

**Національна академія медичних наук України  
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР РАДІАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ»**

---

---

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ  
ПЕРСОНАЛУ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ОПРОМІНЕННЯ  
(методичні вказівки)**

**Київ 2018**

Укладачі:

В.Б. Берковський, канд.біол.наук, Ю.В. Бончук, Г.Г. Ратія

Рецензент:

Т.О. Павленко, д-р біол. наук, проф., ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України»

Рішення експертної проблемної комісії «Радіаційна медицина»  
МОЗ та НАМН України. Протокол №4, 1 жовтня 2018 року

Голова експертної проблемної комісії «Радіаційна медицина»  
Академік НАМН України, д-р мед. наук, професор Д.А. Базика

## ЗМІСТ

1	Сфера застосування .....	4
2	Нормативні посилання .....	4
3	Терміни та визначення понять .....	5
4	Позначки та скорочення.....	21
5	Загальні положення .....	22
6	Підготовка та інформування надзвичайного персоналу .....	23
7	Обмеження опромінення надзвичайного персоналу .....	24
8	Моніторинг доз у разі випадкового опромінення .....	26
9	Моніторинг доз та прийняття рішення щодо дезактивації та медичного втручання.....	27
10	Документування та надання інформації про результати моніторингу доз.....	32
11	Моніторинг опромінення персоналу в надзвичайних ситуаціях.....	33
12	Моніторинг внутрішнього опромінення персоналу в надзвичайних ситуаціях.....	34
13	Моніторинг доз зовнішнього опромінення.....	38
14	Порядок обліку і зберігання даних МОП НС .....	39
15	Програмна підтримка МОП НС .....	40
	Додаток А Проведення МВП НС на АЕС .....	42
	Додаток Б Інтерпретація первинних даних МВП НС.....	50
	Додаток В Види МВП НС .....	59

## 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей документ визначає загальні вимоги до організації та проведення моніторингу доз опромінення персоналу в надзвичайних ситуаціях опромінення.

## 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому документі є посилання на такі документи:

ДГН 6.6.1-6.5.061-98 Норми радіаційної безпеки України  
(НРБУ-97)

ДСП 6.177-2005-09-02 Основні санітарні правила забезпечення радіаційної  
(ОСПУ) безпеки України

Директива Ради Директива Ради 2013/59/Євратом від 5 грудня 2013  
2013/59/Євратом року «Про встановлення основних стандартів  
безпеки для захисту від небезпеки, що виникає від  
іонізуючого випромінювання»

Міжнародні основні Radiation Protection and Safety of Radiation Sources:  
норми безпеки International Basic Safety Standards, General Safety  
Requirements, IAEA Safety Standards Series GSR Part

### **3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**

Нижче надано терміни, що використовуються у цьому документі, та визначення позначених ними понять:

#### **3.1 Терміни в сфері готовності та реагування на надзвичайні ситуації з джерелами іонізуючого випромінювання**

##### **3.1.1 випадкове (аварійне) опромінення (accidental exposure)**

Неконтрольоване опромінення, що сталось в результаті нещасного випадку в умовах надзвичайної ситуації.

**Примітка.** Термін випадкове опромінення застосовується як по відношенню до персоналу, так і осіб з населення. Випадкове опромінення відрізняють від надзвичайного професійного опромінення (див. визначення надзвичайного професійного опромінення).

##### **3.1.2 відповідальні сторони (responsible parties)**

Ліцензіати, а також інші організації або державні органи, які відповідальні за радіологічний захист надзвичайного персоналу або захист осіб, що можуть зазнати чи зазнали випадкове опромінення.

##### **3.1.3 дозиметрична служба (dosimetry service)**

Юридична або фізична особа, яка уповноважена здійснювати калібрування, зчитування, інтерпретацію показань пристроїв радіологічного контролю, вимірювання вмісту радіонуклідів в тілі людини, у біологічних зразках, та оцінювати дози опромінення людини. Право дозиметричної служби на здійснення таких дій надається компетентним органом в сфері охорони здоров'я (Директива Ради 2013/59/Євратом).

##### **3.1.4 іонізуюче випромінювання (ionising radiation)**

Енергія, що переноситься у формі частинок або електромагнітних хвиль з довжиною хвилі 100 нанометрів або менше (частота  $3 \times 10^{15}$  Герц та вище), та яка здатна безпосередньо чи опосередковано утворювати іони (Директива Ради 2013/59/Євратом).

### **3.1.4.1 альфа-випромінювання**

Корпускулярне іонізуюче випромінювання, яке складається з альфа-частинок (ядер гелію), що випромінюються при радіоактивному розпаді чи при ядерних реакціях, перетвореннях (НРБУ-97)

### **3.1.4.2 бета-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  $E_{\beta}$ , чи середньою енергією спектру (НРБУ-97)

### **3.1.4.3 гамма-випромінювання**

Короткохвильове електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі  $< 0,1$  нм, що виникає при розпаді радіоактивних ядер, переході ядер із збудженого стану в основний, при взаємодії швидких заряджених частинок з речовиною, анігіляції електронно-позитронних пар, тощо (НРБУ-97)

### **3.1.5 компетентний орган (competent authority)**

Орган або система органів, що мають правові повноваження у сфері захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання.

### **3.1.6 радіаційне джерело (radiation source)**

Об'єкт, який може завдати опромінення людини шляхом зовнішнього опромінення та/або внутрішнього опромінення внаслідок вивільнення радіоактивного матеріалу та його надходження до тіла людини. До радіаційних джерел належать природні та штучні радіоактивні матеріали чи відходи, ядерні реактори, медичні, промислові, наукові пристрої що містять радіонуклідні та нерадіонуклідні джерела іонізуючого опромінення, тощо (Директива Ради 2013/59/Євратом).

### **3.1.7 надзвичайна ситуація (НС) (emergency)**

Виняткова ситуація або подія з джерелом, яка вимагає вжиття негайних заходів, спрямованих на зменшення:

- негативних наслідків для здоров'я та безпеки людини, якості життя, майна чи навколишнього середовища; або
- небезпеки, яка може призвести до вказаних вище негативних наслідків.

Надзвичайна ситуація може бути викликана аварією, стихійним лихом, ненавмисними або навмисними діями людини, у тому числі актами тероризму, іншими обставинами.

### **3.1.8 надзвичайний персонал (emergency worker)**

Будь-яка фізична особа, яка має визначену роль в реагуванні на надзвичайну ситуацію, і яка може зазнати опромінення під час такого реагування (Директива Ради 2013/59/Євратом)

### **3.1.9 надзвичайний персонал основний**

Надзвичайний персонал, що пройшов повну підготовку до виникнення НС

### **3.1.10 надзвичайний персонал залучений**

Надзвичайний персонал, що залучається до реагування на НС та має пройти повну підготовку після виникнення НС

### **3.1.11 надзвичайне професійне опромінення (emergency occupational exposure)**

Опромінення надзвичайного персоналу в умовах надзвичайної ситуації (Директива Ради 2013/59/Євратом).

