31 і 0.085 - зважуючі коефіцієнти для торію-232 і калію-40 відповідно по відношенню до радію-226. Величини ефективної питомої активності та питомих активностей окремих радіонуклідів визначаються в одиницях беккерель на кілограм ($\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$).

8.6.1.2 Величина $A_{\text{еф}}$ в будівельних матеріалах та мінеральній сировині, що використовуються для всіх видів будівництва без обмежень (I клас), не повинна перевищувати $370 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$.

8.6.1.3 Будівельні матеріали, в яких $A_{\text{еф}}$ вище $370 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, але нижче або дорівнює $740 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ (II клас), можуть бути використані:

- для промислового будівництва;
- для будівництва шляхів.

8.6.1.4 Будівельні матеріали, в яких $A_{\text{еф}}$ перевищує $740 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, але нижче, або дорівнює $1350 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ (III клас), можуть бути використані наступним чином:

в межах населених пунктів:

- для будівництва підземних споруд, покритих шаром ґрунту товщиною понад 0.5 м, де виключено тривале перебування людей;

поза межами населених пунктів:

- для будівництва шляхів;
- для спорудження гребель;
- для спорудження інших промислових об'єктів з малим часом перебування людей.

8.6.1.5 Величина $A_{\text{еф}}$ не повинна перевищувати $3700 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ для матеріалів, що мають естетичну цінність, і які використовуються наступним чином:

- для внутрішнього та зовнішнього оздоблення об'єктів громадського призначення, за виключенням дитячих закладів;
- для зовнішнього оздоблення цокольних частин житлових будинків.

Для внутрішнього оздоблення житлових приміщень та оздоблення дитячих закладів такі матеріали можуть бути використані на підставі окремих регламентів, затверджених Державним Санітарним Наглядом Міністерства охорони здоров'я України.

Приведені значення $A_{\text{еф}}$ відносяться до усереднених значень в межах покладів, дільниці, відвалу або партії матеріалу, який використовується.

- 8.6.2** Потужність поглиненої дози зовнішнього гамма-випромінювання в повітрі будинків та приміщень.
- 8.6.2.1** Встановлені рівні дій ППД розповсюджуються на зовнішнє гама-випромінювання, сформоване за рахунок активності природних радіонуклідів.
- 8.6.2.2** ППД всередині приміщень будівель та споруд, які проектуються, будуються та реконструюються для експлуатації з постійним перебуванням людей, не повинна перевищувати $4365 \text{ пГр}\cdot\text{с}^{-1}$ ($30 \text{ мкР}\cdot\text{год}^{-1}$), включаючи компоненту від природного фонового опромінювання.
- 8.6.2.3** ППД всередині приміщень будівель та споруд, які експлуатуються з постійним перебуванням людей, не повинна перевищувати $7275 \text{ пГр}\cdot\text{с}^{-1}$ ($50 \text{ мкР}\cdot\text{год}^{-1}$), включаючи компоненту від природного фонового опромінювання.
- 8.6.2.4** Середньорічна еквівалентна рівноважна об'ємна активність ізотопів радону в повітрі будівель.
- 8.6.2.5** В приміщеннях будівель та споруд, які будуються та реконструюються для експлуатації з постійним перебуванням людей, середньорічна ЕРОА радону-222 в повітрі не повинна перевищувати $50 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$, середньорічна ЕРОА радону-220 (торону) - $3 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$. У випадку перевищення проведення протирадонових заходів обов'язково.
- 8.6.2.6** В приміщеннях будівель та споруд, які експлуатуються з постійним перебуванням людей, середньорічна ЕРОА радону-222 в повітрі не повинна перевищувати $100 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$; середньорічна ЕРОА радону-220 (торону) - $6 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$. Якщо дані рівні перевищуються, планується проведення протирадонових заходів за згодою власника будівлі.
- 8.6.2.7** Якщо середньорічну ЕРОА радону-222, після проведення протирадонових заходів неможливо знизити нижче рівня $400 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ (рівень обов'язкового втручання), відповідні державні органи зобов'язані вирішити питання про зміну профілю використання громадського будинку. Для житлових будинків (квартир) втручання обов'язкове, якщо в родині є неповнолітні діти, в іншому разі рішення приймається при згоді власника будівлі.

8.6.3 Вміст природних радіонуклідів в питній воді.

Вміст природних радіонуклідів в питній воді не повинен перевищувати:

$$^{222}\text{Rn} \leq 100 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1};$$

$$\begin{aligned} &\text{Уран (сумарна активність} \\ &\text{природної суміші ізотопів)} \leq 0.7 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}; \end{aligned}$$

$$^{226}\text{Ra} \leq 0.7 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1};$$

$$^{228}\text{Ra} \leq 0.7 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}.$$

У разі використання води артезіанських свердловин для комунального водопостачання або реалізації води артезіанських та інших джерел через торговельну мережу кожне джерело (свердловина або група свердловин, що використовуються одночасно) повинно мати паспорт радіаційної якості води. Термін дії паспорта залежить від обсягу використання та рівня вмісту контрольованих радіонуклідів і визначається окремими регламентуючими документами, затвердженими Державним Санітарним Наглядом Міністерства охорони здоров'я України.

8.6.4 Вміст природних радіонуклідів у мінеральних добривах.

8.6.4.1 Для добрив, що не пилять (гранульованих) сума питомих активностей урану-238 і торію-232 не повинна перевищувати $1850 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$.

8.6.4.2 Для добрив, що пилять (негранульованих) окрім додержання умови п.8.6.5.1, сума питомих активностей торію-230 та торію-232 не повинна бути більше $1850 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$.

8.6.5 Вміст природних радіонуклідів у виробках з порцеляни, фарфору та глини.

8.6.5.1 Ефективна питома активність природних радіонуклідів у готовому виробі з фарфору, порцеляни, виробів з глини визначається за формулою:

$$A_{\text{еф}} = A_{\text{Ra}} + 1.31 A_{\text{Th}} + 0.085 A_{\text{K}},$$

де 1.31, 0.085 - зважуючі коефіцієнти по відношенню до радію-226 для торію і калію відповідно, і не повинна перевищувати $370 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$.

8.6.5.2 Вміст природних радіонуклідів у мінеральних барвниках повинен задовольняти наступним умовам:

$$A_{\text{U,Ra}} + 1.2 A_{\text{Th}} \leq 1400 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1},$$

де $A_{\text{U,Ra}}$, A_{Th} - ефективна питома активність урану-238 (чи радію-226) в рівновазі з іншими членами уранового чи торієвого ряду, визначаються в одиницях беккерель на кілограм ($\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$);

1.2 - зважуючий коефіцієнт по відношенню до радію-226.

8.7 Вимоги до захисту від техногенно-підсилених джерел природного походження на виробництві.

8.7.1 Рівні дії для умов виробництва, не пов'язаних з використанням джерел іонізуючого випромінювання, але де можливе опромінювання людей техногенно-підсиленими джерелами природного походження, встановлюються з умови неперевикнення середньорічної ефективної дози опромінення 10 мЗв на рік.

8.7.2 *Рівні дій* для референтних умов окремих радіонуклідів природного походження в повітрі виробничих приміщень з умови радіоактивної рівноваги радіонуклідів уранового та торієвого сімейств у виробничому пилу складають:

- ППД на робочому місці - $7275 \text{ пГр}\cdot\text{с}^{-1}$ ($50 \text{ мкР}\cdot\text{ч}^{-1}$);
- середньорічна ЕРОА радону-222 в повітрі приміщення $330 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$;
- середньорічна ЕРОА радону-220 (торону) в повітрі приміщення - $18 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$;
- активність урану-238 і торію-232 в рівновазі з дочірніми продуктами розпаду у виробничому пилу повинні відповідати формулам:

$$A_U < 28/f \text{ кБк}\cdot\text{кг}^{-1},$$

$$A_{Th} < 24/f \text{ кБк}\cdot\text{кг}^{-1},$$

де f - середньорічна загальна запыленість повітря в зоні дихання, $\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$.

8.7.3 Приведені числові значення *рівнів дій* визначені для умов впливу одного радіаційного фактора, тобто одного виду опромінювання, одного радіонукліда та одного шляху надходження при референтних умовах. Ці числові значення є радіаційно-гігієнічними регламентами для вищевказаної умови, на підставі яких повинні розроблятися числові значення *рівнів дій* для реального радіаційного стану в конкретних умовах виробництва з урахуванням можливого багатфакторного та інтермітуючого (що змінюється з часом) радіаційного впливу.

8.7.4 При наявності даних про фактичні умови опромінювання, *рівні дій* переглядаються на підставі атестації робочих місць відповідних підприємств чи технологій. Затвердження таких *рівнів дій* проводиться Державним Санітарним Наглядом Міністерства охорони здоров'я України. При контролі річного надходження та дози зовнішнього опромінення *рівні дій* не будуть перевищуватись, якщо виконується наступна нерівність:

$$\frac{E_{ext}}{PД_E} + \sum_i \frac{I_i^{inhal}}{ДН_i^{inhal}} \leq 1,$$

де E_{ext} - ефективна доза зовнішнього опромінення;

$PД_E$ - рівень дій по величині ефективної дози опромінення для конкретного виробництва чи окремої його технології;

I_i^{inhal} - річне інгаляційне надходження i -го радіонукліда;

$ДН_i^{inhal}$ - рівень дій по річному інгаляційному надходженню i -го радіонукліда для конкретного виробництва чи окремої його технології.

8.7.5 При контролі середньорічної об'ємної активності радіонуклідів в повітрі, а також потужності поглиненої дози *рівень дій* не буде перевищений, якщо виконується наступна нерівність:

$$\frac{E_{ext}}{PД_E} + \sum_i \frac{C_i^{inhal}}{ДА_i^{inhal}} \leq 1,$$

де C_i^{inhal} - середньорічна об'ємна активність i -го радіонукліда у повітрі для конкретного виробництва чи окремої його технології;

$ДА_i^{inhal}$ - рівень дій для i -го радіонукліда в повітрі для конкретного виробництва чи окремої його технології.

8.7.6 Для окремих виробництв чи їх технологій рівні дій можуть бути розроблені на підставі дозових рівнів, відмінних від рекомендованих в п.8.7.3 з урахуванням основних принципів радіологічного захисту в ситуаціях втручання (п. 1.10) та з дозволу Державного Санітарного Нагляду Міністерства охорони здоров'я.

9 ЗВІЛЬНЕННЯ ПРАКТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЧИ ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В РАМКАХ ПРАКТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВІД РЕГУЛЮЮЧОГО КОНТРОЛЮ.

9.1 *Практична діяльність* чи *джерела іонізуючого випромінювання* в рамках практичної діяльності можуть бути звільнені від вимог НРБУ-97, якщо *регулюючий орган* впевнений, що джерела відповідають критеріям звільнення чи рівням звільнення, визначеним у цьому розділі, або іншим рівням звільнення, що визначаються *регулюючим органом* на основі цих критеріїв звільнення.

Звільнення не повинно надаватися за умови невинуватості *практичної діяльності*.

9.2 Загальними принципами звільнення *практичної діяльності* чи *джерел іонізуючого випромінювання* в рамках практичної діяльності від регулюючого контролю є:

- а) радіаційні ризики для осіб, що викликані звільненою діяльністю чи джерелами повинні бути достатньо низькими, щоб не знаходитися у сфері інтересів *регулюючого органу*;
- б) колективний ризик від звільненої *практичної діяльності* або джерела повинен бути достатньо низьким, щоб не вимагати регулюючого контролю за більшості обставин;
- в) звільнені види *практичної діяльності* та джерела повинні бути безпечні, тобто з низькою імовірністю несприятливого розвитку подій, які зможуть призвести до порушення вимог пунктів а) та б).

9.3 Звільнення *практичної діяльності* чи *джерел іонізуючого випромінювання* в рамках *практичної діяльності* від *регулюючого контролю* може бути як повним, так і обмеженим.

Повне звільнення

9.4 *Практична діяльність* чи *джерела іонізуючого випромінювання* в рамках *практичної діяльності* можуть бути звільнені регулюючим органом від вимог НРБУ-97 без подальшого розгляду (повне звільнення), якщо вони відповідають за всіх можливих обставин наступним критеріям звільнення:

а) очікувана ефективна доза від усіх шляхів опромінення для будь-якої людини за рахунок звільненої *практичної діяльності* чи джерела не перевищує $10 \text{ мкЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$; та

б) очікувана річна *колективна ефективна доза* від усіх шляхів опромінення за рахунок звільненої *практичної діяльності* чи джерела не повинна перевищувати $1 \text{ люд}\cdot\text{Зв}$, або внаслідок оптимізації протирадіаційного захисту доведено, що звільнення є найкращим вибором.

9.5 Згідно з критеріями, викладеними в пп. 2 і 4, наступні джерела в рамках *практичної діяльності* автоматично звільнюються без подальшого розгляду від вимог НРБУ-97:

а) радіоактивні речовини, що використовуються для *практичної діяльності*, для яких або *активність* даного радіонукліду в них у будь-який момент часу, або його *питома активність* не перевищують рівнів звільнення, які визначаються ОСПУ-97 (за виключенням випадків, зазначених в п.б);

б) *пристрої для генерування іонізуючого випромінювання*, які схвалені *регулюючим органом* для використання без *регулюючого контролю*, якщо:

- в умовах нормальної експлуатації потужність *еквівалентної дози* в будь-якій точці на відстані 0.1 м від будь-якої доступної поверхні пристрою не перевищує $1 \text{ мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$; чи
- максимальна енергія випромінювання не перевищує 5 кеВ.

9.6 Для визначених регулюючим органом видів *практичної діяльності* контроль може здійснюватися на рівнях, нижчих за рівні звільнення.

Обмежене звільнення

9.7 Обмежене звільнення (звільнення від певних видів *регулюючого контролю*) *практичної діяльності* чи *джерел* в рамках *практичної діяльності* дозволяється *регулюючим органом* за умов, які визначаються *регулюючим органом* та пов'язані з фізичною чи хімічною формами радіоактивних матеріалів, їх використанням чи захороненням.

Зокрема, обмежене звільнення може дозволятися для пристроїв, що містять радіоактивні речовини, але не можуть бути звільнені за умов п. 5а), якщо:

- пристрій схвалений для використання *регулюючим органом*; та

- радіоактивні речовини присутні в пристрої у герметичній формі, що може ефективно перешкоджати будь-якому контакту з радіоактивною речовиною та її витоку; та
- в умовах нормальної експлуатації ці пристрої не призведуть до перевищення потужності *еквівалентної дози* в $1 \text{ мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$ на відстані 0.1 м від будь-якої доступної поверхні пристрою; та
- *регулюючим органом* визначено необхідні умови для виведення пристрою з експлуатації.

9.8 Обмежене звільнення конкретної практичної діяльності чи джерела від регулюючого контролю може бути дозволене тільки державним *регулюючим органом*, - Санітарним Державним Наглядом Міністерства охорони здоров'я, - і за інших умов, специфічних для даної практичної діяльності чи джерела.

Додаток 1**ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ МКРЗ ТА ОСНОВНИХ МІЖНАРОДНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ,
ПОКЛАДЕНИХ В ОСНОВУ НРБУ-97**

1. МКРЗ. Публикация 30. Пределы поступления радионуклидов для работающих с радиоактивными веществами в открытом виде. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 60 с.
2. МКРЗ. Публикация 38. Схемы распада радионуклидов. Энергия и интенсивность излучения. В 2 ч. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. ICRP Publication 56. Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 1. - Oxford: Pergamon Press, 1989. - 122 p. (Публікація МКРЗ № 56, Вік-залежні дози осіб з населення від надходження радіонуклідів. Частина 1).
4. ICRP Publication 60. Radiation protection 1990: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP) – New York: Pergamon Press, 1991. - 197 p. (МКРЗ Публікація № 60 - Рекомендації Міжнародної комісії з радіологічного захисту 1990 р.).
5. ICRP Publication 63. Principles for Intervention for Protection of the Public in a radiological Emergency. - New York: Pergamon Press, 1991. (Публікація МКРЗ № 63, Принципи втручання для захисту населення при радіологічних надзвичайних обставинах).
6. МКРЗ Публикация №65. Защита от радона-222 в жилых помещениях и на рабочих местах. - М.: Энергоатомиздат, 1995 - 78 с.
7. ICRP Publication 66. Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. - Oxford: Pergamon Press, 1994.- 482 p. (Публікація МКРЗ № 66, Модель респіраторного шляху людини для радіологічного захисту).
8. ICRP Publication 67. Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 2. Ingestion Dose Coefficients. - Oxford: Pergamon Press, 1993. -166 p. (Публікація МКРЗ № 67, Вік-залежні дози осіб з населення від надходження радіонуклідів. Частина 2. Дозові коефіцієнти для надходження).
9. ICRP Publication 69. Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 3. Ingestion Dose Coefficients. - Oxford: Pergamon Press, 1995. – 74 p. (Публікація МКРЗ № 69, Вік-залежні дози осіб з населення від надходження радіонуклідів. Частина 3. Дозові коефіцієнти для надходження).
10. ICRP Publication 71. Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 4. Inhalation Dose Coefficients. - Oxford: Pergamon Press, 1995. - 405 p. (Публікація МКРЗ № 71, Вік-залежні дози осіб з населення від надходження радіонуклідів. Частина 3 Дозові коефіцієнти для інгаляції)

11. Cristy M., Eckerman K. F. Specific Absorbed Fraction of Energy at Various Ages from Internal Photon Sources. ORNL/TM-8381/V1-7.- Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory, 1987. (Специфічна абсорбована фракція енергії для різних віків від внутрішніх фотонних джерел).

12. International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources: Safety Series №115. – Vienna: IAEA, 1995. – 388 p. (Міжнародні основні норми безпеки для захисту від іонізуючих випромінювань та безпеки джерел випромінювань: розроблені Продовольчою та сільськогосподарською організацією Організації Об'єднаних Націй (ФАО), Міжнародним агентством по атомній енергії (МАГАТЕ), Міжнародною організацією праці, Агентством по ядерній енергії Організації економічного співробітництва та розвитку (АЯЕ/ОЕСР), Панамериканською організацією охорони здоров'я (ПООЗ) та Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ)). Серія видань з безпеки № 115. – Відень: МАГАТЕ, 1995.- 388 с.

13. Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency: Safety Series № 109 - Vienna: IAEA, 1994. - 119 p. (Критерії для втручання в ядерних та радіаційних надзвичайних обставинах)

14. Критерії для прийняття рішень про заходи захисту населення у випадку аварії ядерного реактору (Затв. МОЗ СРСР від 16.05.1990 р.). – М., 1990. - 16 с.

15. Likhtariov I., Kovgan L., Novak D., Vavilov S., Jacob P., Herwig G. Paretzke H.. Effective doses due to external irradiation from the Chernobyl accident for different population groups of Ukraine // Health Phys. 70(1). - 1996. - 87-98 p. (Ефективна доза від зовнішнього опромінювання від Чорнобильської аварії для різних груп населення України)

16. Likhtariov I., Kovgan L., Vavilov S., Gluvchinsky R., Perevoznikov O., Litvinets L., Anspaugh L., Kercher J., Bouville A. Internal exposure from the ingestion of foods contaminated by ¹³⁷Cs after the Chernobyl accident. Report 1. General model: Ingestion doses and countermeasure effectiveness for the adults of Rovno Oblast of Ukraine // Health Phys. 70(3). - 1996. - 297-317 p. (Внутрішнє опромінювання від споживання продуктів харчування, забруднених ¹³⁷Cs після аварії на ЧАЕС. Доповідь 1. Загальна модель. Дози від внутрішнього надходження та ефективність контрзаходів для дорослих Рівненської області України).

17. Nuclear Power: Accidental releases - practical guidance for public health action // WHO Regional Publication, European Series № 21. - Copenhagen, 1987. - 47 p. (Ядерна енергія: Аварійні викиди – практичне керівництво для дій по охороні здоров'я).

18. Per Jensen H., Belyaev S., Demin V., Rolevitch I., Likhtariov I., Kovgan L., Bariakhtar V. Management of contaminated territories - Radiological principles and practice // The radiological consequences of the Chernobyl accident. Proceedings of the first international conference Minsk, 18 -

22 March 1996 у. - Minsk, 1996. - 325-338 р. (Управління забрудненими територіями – радіологічні принципи та практика).

Додаток 2

ЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМИХ РІВНІВ

2.1 Концепція допустимих рівнів, прийнята в НРБУ-97

2.1.1 Значення допустимих рівнів встановлені даним документом для референтних умов опромінення.

2.1.2 Для кожної категорії опромінюваних осіб (категорії А, Б, В) числове значення допустимого рівня для даного шляху надходження визначено таким чином, що:

- при вказаній у таблиці величині допустимого рівня,
- при дії одного вибраного шляху опромінення на протязі року,
- при будь-якому поєднанні АМАД, інгаляційного типу аерозолі, класу відкладення газів та пари, типу сполучення домішок, що інгалюються,
- для критичної групи населення,
- або, у випадку персоналу - для референтного віку “Дорослий”
 величина річної ефективної дози внутрішнього опромінення не перевищить відповідного ліміту дози.

2.1.3 Значення допустимих рівнів визначаються наступним набором параметрів:

- *Референтний вік* (Таблиця 3) і стать;
- *Референтна тривалість опромінення* (Таблиця 4);
- *Референтні об’єми питної спожитої протягом одного року води* (Таблиця 5);
- *Референтні об’єми повітря, що вдихається протягом одного року* (Таблиця 6);
- *Референтний розподіл фізичного навантаження* (Таблиця 8);
- *Референтні типи аерозолі;*
- *Референтні класи відкладення пари і газів;*
- *Референтні типи хімічного сполучення елемента* (Таблиця 9);
- *Референтні параметри статистичного розподілу активності аерозолі за розміром частинок;*
- *Референтна густина частинок аерозолі і фактор форми* (прийнято: фактор форми – 1.5, густина – 3 г см^{-3});
- *Референтні параметри дихальної системи* (Таблиця 6 і Таблиця 7) і *травного тракту* [ii, i];
- *Референтні параметри системного метаболізму* [i, iii, iv, v, vi];
- *Референтні маси органів і тканин, що опромінюються* (Таблиця 10);
- *Геометричні параметри референтної людини* [i, ii, vii];

- Референтна товщина шкіряного покрыву (в розрахунках доз зовнішнього опромінення прийнята товщина чутливого шару $5 \text{ мг}\cdot\text{см}^{-2}$ під поверхневим шаром $5 \text{ мг}\cdot\text{см}^{-2}$, для долонь товщина поверхневого шару - $40 \text{ мг}\cdot\text{см}^{-2}$).

2.1.4 Мал. XX – XX ілюструє особливості формування доз внутрішнього опромінення в осіб різних вікових когорт при інгаляційному надходженні аерозолів ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{239}Pu різної дисперсності і хімічного складу. Максимальні значення очікуваних ефективних доз на одиницю вмісту в повітрі, при інгаляції всіх вибраних аерозолів, припадає на інтервал 0.01 – 0.1 мкм.

2.2 Числові значення ДР

2.2.1 В таблицях XX наведені значення ДР для основних радіаційно–значущих радіонуклідів, які найбільш часто зустрічаються на практиці.

2.2.2 Величини допустимих надходжень через органи дихання $ДН_A^{inhal}$, $ДН_B^{inhal}$, $ДН_B^{inhal}$ розраховані за формулами:

для персоналу (категорії А, Б)

$$ДН^{inhal} = \min\left(\frac{ЛД_E}{e_{l,d}}\right), \quad (3)$$

де $ЛД_E$ – ліміт ефективної дози категорій А чи Б,

$e_{l,d}$ – річна ефективна доза при одиничному інгаляційному надходженні, розрахована для референтного віку “Дорослий”, типу сполуки l і АМAD d .

для населення (категорія В)

$$ДН^{inhal} = \min\left(\frac{ЛД_E}{e_{l,d,\tau}}\right), \quad (4)$$

де $ЛД_E$ – ліміт ефективної дози категорії В,

$e_{l,d,\tau}$ – річна ефективна доза при одиничному інгаляційному надходженні, розрахована для типу сполуки l , АМAD d і референтного віку τ .

2.2.3 Величини допустимих концентрацій у повітрі $ДК_A^{inhal}$, $ДК_B^{inhal}$, $ДК_B^{inhal}$ розраховані за формулами:

для персоналу (категорії А, Б)

$$ДК^{inhal} = \min\left(\frac{ЛД_E}{g_{l,d}}\right), \quad (5)$$

де $ЛД_E$ – ліміт ефективної дози категорії А чи Б,

$g_{l,d}$ – річна ефективна доза при одиничній концентрації в повітрі, розрахована для референтного віку “Дорослий”, типу сполуки l і АМAD d ;

для населення (категорія В)

$$ДК^{inhal} = \min\left(\frac{ЛД_E}{g_{l,d,\tau}}\right), \quad (6)$$

где $ЛД_E$ – ліміт ефективної дози категорії В,

$g_{l,d,\tau}$ – річна ефективна доза при одиничній концентрації в повітрі, розрахована для типу сполуки l , АМAD d і референтного віку τ .

2.2.4 Величини допустимих надходжень через органи травлення $ДН_B^{ingest}$ розраховані за формулою:

$$ДН_B^{ingest} = \min\left(\frac{ЛД_E}{e_\tau}\right), \quad (7)$$

де $ЛД_E$ – ліміт ефективної дози В,

e_τ – річна ефективна доза при одиничному пероральному надходженні, розрахована для референтного віку τ .

2.2.5 Величини допустимих концентрацій у питній воді $ДК_B^{ingest}$ розраховані за формулою:

$$ДК_B^{ingest} = \min\left(\frac{ЛД_E}{g_\tau}\right), \quad (8)$$

де $ЛД_E$ – ліміт ефективної дози категорії В,

g_τ – річна ефективна доза при одиничній концентрації в питній воді, розрахована для референтного віку τ .

2.2.6 При розрахунках використані наступні сітки параметрів:

Референтний вік τ : 3 місяця, 1 рік, 5 років, 10 років, 15 років і “Дорослий”.

АМAD: 0.001, 0.003, 0.005, 0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1, 3, 5, 10 мкм;

Тип сполуки l : Референтні типи V, F, M, S; класи відкладення SR-0, SR-1, SR-2; органічні і неорганічні сполуки елемента.

- 2.2.7 У Таблиця 9 наведено прийняті при розрахунку набори референтних типів, класів відкладень та видів сполук окремих елементів.
- 2.2.8 Інертні гази не включено до таблиці, оскільки вони є джерелами зовнішнього опромінення. Природні радіонукліди ^{87}Rb , ^{115}In , ^{144}Nd , ^{147}Sm і ^{187}Re не включено до таблиці, оскільки вони нормуються за хімічною токсичністю.
- 2.2.9 У таблицях запис вигляду 2.E-02 означає $2 \cdot 10^{-2}$, 2.E00 означає $2 \cdot 10^0$.
- 2.2.10 Усі розрахунки виконано з максимально досяжною машинною точністю, проте кінцеві результати наведено в таблицях з однією значущою цифрою у зв'язку з тим, що фактична точність виконаних розрахунків не вище точності всіх використаних значень референтних параметрів, що у сукупності гарантує не більше однієї значущої цифри. Друга причина такого представлення величин ДР – зручність практичного застосування у системі контролю, яка забезпечує, як правило, точність того ж порядку.

2.3 Надходження радіонуклідів за питною водою та їжею

- 2.3.1 Розрахунок транспорту радіонуклідів у травному тракті виконано за моделлю Публікації 30 МКРЗ [i]. У розрахунках використано Референтний об'єм спожитої протягом одного року питної води (див. Таблиця 5).

2.4 Інгаляційне надходження радіонуклідів

- 2.4.1 Розрахунок відкладень та транспорту аерозолів, пари та газів у дихальній системі людини виконано у відповідності до Публікації МКРЗ [ii]. У розрахунках використано Референтний об'єм повітря, яке вдихається протягом одного року (див. Таблиця 8).
- 2.4.2 Наведені у таблицях чисельні значення ДР для повітря розраховані для логарифмічно нормального розподілу активності частинок за d_{ae} . Функція щільності імовірності $P_A(d_{ae})$ має вигляд:

$$P_A(d_{ae}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \ln(\sigma_g) d_{ae}} \exp\left(\frac{-0.5(\ln(d_{ae}) - \ln(AMAD))^2}{(\ln(\sigma_g))^2}\right) \quad (9)$$

де d_{ae} – аеродинамічний діаметр,

AMAD - медіанний за активністю аеродинамічний діаметр,

σ_g - стандартне геометричне відхилення, яке визначають за формулою

$$\sigma_g = 1 + 1.5(1 - (100 \text{ AMTD}^{1.5} + 1)^{-1}) \quad (10)$$

AMTD - медіанний за активністю термодинамічний діаметр.

2.4.3 Для частинок з щільністю ρ зв'язок аеродинамічного та термодинамічного діаметрів виражено формулою (розв'язок рівняння винаходиться чисельними методами):

$$d_{th} = d_{ae} \sqrt{\frac{\chi}{\rho} \times \frac{C(d_{ae})}{C(d_{th})}}, \quad (11)$$

де χ - фактор форми частинок,

C - коефіцієнт Кунінгхама:

$$C(d) = 1 + \frac{\lambda}{d} \left[2.514 + 0.8 \exp\left(-0.55 \frac{d}{\lambda}\right) \right] \quad (12)$$

У формулі (13) d - діаметр частки (d_{th} або d_{ae}), а λ - середня довжина вільного пробігу молекул повітря ($\lambda = 6.83 \times 10^{-8}$ м при 37^0 С, відносній вологості 100% та тиску 101 кПа). У розрахунках приймалося: фактор форми – 1.5, щільність – 3 г·см^{-3} . Для частинок з референтним АМAD = 0.001 мкм замість d_{th} використовується добуток d_{th} на емпіричний коригуючий коефіцієнт:

$$d'_{th} = d_{th} [1 + 3 \exp(-2.2 \times 10^3 d)] \quad (14)$$

2.4.4 У припущенні логнормальності розподілу активності за d_{ae} , внаслідок нелінійності (15), розподіл активності за d_{th} не буде співпадати з логнормальним. Значення величини АМTD розраховується чисельними методами з використанням співвідношення (16).

2.5 Системний метаболізм та дозоутворення

2.5.1 Розрахунок системного метаболізму виконано за моделями Публікацій 30, 56, 67, 69, 71 МКРЗ [i, iii, iv, v, vi]. Розрахунок транспорту енергії іонізуючого випромінювання між органами, а також в органах і тканинах базується на публікаціях [i, vii, viii, ii]. У Таблиця 10 наведено маси органів-мішеней серії референтних математичних фантомів, що використано для розрахунку доз.

Таблиця 1 – Допустимі рівні надходження радіонуклідів через органи дихання $ДН_A^{inhal}$ та допустимі концентрації у повітрі $ДК_A^{inhal}$ для категорії А

Радіонуклід	Період напіврозпаду	$ДН_A^{inhal}$ (Бк•рік-1)	$ДК_A^{inhal}$ (Бк•м-3)
Тритій			
^3H	12.35 року	2.E+07	9.E+03
Вуглець			
^{11}C	20.38 хв.	3.E+08	2.E+05
^{14}C	5730 років	8.E+05	4.E+02
Натрій			
^{22}Na	2.602 року	8.E+05	3.E+02
^{24}Na	15 годин	1.E+07	5.E+03
Фосфор			
^{32}P	14.29 доби	2.E+06	8.E+02
Сірка			
^{35}S	87.44 доби	1.E+06	7.E+02
Хлор			
^{36}Cl	3.01E5 року	7.E+05	3.E+02
Калій			
^{42}K	12.36 години	1.E+07	4.E+03
^{43}K	22.6 години	6.E+07	3.E+04
Кальцій			
^{45}Ca	163 доби	8.E+05	4.E+02
^{47}Ca	4.53 доби	2.E+06	9.E+02
Хром			
^{51}Cr	27.704 доби	1.E+08	7.E+04
Марганець			
^{54}Mn	312.5 доби	3.E+06	1.E+03
^{56}Mn	2.5785 години	5.E+07	2.E+04
Залізо			
^{59}Fe	44.529 доби	9.E+05	5.E+02
Кобальт			
^{57}Co	270.9 доби	5.E+06	2.E+03

<i>Радіонуклід</i>	<i>Період напіврозпаду</i>	DH_A^{inhal} (Бк•рік-1)	DK_A^{inhal} (Бк•м-3)
^{58}Co	70.8 доби	2.E+06	1.E+03
^{60}Co	5.271 року	2.E+05	7.E+01
Нікель			
^{59}Ni	7.5E4 року	1.E+07	5.E+03
^{63}Ni	96 років	3.E+06	2.E+03
Цинк			
^{65}Zn	243.9 доби	2.E+06	1.E+03
Бром			
^{82}Br	35.3 години	8.E+06	4.E+03
Рубідій			
^{86}Rb	18.66 доби	6.E+06	3.E+03
Стронцій			
^{80}Sr	100 хв.	7.E+07	3.E+04
^{81}Sr	25.5 хв.	2.E+08	1.E+05
^{82}Sr	25 діб	5.E+05	2.E+02
^{83}Sr	32.4 години	2.E+07	9.E+03
^{85}Sr	64.84 доби	6.E+06	3.E+03
^{85m}Sr	69.5 хв.	2.E+09	9.E+05
^{87m}Sr	2.805 години	3.E+08	1.E+05
^{89}Sr	50.5 доби	7.E+05	3.E+02
^{90}Sr	29.12 року	3.E+04	1.E+01
^{91}Sr	9.5 години	2.E+07	8.E+03
^{92}Sr	2.71 години	3.E+07	1.E+04
Цирконій			
^{95}Zr	63.98 доби	7.E+05	3.E+02
Ніобій			
^{95}Nb	35.15 доби	2.E+06	1.E+03
Молібден			
^{99}Mo	66 годин	4.E+06	2.E+03
Технецій			
^{99}Tc	2.13E5 року	4.E+05	2.E+02
^{99m}Tc	6.02 години	2.E+08	1.E+05

<i>Радіонуклід</i>	<i>Період напіврозпаду</i>	<i>ДН_А^{inhal} (Бк•рік-1)</i>	<i>ДК_А^{inhal} (Бк•м-3)</i>
Рутеній			
¹⁰³ Ru	39.28 доби	1.E+06	5.E+02
¹⁰⁶ Ru	368.2 доби	7.E+04	3.E+01
Срібло			
^{108m} Ag	127 років	1.E+05	6.E+01
^{110m} Ag	249.9 доби	4.E+05	2.E+02
Телур			
^{127m} Te	109 діб	4.E+05	2.E+02
^{129m} Te	33.6 доби	5.E+05	3.E+02
^{131m} Te	30 годин	4.E+06	2.E+03
¹³² Te	78.2 години	2.E+06	1.E+03
Йод			
¹²³ I	13.2 години	4.E+07	1.E+04
¹²⁵ I	60.14 доби	4.E+05	2.E+02
¹²⁹ I	1.57E7 року	7.E+04	3.E+01
¹³¹ I	8.04 доби	4.E+05	2.E+02
¹³² I	2.3 години	1.E+07	4.E+03
¹³³ I	20.8 години	1.E+06	6.E+02
¹³⁵ I	6.61 години	5.E+06	2.E+03
Цезій			
¹²⁵ Cs	45 хв.	3.E+08	2.E+05
¹²⁶ Cs	1.64 хв.	4.E+09	2.E+06
¹²⁷ Cs	6.25 години	2.E+08	8.E+04
¹²⁸ Cs	3.9 хв.	2.E+09	1.E+06
¹²⁹ Cs	32.06 години	9.E+07	5.E+04
¹³⁰ Cs	29.9 хв.	5.E+08	2.E+05
¹³¹ Cs	9.69 доби	1.E+08	6.E+04
¹³² Cs	6.475 доби	3.E+07	1.E+04
¹³⁴ Cs	2.062 року	2.E+05	1.E+02
^{134m} Cs	2.9 години	6.E+07	3.E+04
¹³⁵ Cs	2.3E6 року	6.E+05	3.E+02
^{135m} Cs	53 хв.	5.E+08	3.E+05
¹³⁶ Cs	13.1 доби	1.E+06	6.E+02