**Примітка.** Захист від надзвичайного професійного опромінення планується у відповідності до принципів радіологічного захисту до початку участі надзвичайного персоналу у реагуванні на НС та контролюється засобами МОП НС під час реагування на

НС. Надзвичайне професійне опромінення відрізняється від випадкового (аварійного) опромінення

### **3.1.12 план реагування на надзвичайні ситуації (emergency response plan)**

План дій у випадку надзвичайної ситуації (Директива Ради 2013/59/Євратом).

### **3.1.13 опромінення (exposure)**

Процес, або умови опромінення іонізуючим випромінюванням з джерел, що знаходяться за межами тіла людини (**зовнішнє опромінення**) або всередині тіла (**внутрішнє опромінення**) (Директива Ради 2013/59/Євратом).

#### **3.1.13.1 зовнішнє опромінення**

Опромінення тіла людини джерелами іонізуючих випромінювань, які знаходяться поза тілом (НРБУ-97)

#### **3.1.13.2 внутрішнє опромінення**

Опромінювання тіла людини (його окремих органів та тканин) від джерел іонізуючих випромінювань, що знаходяться в самому тілі (НРБУ-97)

#### **3.1.13.3 підвищене опромінення, що планується**

Опромінення персоналу (категорія А) вище встановлених максимального ліміту ефективної дози за календарний рік ( $DL_{max}$ ) та/або лімітів еквівалентної дози зовнішнього опромінення ( $DL_{lens}$ ,  $DL_{skin}$ ,  $DL_{extrim}$ ) у непередбачуваних ситуаціях при практичній діяльності

#### **3.1.13.4 переопромінення**

Перевищення фактичних доз надзвичайного професійного опромінення дозових рівнів, що були встановлені за результатами оптимізації захисту та безпеки при виконанні конкретних видів робіт підчас реагування на НС.



### **3.1.13.5 нормальне опромінення (normal exposure)**

Опромінення що може виникати у нормальних умовах експлуатації установки або діяльності (включаючи технічне обслуговування і ремонт, інспекцію, виведення з експлуатації), у тому числі під час незначних інцидентів, які можна тримати під контролем, тобто в ході нормальної експлуатації та очікуваних експлуатаційних порушень (Директива Ради 2013/59/Євратом).

### **3.1.13.6 потенційне опромінення (potential exposure)**

Опромінення в майбутньому, якого не можна очікувати з впевненістю, але яке може мати місце в результаті події або низки подій імовірного характеру, включаючи відмови обладнання і помилки під час його експлуатації (Директива Ради 2013/59/Євратом).

### **3.1.14 система управління надзвичайною ситуацією (emergency management system)**

Правова та/або адміністративна система, яка встановлює розподіл обов'язків щодо готовності та реагування на надзвичайні ситуації, а також заходи для прийняття рішень в умовах надзвичайної ситуації (Директива Ради 2013/59/Євратом).

### **3.1.15 ситуація опромінення (exposure situations)**

Одна з трьох ситуацій опромінення:

#### **3.1.15.1 планова ситуація опромінення (planned exposure situation)**

Ситуація опромінення, яка виникає в результаті практичної діяльності, а саме -планованої експлуатації джерела випромінювання або в результаті діяльності людини, яка змінює шляхи опромінення таким чином, що виникає нормальне опромінення або потенційне опромінення людей або навколишнього середовища. Планові ситуації опромінення можуть включати

як нормальне опромінення, так і потенційне опромінення (Директива Ради 2013/59/Євратом).

### **3.1.15.2 надзвичайна ситуація опромінення (emergency exposure situation)**

Ситуація опромінення внаслідок надзвичайної ситуації (Директива Ради 2013/59/Євратом).

### **3.1.15.3 існуюча ситуація опромінення (existing exposure situation)**

Ситуація опромінення, у якій опромінення вже існує у той момент, коли необхідно приймати рішення про введення його контролю, і яка не вимагає або вже не вимагає вжиття термінових заходів (Директива Ради 2013/59/Євратом).

### **3.1.16 практична діяльність (practice)**

Діяльність людини, яка може посилити опромінення осіб джерелом, та яка управляється як планова ситуація опромінення (Директива Ради 2013/59/Євратом).

### **3.1.17 референтний рівень (reference level)**

У надзвичайних ситуаціях опромінення або у існуючих ситуаціях опромінення – рівень ефективної дози або еквівалентної дози або концентрації активності, вище якого дозволити опромінення вважать недоцільним, при тому, що це не є лімітом або допустимим рівнем, перевищення якого не допускається (Директива Ради 2013/59/Євратом).

### **3.1.18 шкода здоров'ю (health detriment)**

Скорочення тривалості та якості життя, яке виникає після опромінення, у тому числі таке, що виникає в результаті тканинних реакцій, раку та тяжких генетичних порушень (Директива Ради 2013/59/Євратом).

## 3.2 Терміни в сфері характеристики впливу на людину

### 3.2.1 активність

Активність певної кількості радіонукліду, який перебуває в певному енергетичному стані у даний момент часу. Це частка від ділення  $dN$  на  $dt$ , де  $dN$  – очікуване значення кількості ядерних переходів з даного енергетичного стану протягом інтервалу часу  $dt$ :

$$A = \frac{dN}{dt}.$$

Одиницею вимірювання активності є  $\text{с}^{-1}$ , її спеціальна назва – бекерель (Бк).

### 3.2.2 питома активність

Активність, що припадає на одиницю маси (масова питома активність,  $A_m$ ), об'єму (об'ємна питома активність,  $A_V$ ) або поверхні (поверхнева питома активність,  $A_S$ ):

$$A_m = \frac{A}{m},$$

$$A_V = \frac{A}{V},$$

$$A_S = \frac{A}{S},$$

де  $A$  – активність,  $m$  – маса,  $V$  – об'єм,  $S$  – поверхня.

Одиницями вимірювання питомої активності  $A_m$  є  $\text{с}^{-1} \text{кг}^{-1}$  (Бк·кг<sup>-1</sup>), питомої активності  $A_V$  є  $\text{с}^{-1} \text{м}^{-3}$  (Бк·м<sup>-3</sup>), питомої активності  $A_S$  є  $\text{с}^{-1} \text{м}^{-2}$  (Бк·м<sup>-2</sup>).

### 3.2.3 аеродинамічний діаметр

Діаметр сферичної частинки одиничної щільності (1 г·см<sup>-3</sup>), яка має таку ж усталену швидкість гравітаційного осідання, як і аерозольна частинка, що розглядається

### **3.2.4 медіанний за активністю аеродинамічний діаметр (AMAD)**

Характеристика статистичного розподілу активності полідисперсного аерозолю за аеродинамічним діаметром. Половина активності аерозолю, що розглядається, асоційована з частинками, які мають аеродинамічний діаметр 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

### **3.2.5 біодозиметричні вимірювання**

Визначення дози, отриманої людиною, на основі визначення радіаційно-індукованих маркерів у біологічних субстратах (крові, тканинах)

### **3.2.6 біофізичні вимірювання**

Визначення кількості чи концентрації радіоактивних речовин в організмі (органах) людини чи біопробах (сеча, кал, мазки тощо) (ОСПУ)

### **3.2.7 непрямі біофізичні вимірювання (вимірювання *in vitro*)**

Вимірювання вмісту радіонуклідів у продуктах екскреції чи інших біопробах (ОСПУ)

### **3.2.8 прямі біофізичні вимірювання (вимірювання *in vivo*)**

Визначення вмісту радіонуклідів у організмі людини з використанням систем детектування (ОСПУ)

### **3.2.9 біофізичний контроль**

Комплекс заходів з оцінки вмісту радіоактивних речовин у тілі або органах людини, а також біопробах (сеча, кал, мазки тощо), спрямований на ідентифікацію фактів інкорпорації радіоактивних речовин, розрахунок фактичних індивідуальних доз внутрішнього опромінення людини

### 3.2.10 біофізичне обстеження

Комплекс біофізичних вимірювань вмісту радіонуклідів у біопробах/тілі працівника

### 3.2.11 доза

Узагальнена назва ефективної, еквівалентної, або поглиненої дози (НРБУ-97)

#### 3.2.11.1 доза в органі $T$ ( $D_T$ )

Середня в органі чи тканині поглинена доза, яка розраховується за формулою:

$$D_T = \frac{1}{m_T} \int D dm,$$

де  $D$  – доза, що поглинена в елементі маси  $dm$  органу чи тканини  $T$ ;

$m_T$  – маса органу чи тканини (НРБУ-97)

Одиницею вимірювання дози в органі є Дж кг<sup>-1</sup>, її спеціальна назва – грей, (Гр).

#### 3.2.11.2 поглинена доза ( $D$ )

Відношення середньої енергії  $d\varepsilon$ , що передана іонізуючим випромінюванням речовині в елементарному об'ємі, до маси  $dm$  речовини в цьому об'ємі:

$$D = \frac{d\varepsilon}{dm}.$$

Одиницею вимірювання поглиненої дози є Дж кг<sup>-1</sup>, її спеціальна назва – грей, (Гр).

### 3.2.11.3 еквівалентна доза в органі $T$ ( $H_T$ )

Величина, яка визначається як добуток поглиненої дози  $D_T$  в окремому органі або тканині  $T$  на радіаційний зважуючий фактор  $w_R$ :

$$H_T = D_T \cdot w_R.$$

Одиницею вимірювання еквівалентної дози в органі або тканині є Дж кг<sup>-1</sup>, її спеціальна назва – зіверт (Зв).

### 3.2.11.4 ефективна доза ( $E$ )

Сума добутоків еквівалентних доз  $H_T$  в окремих органах і тканинах на відповідні тканинні зважуючі фактори  $w_T$ :

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

Використання поняття ефективної дози допускається при значеннях еквівалентних доз нижчих за поріг виникнення детерміністичних ефектів (НРБУ-97).

Одиницею вимірювання ефективної дози є Дж кг<sup>-1</sup>, її спеціальна назва – зіверт (Зв).

### 3.2.11.5 річна ефективна доза

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 опромінення, для персоналу складає 50 років (НРБУ-97)

### 3.2.12 допустимий рівень

Похідний норматив для надходження радіонуклідів в організм людини протягом календарного року, для середньорічних потужності еквівалентної дози, концентрації радіонуклідів в повітрі, питній воді та раціоні і т.п., розрахований для референтних умов опромінення із значень лімітів доз (НРБУ-97)

### **3.2.13 індивідуальний дозиметр**

Прилад для вимірювання і/або потужності дози іонізуючого випромінювання і/або енергії, що переноситься іонізуючим випромінюванням або передана їм усьому тілу людини, певному органу або тканині людського тіла, яке знаходиться в полі його дії

### **3.2.14 персональний еквівалент дози**

Операційна дозиметрична величина, в якій виражені показання індивідуального дозиметра; відповідає еквіваленту дози у м'якій біологічній тканині на глибині  $d$  (мм) під певною точкою на поверхні тіла людини. Одиницею вимірювання індивідуального еквіваленту дози є  $\text{Дж}\cdot\text{кг}^{-1}$ , її спеціальна назва зіверт (Зв).

### **3.2.15 категорія А**

Особи з числа персоналу, які постійно чи тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючих випромінювань (НРБУ-97)

### **3.2.16 кінцівки (extremities)**

Кисті рук, передпліччя, ноги і стопи

### **3.2.17 когорта А (група когорт А)**

Персонал, що залучається до програми МВП НС. Група когорт А об'єднує когорту АО і групи когорт АІ і АМ МВП НС.

#### **3.2.17.1 когорта АО (когорта АО)**

Надзвичайний персонал, який приймає участь в роботах з реагування в зоні НС, для якого проводиться оперативний МВП НС.

#### **3.2.17.2 когорта АІ (група когорт АІ)**

Група, що об'єднує когорти АІГ і АІА. Особи з надзвичайного персоналу, що формують "вхідну" когорту детального МВП НС внутрішнього опромінення, яка використовується для збору початкової інформації.

### **3.2.17.2.1 когорта AIG (когорта AIG)**

Особи з “вхідної” когорти детального МВП НС, для яких виконується основне біофізичне обстеження

### **3.2.17.2.2 когорта AIA (когорта AIA)**

Особи з “вхідної” когорти детального МВП НС, для яких виконується біофізичне обстеження на альфа-випромінюючі радіонукліди

### **3.2.17.3 когорта AM (група когорт AM)**

Група, що об’єднує когорти AG, ASL і AA. Особи, залучені до детального МВП НС, для яких встановлено (або припускається), що ефективна доза внутрішнього опромінення, отримана за час реагування на НС або за календарний рік, перевищує 20 мЗв, або мала місце інкорпорація альфа-випромінюючих радіонуклідів

#### **3.2.17.3.1 когорта AG (когорта AG)**

Особи, залучені до детального МВП НС внутрішнього опромінення, для яких виконується основне біофізичне обстеження

#### **3.2.17.3.2 когорта ASL (когорта ASL)**

Особи, залучені до детального МВП НС внутрішнього опромінення, для яких виконується біофізичне обстеження на короткоживучі радіонукліди

#### **3.2.17.3.3 когорта AA (когорта AA)**

Особи, залучені до детального МВП НС внутрішнього опромінення, для яких виконується біофізичне обстеження на альфа-випромінюючі радіонукліди

### **3.2.18 мінімально-детектований рівень**

Найменша кількість (активності, питомої активності, маси) радіонукліда в пробі, що буде визначатись із заданою ймовірністю не виявлення  $\beta$



(помилка II типу), при цьому прийняття помилкового рішення про те, що позитивна (ненульова) кількість радіонукліда присутня в адекватній чистій пробі (помилка I типу), має задану ймовірність  $\alpha$ . Якщо не обумовлено інше, для мети МОП НС використовуються значення ймовірностей помилок I ( $\alpha$ ) і II ( $\beta$ ) типів – 0,05

### **3.2.19 моніторинг**

#### **3.2.19.1 моніторинг опромінення персоналу в надзвичайних ситуаціях (monitoring of exposure in emergency situations)**

Вимірювання значень радіологічних параметрів, що характеризують опромінення в умовах надзвичайної ситуації, з метою оцінки доз зовнішнього та внутрішнього опромінення всього тіла та окремих органів/тканин тіла, контролю впливу такого опромінення та/або пом'якшення його наслідків медичними заходами. До радіологічних параметрів, які вимірюються, відносяться доза та потужність дози зовнішнього опромінення, вміст радіонуклідів у тілі людини, біологічних пробах та навколишньому середовищі, а також характеристики радіоактивних матеріалів, що надійшли до тіла людини.