<i>Радіонуклід</i>	<i>Період напіврозпаду</i>	DH_A^{inhal} (Бк•рік-1)	DK_A^{inhal} (Бк•м-3)
^{137}Cs	30 років	1.E+05	6.E+01
^{138}Cs	32.2 хв.	2.E+08	9.E+04
Барій			
^{133}Ba	10.74 року	4.E+05	2.E+02
^{140}Ba	12.74 доби	8.E+05	4.E+02
Церій			
^{141}Ce	32.501 доби	8.E+05	4.E+02
^{144}Ce	284.3 доби	9.E+04	4.E+01
Золото			
^{198}Au	2.696 доби	5.E+06	2.E+03
Свинець			
^{210}Pb	22.3 року	8.E+02	4.E-01
Полоній			
^{210}Po	138.38 доби	6.E+02	3.E-01
Радій			
^{226}Ra	1600 років	1.E+02	6.E-02
^{228}Ra	5.75 року	3.E+02	2.E-01
Торій			
^{232}Th	1.405E10 року	6.E+01	3.E-02
Уран			
^{234}U	2.445E5 року	4.E+02	2.E-01
^{235}U	703.8E6 року	4.E+02	2.E-01
^{238}U	4.468E9 року	5.E+02	2.E-01
Нептуній			
^{237}Np	2.14E6 року	1.E+02	7.E-02
^{239}Np	2.355 доби	3.E+06	1.E+03
Плутоній			
^{238}Pu	87.74 року	6.E+01	3.E-02
^{239}Pu	24065 років	6.E+01	3.E-02
^{240}Pu	6537 років	6.E+01	3.E-02
^{241}Pu	14.4 року	3.E+03	1.E+00

Радіонуклід	Період напіврозпаду	$ДН_A^{inhal}$ (Бк•рік ⁻¹)	$ДК_A^{inhal}$ (Бк•м ⁻³)
Америцій			
²⁴¹ Am	432.2 року	7.E+01	3.E-02

Таблиця 2 – Допустимі рівні надходження радіонуклідів через органи дихання $ДН_B^{inhal}$, органи травлення $ДН_B^{ingest}$, допустимі концентрації у повітрі $ДК_B^{inhal}$ та питній воді $ДК_B^{ingest}$ для категорії В

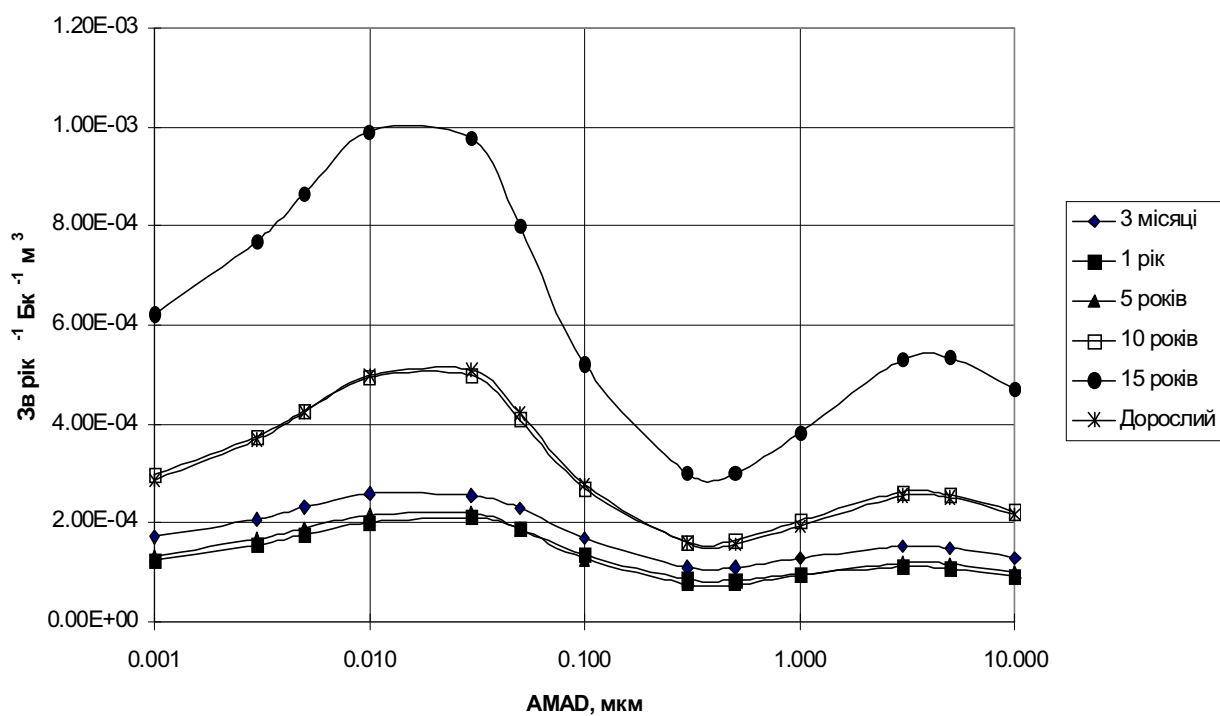
Радіонуклід	Період напіврозпаду	$ДН_B^{inhal}$ (Бк•рік ⁻¹)	$ДН_B^{ingest}$ (Бк•рік ⁻¹)	$ДК_B^{inhal}$ (Бк•м ⁻³)	$ДК_B^{ingest}$ (Бк•м ⁻³)
Тритій					
³ H	12.35 року	2.E+05	8.E+06	1.E+02	3.E+07
Вуглець					
¹¹ C	20.38 хв.	3.E+06	4.E+06	2.E+03	2.E+07
¹⁴ C	5730 років	1.E+04	6.E+05	5.E+00	2.E+06
Натрій					
²² Na	2.602 року	5.E+04	5.E+04	1.E+01	2.E+05
²⁴ Na	15 годин	2.E+05	3.E+05	1.E+02	1.E+06
Фосфор					
³² P	14.29 доби	1.E+04	3.E+04	1.E+01	1.E+05
Сірка					
³⁵ S	87.44 доби	1.E+04	1.E+05	8.E+00	6.E+05
Хлор					
³⁶ Cl	3.01E5 року	6.E+03	1.E+05	4.E+00	5.E+05
Калій					
⁴² K	12.36 години	4.E+05	1.E+05	1.E+02	2.E+05
⁴³ K	22.6 години	4.E+05	4.E+05	3.E+02	2.E+06
Кальцій					
⁴⁵ Ca	163 доби	8.E+03	9.E+04	5.E+00	3.E+05
⁴⁷ Ca	4.53 доби	1.E+04	8.E+04	1.E+01	3.E+05

Радіонуклід	Період напіврозпаду	DH_B^{inhal} (Бк•рік ⁻¹)	DH_B^{ingest} (Бк•рік ⁻¹)	DK_B^{inhal} (Бк•м ⁻³)	DK_B^{ingest} (Бк•м ⁻³)
Хром					
⁵¹ Cr	27.704 доби	1.E+06	3.E+06	8.E+02	1.E+07
Марганець					
⁵⁴ Mn	312.5 доби	4.E+04	2.E+05	2.E+01	8.E+05
⁵⁶ Mn	2.5785 години	4.E+05	4.E+05	3.E+02	2.E+06
Залізо					
⁵⁹ Fe	44.529 доби	9.E+03	3.E+04	6.E+00	1.E+05
Кобальт					
⁵⁷ Co	270.9 доби	6.E+04	3.E+05	3.E+01	2.E+06
⁵⁸ Co	70.8 доби	3.E+04	1.E+05	1.E+01	6.E+05
⁶⁰ Co	5.271 року	3.E+03	2.E+04	1.E+00	8.E+04
Нікель					
⁵⁹ Ni	7.5E4 року	2.E+05	2.E+06	7.E+01	7.E+06
⁶³ Ni	96 років	5.E+04	6.E+05	2.E+01	1.E+06
Цинк					
⁶⁵ Zn	243.9 доби	3.E+04	3.E+04	1.E+01	1.E+05
Бром					
⁸² Br	35.3 години	8.E+04	3.E+05	5.E+01	1.E+06
Рубідій					
⁸⁶ Rb	18.66 доби	4.E+04	3.E+04	3.E+01	1.E+05
Стронцій					
⁸⁰ Sr	100 хв.	4.E+05	3.E+05	3.E+02	1.E+06
⁸¹ Sr	25.5 хв.	1.E+06	1.E+06	1.E+03	5.E+06
⁸² Sr	25 діб	5.E+03	1.E+04	3.E+00	6.E+04
⁸³ Sr	32.4 години	1.E+05	3.E+05	1.E+02	1.E+06
⁸⁵ Sr	64.84 доби	7.E+04	1.E+05	3.E+01	6.E+05
^{85m} Sr	69.5 хв.	2.E+07	2.E+07	1.E+04	1.E+08
^{87m} Sr	2.805 години	2.E+06	4.E+06	2.E+03	2.E+07
⁸⁹ Sr	50.5 доби	7.E+03	3.E+04	4.E+00	1.E+05
⁹⁰ Sr	29.12 року	6.E+02	4.E+03	2.E-01	1.E+04
⁹¹ Sr	9.5 години	1.E+05	2.E+05	9.E+01	9.E+05
⁹² Sr	2.71 години	2.E+05	3.E+05	2.E+02	1.E+06

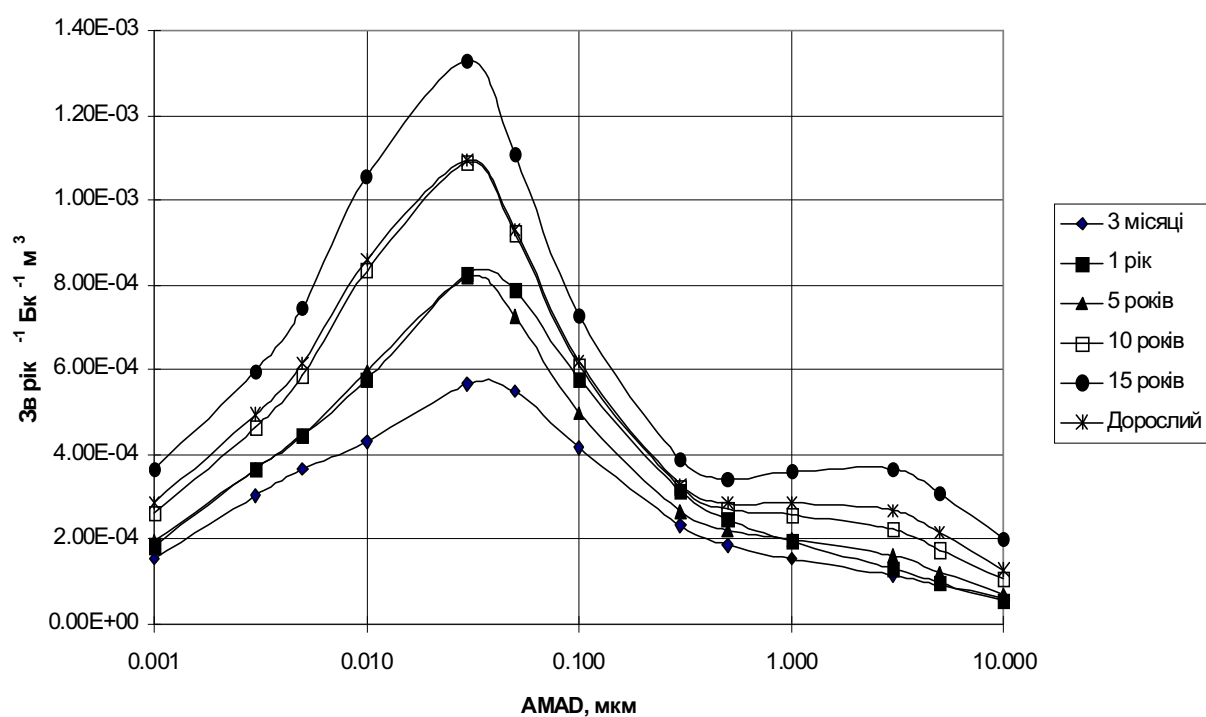
<i>Радіонуклід</i>	<i>Період напіврозпаду</i>	DH_B^{inhal} ($Bk \cdot рік^{-1}$)	DH_B^{ingest} ($Bk \cdot рік^{-1}$)	DK_B^{inhal} ($Bk \cdot м^{-3}$)	DK_B^{ingest} ($Bk \cdot м^{-3}$)
Цирконій					
^{95}Zr	63.98 доби	6.E+03	1.E+05	4.E+00	5.E+05
Ніобій					
^{95}Nb	35.15 доби	2.E+04	2.E+05	1.E+01	1.E+06
Молібден					
^{99}Mo	66 годин	3.E+04	2.E+05	2.E+01	8.E+05
Технецій					
^{99}Tc	2.13E5 року	5.E+03	1.E+05	2.E+00	5.E+05
^{99m}Tc	6.02 години	2.E+06	5.E+06	1.E+03	2.E+07
Рутеній					
^{103}Ru	39.28 доби	1.E+04	1.E+05	6.E+00	6.E+05
^{106}Ru	368.2 доби	9.E+02	1.E+04	5.E-01	5.E+04
Срібло					
^{108m}Ag	127 років	3.E+03	5.E+04	8.E-01	2.E+05
^{110m}Ag	249.9 доби	5.E+03	4.E+04	2.E+00	2.E+05
Телур					
^{127m}Te	109 діб	3.E+03	2.E+04	2.E+00	1.E+05
^{129m}Te	33.6 доби	5.E+03	2.E+04	3.E+00	1.E+05
^{131m}Te	30 годин	4.E+04	5.E+04	2.E+01	2.E+05
^{132}Te	78.2 години	2.E+04	2.E+04	1.E+01	9.E+04
Йод					
^{123}I	13.2 години	6.E+05	5.E+05	4.E+02	2.E+06
^{125}I	60.14 доби	2.E+04	2.E+04	6.E+00	4.E+04
^{129}I	1.57E7 року	6.E+03	5.E+03	1.E+00	7.E+03
^{131}I	8.04 доби	8.E+03	6.E+03	4.E+00	2.E+04
^{132}I	2.3 години	5.E+05	3.E+05	1.E+02	1.E+06
^{133}I	20.8 години	3.E+04	2.E+04	2.E+01	9.E+04
^{135}I	6.61 години	1.E+05	1.E+05	7.E+01	4.E+05
Цезій					
^{125}Cs	45 хв.	3.E+06	3.E+06	2.E+03	1.E+07
^{126}Cs	1.64 хв.	3.E+07	1.E+07	2.E+04	5.E+07
^{127}Cs	6.25 години	1.E+06	6.E+06	9.E+02	3.E+07
^{128}Cs	3.9 хв.	1.E+07	7.E+06	1.E+04	3.E+07

Радіонуклід	Період напіврозпаду	DH_B^{inhal} (Бк•рік ⁻¹)	DH_B^{ingest} (Бк•рік ⁻¹)	DK_B^{inhal} (Бк•м ⁻³)	DK_B^{ingest} (Бк•м ⁻³)
¹²⁹ Cs	32.06 години	8.E+05	2.E+06	5.E+02	1.E+07
¹³⁰ Cs	29.9 хв.	4.E+06	3.E+06	3.E+03	1.E+07
¹³¹ Cs	9.69 доби	1.E+06	2.E+06	7.E+02	1.E+07
¹³² Cs	6.475 доби	2.E+05	4.E+05	1.E+02	2.E+06
¹³⁴ Cs	2.062 року	3.E+03	4.E+04	1.E+00	7.E+04
^{134m} Cs	2.9 години	6.E+05	5.E+06	4.E+02	2.E+07
¹³⁵ Cs	2.3Е6 року	7.E+03	2.E+05	3.E+00	6.E+05
^{135m} Cs	53 хв.	4.E+06	8.E+06	3.E+03	3.E+07
¹³⁶ Cs	13.1 доби	1.E+04	7.E+04	8.E+00	3.E+05
¹³⁷ Cs	30 років	2.E+03	5.E+04	8.E-01	1.E+05
¹³⁸ Cs	32.2 хв.	1.E+06	9.E+05	1.E+03	4.E+06
Барій					
¹³³ Ba	10.74 року	7.E+03	5.E+04	3.E+00	2.E+05
¹⁴⁰ Ba	12.74 доби	7.E+03	3.E+04	5.E+00	1.E+05
Церій					
¹⁴¹ Ce	32.501 доби	7.E+03	1.E+05	5.E+00	6.E+05
¹⁴⁴ Ce	284.3 доби	1.E+03	2.E+04	6.E-01	7.E+04
Золото					
¹⁹⁸ Au	2.696 доби	4.E+04	1.E+05	3.E+01	5.E+05
Свинець					
²¹⁰ Pb	22.3 року	1.E+01	1.E+02	5.E-03	5.E+02
Полоній					
²¹⁰ Po	138.38 доби	6.E+00	4.E+01	3.E-03	2.E+02
Радій					
²²⁶ Ra	1600 років	2.E+00	2.E+02	7.E-04	1.E+03
²²⁸ Ra	5.75 року	6.E+00	3.E+01	2.E-03	2.E+02
Торій					
²³² Th	1.405E10 року	2.E+00	2.E+02	4.E-04	7.E+02
Уран					
²³⁴ U	2.445E5 року	5.E+00	3.E+03	2.E-03	1.E+04
²³⁵ U	703.8E6 року	6.E+00	3.E+03	3.E-03	1.E+04