#### **3.2.19.2 моніторинг внутрішнього опромінення персоналу в надзвичайних ситуаціях (monitoring of internal exposure in emergency situations)**

МОП НС, що спрямований на оцінку доз внутрішнього опромінення

##### **3.2.19.2.1 оперативний МВП НС**

Вид МВП НС, що проводиться для персоналу, включеного до когорти АО

##### **3.2.19.2.2 детальний МВП НС**

Вид МВП НС, що проводиться для персоналу, включеного до групи когорт АІ або до групи когорт АМ

### **3.2.19.3 операційний МВП НС**

МВП НС із залученням біофізичних вимірювань та інших даних (наприклад, МПС), що застосовується на окремих технологічних операціях або робочих місцях, на яких можливі підвищені рівні опромінення; відрізняється від поточного більшою детальністю і спрямований на встановлення фактичних умов опромінення

### **3.2.19.4 спеціальний МВП НС**

МВП НС із залученням біофізичних вимірювань, що вимагаються для підтвердження передбачуваного надходження радіоактивних речовин або подальшого уточнення підтверженого надходження

### **3.2.19.5 поточний МВП НС**

МВП НС із залученням біофізичних вимірювань, що виконуються згідно заздалегідь визначеного регулярного графіка вимірювань. Поточний МВП НС спрямований на ідентифікацію фактів надходження радіоактивних речовин в період часу з моменту попередніх біофізичних вимірювань

**3.2.19.6 моніторинг зовнішнього опромінення персоналу в надзвичайних ситуаціях (monitoring of external exposure in emergency situations)**

МОП НС, що спрямований на оцінку доз зовнішнього опромінення

### **3.2.19.7 моніторинг повітряного середовища**

Визначення радіологічних і фізико-хімічних характеристик аерозольного забруднення повітряного середовища, що виконується шляхом відбору проб повітря і їх подальшого аналізу. Аналіз може здійснюватися у режимі реального часу або в режимі відкладеного (лабораторного) аналізу

### **3.2.20 непрацездатність методів біофізичних вимірювань**

Ситуація, коли похідний рівень дослідження програми МВП НС (правильно розробленої) виявляється нижче досяжних

мінімально-детектованих рівнів сучасних засобів визначення радіонукліда в пробі (ПРД < МДР)

### **3.2.21 забезпечення якості**

Всі плановані і систематично здійснювані дії, що забезпечують повну відповідність системи МОП НС вимогам санітарного законодавства

### **3.2.22 визначення (радіонукліда в пробі (тілі))**

Комплекс радіохімічних і фізичних методів, направлений на встановлення вмісту радіонукліда в пробі (тілі)

### **3.2.23 надходження (до організму)**

Проникнення радіоактивних речовин до організму людини через дихальну систему, систему травлення або шкіру (НРБУ-97)

#### **3.2.23.1 надходження інгаляційне**

Проникнення радіоактивних речовин в організм людини через органи дихання (НРБУ-97)

#### **3.2.23.2 надходження пероральне**

Проникнення радіоактивних речовин в організм людини через ротову порожнину (НРБУ-97)

#### **3.2.23.3 підтвержене надходження**

Надходження радіонуклідів в тіло людини, підтвержене або подальшими біофізичними вимірюваннями, або розслідуванням, або асоційоване з відомим інцидентом (наприклад, з відмовою ЗІЗОД) при виконанні робіт

### **3.2.24 тип матеріалу (тип системного надходження)**

В рамках цього документа – один з стандартних типів поведінки речовин, класифікованих у відповідності до їх швидкості проникнення з дихальної системи в рідини тіла:

тип V – речовини, що відклалися в дихальній системі, практично миттєво переходять в рідини тіла;

тип F – речовини, що відклалися, швидко переходять в рідини тіла;

тип M – речовини, що відклалися, мають проміжну швидкість переходу в рідини тіла;

тип S – речовини, що відклалися, погано розчинні і повільно переходять в рідини тіла

### **3.2.25 рівень дослідження**

Значення очікуваної індивідуальної ефективної дози робітника категорії А, при якому або вище якого надходження радіонуклідів (однократне, множинне, хронічне) протягом календарного року, що ідентифіковане за результатами МОП НС, розглядається як достатньо значуще, з точки зору забезпечення радіаційної безпеки, щоб виправдати дослідження окремих фактів надходження, що сформували дозу опромінення

#### **3.2.25.1 похідний рівень дослідження**

Найменше значення біофізичного вимірювання або вимірювання при персональному МПС, що відповідає можливому перевищенню рівня дослідження

### **3.2.26 рівень медичного втручання**

Значення дози, асоційованої з надходженням радіонуклідів, при перевищенні якої медичне втручання з використанням декорпорантів є виправданим

### 3.2.27 фізико-хімічні характеристики аерозольного забруднення повітря

Розподіл активності аерозольних часточок за розмірами, тип матеріалу (тип системного надходження) аерозолів і інші характеристики, що впливають на формування дози

## 4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

У документі прийняті такі позначки та скорочення:

- 4.1**  $ALI_A^{inhal}$  допустиме надходження через органи дихання для осіб категорії А
- 4.2**  $AMAD$  медіанний за активністю аеродинамічний діаметр
- 4.3**  $DL$  ліміт дози (ефективної або еквівалентної)
- 4.4**  $DL_E$  ліміт ефективної дози ( $20 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ )
- 4.5**  $DL_{extrim}$  ліміт еквівалентної дози зовнішнього опромінення кистей і стіп ( $500 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ )
- 4.6**  $DL_{lens}$  ліміт еквівалентної дози зовнішнього опромінення кришталика ока ( $150 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ )
- 4.7**  $DL_{max}$  максимальний ліміт ефективної дози за календарний рік ( $50 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ )
- 4.8**  $DL_{skin}$  ліміт еквівалентної дози зовнішнього опромінення шкіри ( $500 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ )
- 4.9**  $H_p(d)$  еквівалент дози зовнішнього опромінення на глибині  $d$
- 4.10**  $H_p(0.07)$  еквівалент індивідуальної дози зовнішнього опромінення на глибині 0,07 мм
- 4.11**  $H_p(3)$  еквівалент індивідуальної дози зовнішнього опромінення на глибині 3 мм

- 4.12  $H_p(10)$**  еквівалент індивідуальної дози зовнішнього опромінення на глибині 10 мм
- 4.13 АЕС** атомна електрична станція
- 4.14 ДТПА** діетилентриамінпентаоцтова кислота
- 4.15 ЗІЗ** засоби індивідуального захисту
- 4.16 ЗІЗОД** засоби індивідуального захисту органів дихання
- 4.17 ЛВЛ** лічильник випромінювань людини
- 4.18 МДР** мінімально-детектований рівень
- 4.19 МКРЗ** Міжнародна комісія з радіологічного захисту
- 4.20 МВП НС** моніторинг внутрішнього опромінення персоналу в надзвичайних ситуаціях
- 4.21 МЗП НС** моніторинг зовнішнього опромінення персоналу в надзвичайних ситуаціях
- 4.22 МОП НС** моніторинг опромінення персоналу в надзвичайних ситуаціях
- 4.23 МПС** моніторинг повітряної середовища
- 4.24 НРБУ-97** Норми радіаційної безпеки України; 1997 р.
- 4.25 ОСПУ** Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України
- 4.26 ПРД** похідний рівень дослідження
- 4.27 РМВ** рівень медичного втручання

## **5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

**5.1** Цей документ регламентує проведення моніторингу доз опромінення персоналу в надзвичайних ситуаціях.

**5.2** Моніторинг опромінення персоналу в умовах надзвичайної ситуації виконується для:

- надзвичайного персоналу;
- осіб, з персоналу, що зазнали випадкового опромінення.

## **6 ПІДГОТОВКА ТА ІНФОРМУВАННЯ НАДЗВИЧАЙНОГО ПЕРСОНАЛУ**

**6.1** В рамках підготовки до реагування на надзвичайні ситуації Відповідальні сторони вживають заходів для:

- належного оснащення дозиметричних служб для виконання ними моніторингу опромінення персоналу в надзвичайних ситуаціях в обсязі, передбаченому цим документом;
- проходження дозиметричними службами періодичної акредитації та визнання компетентним органом не рідше ніж один раз на п'ять років.

**6.2** Відповідальні сторони вживають заходів, щоб особи з надзвичайного персоналу, які зазначені у планах реагування на надзвичайні ситуації або у системі управління надзвичайними ситуаціями, отримували актуальну інформацію про:

- можливі ризики для здоров'я, які пов'язані з їх обов'язками в умовах надзвичайної ситуації;
- запобіжні заходи, включаючи моніторинг доз зовнішнього та внутрішнього опромінення.

Така інформація повинна враховувати перелік можливих надзвичайних ситуацій та захисних заходів. Відразу після виникнення надзвичайної ситуації інформація, яка вказана у 6.1, має бути відповідним чином доповнена з урахуванням конкретних обставин.

**6.3** Відповідальні сторони забезпечують регулярне навчання надзвичайного персоналу у відповідності до вимог документів системи управління надзвичайними ситуаціями. Навчання здійснюється в рамках

програми готовності до реагування на надзвичайні ситуації і включає навчання з радіологічного захисту та практичні заняття.

**6.4** Відповідальні сторони встановлюють чіткий розподіл обов'язків стосовно захисту надзвичайного персоналу між підприємством, роботодавцем та, при необхідності, іншими організаціями. Це також стосується захисту самозайнятих осіб та осіб, які працюють на добровільній основі.

**6.5** Відповідальні сторони вживають заходів, щоб роботодавці мали доступ до інформації про можливе опромінення їх працівників, які виконують функції надзвичайного персоналу та тимчасово перебувають під відповідальністю іншого роботодавця або організації.

## **7 ОБМЕЖЕННЯ ОПРОМІНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНОГО ПЕРСОНАЛУ**

**7.1** Відповідальні сторони вживають заходів, щоб, коли це можливо, дози надзвичайного професійного опромінення залишалися нижчими за ліміти доз, встановлені НРБУ-97, Міжнародними основними нормами безпеки та Директивою Ради 2013/59/Євратом для планових ситуацій опромінення, а саме:

– річна ефективна доза не повинна перевищувати значення 20 мЗв за будь-який рік (за особливих обставин, Компетентний орган у сфері охорони здоров'я може дозволити річну ефективну дозу до 50 мЗв за умови, що величина середньої річної ефективної дози за будь-які п'ять послідовних років не перевищуватиме 20 мЗв);

– еквівалентна доза у кришталику ока не повинна перевищувати значення 50 мЗв за один окремо взятий рік та 100 мЗв за будь-які п'ять послідовних років;

– еквівалентна доза у шкірі не повинна перевищувати значення 500 мЗв за будь-який рік (цей ліміт застосовується до дози, усередненої за ділянкою



шкіри площею  $1 \text{ см}^2$ , незалежно від площі та локалізації опроміненої ділянки);

– еквівалентна доза у кінцівках не повинна перевищувати значення 500 мЗв за будь-який рік.

**7.2** У ситуаціях, коли дотримання умов 7.1 є неможливим, повинні застосовуватись такі умови:

– референтні рівні для ефективної дози надзвичайного професійного опромінення мають бути встановлені, як правило, нижче значення 100 мЗв;

– у виняткових ситуаціях, з метою спасіння життя, запобігання серйозним наслідкам для здоров'я, спричиненим опроміненням, або попередження розвитку катастрофічних наслідків надзвичайної ситуації, референтний рівень ефективної дози зовнішнього опромінення, отриманої надзвичайним персоналом, може бути встановлений на рівні вище 100 мЗв, але не вище 500 мЗв.

**7.3** Відповідальні сторони вживають заходів, щоб надзвичайний персонал, який здійснює роботи, що можуть бути пов'язані зі значенням ефективної дози вище 100 мЗв, був заздалегідь чітко і всебічно поінформований про пов'язані з цими роботами ризиками для здоров'я та про доступні засоби захисту. Такі роботи здійснюються добровільно.

**7.4** У разі надзвичайного професійного опромінення Відповідальні сторони забезпечують:

– проведення моніторингу доз опромінення надзвичайного персоналу з використанням даних індивідуального моніторингу. Моніторинг індивідуальних доз опромінення надзвичайного персоналу повинен здійснюватися кваліфікованим персоналом у відповідності до цього документа. У тих випадках, коли проведення індивідуальних вимірювань є неможливим або неадекватним умовам надзвичайної ситуації, допускається використання індивідуальних вимірювань, що були отримані для інших працівників, даних радіологічного моніторингу місць проведення робіт або

інших методів реконструкції доз, узгоджених з Компетентний орган у сфері охорони здоров'я;

– проведення спеціального медичного спостереження надзвичайного персоналу, яке має здійснюватися у відповідності до обставин опромінення та результатів моніторингу доз опромінення. Особи, що отримали разову ефективну дозу величиною 100 мЗв або більше, повинні бути виведені із зони опромінення і направлені на медичне обстеження. Подальша робота з джерелами випромінювання цим особам дозволяється в індивідуальному порядку у відповідності до вимог діючих нормативно-правових документів;

– ведення документації за результатами індивідуального моніторингу надзвичайного персоналу;

– негайне інформування надзвичайного персоналу про фактичні індивідуальні дози надзвичайного професійного опромінення.