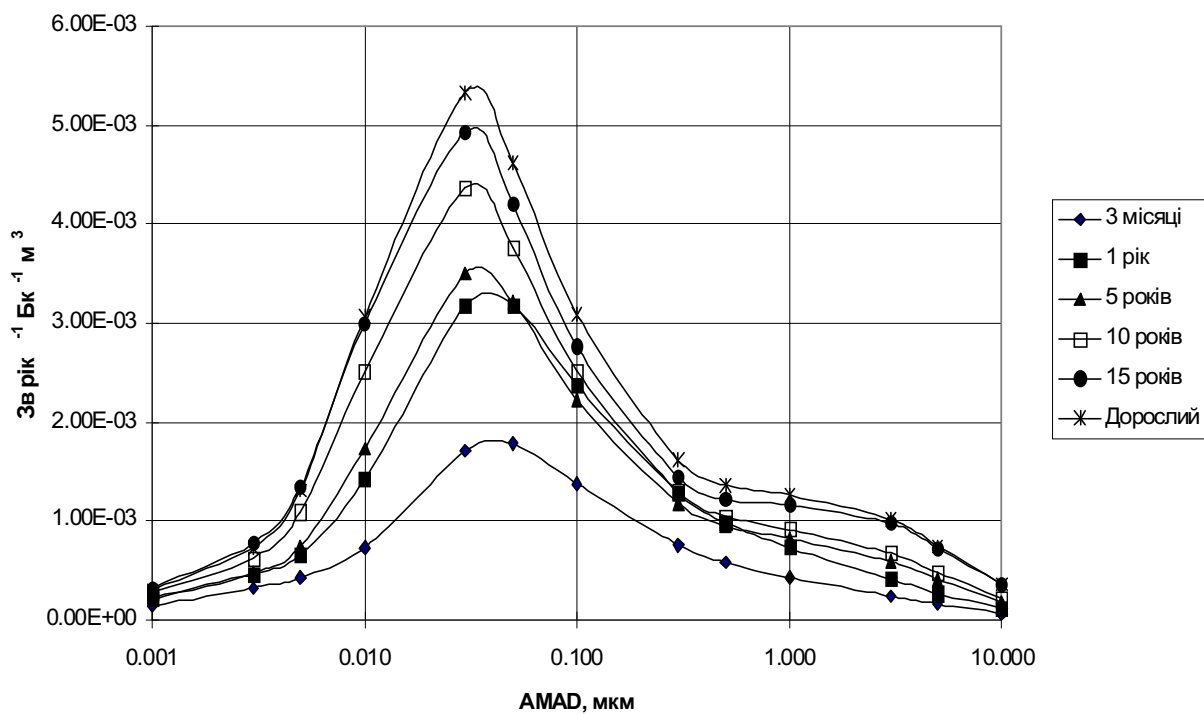
Радіонуклід	Період напіврозпаду	$ДН_B^{inhal}$ (Бк·рік ⁻¹)	$ДН_B^{ingest}$ (Бк·рік ⁻¹)	$ДК_B^{inhal}$ (Бк·м ⁻³)	$ДК_B^{ingest}$ (Бк·м ⁻³)
²³⁸ U	4.468E9 року	6.E+00	3.E+03	3.E-03	1.E+04
Нептуній					
²³⁷ Np	2.14E6 року	4.E+00	5.E+02	8.E-04	2.E+03
²³⁹ Np	2.355 доби	3.E+04	1.E+05	2.E+01	5.E+05
Плутоній					
²³⁸ Pu	87.74 року	2.E+00	3.E+02	4.E-04	1.E+03
²³⁹ Pu	24065 років	2.E+00	2.E+02	4.E-04	1.E+03
²⁴⁰ Pu	6537 років	2.E+00	2.E+02	4.E-04	1.E+03
²⁴¹ Pu	14.4 року	1.E+02	2.E+04	2.E-02	8.E+04
Америцій					
²⁴¹ Am	432.2 року	2.E+00	3.E+02	4.E-04	1.E+03



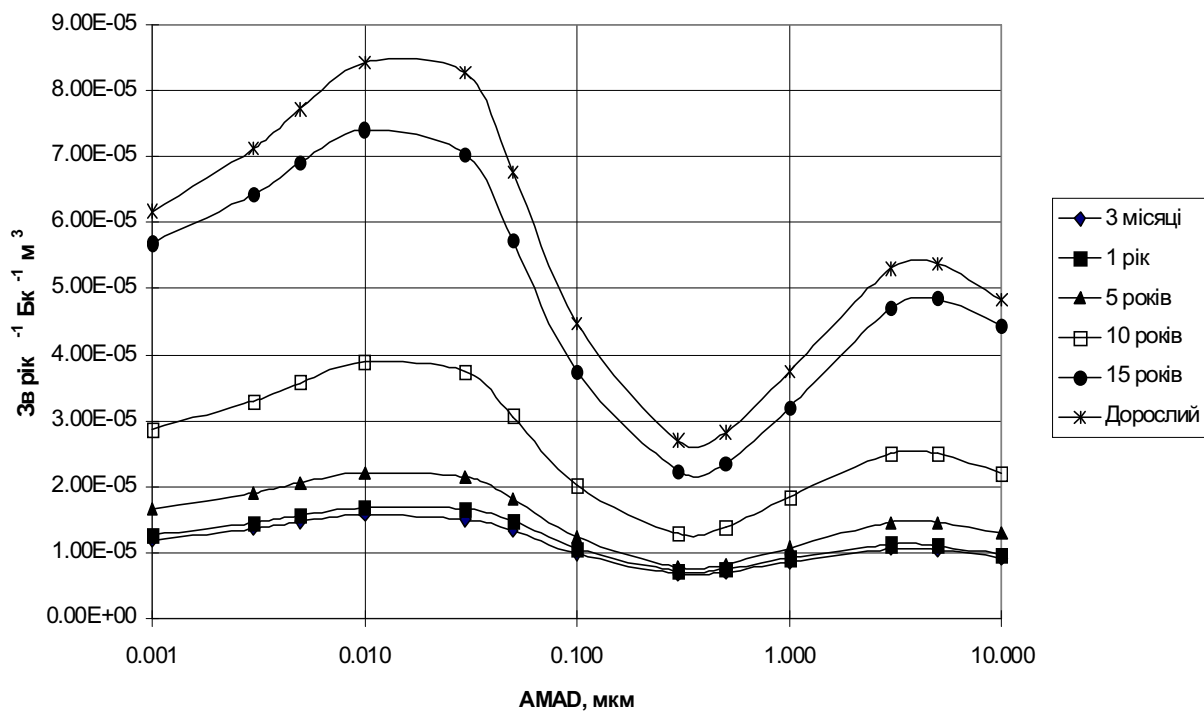
Мал. Д.2.1. Річна ефективна доза при інгаляції ⁹⁰Sr (легеневий тип F)



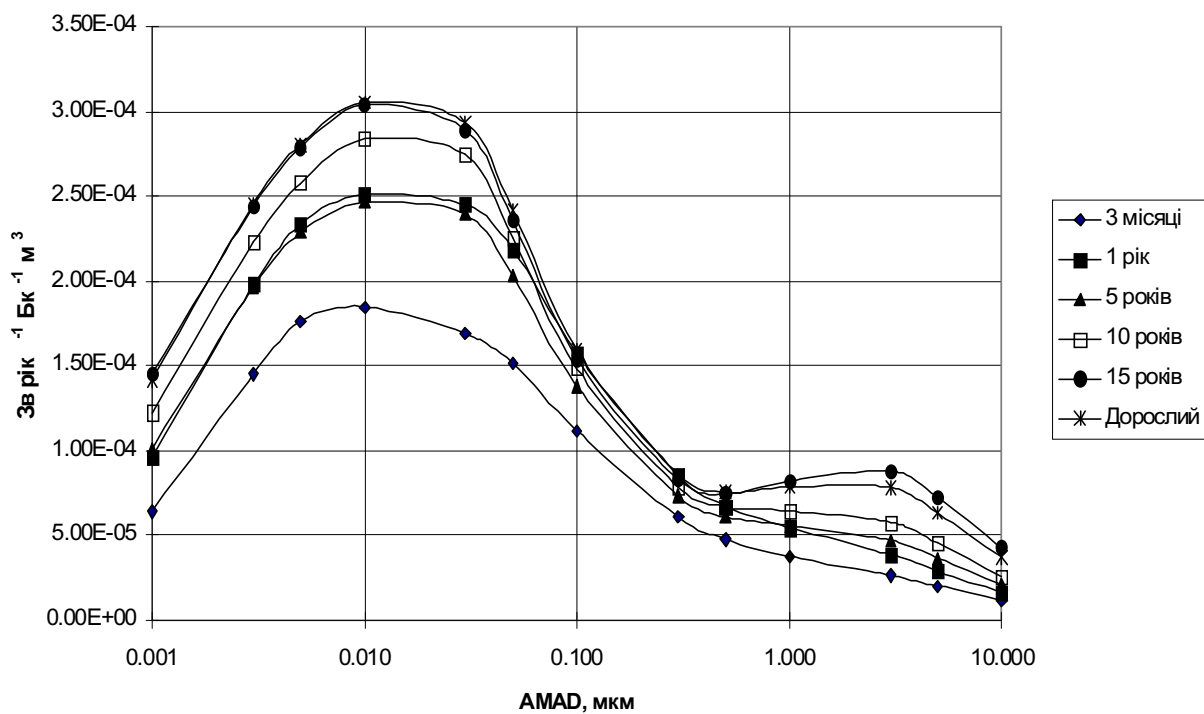
Мал. Д.2.2. Річна ефективна доза при інгаляції ⁹⁰Sr (легеневий тип М)



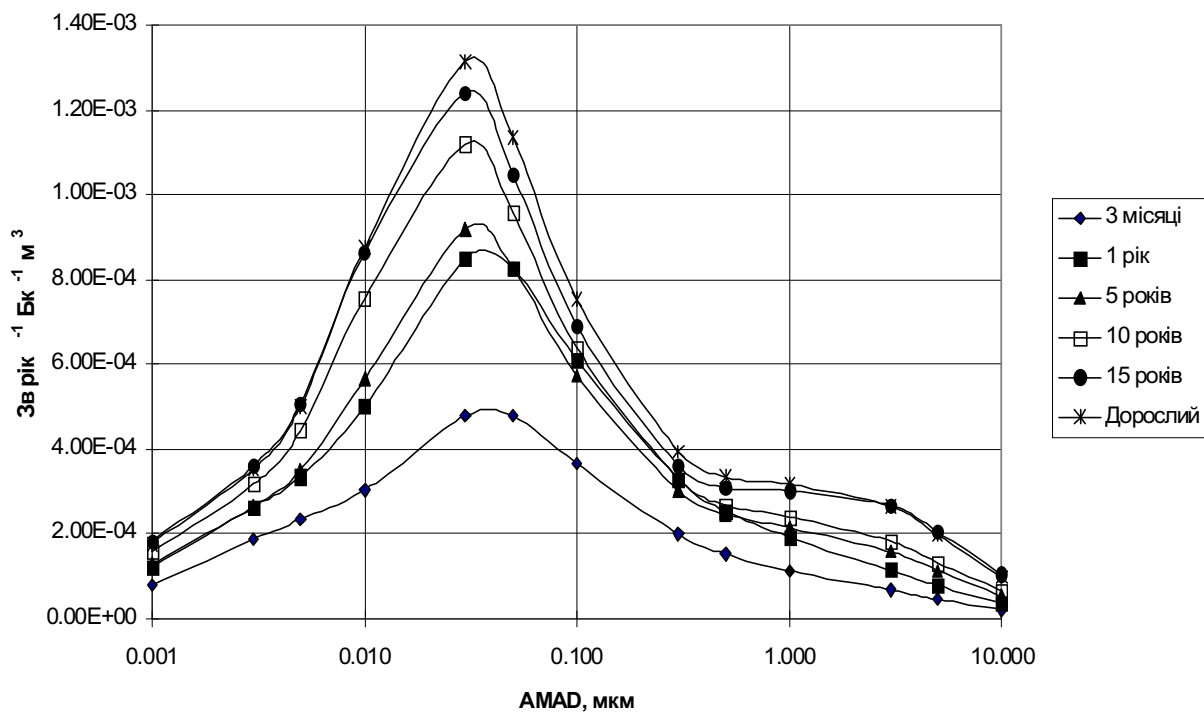
Мал. Д.2.3. Річна ефективна доза при інгаляції ⁹⁰Sr (легеневий тип S)



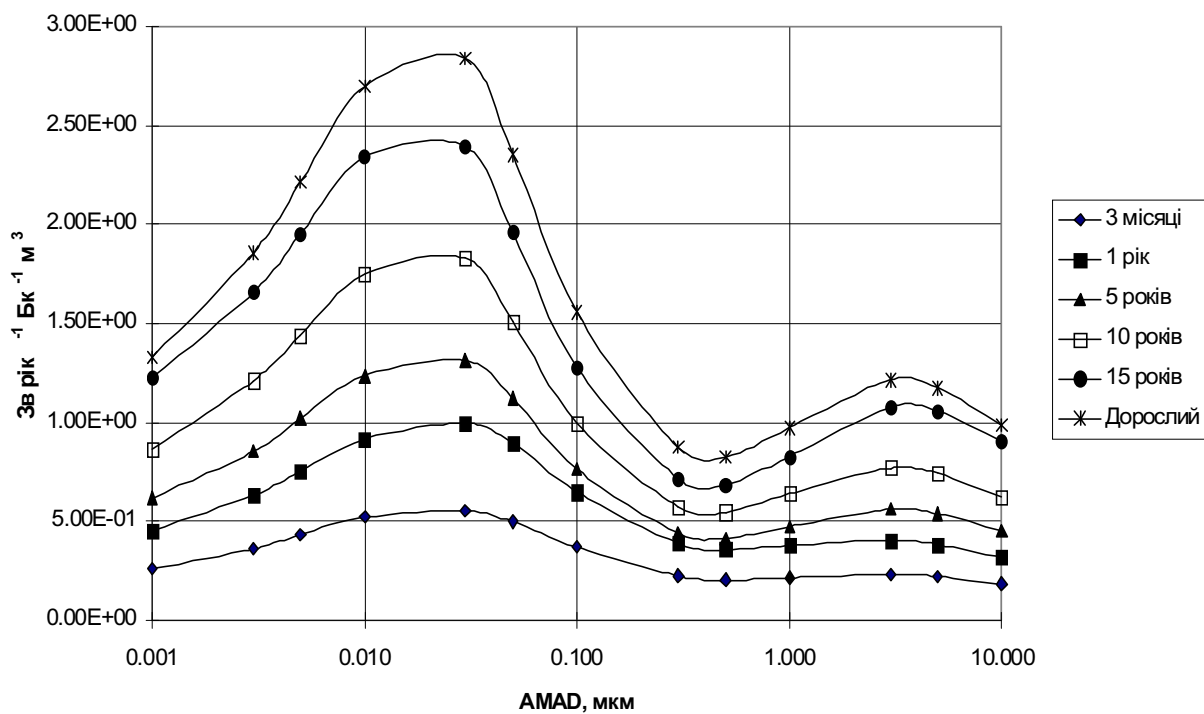
Мал. Д.2.4. Річна ефективна доза при інгаляції ¹³⁷Cs (легеневий тип F)



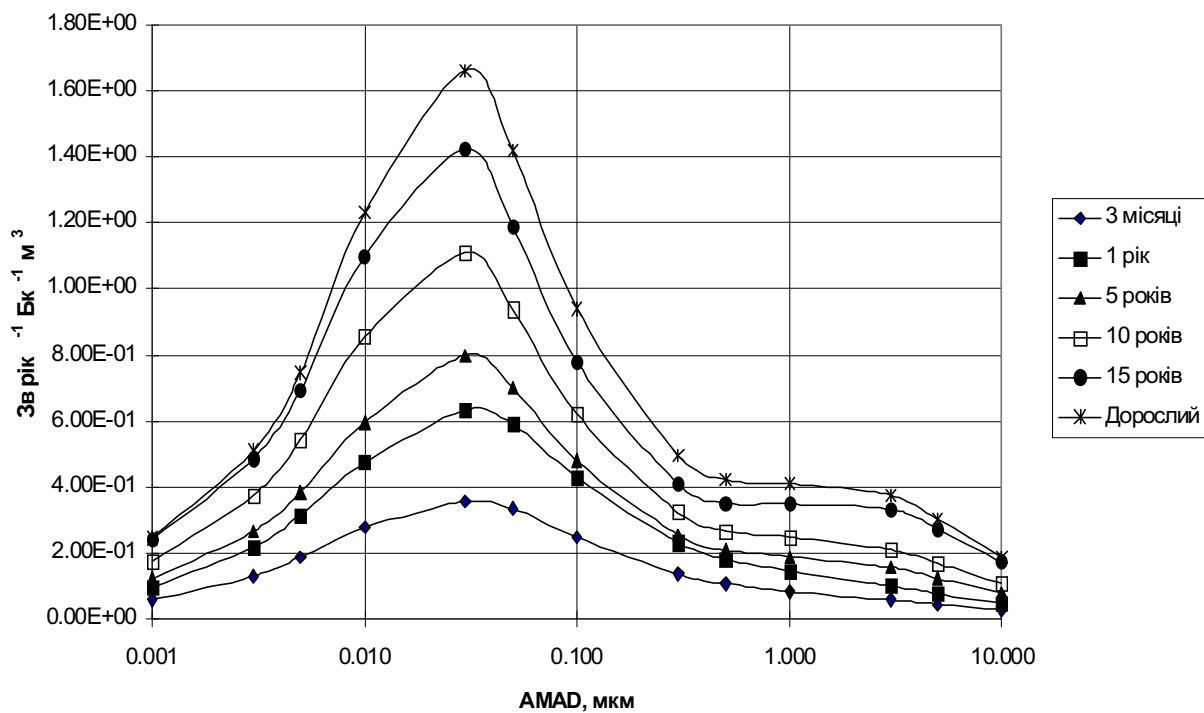
Мал. Д.2.5. Річна ефективна доза при інгаляції ¹³⁷Cs (легеневий тип М)



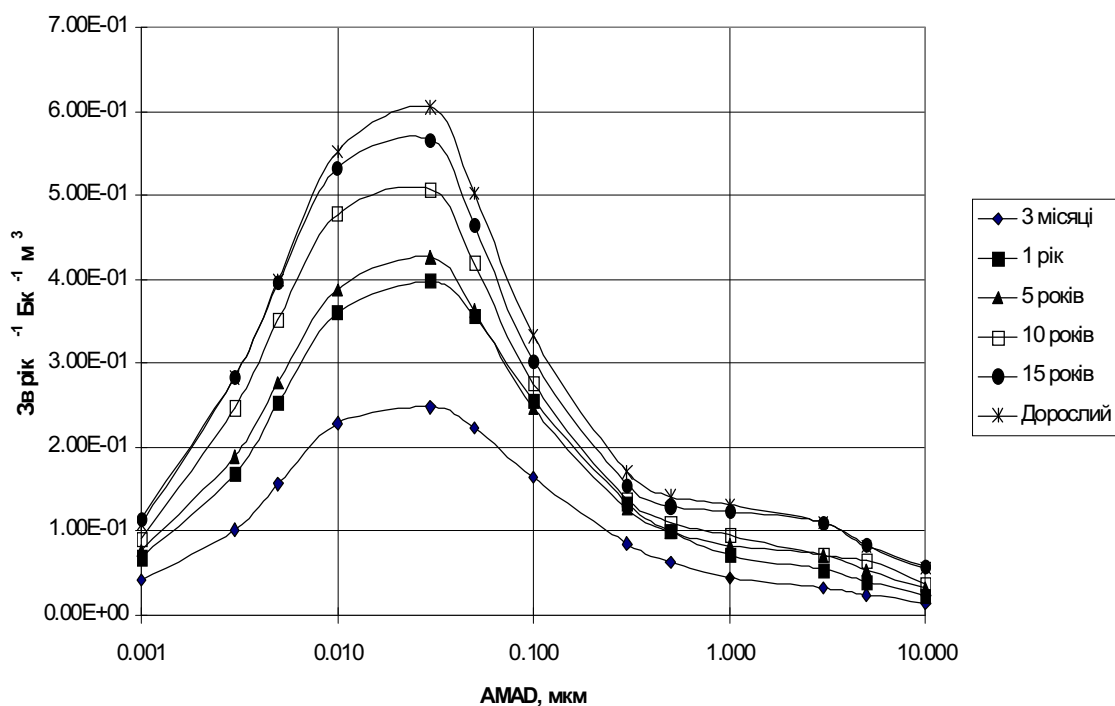
Мал. Д.2.6. Річна ефективна доза при інгаляції ¹³⁷Cs (легеневий тип S)



Мал. Д.2.7. Річна ефективна доза при інгаляції ²³⁹Pu (легеневий тип F)



Мал. Д.2.8. Річна ефективна доза при інгаляції ²³⁹Pu (легеневий тип M)



Мал. Д.2.9. Річна ефективна доза при інгаляції ^{239}Pu (легеневий тип S)

Таблиця 3 — Шкала референтного віку

Референтний вік	Вік, використаний при моделюванні метаболічних процесів	Припустимо застосування розрахованих доз до вікової когорти
3 місяці	100 діб	До 12 місяців
1 рік	1 рік	Старше 1 року, до 2 років
5 років	5 років	Старше 2 років, до 7 років
10 років	10 лет	Старше 7 років, до 12 років
15 років	15 років	Старше 12 років, до 17 років
“Дорослий”	25 років – для остеотропних радіонуклідів 20 років – для інших радіонуклідів	Старше 17 років

При нормуванні опромінення населення розглядаються всі шість груп референтного віку, при нормуванні опромінення персоналу (категорії А та Б) – тільки РЕФЕРЕНТНИЙ ВІК “Дорослий”.