## **8 МОНІТОРИНГ ДОЗ У РАЗІ ВИПАДКОВОГО ОПРОМІНЕННЯ**

**8.1** При випадковому опроміненні працівника Відповідальні сторони вживають заходів для:

– виконання відповідних вимірів, оцінки доз опромінення та їх розподілу у тілі постраждалого працівника;

– належного документування обставин випадкового опромінення, методів та результатів реконструкції індивідуальних доз опромінення;

– проведення спеціального медичного спостереження;

– інформування постраждалого працівника про його дозу випадкового опромінення та пов'язані з цими ризиками для здоров'я;

– негайного інформування компетентних органів про факт та обставини випадкового опромінення працівника.

**8.2** Реконструкція індивідуальних доз випадкового опромінення здійснюється кваліфікованим персоналом у відповідності до спеціальних методів, що відповідають умовам випадкового опромінення та доступній інформації про випадкове опромінення.

**8.3** Реконструкція індивідуальних доз випадкового опромінення регламентується окремими документами.

## **9 МОНІТОРИНГ ДОЗ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЩОДО ДЕЗАКТИВАЦІЇ ТА МЕДИЧНОГО ВТРУЧАННЯ**

**9.1** Для прийняття рішень щодо медичного втручання з використанням декорпорантів встановлюються рівні медичного втручання, при перевищенні яких таке втручання є виправданим.

**9.2** У якості рівнів медичного втручання встановлюються такі значення сумарних доз опромінення за рахунок усіх радіонуклідів (за винятком радіонуклідів йоду):

а) для дорослих:

– 250 мЗв – ефективна доза за 50 років (для обмеження стохастичних ефектів);

– 250 мГр – ВБЕ-зважена поглинена доза на кістковий мозок за 30 д (для запобігання детерміністичних ефектів);

– 1 Гр – ВБЕ-зважена поглинена доза на легені за 30 д (для запобігання детерміністичних ефектів);

б) для осіб до 18 років, вагітних жінок – 20% від відповідного значення для дорослих.

**9.3** Встановлюються такі значення РМВ для прогнозованих доз на щитовидну залозу за рахунок надходження  $^{131}\text{I}$ , при досягненні або перевищенні яких призначається йодид калію:

– дорослі 40 років і старші – 5 Гр;

– дорослі від 18 до 40 років – 100 мГр;

– особи до 18 років, вагітні та жінки, що годують грудним молоком, – 50 мГр.

**9.4** Визначення доз внутрішнього опромінення персоналу у надзвичайних ситуаціях та прийняття рішення про застосування дезактивації

та декорпораційної терапії виконуються у відповідності до блок-схеми на рисунку 9.1.

**9.5** Скринінг потенційно забруднених осіб на місці великомасштабного радіологічного або ядерного інциденту та у медичному закладі здійснюється у відповідності до блок-схем на рисунках 9.2, 9.3.

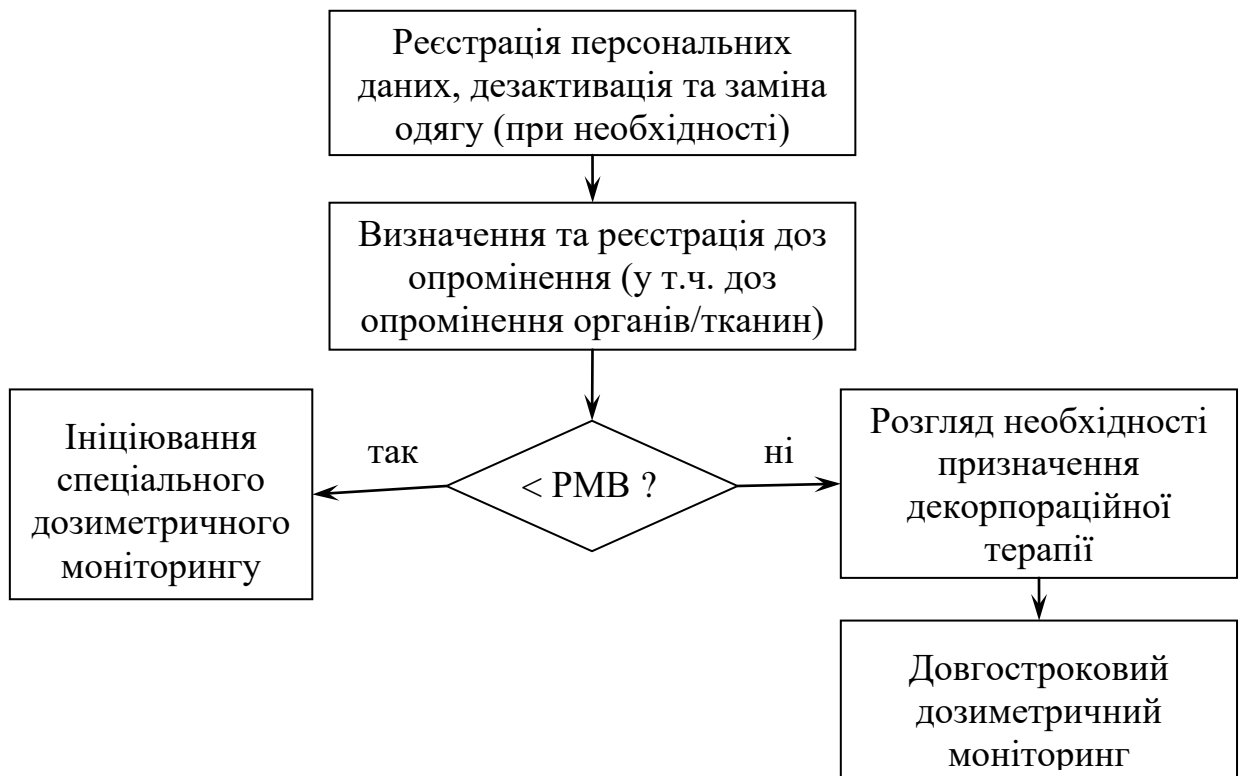


Рисунок 9.1 – Визначення доз внутрішнього опромінення персоналу у надзвичайних ситуаціях та прийняття рішення про застосування декорпораційної терапії



Рисунок 9.2 – Блок-схема для скринінгу потенційно забруднених осіб на місці великомасштабного радіологічного або ядерного інциденту

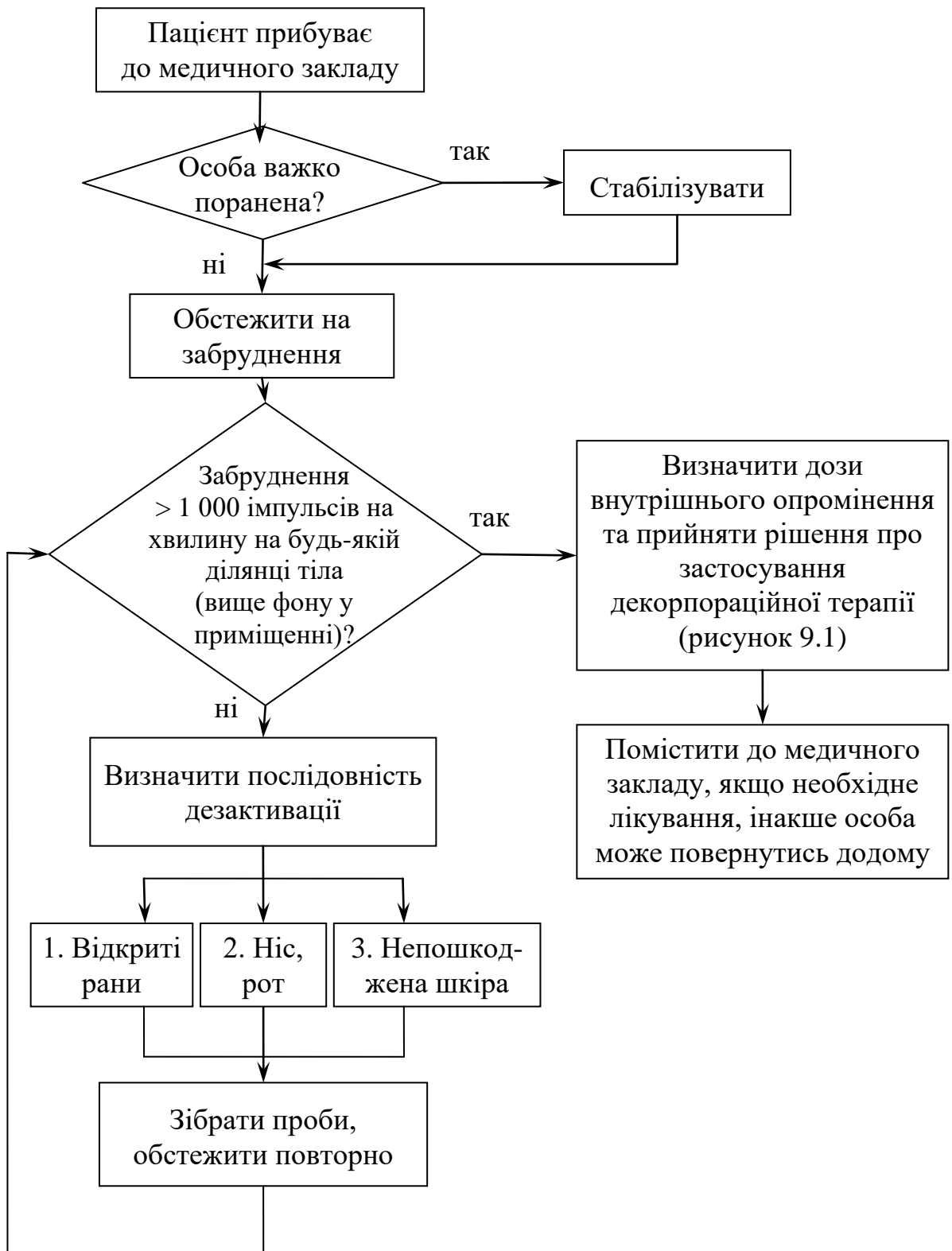


Рисунок 9.3 – Блок-схема для скринінгу потенційно забруднених осіб у медичному закладі

**9.6** Поводження із ранами, забрудненими радіонуклідами, здійснюється кваліфікованим медичним персоналом таким чином:

- забруднені рани спочатку закривають (бажано водонепроникним матеріалом), щоб обмежити поширення активності;

- рану акуратно промивають великою кількістю фізіологічного розчину або води (можуть бути розглянуті промивання з ДТПА або інші контрзаходи). Як правило, необхідно більше одного промивання;

- рану слід контролювати після кожного промивання. Забруднені салфетки, перев'язувальні матеріали і т.д., повинні бути видалені для отримання коректних результатів;

- після повторних промивань, якщо дезактивація виявилась успішною, рану оброблюють як і будь-які інші рани;

- якщо попередні процедури дезактивації не були успішними, і оцінені дози перевищують РМВ, звичайна хірургічна обробка рани повинна бути продуманою. Видалення живої тканини з рани лише для видалення радіоактивної контамінації має бути виконано тільки за порадою лікаря-фахівця з надзвичайних радіологічних ситуацій. Видалені тканини повинні бути збережені для радіаційно-гігієнічних оцінок;

- включені радіоактивні часточки, якщо їх видно, можуть бути видалені за допомогою пінцета або за допомогою води. Колоті рани, що містять радіоактивні часточки, особливо у пальцях, можуть бути дезактивовані шляхом біопсії повної товщини шкіри за допомогою інструментів пункційної біопсії;

- після видалення будь-які радіоактивно забруднені включені часточки, уламки або сміття повинні бути відповідним чином екрановані шляхом розміщення в свинцевих контейнерах, доступних у відділеннях ядерної медицини;

- після того як рану буде дезактивовано, вона повинна бути покрита водонепроникною пов'язкою. Область навколо рани слід дезінфікувати

настільки ретельно, наскільки це можливо до накладання швів або іншого лікування;

– забруднені опіки (хімічні або термічні) обробляються як і будь-які інші опіки і можуть бути злегка промиті, але без тертя. Забруднення буде зніматися з опіковим струпом. Однак перев'язувальні матеріали та постільна білизна можуть бути забруднені і повинні бути оброблені відповідним чином.

## **10 ДОКУМЕНТУВАННЯ ТА НАДАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО РЕЗУЛЬТАТИ МОНІТОРИНГУ ДОЗ**

**10.1** Відповідальні сторони забезпечують ведення документації з результатами індивідуального моніторингу надзвичайного персоналу. Необхідно зберігати таку інформацію про опроміненіх працівників:

- документація щодо індивідуальних доз опромінення, виміряних або оцінених, залежно від обставин;
- звіти про обставини та вжиті захисні заходи, у тому числі застосування фармакологічних препаратів (препарати стабільного йоду, декорпорантів, тощо), зняття поверхневого радіонуклідного забруднення тіла, тощо;
- результати моніторингу місць виконання робіт, використані для оцінки індивідуальних доз (у разі необхідності).

**10.2** Інформація, зазначена у 10.1, повинна зберігатись до тих пір, поки відповідні працівники не досягнуть або могли б досягти віку 75 років, але не менше 30 років після припинення робіт, пов'язаних з опроміненням.

**10.2.1** Відомості про надзвичайне професійне опромінення та випадкове опромінення повинні:

- реєструватись окремо від відомостей про поточні дози професійного опромінення;



– надходити у Державну систему даних індивідуального радіологічного моніторингу.

**10.3** Відповідальні сторони забезпечують, щоб результати індивідуального моніторингу були:

- доступні компетентному органу, підприємству та роботодавцю сторонніх працівників;
- доступні працівнику, якого вони стосуються;
- надані службам охорони праці та здоров'я, щоб вони могли інтерпретувати ці результати з точки зору наслідків для здоров'я людини;
- внесені у Державну систему даних індивідуального радіологічного моніторингу.