Таблиця 4 – Референтна тривалість опромінення

Референтний вік	3 міс.	1 рік	5 років	10 років	15 років	“Дорослий” Категорія А, Б В	
Тривалість, годин	8760	8760	8760	8760	8760	1700	8760

Таблиця 5 – Референтні об’єми спожитої протягом одного року питної води

Референтний вік	3 міс.	1 рік	5 років	10 років	15 років	“Дорослий”
Об’єм річного споживання питної води, л	220	260	370	500	650	800

Таблиця 6 – Значення параметрів дихальної системи [ii], використані при розрахунку відкладення аерозолів

Параметр	“Дорослий”		15 років		10 років	5 років	1 рік	3 місяці
	ол.	ін.	ол.	ін.				
Функціональний об’єм, мл	3301	2681	2677	2325	1484	767	244	148
Мертвий простір позагрудної області, мл	50	40	45	39	25	13.3	4.7	2.6
Мертвий простір трахеї і бронхів, мл	49	40	44	39	26	15.5	6.8	4.5
Мертвий простір бронхіол, мл	47	44	41	37	26	16.7	8.7	6.8
Відношення діаметру трахеї (генерація 0) референтної людини “Дорослий” до діаметру трахеї вибраного індивідуума	1	1.08	1.04	1.09	1.26	1.55	2.2	2.68
Відношення діаметру першої генерації бронхів (генерація 9) референтної людини “Дорослий” до відповідної величин вибраного індивідуума	1	1.04	1.03	1.06	1.16	1.3	1.55	1.67
Відношення діаметру першої генерації бронхіол (генерація 16) референтної людини “Дорослий” до відповідної величини вибраного індивідуума	1	1.07	1.07	1.13	1.31	1.63	2.3	2.58
Сон								
Об’єм вдиху, мл	625	444	500	417	304	174	74	39
Швидкість потоку повітря, що вдихається, мл/с	250	178	233	194	172	133	83	50
Відпочинок								
Об’єм вдиху, мл	750	464	533	417	333	213	102	-
Швидкість потоку повітря, що вдихається, мл/с	300	217	267	222	211	178	122	-
Легка робота								
Об’єм вдиху, мл	1250	992	1000	903	583	244	127	66
Швидкість потоку повітря, що вдихається, мл/с	833	694	767	722	622	317	194	106
Тяжка робота								
Об’єм вдиху, мл	1920	1364	1352	1127	752	-	-	-
Швидкість потоку повітря, що вдихається, мл/с	1670	1500	1622	1428	1128	-	-	-

Таблиця 7 – Фракція повітря, яка надходить через ніс при різних типах дихання і видах діяльності

Вид діяльності	Фракція, %	
	Нормальне дихання	Ротове дихання
Сон	100	70
Відпочинок	100	70
Легкі фізичні навантаження	100	40
Важкі фізичні навантаження	50	30

Таблиця 8 – Референтний розподіл часу опромінення за видами фізичного навантаження та відповідні об'єми дихання

Вік	Вид діяльності								Об'єм повітря за добу, м3	Об'єм повітря за рік, м3
	Сон		Відпочинок		Легкі фізичні навантаження		Важкі фізичні навантаження			
	Об'єм дихання, м3·година-1	Кількість годин за добу	Об'єм дихання, м3·година-1	Кількість годин за добу	Об'єм дихання, м3·година-1	Кількість годин за добу	Об'єм дихання, м3·година-1	Кількість годин за добу		
3 місяці	0.09	17			0.19	7			2.86	1044
1 рік	0.15	14	0.22	3.33	0.35	6.67			5.17	1886
5 років	0.24	12	0.32	4	0.57	8			8.72	3183
10 років	0.31	10	0.38	4.67	1.12	8.33	2.03		14.20	5185
15 років	0.42	10	0.48	5.5	1.38	7.5	2.92	1	20.11	7340
“Дорослий”	0.45	8	0.54	6	1.5	9.75	3	0.25	22.22	8109
“Дорослий”, персонал (категорії А, Б)			0.54	2.5	1.5	5.5			9.60	2040

Таблиця 9 – Набори інгаляційних типів та класів відкладення

Хімічний елемент	Референтний тип системного надходження	Референтний клас відкладення пари та газів	
		SR-1	SR-2
H	V, F, M, S	SR-1	SR-2
C	V, F, M, S	SR-1	SR-2
Na	F		
P	F, M		
S	F, M, S	SR-1	
Cl	F, M		
K	F		
Ca	F, M, S		
Cr	F, M, S		
Mn	F, M		
Fe	F, M, S		
Co	F, M, S		
Ni	F, M, S	SR-1	
Zn	F, M, S		
Br	F, M		
Rb	F		
Sr	F, M, S		
Zr	F, M, S		
Nb	F, M, S		
Mo	F, M, S		
Tc	F, M, S		
Ru	F, M, S	SR-1	
Ag	F, M, S		
Te	F, M, S	SR-1	
I	V, F, M, S	SR-1	
Cs	F, M, S		
Ba	F, M, S		
Ce	F, M, S		
Au	F, M, S		
Pb	F, M, S		
Po	F, M, S		
Ra	F, M, S		
Th	F, M, S		
U	F, M, S		
Np	F, M, S		
Pu	F, M, S		
Am	F, M, S		

Таблиця 10 – Референтні маси органів та тканин людини, кг

Орган (тканина)	100 діб	1 рік	5 років	10 років	15 років	“Дорослий” (чол.)	“Дорослий” (жін.)
Надниркова залоза	5.83E-03	3.52E-03	5.27E-03	7.22E-03	1.05E-02	1.40E-02	1.40E-02
Мозок	3.52E-01	8.84E-01	1.26E+00	1.36E+00	1.41E+00	1.40E+00	1.20E+00
Молочна залоза	1.07E-04	7.32E-04	1.51E-03	2.60E-03	3.60E-01	3.60E-01	3.60E-01
Стінка жовчного міхура	4.08E-04	9.10E-04	3.73E-03	7.28E-03	9.27E-03	1.00E-02	8.00E-03
Стінка нижнього відділу товстого кишечника	7.96E-03	2.06E-02	4.14E-02	7.00E-02	1.27E-01	1.60E-01	1.60E-01
Стінка тонкого кишечника	3.26E-02	8.49E-02	1.69E-01	2.86E-01	5.16E-01	6.40E-01	6.00E-01
Стінка шлунку	6.41E-03	2.18E-02	4.91E-02	8.51E-02	1.18E-01	1.50E-01	1.40E-01
Стінка верхнього відділу товстого кишечника	1.05E-02	2.78E-02	5.52E-02	9.34E-02	1.68E-01	2.10E-01	2.00E-01
Стінка серця	2.54E-02	5.06E-02	9.28E-02	1.51E-01	2.41E-01	3.30E-01	2.40E-01
Нирки	2.29E-02	6.29E-02	1.16E-01	1.73E-01	2.48E-01	3.10E-01	2.75E-01
Печінка	1.21E-01	2.92E-01	5.84E-01	8.87E-01	1.40E+00	1.80E+00	1.40E+00
М'язи	7.60E-01	2.50E+00	5.00E+00	1.10E+00	2.20E+00	2.80E+01	1.70E+01
Яєчники	3.28E-04	7.14E-04	1.73E-03	3.13E-03	1.10E-02	1.10E-02	1.10E-02
Підшлункова залоза	2.80E-03	1.03E-02	2.36E-02	3.00E-02	6.49E-02	1.00E-01	8.50E-02
Червоний кістковий мозок	4.70E-02	1.50E-01	3.20E-01	6.10E-01	1.05E+00	1.50E+00	1.30E+00
Об'єм кортикальної кістки	0.00E+00	2.99E-01	8.75E-01	1.58E+00	3.22E+00	4.00E+00	3.00E+00
Об'єм трабекулярної кістки	1.40E-01	2.00E-01	2.19E-01	3.96E-01	8.06E-01	1.00E+00	7.50E-01
Поверхня кістки	1.50E-02	2.60E-02	3.70E-02	6.80E-02	1.20E-01	1.20E-01	9.00E-02
Шкіра	1.18E-01	2.71E-01	5.38E-01	8.88E-01	2.15E+00	2.60E+00	1.79E+00
Селезінка	9.11E-03	2.55E-02	4.83E-02	7.74E-02	1.23E-01	1.80E-01	1.50E-01
Яєчка	8.43E-04	1.21E-03	1.63E-03	1.89E-03	1.55E-02	3.50E-02	0.00E+00

Вилочкова залоза	1.13E-02	2.29E-02	2.96E-02	3.14E-02	2.84E-02	2.00E-02	2.00E-02
Щитовидна залоза	1.29E-03	1.78E-03	3.45E-03	7.93E-03	1.24E-02	2.00E-02	1.70E-02
Стінка сечового міхура	2.88E-03	7.70E-03	1.45E-02	2.32E-02	3.59E-02	4.50E-02	3.59E-02
Матка	3.85E-03	1.45E-03	2.70E-03	4.16E-03	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02
Все тіло	3.54E+00	9.54E+00	1.95E+01	3.26E+01	5.58E+01	6.88E+01	5.69E+01
Базальні клітини передньої частини носового відділу	1.73E-06	4.13E-06	8.28E-06	1.26E-05	1.85E-05	2.00E-05	1.70E-05
Базальні клітини носоглотки	3.90E-05	9.30E-05	1.86E-04	2.84E-04	4.17E-04	4.50E-04	3.90E-04
Лімфовузли позагрудної області	7.01E-04	2.05E-03	4.11E-03	6.78E-03	1.17E-02	1.50E-02	1.23E-02
Базальні клітини бронхів	9.38E-05	1.55E-04	2.35E-04	3.11E-04	4.09E-04	4.32E-04	3.90E-04
Секреторні клітини бронхів	1.88E-04	3.11E-04	4.70E-04	6.22E-04	8.17E-04	8.65E-04	7.80E-04
Секреторні клітини бронхіол	3.85E-04	5.97E-04	9.47E-04	1.31E-03	1.77E-03	1.95E-03	1.90E-03
Альвеоларно-інтерстиціальна область	5.14E-02	1.51E-01	3.01E-01	4.97E-01	8.59E-01	1.10E+00	9.04E-01
Лімфовузли грудної області	7.01E-04	2.05E-03	4.11E-03	6.78E-03	1.17E-02	1.50E-02	1.23E-02

Додаток 3

**ЧИСЛОВІ ЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМИХ РІВНІВ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ТА
КОНТАКТНОГО БЕТА-ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ЗАБРУДНЕННЯ ШКІРНИХ
ПОКРИВІВ ТА ПОВЕРХОНЬ**

Д.3.1 Для осіб *категорій А, Б* референтний час опромінення прийнятий рівним 1700 годин у рік, а для осіб *категорії В* - 8760 годин у рік.

Якщо час опромінення у приміщеннях установи та на території санітарно-захисної зони відрізняється від референтного, числові значення ДПД визначаються за формулою

$$\text{ДПД} = \text{ЛД}_{A,B} \cdot t^{-1} \text{ мкГр} \cdot \text{год}^{-1}. \quad (\text{Д.3.1})$$

При поєднаному зовнішньому та внутрішньому опроміненні числове значення ДПД зовнішнього опромінення встановлюється з врахуванням п.п 5.1.9, 5.1.10. При цьому за ЛД беруться ліміти еквівалентних доз на кришталік ока, шкіру та кистей і стоп із таблиці 5.1 – ліміти доз опромінення. Ліміт еквівалентної дози на шкіру встановлюється, як середнє значення у шарі товщиною 5 мг·см⁻² під покривним шаром товщиною 5 мг·см⁻². На долонях товщина покривного шару – 40 мг·см⁻².

При проектуванні захисту від зовнішнього опромінення числові значення ДПД та ДЩП встановлюються з коефіцієнтом запасу 2, тобто проектні ДПД та ДЩП повинні бути у два рази менші за прийняті у цьому документі значення ДПД та ДЩП.

Д.3.2 В таблицях Д.3.1 і Д.3.2 наведені допустимі рівні опромінення шкіри осіб з персоналу моноенергетичними електронами та бета-частками (допустима щільність потоку ДЩП і питома максимальна еквівалентна доза h_m).

Д.3.3 Допустима щільність потоку ДЩП зовнішнього іонізуючого випромінювання моноенергетичних часток (фотонів) обчислювалась за формулою

$$\text{ДЩП} = \text{ДПД} \cdot h_m^{-1}, \quad (\text{Д.3.2})$$

де ДЩП - допустима щільність потоку для осіб *категорії А* (ДЩП_А) або *категорії Б* (ДЩП_Б) для зовнішнього бета-випромінювання з даною енергією, частка·см⁻²·с⁻¹; допустима потужність дози для відповідної категорії осіб (ДПД_А або ДПД_Б) з урахуванням конкретних умов опромінення, визначених у відповідності з п. 1, мкГр·год⁻¹; h_m - (максимальна - для бета-часток) еквівалентна доза на одиничний флюенс, Зв·см²·частка.

Таблиця Д.3.1 - Допустимі рівні опромінювання шкіри осіб з персоналу моноенергетичними електронами

Енергія електронів, МеВ	Еквівалентна на одиничний флюенс доза h_m , 10^{-10} Зв·см ² ·част ⁻¹		Допустима щільність потоку ДЩПА, част·см ⁻² ·с ⁻¹	
	Ізотропне поле	Паралельний пучок	Ізотропне поле	Паралельний пучок
0,1	3,2	16,0	260	50
0,2	4,5	8,7	180	90
0,3	4,0	6,3	190	130
0,5	3,8	4,6	210	180
0,8	3,7	3,9	230	210
1,0	3,7	3,7	230	230
2,0	3,7	3,3	230	240
3,0-10	4,0	3,2	200	260

Таблиця Д.3.2 - Допустимі рівні опромінення шкіри осіб з персоналу бета-частинками

Гранична енергія бета-спектра, МеВ	Максимальна еквівалентна доза на одиничний флюенс h_m , 10^{-10} Зв·см ² ·част ⁻¹		Допустима щільність потоку ДЩПА, част·см ⁻² ·с ⁻¹	
	Ізотропне поле	Паралельний пучок	Ізотропне поле	Паралельний пучок
0,2	40,0	28	1900	30
0,3	2,0	19	410	40
0,4	2,6	14	300	60
0,5	3,0	12	270	70
0,7	3,5	8,6	230	95
1,0	3,7	6,3	220	130
1,5	3,8	4,7	210	180
2,0	3,9	4,2	210	200
2,5	4,0	4,0	200	200
3,0	4,0	3,9	200	210
3,5	4,0	3,8	200	210

Д.3.4 В таблиці Д.3.3 наведені значення допустимого радіоактивного забруднення робочих поверхонь, шкіри, спецодягу, спецвзуття, засобів індивідуального захисту

персоналу. Для шкіри, спецодягу, спецвзуття, засобів індивідуального захисту персоналу нормується загальне (те, що знімається та не знімається) радіоактивне забруднення.

Рівні загального радіоактивного забруднення шкіри визначені з врахуванням проникання частини забруднення через непошкоджену шкіру з відповідним коефіцієнтом всмоктування радіонукліду в шкіру та в організм. Розрахунок проведено в припущенні, що загальна площа забруднення не повинна перевищувати 300 см^2 шкіри.

Допустимі рівні забруднення шкіри, спецодягу, внутрішньої поверхні лицьових частин засобів індивідуального захисту для $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, $^{144}\text{Ce}+^{144}\text{Pr}$, $^{106}\text{Ru}+^{106}\text{Rh}$ встановлюються у 5 разів меншими: $40 \cdot \text{част} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$. Забруднення шкіри тритієм не нормується, так як контролюється його вміст у повітрі робочих приміщень та в організмі.

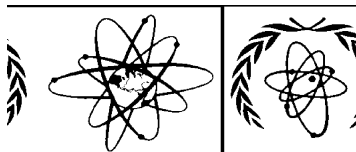
Таблиця Д.3.3 Допустимі рівні загального радіоактивного забруднення робочих поверхонь, шкіри (на протязі робочої зміни), спецодягу та засобів індивідуального захисту, $\text{част} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$

Об'єкт забруднення	Альфа-активні нукліди		Бета-активні нукліди
	Окремі*	Інші	
Непошкоджена шкіра, спецбілизна, рушники, внутрішня поверхня лицьових частин засобів індивідуального захисту	2	2	200
Основний спецодяг, внутрішня поверхня додаткових засобів індивідуального захисту, зовнішня поверхня спецвзуття	5	20	1850
Поверхні приміщень постійного перебування персоналу та розміщеного в них обладнання	5	20	2000
Поверхні приміщень періодичного перебування персоналу та розміщеного в них обладнання	50	200	10000
Зовнішня поверхня додаткових засобів індивідуального захисту, що знімаються в саншлюзах	50	200	10000

* До окремих відносяться альфа-випромінюючі радіонукліди, середньорічна допустима об'ємна активність яких у повітрі робочих приміщень ДООА менша $0.3 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$.

Додаток 4

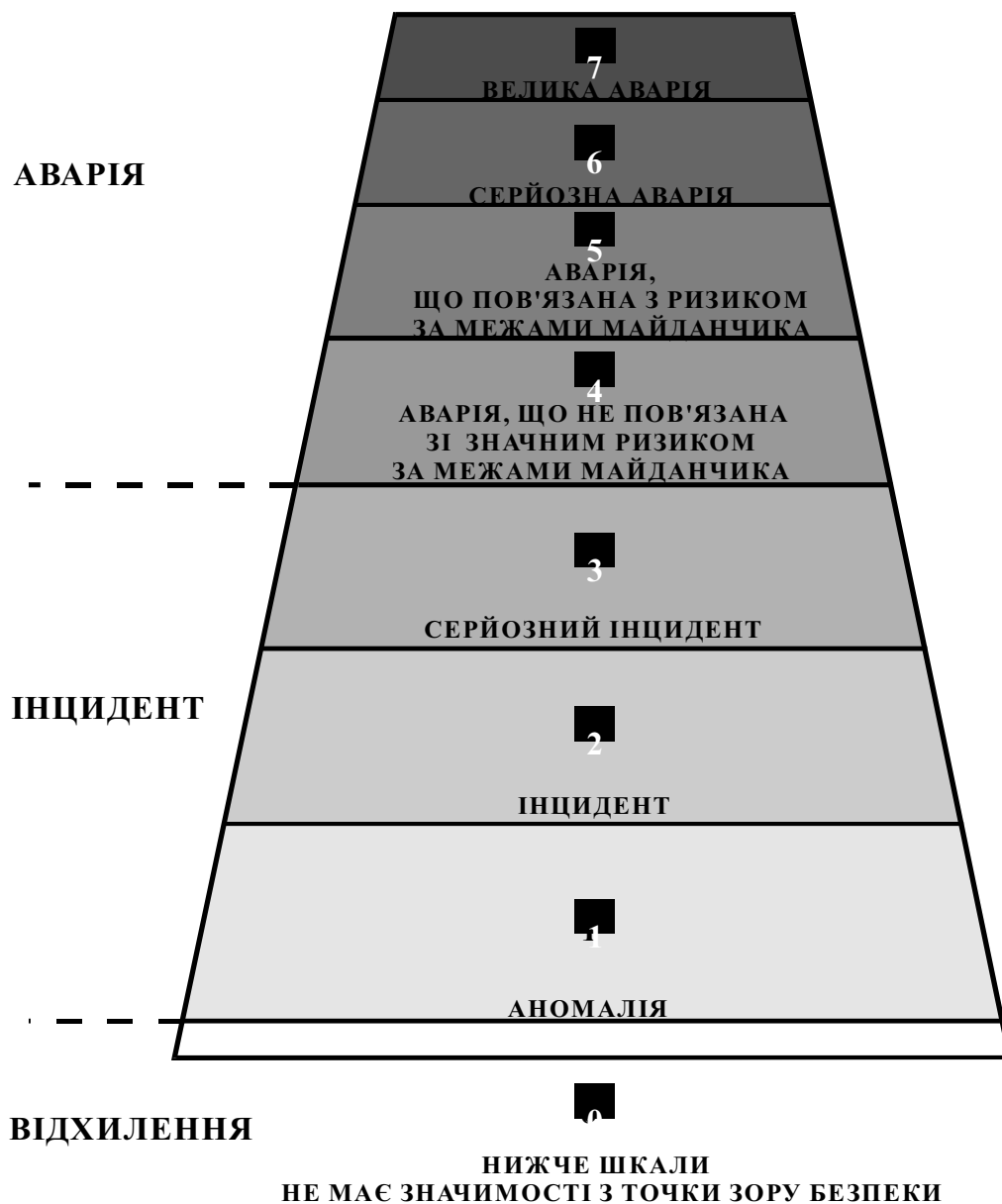
Міжнародне Агенство
з Атомної Енергетики
Відень, Австрія



Агенство з Ядерної Енергетики
Організації Економічного
Співтовариства та Розвитку
Париж, Франція

МІЖНАРОДНА ШКАЛА ЯДЕРНИХ ПОДІЙ

Для оперативної передачі повідомлень про значимість подій з точки зору безпеки



Таблиця Д.4.1 - МІЖНАРОДНА ШКАЛА ЯДЕРНИХ ПОДІЙ

Для оперативної передачі повідомлень про значущість подій з точки зору безпеки

РІВЕНЬ	ТИП	КРИТЕРІЇ	ПРИКЛАДИ
АВАРІЇ 7	ВЕЛИКА АВАРІЯ	<ul style="list-style-type: none"> Зовнішній викид значної частини радіоактивного матеріалу на великій установці (наприклад з активної зони енергетичного реактору). Звичайно він складається з суміші коротко- та довгоживучих радіоактивних продуктів ділення (в кількостях, радіологічно еквівалентних десяткам тисяч терабеккерелей йоду-131). Такий викид призводить до можливості гострого впливу на здоров'я людей, затриманим впливом на здоров'я в більшості районів, які, можливо, охоплюють території декількох країн; та до довгострокових екологічних наслідків 	Чорнобильська АЕС, 1986 рік, Україна
6	СЕРЙОЗНА АВАРІЯ	<ul style="list-style-type: none"> Зовнішній викид радіоактивних матеріалів (в кількостях, радіологічно еквівалентних тисячам/десяткам тисяч терабеккерелей йоду-131). Після такого викиду імовірно повне здійснення контрзаходів, передбачених місцевими планами протиаварійних заходів з метою обмеження серйозних наслідків на здоров'я 	Завод з переробки палива у Киштімі, 1957 рік, Росія
5	АВАРІЯ, ЩО СУПРОВОДЖУЄТЬСЯ РИЗИКОМ ЗА МЕЖАМИ МАЙДАНЧИКУ	<ul style="list-style-type: none"> Зовнішній викид радіоактивного матеріалу (в кількостях, радіологічно еквівалентних сотням або тисячам терабеккерелей йоду-131). Такий викид може призвести до часткового здійснення контрзаходів, передбачених планами протиаварійних заходів з метою зниження імовірності впливу на здоров'я Серйозне пошкодження ядерної установки. Воно може являти собою пошкодження значної частини активної зони реактору, велику аварію, пов'язану з критичністю, або велику пожежу чи вибух з викидом великої кількості радіоактивності в межах установки 	Реактор у Уіндскейлі, Сполучене Королівство, 1957 рік АЕС Три-Майл Айленд, США, 1979 рік
4	АВАРІЯ, ЩО НЕ СУПРОВОДЖУЄТЬСЯ ЗНАЧНИМ РИЗИКОМ ЗА МЕЖАМИ МАЙДАНЧИКУ	<ul style="list-style-type: none"> Зовнішній викид радіоактивності, що призводить до дози опромінення найбільш опромінених осіб за межами майданчику порядку декількох мілізіверт*. При такому викиді необхідність у контрзаходах за межами майданчика звичайно малоімовірна, за виключенням, можливо, місцевого контролю продуктів харчування Значне пошкодження ядерної установки. Така аварія може включати пошкодження ядерної установки, в результаті якого виникають серйозні проблеми з відновними роботами, як, наприклад, часткове розплавлення активної зони енергетичного реактору та зрівняні події на нереакторних установках Опромінення одного чи декількох робітників, яке призводить до переопромінення з високою імовірністю ранньої передчасної смерті 	Завод з переробки палива у Уіндскейлі, Сполучене Королівство, 1973 рік АЕС Сен-Лоран, Франція, 1980 рік Критична збірка у Буенос-Айресі, Аргентина, 1983 рік
3	СЕРЙОЗНА ПОДІЯ	<ul style="list-style-type: none"> Зовнішній викид радіоактивності, який перебільшує встановлені ліміти та призводить до дози опромінення найбільш 	

* Дози опромінення виражаються в ефективних дозах. Ці критерії можуть також в залежності від обставин виражатися відповідними лімітами річного викиду інфлюентів, дозволеними національними компетентними органами..

		<p>переопромінених осіб за межами майданчику порядку десятих часток мілізіверту *. При такому викиді контрзаходи за межами майданчику можуть не знадобитися</p> <ul style="list-style-type: none"> • Події на майданчику, які призводять до доз опромінення персоналу, достатніх для виникнення гострих впливів на здоров'я, та/чи подія, що призводить до серйозного розповсюдження забруднення, наприклад, декількох тисяч терабекерелей активності, які містяться у викиді до другої захисної оболонки, коли матеріал може бути повернено до відповідної зони зберігання • Інциденти, при яких подальша відмова систем безпеки може призвести до аварійних умов, або ситуація, в якій системи безпеки будуть не в змозі відвернути аварію у випадку виникнення певних ініціюючих подій 	АЕС Вандельос, Іспанія, 1989 рік
2	ПОДІЯ	<ul style="list-style-type: none"> • Інциденти, що супроводжуються значною відмовою приладів забезпечення безпеки, але при збереженні достатнього глибоко ешелонованого захисту, який забезпечує компенсацію додаткових відмов • Подія, що призводить до доз опромінення персоналу, які перевищують встановлений річний ліміт, та/чи подія, яка призводить до появи значних кількостей радіоактивності в зонах, не призначених для цього за проектом, що вимагає застосування корегуючих заходів 	
1	АНОМАЛІЯ	<ul style="list-style-type: none"> • Аномалія, що виходить за межі дозволеного режиму експлуатації. Вона може бути обумовлена відмовою обладнання, помилкою людини чи невірним виконанням процедур. (Такі аномалії слід відрізняти від ситуацій, при яких не перевищуються експлуатаційні межі та умови і які можуть бути відповідним чином відрегульовані згідно належним процедурам. Звичайно вони класифікуються як такі, що знаходяться "нижче шкали"). 	
(НИЖЧЕ ШКАЛИ) „ НУЛЬ”	ВІДХИЛЕН НЯ	НЕ МАЄ ЗНАЧЕННЯ З ТОЧКИ ЗОРУ БЕЗПЕКИ	

Таблиця Д.4.2 - Основна структура шкали

(Критерії, зазначені в таблиці, є загальними показниками)

Докладні визначення наведено в Посібнику для користувачів ІНЕС

	КРИТЕРІЇ АБО ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗПЕКИ		
	ВПЛИВ ЗА МЕЖАМИ МАЙДАНЧИКУ	ВПЛИВ НА МАЙДАНЧИКУ	ДЕГРАДАЦІЯ ГЛИБОКО ЕШЕЛОНОВАНОГО ЗАХИСТУ
7 ВЕЛИКА АВАРІЯ	ВЕЛИКИЙ ВИКИД: ВЕЛИКОМАСШТАБНІ ВПЛИВИ НА ЗДОРОВ'Я ТА ДОВКІЛЛЯ		
6 СЕРЙОЗНА АВАРІЯ	ЗНАЧНИЙ ВИКИД: МОЖЛИВО, ЗНАДОБИТЬСЯ ПОВНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАПЛАНОВАНИХ КОНТРЗАХОДІВ		
5 АВАРІЯ, ЩО СУПРОВОДЖУЄТЬСЯ РИЗИКОМ ЗА МЕЖАМИ МАЙДАНЧИКУ	ОБМЕЖЕНИЙ ВИКИД: МОЖЛИВО, ЗНАДОБИТЬСЯ ЧАСТКОВЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАПЛАНОВАНИХ КОНТРЗАХОДІВ	СЕРЙОЗНЕ ПОШКОДЖЕННЯ АКТИВНОЇ ЗОНИ РЕАКТОРУ/РАДІАЦІЙНИХ БАР'ЄРІВ	
4 АВАРІЯ, ЩО НЕ СУПРОВОДЖУЄТЬСЯ ЗНАЧНИМ РИЗИКОМ ЗА МЕЖАМИ МАЙДАНЧИКУ	НЕЗНАЧНИЙ ВИКИД: ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ЗА ПОРЯДКОМ ЗРІВНЯНЕ З ВСТАНОВЛЕНИМИ ЛІМІТАМИ	ЗНАЧНІ ПОШКОДЖЕННЯ АКТИВНОЇ ЗОНИ РЕАКТОРУ/РАДІАЦІЙНИХ БАР'ЄРІВ/СМЕРТЕЛЬНЕ ОПРОМІНЕННЯ ПЕРСОНАЛУ	
3 СЕРЙОЗНА ПОДІЯ	ДОСИТЬ НЕВЕЛИКИЙ ВИКИД: ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ НА РІВНІ ЧАСТКИ ВІД ВСТАНОВЛЕНИХ ЛІМІТІВ	СЕРЙОЗНЕ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ/ГОСТРІ ВПЛИВИ НА ЗДОРОВ'Я ПЕРСОНАЛУ	
2 ПОДІЯ		ЗНАЧНЕ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ/ПЕРЕОПРОМІ- НЕННЯ ПЕРСОНАЛУ	ІНЦИДЕНТИ З ЗНАЧНИМИ ВІДМОВАМИ ПРИСТРОЇВ БЕЗПЕКИ
1 АНОМАЛІЯ			АНОМАЛІЯ, ЩО ВИХОДИТЬ ЗА РАМКИ ДОЗВОЛЕНОГО РЕЖИМУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
0 ВІДХИЛЕННЯ (ПОДІЯ НИЖЧЕ ШКАЛИ)		НЕ МАЄ ЗНАЧЕННЯ З ТОЧКИ ЗОРУ БЕЗПЕКИ	
ПОДІЯ, ЩО ВИХОДИТЬ ЗА РАМКИ ШКАЛИ	НЕ СТОСУЄТЬСЯ БЕЗПЕКИ		

Загальний опис шкали

Міжнародна шкала ядерних подій (ІНЕС) (таблиця Д.4.1) дозволяє оперативно та узгоджено сповіщати суспільство про значущість з точки зору безпеки подій на ядерних установках, про які надходять повідомлення. Реально характеризуючи події, шкала може спростити досягнення єдиного розуміння подій ядерним співтовариством, засобами масової інформації та суспільством. Вона була розроблена міжнародною групою експертів, скликаних сумісно Міжнародною агенцією з атомної енергії (МАГАТЕ) та Агенцією з ядерної енергетики (АЯЕ) Організацією з економічного співробітництва та розвитку. У своїй роботі група керувалася результатами ряду міжнародних нарад, на яких обговорювалися загальні принципи, що лежать в основі такої шкали. У шкалі також відбито досвід, що його накопичено в результаті використання аналогічних шкал у Франції та Японії, а також підсумки розгляду можливих шкал в інших країнах.

Первинно шкала використовувалася для класифікації подій на атомних електростанціях протягом першого періоду часу, причому в цьому експерименті взяли участь 32 країни, а міжнародні агенції та країни, які використовували шкалу, контролювали отримані результати. Результати виявилися вдалими, і за нашого часу шкала подана для офіційного прийняття у кожній країні. Шкалу було також розширено та адаптовано таким чином, щоб її можна було застосувати до всіх ядерних установок, пов'язаних з цивільною ядерною промисловістю, і до будь-яких подій, що імовірно під час перевезення радіоактивних матеріалів на ці установки та з них.

Події класифікуються за семирівневою шкалою. На наступній сторінці наведено їх дескриптори та критерії (таблиця Д.4.2), а також приклади класифікації ядерних подій, що відбулися у минулому на ядерних установках. Нижні рівні (1-3) названо інцидентами, а верхні (4-7) - аваріями. Події, які не мають значущості з точки зору безпеки, класифікуються як такі, що відносяться до рівня 0, що знаходиться нижче шкали, та називаються відхиленнями. Події, які не стосуються питань безпеки, визначаються як такі, що виходять за межі шкали.

Структуру шкали наведено в таблиці Д.4.2 у вигляді матриці з ключовими словами. Використані слова не є точними термінами чи визначеннями. Кожний критерій докладно описано в **Посібнику для користувачів ІНЕС**. Події розглядаються з точки зору трьох характеристик або критеріїв безпеки, наведених у кожному з трьох стовпчиків: вплив

за межами майданчика, вплив на майданчику та деградація глибоко ешелонованого захисту.

Другий стовпчик пов'язаний з подіями, що призводять до викидів радіоактивності за межі майданчику. Оскільки тільки цей наслідок безпосередньо впливає на населення, природньо, що такі викиди є предметом особливої занепокоєності. Тому нижній рівень в цьому стовпчику відповідає викиду, в результаті якого особи, що знаходяться поза майданчиком та зазнали найбільшого опромінення, отримають прогнозу дозу опромінення, чисельно еквівалентну приблизно одній десятій річного дозового ліміту для населення. Ця подія класифікується на рівні 3. Як правило, така доза складає також близько однієї десятої середньої річної дози природного фонового опромінення. Найвищий рівень становить велику ядерну аварію з широкомасштабними наслідками для здоров'я людей та довкілля.

У третьому стовпчику розглядається вплив події на майданчику. Ця категорія охоплює діапазон рівнів від 2-го (забруднення та/або переопромінення персоналу) до 5-го (серйозна аварія на станції, така, як розплавлення активної зони ядерного реактору).

Всі ядерні установки проектуються таким чином, що існує ряд шарів безпеки, які запобігають виникненню значного впливу на майданчику чи за його межами, а розміри передбачуваних шарів безпеки у цілому відповідають можливості впливу на майданчику чи за його межами. Дію всіх цих шарів безпеки називають "глибоко ешелонованим захистом". Четвертий стовпчик матриці пов'язаний з інцидентами на ядерних установках чи під час перевезення радіоактивних матеріалів, під час яких деградували властивості глибоко ешелонованого захисту. Інциденти в цьому стовпчику класифікуються на рівнях 1-3.

Подія, яка включає характеристики, які представлено більше, ніж одним критерієм, завжди класифікується на самому високому рівні, відповідному будь-якому окремо взятому критерію.

Використання шкали

- Хоча шкала призначена для використання безпосередньо після події, можливі випадки, коли для того, щоб зрозуміти та оцінити наслідки події, буде потрібен більший термін. У цих рідких випадках проводиться попередня класифікація з наступним підтвердженням. Можливо також, що в результаті надходження додаткової інформації може стати потрібна рекласифікація події.
- Якщо радіаційна аварійна ситуація виникає поблизу ядерної установки чи під час перевезення радіоактивних матеріалів, то впроваджуються існуючі національні плани

протиаварійних заходів. Шкала не повинна використовуватися як частина офіційних протиаварійних заходів.

- Хоча для усіх установок використовується єдина шкала, все ж таки на деяких типах установок фізично неможливе виникнення подій, пов'язаних з викидом у довкілля значної кількості радіоактивної речовини. Для цих установок верхні рівні шкали є незастосовні. До таких установок відносяться дослідницькі реактори, установки з переробки неопроміненого ядерного палива та майданчики для захоронення відходів.
- Промислові аварії чи інші події, не пов'язані з ядерними або радіаційними операціями, не класифікуються та визначаються як такі, що "виходять за рамки шкали". Наприклад, хоча події, пов'язані з турбіною чи генератором, можуть вплинути на обладнання, пов'язане з безпекою, відмови, які впливають лише на експлуатаційну готовність турбіни чи генератора, будуть класифікуватися як такі, що виходять за рамки шкали. Подібним чином такі події, як пожежі, треба вважати такими, що виходять за рамки шкали, коли вони не пов'язані з якою-небудь можливою радіаційною небезпекою та не впливають на шари безпеки.
- Шкалу не можна використовувати як основу для відбору подій з метою врахування досвіду експлуатації, оскільки часто важливі уроки не виносяться з подій, що мають відносно невелику значущість.
- Використання шкали з метою порівняння показників безпеки у різних країнах є недоцільним. У кожній країні існують свої особливі заходи щодо інформування громадськості про незначні події, та важко забезпечити у міжнародних масштабах точну узгодженість при класифікації подій на межі між рівнями 0 та 1. Статистично невелика кількість таких подій та відмінність їх кількості рік від року ускладнює проведення вірогідних міжнародних порівнянь.
- Критерії ядерної та радіаційної безпеки, хоча у широкому розумінні й зрівняні, а також термінологія, що використовується для їх опису, розрізняються у різних країнах. ІНЕС було розроблено з врахуванням цієї обставини.

Приклади класифікованих ядерних подій

- Аварія у 1986 році на Чорнобильській АЕС у Радянському Союзі (тепер на території України) призвела до великомасштабних впливів на довкілля та здоров'я людей. Тому вона класифікується на рівні 7.
- Аварія у 1957 році на киштимському заводі з переробки палива в Радянському Союзі (тепер на території Росії) призвела до потужного викиду за межі майданчику. З метою

обмеження серйозного впливу на здоров'я людей були впроваджені аварійні заходи, включаючи евакуацію населення. На основі впливу цієї події за межами майданчика вона класифікується на рівні 6.

- Аварія у 1957 році на графітовому реакторі з повітряним охолодженням в лабораторії в Уіндскейлі (тепер Селафільд), Сполучене Королівство, призвела до викиду у довкілля радіоактивних продуктів ділення. На основі впливу події за межами майданчика воно класифікується на рівні 5.
- В результаті аварії у 1979 році на АЕС "Три-Майл Айленд" у Сполучених Штатах відбулося серйозне пошкодження активної зони реактору. Викид радіоактивності за межі майданчика був досить обмежений. Подія класифікується на рівні 5 на основі впливу на майданчику.
- Аварія 1973 року на заводі з переробки палива в Уіндскейлі, (тепер Селафільд), Сполучене Королівство, була пов'язана з викидом радіоактивного матеріалу до робочої зони заводу в результаті екзотермічної реакції у технологічній ємкості. Подія класифікується на рівні 4 на основі впливу на майданчику.
- У 1980 році аварія на АЕС в Сен-Лорані, Франція, призвела до часткового пошкодження активної зони реактору, але зовнішнього викиду радіоактивності не було. Подія класифікується на рівні 4 на основі впливу на майданчику.
- Під час аварії 1983 року на критичній збірці РА-2 у Буенос-Айресі, Аргентина, аварійний розгін потужності, обумовлений невиконанням правил безпеки під час виконання послідовності операцій з модифікації активної зони, призвела до загибелі оператора, який, імовірно, знаходився у 3-4 метрах від активної зони. Оцінки доз, отриманих постраждалими, дали 21 грей для гамма-дозы плюс 22 грея для дози нейтронного опромінення. На основі впливу на майданчику подію класифіковано на рівні 4.
- Внаслідок інциденту у 1989 році на АЕС у Вандельосі, Іспанія, не виникло зовнішнього викиду радіоактивності, не було також пошкодження активної зони реактору чи забруднення майданчика. Проте пошкодження систем безпеки станції призвело до значної деградації глибоко ешелонованого захисту. На основі критерію глибоко ешелонованого захисту подію класифіковано на рівні 3.
- Переважна більшість подій, про які надійшли повідомлення, класифіковані нижче рівня 3. Хоча тут не наведено прикладів цих подій, можливо, що країни, які використовують шкалу, побажають навести приклади подій, класифікованих на цих більш низьких рівнях.

Додаток 5

**ПОТЕНЦІЙНІ ШЛЯХИ ОПРОМІНЮВАННЯ, ФАЗИ АВАРІЇ ТА
КОНТРЗАХОДИ, ДЛЯ ЯКИХ МОЖУТЬ БУТИ ВСТАНОВЛЕНІ РІВНІ ВТРУЧАННЯ**

Потенційні шляхи опромінювання	Фаза аварії	Контрзахід*
1. Зовнішнє опромінювання від радіоактивної хмари аварійного джерела (установки)	Рання	Укриття Евакуація Обмеження режиму поведінки
2. Зовнішнє опромінювання від шлейфу випадінь з радіоактивної хмари	Рання	Укриття Евакуація Обмеження режиму поведінки
3. Вдихання радіонуклідів, які містяться у шлейфі	Рання	Укриття, герметизація приміщень, відключення зовнішньої вентиляції
4. Надходження радіоізоопів йоду інгаляційно, з продуктами харчування та питною водою	Рання	Укриття Обмеження режимів поведінки та харчування Профілактика надходження радіоізоопів йоду за допомогою препаратів стабільного йоду
5. Поверхнєве забруднення радіонуклідами шкіри, одягу, інших поверхонь	Рання Середня	Евакуація Укриття Обмеження режимів поведінки та харчування Дезактивація
6. Зовнішнє опромінювання від випадінь радіонуклідів на ґрунт та інші поверхні	Середня Пізня	Евакуація Тимчасове відселення Постійне переселення Обмеження режимів поведінки та харчування Дезактивація територій, будівель та споруд
7. Інгаляційне надходження радіонуклідів за рахунок їх вторинного підняття з вітром	Середня Пізня	Тимчасове відселення Постійне переселення Дезактивація територій, будівель та споруд
8. Споживання радіоактивно забруднених продуктів харчування та води	Пізня	Сільсько-господарські та гідротехнічні контрзаходи

* Радіаційний контроль об'єктів навколишнього середовища, продуктів харчування та питної води проводиться на всіх фазах аварії, але об'єм та структура цього контролю може бути різною. Це визначається спеціальним методично-регламентуючим документом.

Додаток 6**АВАРІЙНІ ПЛАНИ**

Д.6.1 На будь-якому об'єкті, де здійснюється практична діяльність, пов'язана з радіаційно-ядерними технологіями, повинні бути підготовлені *плани аварійних заходів*. Ці плани погоджуються з органами державного регулювання: Державним Санітарним Наглядом та Інспекцією з ядерного регулювання. Аварійні плани є невід'ємною частиною регламенту на проведення робіт, санітарного паспорту та ліцензій.

Д.6.2 Відповідальність за підготовку аварійних планів несе керівництво експлуатуючої організації.

Д.6.3 При підготовці аварійних планів стосовно кожного об'єкту має бути проведено аналіз аварій та враховано експлуатаційний досвід, який було накопичено для джерел та технологій аналогічного типу.

Д.6.4 Має бути встановлено періодичність перевірки аварійних планів регулюючими органами: плани повинні також періодично поновлюватися.

Д.6.5 Відповідальними особами з боку експлуатуючих організацій та регулюючих органів повинні бути прийняті всі необхідні заходи для навчання персоналу, який згідно планам бере участь у проведенні аварійних заходів, а також передбачені планові тренування (навчання) цього персоналу за участю представників регулюючих органів.

Д.6.6 Планами мають передбачатися періодичні перевірки системи попередження персоналу та населення на випадок виникнення аварії, а також системи інформування державних адміністративних органів (місцевих та центральних) та засобів масової інформації.

Д.6.7 Типовий аварійний план повинен містити:

- а) розподіл обов'язків щодо інформування регулюючих органів, державних адміністративних органів та громадськості;
- б) розподіл обов'язків та відповідальності щодо ініціювання втручань;
- в) типові сценарії, в яких розглядаються різні стани аварійного джерела та варіанти розповсюдження зони аварії у приміщеннях та проммайданчику об'єкта та за його межами;

г) всі процедури щодо обміну інформацією між аварійним об'єктом та організаціями, персонал яких бере участь в аварійних роботах: пожежні, медичні бригади, органи внутрішніх справ, служби цивільної оборони і т.д.;

д) система оцінки масштабів та значущості аварійних викидів та скидів у довкілля, а також система оперативного та довгострокового прогнозу розвитку аварії.

Д.6.8 Аварійний план повинен передбачати заходи щодо створення необхідних аварійних запасів, які включають:

а) дозиметричну та радіометричну апаратуру та джерела автономного живлення до неї для умов роботи в інтенсивних полях гамма-випромінювання та при інтенсивних рівнях радіоактивного забруднення;

б) транспортні засоби та аварійний резерв паливно-мастильних матеріалів;

в) засоби індивідуального та колективного захисту, включаючи спецодяг, респіратори і т.і.;

г) засоби фармакологічного протирадіаційного захисту, у тому числі і для щодня профілактики;

д) засоби зв'язку та управління;

е) помивочно-дезактиваційні засоби та прилади;

є) інші ресурси для проведення аварійних робіт.

Додаток 7

ЕКСТРЕНІ КОНТРЗАХОДИ

Д.7.1 Згідно п.п. 7.34 та 7.44 термін "екстрений" має на увазі не тільки безумовну виправданість втручань, що розглядаються, але й те, що будь-які затримки з рішенням про введення контрзаходів цього типу створює загрозу важких радіаційних уражень для охопленого аварією населення. У цьому розумінні "екстрені втручання" вимагають набагато більш швидкого реагування, чим навіть ті, які визначені як "невідкладні".

Д.7.2 Згідно з значеннями прогнозованих поглинених доз при гострому опромінюванні (таблиця Д.7.1) та річних еквівалентних доз при хронічному опромінюванні (таблиця Д.7.2), рівні безумовно виправданих екстрених втручань побудовані так, щоб запобігти виникненню прямих клінічних проявів радіаційного ураження всього тіла та окремих органів та тканин.

Д.7.3 Проведення безумовно виправданих екстрених втручань є також тим винятковим випадком, коли дозволяється підвищене опромінювання, що планується для аварійного персоналу, який виконує роботи, пов'язані з контрзаходами подібного типу.

Таблиця Д.7.1 - Рівні безумовно виправданого екстреного втручання при гострому опромінюванні

Орган або тканина	Прогнозована поглинена доза в органі чи тканині за період, менший 2-х діб (Гр)
Все тіло (кістковий мозок)	1
Легені	6
Шкіра	3
Щитовидна залоза	5
Кришталік ока	2
Гонади	2
Опромінювання плода (строк більший за 7 тижнів вагітності)	0.1

Таблиця Д.7.2 - Рівні відвернутої річної еквівалентної дози хронічного опромінення органів та тканин, при яких екстрене втручання безумовно виправдане

Орган або тканина	Річна еквівалентна доза, Зв·рік-1
Гонади	0.2
Кришталік ока	0.1
Кістковий мозок	0.4

Додаток 8

НЕВІДКЛАДНІ КОНТРЗАХОДИ

Д.8.1 Основними та найбільш ефективними *невідкладними контрзаходами* на початковій фазі аварії є: укриття, евакуація, йодна профілактика та обмеження перебування осіб з населення на відкритому повітрі (таблиця Д.8.1).

Крім цих основних контрзаходів (для яких вводяться рівні виправданості та безумовної виправданості) на цій фазі аварії застосовуються ціла низка допоміжних контрзаходів, доцільність введення яких розглядається у кожному конкретному випадку, але для яких рівні втручання не вводяться. До подібних допоміжних контрзаходів відносяться:

- (а) заходи пиленподавлення;
- (б) часте миття доріг з твердим покриттям;
- (в) запобігання пиління узбіччя доріг та спеціальні обмеження для автотранспорту щодо з'їзду на узбіччя;
- (г) спеціальний режим роботи шкіл, дитячих садків, ясел;
- (д) зміна режиму роботи лікувально-оздоровчих закладів;
- (е) переведення великої рогатої худоби з пасовищного на стійлове утримання;
- (є) обмеження лісокористування, заборона полювання та рибної ловлі у місцевих водоймах;
- (ж) інші контрзаходи.

Д.8.2 Основні невідкладні контрзаходи, маючи високу ефективність за величиною відвернутої дози опромінення, є, у той же час, досить дискомфортними для населення, дорого коштують та вимагають значних організаційних зусиль для своєї реалізації. В таблиці Д.8.1 приведені найнижчі межі виправданості та рівні безумовної виправданості введення основних невідкладних контрзаходів.

Д.8.3 Згідно з положеннями **п.п. 7.40 та 7.41 межі виправданості** та рівні безумовної виправданості для основних контрзаходів трактуються як:

- (а) *Укриття* населення в будинках чи спеціальних спорудах (в основному, цегляних, бетонних, товстостінних) має за мету запобігання передусім дозам зовнішнього опромінення, а при відповідній герметизації - і внутрішнього опромінення, пов'язаного з інгаляційним надходженням радіойоду, а також випадінням газоаерозолів на відкриті ділянки шкіри. При цьому, якщо відвернута при такій акції доза на все тіло, щитовидну залозу та шкіру виявиться меншою за **5 мЗв, 50 мЗв та 100 мГр**, відповідно, то особа, яка відповідає за прийняття рішення про проведення укриття населення, має всі підстави відмовитися від введення цього досить дискомфортного заходу.

З іншої сторони, якщо дозиметричні розрахунки показують, що укриття може забезпечити відвернення доз на все тіло, щитовидну залозу та шкіру, що досягають (і навіть перевищуючих) **50 мЗв, 300 і 500 мГр** відповідно, то введення такого контрзаходу не тільки доцільне, але і, чим швидше вона буде застосована, тим більшого ефекту вдасться досягти.

Таблиця Д.8.1 - **НАЙНИЖЧІ МЕЖІ ВИПРАВДАНОСТІ ТА РІВНІ БЕЗУМОВНОЇ ВИПРАВДАНОСТІ ДЛЯ НЕВІДКЛАДНИХ КОНТРЗАХОДІВ**

<i>Контрзахід</i>	<i>Відвернута доза за перші 2 тижні після аварії</i>					
	<i>Межі виправданості</i>			<i>Рівні безумовної виправданості</i>		
	<i>мЗв</i>	<i>мГр</i>		<i>мЗв</i>	<i>мГр</i>	
	<i>На все тіло</i>	<i>На щитовидну залозу</i>	<i>На шкіру</i>	<i>На все тіло</i>	<i>На щитовидну залозу</i>	<i>На шкіру</i>
Укриття	5	50	100	50	300	500
Евакуація	50	300	500	500	1000	3000
Йодна профілактика						
	діти	-	50*	-	-	200*
дорослі	-	200*	-	-	500*	-
Обмеження перебування на відкритому повітрі						
	діти	1	20	50	10	100
дорослі	2	100	200	20	300	1000

* Очікувана доза при внутрішньому опроміненні радіоізотопами йоду, що надходять до організму протягом перших двох тижнів після початку аварії

(б) Евакуація пов'язана з терміновим переміщенням населення із зони аварії на, звичайно, обмежений строк і є однією з найбільш дорого коштуючих, дискомфортних та організаційно важких акцій. Для введення цього контрзаходу необхідне виключно серйозне та коректне дозиметричне обґрунтування. Про це свідчать чисельні значення найнижчих меж виправданості та рівні безумовної виправданості, які в 3-10 разів вищі ніж відповідні межі та рівні для укриття населення.

На практиці, якщо дози не досягають рівнів безумовної виправданості, рішення про евакуацію може бути прийнято з використанням будь-якого значення відвернутої дози, але при виконанні трьох умов:

(i) обраний виправданий рівень – більше найнижчої межі виправданості;

(ii) цей рівень встановлено внаслідок оптимізаційної процедури зважування користі та збитку, пов'язаного з евакуацією;

(ii) при проведенні оптимізаційної процедури повинні бути враховані: кількість людей, які евакуюються, наявність транспортних засобів, підготовленість та впорядкованість місць розміщення евакуйованих, відстань та стан шляхів, можливість перевезення необхідного майна, нарешті, морально-психологічна прийнятність самої евакуації для населення, яке захищається та економічні витрати, що супроводжують евакуацію.

Перераховані вище труднощі проведення евакуації повинні бути проігноровані, якщо шляхом евакуації відвертаються дози, відповідні рівням безумовної виправданості (та вищі за ці рівні). Хоча евакуація розглядається як тимчасовий захід, але якщо дозиметричний прогноз показує, що реевакуація людей буде супроводжуватися опроміненням в дозах, що перевищують рівні прийнятності (п.п. 7.38, 7.56), навіть при застосуванні інших (довгострокових) контрзаходів, тоді необхідно розглянути питання про доцільність постійного переселення евакуйованих людей.

(в) Запобігання дозі внутрішнього опромінення щитовидної залози шляхом масового вживання пігулок стабільного йоду (йодна профілактика) - виключно ефективний, організаційно не дуже складний і відносно дешевий захисний захід. Проте потрібно брати до уваги, що ефективність йодної профілактики різко спадає, якщо прийом стабільного йоду затримано на декілька годин після початку надходження радіоізотопів йоду інгаляційно чи з продуктами харчування. Різниця в 2.5-4 рази між рівнями невідкладного втручання для цього контрзаходу стосовно дитячої та дорослої частин населення пов'язано з тим, що, по-перше, дози на одиницю надходження у дітей в декілька разів вищі, ніж у дорослих, та, по-друге, ризик радіаційно обумовлених раків щитовидної залози у дітей на одиницю дози приблизно у два рази вищий, ніж у дорослих.

(г) Важливим та відносно доступним є такий невідкладний захід, як *обмеження перебування населення на відкритому повітрі*. Для організованих дитячих колективів цей контрзахід реалізується шляхом збільшення тривалості "подовженого дня" у школах та скорочення чи виключення прогулянок, а для дорослих, робота яких пов'язана з перебуванням на відкритому повітрі, відповідним змінам на обмежений термін режиму роботи. Цей контрзахід приблизно в два рази менш ефективний з точки зору відвернутої дози, ніж, наприклад, укриття. Тому межі виправданості та рівні втручання для нього мають значення, відповідно, у 2-5 разів нижчі.

Додаток 9

ДОВГОСТРОКОВІ КОНТРЗАХОДИ

Д.9.1 Довгострокові контрзаходи (тимчасове відселення, постійне переселення, дезактивація території і радіоактивно забруднених будівель та споруд, обмеження вживання радіоактивно забрудненої води і продуктів харчування на досить тривалий час, сільськогосподарські та інші, включаючи індустріально-технічні) проводяться в умовах, коли:

- (а) дані радіаційного моніторингу дозволяють зробити досить надійний прогноз розвитку ситуації;
- (б) організації, які відповідають за проведення довгострокових контрзаходів, мають для цього достатньо ресурсів (матеріально-технічних, транспортних, запасів продовольства та ін.);
- (в) процедура оптимізації показує і виправданість, і необхідність такої акції, тобто користь від дози, відвернутої довгостроковим контрзаходом, перевищує збиток, яким подібне втручання супроводжується;
- (г) є досить надійна науково-технічна експертиза ефективності запланованих довгострокових контрзаходів.

Д.9.2 При формуванні рішення про проведення довгострокових контрзаходів стосовно кожної конкретної аварійної ситуації в процедурі оптимізації мають бути враховані:

- (а) масштаб аварії;
- (б) кількість населених пунктів і загальна чисельність жителів в них, до яких планується застосування таких довгострокових контрзаходів, як тимчасове відселення чи постійне переселення;
- (в) наявність (відсутність) необхідних для реалізації довгострокового контрзаходу ресурсів;
- (г) загальна площа угідь, на яких передбачається здійснити сільськогосподарські контрзаходи;
- (д) стан транспортних комунікацій і засобів перевезення людей (чи підвозу продуктів, фуражу і техніки);
- (е) інших факторів, які визначають можливість проведення відповідних контрзаходів.

Д.9.3 Втручання слід вважати безумовно виправданим, якщо довгостроковим контрзаходом відвертається така прогнозна доза, яка перевищує значення рівнів, наведених у таблиці **Д.9.1** (або пов'язаних з ними рівнів дії).

Таблиця Д.9.1 - Нижні межі виправданості, безумовно виправдані рівні втручання і рівні дії для прийняття рішення про постійне переселення

<i>Критерії для прийняття рішення</i>	<i>Нижні межі виправданості</i>	<i>Безумовно виправдані рівні втручання і рівні дії</i>
Доза, відвернута за період переселення, Зв	0,2	1
Доза, відвернута за перші 12 місяців після аварії, Зв	0,05	0,5
Щільність радіоактивного забруднення території довгоживучими радіонуклідами, кБк·м ⁻² :		
• ¹³⁷ Cs	400	4000
• ⁹⁰ Sr	80	400
• α-випромінювачі (^{238,239,240} Pu, ²⁴¹ Am та ін.)	0,5	4
Потужність дози гамма-випромінювання в повітрі на відкритій радіоактивно забрудненій місцевості, нГр·сек ⁻¹ :		
• мононуклідне забруднення ¹³⁷ Cs	0,3	3
• забруднення свіжою осколочною сумішшю (на 15-день після початку аварійних випадінь)	5	50

Д.9.4 Значення безумовно виправданих рівнів дії, виражені в термінах щільності випадіння ^{137}Cs , ^{90}Sr і α -випромінювачів, розраховані так, що вони відповідають накопиченій за період переселення дозі 1 Зв і містять коефіцієнт запасу від 2 до 10 за внутрішнім опроміненням. Цей коефіцієнт введений із-за варіабельності узагальнених коефіцієнтів переходу із ґрунту в місцевий раціон, а також у зв'язку з коливаннями коефіцієнтів вітрового підйому трансуранових елементів.

Д.9.5 Значення такого рівня дії, як потужність дози в повітрі суттєво залежить від радіонуклідного складу випадінь. Ті рівні дії, які наведені в таблиці **Д.9.1** відповідають осколочній реакторній суміші випадінь чорнобильського типу. Проте, у випадку значної сепарації в сторону зростання частки довгоживучих гамма-випромінювачів, ці рівні мають бути знижені (крайній випадок - забруднення території одним лише ^{137}Cs). Якщо має місце збіднення суміші довгоживучими гамма-випромінювачами, то, навпаки, значення рівнів дії зростають. В силу цього необхідно попереднє ретельне вивчення радіонуклідного складу забруднення території. І тільки після такого уточнення можна використовувати рівень дії, виражений в одиницях потужності дози в повітрі.

Д.9.6 Відносно малі значення нижніх меж виправданості втручання і дії для постійного переселення, наведені в другому стовпчику таблиці **Д.9.1**, пов'язані з тим, що для аварій локального типу, в яких залучається невелика кількість жителів (з одного-двох будинків, частини чи одного-двох населених пунктів) переселення може виявитися економічно, організаційно і соціально-психологічно одним з найбільш прийнятних контрзаходів, збиток від якого виявиться менше, ніж отримана користь від відвернення навіть не дуже великої дози. Цілком очевидно, що при регіональних і глобальних аваріях, коли розглядається питання про переселення тисяч сімей, створення для них в місцях переселення нової соціально-побутової інфраструктури і нових робочих місць, будівництва тисяч будинків, шкіл і т.і., застосування оптимізаційної процедури приведе до значення виправданого рівня набагато більшого, ніж нижня межа виправданості.

Д.9.7 Застосування такого втручання як *тимчасове відселення** (таблиця **Д.9.2**) вимагає поєднання ряду наступних особливостей і умов, які впливають із прогнозу динаміки розвитку радіаційної обстановки:

* *Тимчасове відселення і евакуація* передбачають переміщення людей із зони аварії на деякий обмежений час. Проте, евакуація здійснюється в режимі екстреного контрзаходу на ранній фазі аварії, тоді як тимчасове переселення проводиться лише після детального вивчення радіаційної обстановки (звичайно середня і навіть пізня фази).

(а) відносно високий темп прогнозованого покращення радіаційної обстановки через відсутність у складі радіоактивного забруднення території таких довгоживучих радіонуклідів як ^{60}Co , $^{134,137}\text{Cs}$, ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{210}Po , ізоотопів плутонію, ^{241}Am та ін.;

(б) радіоактивне забруднення території будівель і споруд навіть довгоживучими радіонуклідами носить досить локальний характер, так що за період тимчасового відселення виявиться можливим і виправданим здійснити ефективні дезактиваційні роботи, після чого можна повернути населення на попереднє місце проживання;

(в) відсутня можливість проведення повноцінного радіаційного моніторингу, що, в свою чергу, не дозволяє зробити однозначний прогноз радіонуклідного складу, а значить, і темпів спаду рівнів радіоактивного забруднення місцевості; у цьому випадку, якщо є необхідні ресурси, а затрати на тимчасове відселення прийнятні, то на протязі періоду відселення слід здійснити уточнюючий радіаційний моніторинг, за даними якого можна скласти досить надійний прогноз розвитку радіаційної обстановки, і це дозволить або уточнити строки повернення людей, або, у відповідності з пунктом **7.53**

(б) прийняти рішення про переведення цього контрзаходу в категорію “постійне переселення”.

Таблиця Д.9.2 - Найнижчі межі виправданості і безумовно виправдані рівні втручання і дії для прийняття рішення про тимчасове відселення

<i>Критерії для прийняття рішення</i>	<i>Найнижчі межі виправданості</i>	<i>Безумовно виправдані рівні втручання і рівні дії</i>
Сумарна відвернута доза за період тимчасового відселення *, Зв	0,1	1
Середньомісячна доза на протязі періоду тимчасового відселення *, мЗв·місяць ⁻¹	5	30
Потужність дози гамма-випромінювання в повітрі на відкритій радіоактивно забрудненій місцевості, нГр·сек ⁻¹	3	30

*При виконанні умов пункту Д.9.7 (а)

Д.9.8 Вилучення, заміна чи обмеження вживання радіоактивно забруднених продуктів харчування, будучи важливим довгостроковим контрзаходом, одночасно потребує для своєї реалізації значних ресурсних і економічних витрат. Тому в інтервалі значень між нижньою межею виправданості і безумовною виправданістю (таблиця Д.9.3) необхідно кожний раз

проводити процедуру оптимізації. Причому треба мати на увазі, що можливості заміни важливих компонентів раціону (м'яса, молока, картоплі, хліба та ін.) звичайно далеко не безмежні.

Д.9.9 Заборона чи обмеження споживання продуктів харчування місцевого виробництва вводиться на ранній, середній і, частково, пізній фазах аварії. Проте, застосування значень рівнів дії, вказаних у таблиці Д.9.3, потребує постійного застосування процедури зважування “користь - збиток”, оскільки не виключені ситуації, коли при вкрай обмежених можливостях підвозу чистих продуктів харчування, заборона чи обмеження споживання місцевих продовольчих ресурсів може визвати пряму загрозу голоду. При цьому наслідки для здоров'я людей гострого дефіциту продуктів можуть виявитися набагато тяжчими, ніж ті, які пов'язані з радіаційним фактором.

Таблиця Д.9.3 - Найнижчі межі виправданості і безумовно виправдані рівні втручання і дії для прийняття рішення про вилучення, заміну і обмеження* вживання радіоактивно забруднених продуктів харчування

<i>Критерії для прийняття рішення</i>	<i>Найнижчі межі виправданості</i>	<i>Безумовно виправдані рівні втручання і рівні дії</i>
Відвернута доза внутрішнього опромінення за рахунок вживання радіоактивно забруднених продуктів харчування, мЗв	5	30
за перший післяаварійний рік	1	30
за другий і наступні роки після аварії	1	5
Радіоактивне забруднення молока**, кБк·л-1		
131I для дорослих	0,4	1
для дітей	0,1	0,2
134,137Cs	0,1	0,4
90Sr		
для дорослих	0,02	0,2
для дітей	0,005	0,05

* Рішення про обмеження, чи про повне вилучення (або заміну) окремих продуктів харчування є об'єктом оптимізації.

** Для інших, немолочних продуктів харчування рівні дії вдвоє вищі.

Д.9.10 Для таких довгострокових контрзаходів, як дезактивація територій, будівель та споруд, сільськогосподарські протирадіаційні заходи (залуження, вапнування ґрунтів, спеціальні норми внесення добрив, глибоке переорювання, застосування спеціальних хімічних речовин типу ферроцину, і нарешті, зміна структури землекористування чи технології вирощування м'ясо-молочної худоби і т.і.) не вводяться ні межі виправданості, ні безумовні рівні втручання. Рішення про проведення подібних контрзаходів приймаються кожного разу на основі процедури зважування “користь -збиток”.

Додаток 10

**ВИКОРИСТАННЯ ПОНЯТТЯ РИЗИКУ В
ПРАКТИЦІ ПРОТИ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ**

Д.10.1 Ліміти доз опромінення населення і персоналу (включаючи і дози при запланованому підвищеному опромінюванні) встановлюються з урахуванням шкали ризиків, завдяки якій імовірність несприятливих наслідків у сфері практичної діяльності, пов'язаної з дією або використанням джерел іонізуючого випромінювання може бути зіставлена з імовірністю втрати здоров'я або життя в інших сферах, не пов'язаних з радіаційним фактором.

Д.10.2 В таблиці **Д.10.1**, як приклад, приведено ризики смерті, зареєстровані за останні роки в Україні і в деяких інших державах і відповідні їм еквіваленти доз опромінення.

Таблиця **Д.10.1**

Джерело ризику	Ризик смерті, 10^{-6} рік ⁻¹	Відповідна ефективна доза опромінення, мЗв
Дорожньо-транспортні пригоди	151	2.1
Пожежі	41	0.6
Робота у вугільних шахтах ¹	967	13.2
Робота в міліції	49	0.7
Вбивства	80	1.1
Виробництво електроприладів ²	9.5	0.1
Побутовий травматизм	440	6
Служба в армії	348	4.8
Залізниця	25	0.3

Д.10.3 При використанні величини ризику оперують такими поняттями як знехтуваний ризик, прийнятний ризик і верхня границя індивідуального ризику.

У відповідності з міжнародною практикою, рівень знехтуваного ризику приймається рівний 10^{-6} за рік, величина прийнятного ризику для персоналу приймається

¹ В Канаді з 1975 по 1981 роки

² У Великій Британії за станом на 1980 рік² В Канаді з 1975 по 1981 роки

рівною 10^{-4} за рік, а для населення - 10^{-5} за рік, границя індивідуального ризику для опромінювання осіб із персоналу приймається рівною 10^{-3} за рік, а для населення - $5 \cdot 10^{-5}$ за рік.

Д.10.4 Поняття ризику вводиться як для стохастичних, так і для детерміністичних ефектів.

Д.10.5 Індивідуальний (r) і колективний - (R) ризик виникнення стохастичних ефектів від опромінення визначається відповідно:

$$\begin{aligned} r &= r_E \cdot E \\ R &= r_E \cdot S_E \end{aligned}$$

де E, S_E - індивідуальна і колективна ефективні дози, відповідно;

r_E - коефіцієнт ризику для виникнення раку із смертельним і несмертельним кінцем та серйозних спадкових ефектів.

Д.10.6 Коефіцієнт ризику на одиницю індивідуальної або колективної дози, у відповідності з Додатка 1, п. 4 приймається рівним:

$$\begin{aligned} r_E &= 5,6 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1} \text{ для професійного} \\ &\text{опромінення і} \\ r_E &= 7,3 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1} \text{ для населення.} \end{aligned}$$

Д.10.7 При опроміненні у дозах, які викликають детерміністичні (нестохастичні) ефекти приймається, що ризик важких наслідків дорівнює імовірності виникнення самого наслідку:

$$\begin{aligned} r &= p(E) \\ R &= p(S_E) \cdot N \end{aligned}$$

де: $p(E), p(S_E)$ - імовірність подій, які створюють дози E і S_E відповідно;

N - чисельність популяції, яка зазнала радіаційного впливу з еквівалентними дозами $E > 0,5$ Зв.

Д.10.8 Одним із принципів забезпечення радіаційної безпеки є принцип оптимізації, який передбачає зниження ризиків до якомога низького рівня і здійснюється в діапазоні від верхньої межі граничного ризику до нижньої, яка визначається, як знехтуваний ризик, нижче від якого подальше зниження ризику недоцільне.

Д.10.9 Принцип оптимізації слід здійснювати з урахуванням того, що границя ризику регламентує потенційне опромінення від усіх можливих джерел, тому для кожного джерела при оптимізації встановлюється своя границя ризику.

Д.10.10 Зниження доз нижче встановлених границь пов'язане з додатковими витратами на захист. Витрати вважаються виправданими при виконанні умови:

$$R < \frac{V - P - X}{\alpha},$$

$$r < \frac{V - P - X}{\alpha N},$$

де: V - грошовий вираз валового (повного) прибутку, отриманого в наслідок виробничої діяльності;
 P - витрати на основне виробництво;
 X - витрати на захист;
 N - кількість опромінених осіб;
 α ? - грошовий еквівалент одиниці ризику.

Д.10.11 Величина грошового еквіваленту ризику розраховується із величини валового національного прибутку на одного жителя (економічна компонента) і з урахуванням компенсації за психологічне сприйняття ризику (психологічна або соціальна компонента). Як правило, в практиці оптимізації захисту, економічна компонента складає 5-10 % від психологічної.

Додаток 11

Довідковий матеріал

Таблиця Д.11.1 - Перехід між потужністю експозиційної дози, кермою в повітрі та потужністю ефективної дози

Потужність експозиційної дози	Керма в повітрі			Потужність ефективної дози		
	мкР·год ⁻¹	нГр·год ⁻¹	мкГр·год ⁻¹	пГр·с ⁻¹	нЗв·год ⁻¹	мкЗв·год ⁻¹
1	8.73*	8.73·10 ⁻³	146	6.46	6.46·10 ⁻³	5.67·10 ⁻²
0.115	1	10 ⁻³	16.7	0.74**	7.4·10 ⁻⁴	6.49·10 ⁻³
115	1000	1	1.67·10 ⁴	740	0.74	6.49
6.87·10 ⁻³	6·10 ⁻²	6·10 ⁻⁵	1	4.44·10 ⁻²	4.44·10 ⁻⁵	3.89·10 ⁻⁴
0.155	1.35	1.35·10 ⁻³	22.5	1	10 ⁻³	8.77·10 ⁻³
155	1350	1.35	2.25·10 ⁴	1000	1	8.77
17.7	154	0.154	2570	114	0.114	1

* Защита от ионизирующих излучений: В 2 т. Т. 1. Физические основы защиты от излучений: Учебник для вузов / Н.Г. Гусев, В.А. Климанов, В.П. Машкович, А.П. Суворов; Под ред. Н.Г. Гусева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 512 с.: ил.

** Sources and Effects of Ionizing Radiation: UNSCEAR 1993 // Report to the General Assembly. - New York: UNSCEAR, United Nations. - 1993. - 922 p.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

-
- i. ICRP Publication 30. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. Part 1. Annals of the ICRP Vol. 2, No.3/4. 1979.
 - ii. ICRP Publication 66. Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. Annals of the ICRP Vol. 24, No.1-3. 1994. 482 p.
 - iii. ICRP Publication 56. Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 1. Annals of the ICRP Vol. 20. No.2. 1989. 122 p.
 - iv. ICRP Publication 67. Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 2. Ingestion Dose Coefficients. Annals of the ICRP Vol. 23. No.3/4. 1993. 166 p.
 - v. ICRP Publication 69. Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 3. Ingestion Dose Coefficients. Annals of the ICRP Vol. 25. No.1. 1995. 74 p.
 - vi. ICRP Publication 71. Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 4. Inhalation Dose Coefficients. Annals of the ICRP Vol. 25. No.3-4. 1995. 405 p.
 - vii. Cristy M., Eckerman K. F. Specific Absorbed Fraction of Energy at Various Ages from Internal Photon Sources. ORNL/TM-8381/V1-7.- Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory, 1987.
 - viii. ICRP Publication 38. Radionuclide Transformations. Energy and Intensity of Emissions-Oxford: Pergamon Press, 1983.