## **11 МОНІТОРИНГ ОПРОМІНЕННЯ ПЕРСОНАЛУ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

**11.1** Основними задачами МОП НС є:

- відвернення переопромінення надзвичайного персоналу;
- виявлення фактів надходження радіонуклідів при реагуванні на НС;
- документування фактичних доз опромінення надзвичайного персоналу.

**11.2** Проведення МОП НС регламентується програмою МОП НС, що є складовою частиною плану реагування на НС. Програми МОП НС повинні відповідати вимогам цього документа.

**11.3** МОП НС вводиться в дію в обставинах, що вказують на виникнення НС. МОП НС ініціюється для персоналу, що бере участь в реагуванні на НС у зоні, що зазнала чи може зазнати впливу НС. МВП НС також може бути ініційований на підставі критеріїв, наведених в цьому документі і документах, що регламентують проведення поточного, операційного і спеціального моніторингу внутрішнього опромінення персоналу.

**11.4** Цей документ встановлює:

- загальні вимоги до проведення МОП НС;
- принципи планування біофізичних вимірювань в рамках МВП НС;
- порядок проведення біофізичних вимірювань при МВП НС;
- методи інтерпретації первинних даних МВП НС;
- методи контролю і обмеження доз опромінення надзвичайного персоналу.

**11.5** Відповідальність за забезпечення МОП НС покладається на службу радіаційної безпеки, дозиметричну службу і підрозділи, що відповідають за реагування на НС. Дозиметричні служби, що включаються в плани реагування на НС, повинні мати відповідну атестацію або акредитацію (далі – авторизовані дозиметричні служби).

**11.6** Програма МОП НС розробляється і затверджується адміністрацією відповідного ліцензіата, установи чи державного органу та узгоджується з компетентним органом.

## **12 МОНІТОРИНГ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ ПЕРСОНАЛУ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

**12.1** Проведення моніторингу доз внутрішнього опромінення регламентується програмою моніторингу, яка повинна включати в себе:

- цілі та задачі програми моніторингу
- опис фізико-хімічних характеристик аерозольного забруднення повітря, присутнього (можливо присутнього) на робочому місці;
- критерії вибору контингентів і процедуру проведення біофізичних вимірювань;
- обґрунтування типу необхідних вимірювань;
- обґрунтування частот моніторингу біофізичних вимірювань, включаючи оцінку величини ефективної дози внутрішнього опромінення

(при однократному або хронічному надходженні), що не може бути виявлена при вибраній частоті вимірювань;

- перелік необхідних радіометричних і дозиметричних приладів, допоміжного лабораторного обладнання;
- мінімально-детектовані рівні для кожного засобу біофізичних вимірювань;
- похідні рівні дослідження і рівні ініціювання МВП НС для кожного методу біофізичних вимірювань;
- процедури аналізу, що виконуються для випадків передбачуваних або підтверджених надходжень різного рівня;
- план досліджень для окремих категорій робітників або обставин опромінення;
- обґрунтування схеми оцінки дози у випадку непрацездатності методів біофізичних вимірювань;
- викладення вимог забезпечення якості МВП НС;
- перелік затверджених методичних і інструктивних документів, за допомогою яких виконується контроль;
- перелік встановлених форм звітності із зазначенням порядку і періодичності надання;
- штат працівників, що здійснюють контроль.

**12.2** З метою підтвердження якості МВП НС у відповідній програмі повинен бути передбачений періодичний перегляд (не рідше одного разу в 5 років) зазначеної програми і окремих її складових.

**12.3** МВП НС повинен забезпечувати можливість детектування фактів отримання річної ефективної дози внутрішнього опромінення, що перевищує рівень дослідження, який встановлюється рівним 1 мЗв.

**12.4** Біофізичний контроль при проведенні МВП НС включає в себе:

- проведення вимірювань на ЛВЛ;
- збір і аналіз біопроб (кал, сеча);

- збір і аналіз мазків, проб повітря;
- збір і аналіз мазків носової порожнини, проб повітря на робочих місцях, фільтрів ЗІЗОД і індивідуальних пробовідбірників повітря;
- оцінку очікуваних доз внутрішнього опромінення;
- облік і зберігання всіх даних МВП НС;
- ведення реєстраційних записів для кожного робітника, залученого до МВП НС.

**12.5** Дозиметрична служба зобов'язана забезпечити проходження надзвичайним персоналом біофізичного контролю в обсягах, передбачених цим документом і відповідною програмою МВП НС.

**12.6** Залучений надзвичайний персонал зобов'язаний також пройти такі види контролю:

- вхідний контроль (перед початком роботи в рамках реагування на НС);
- вихідний контроль (після повного припинення роботи в рамках реагування на НС).

Залучений надзвичайний персонал проходить вхідний і вихідний контроль у відповідності до програм поточного, операційного і спеціального МВП НС.

Якщо при реагуванні на НС можлива інкорпорація альфа-випромінюючих радіонуклідів персонал при проходженні вхідного контролю зобов'язаний пройти біофізичне обстеження на альфа-випромінюючі радіонукліди. Такий персонал при проходженні вихідного контролю також зобов'язаний пройти біофізичне обстеження на альфа-випромінюючі радіонукліди.

**12.7** МВП НС здійснюється з використанням даних біофізичних вимірювань (прямих і/або непрямих), які є вхідною інформацією для розрахункових засобів ретроспективної дозиметрії. Розрахунок індивідуальних доз внутрішнього опромінення за даними моніторингу

повітряного середовища допускається в тому випадку, якщо виконується хоча б одна з таких умов:

- біофізичні методи непрацездатні;
- біофізичні вимірювання не були виконані або вони неадекватні.

**12.8** Процедура розрахунку (оцінки) доз внутрішнього опромінення при проведенні МВП НС складається з таких етапів:

- ідентифікація надходження, що припускається;
- збір додаткових даних і підтвердження надходження, що передбачається;
- розрахунок очікуваних (ефективної і еквівалентних) доз внутрішнього опромінення.

**12.9** Засоби інтерпретації повинні використати всі доступні дані біофізичних вимірювань (у т.ч., отримані за програмами поточного, операційного і спеціального МВП НС) і враховувати часові тренди, утворені цими даними.

**12.10** Мінімально-детектовані рівні апаратури і методів МВП НС повинні забезпечувати отримання вихідних даних для розрахунку індивідуальних річних очікуваних ефективних доз внутрішнього опромінення, що перевищують рівень дослідження.

**12.11** Біофізичні вимірювання в рамках МВП НС повинні виконуватись таким чином, щоб, по можливості, забезпечити МДР нижче очікуваних залишкових вмістів радіонуклідів в біопробах або тілі.

## **13 МОНІТОРИНГ ДОЗ ЗОВНІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ**

### **13.1 Загальні положення**

**13.1.1** Метою МЗП НС є оцінка індивідуальних доз зовнішнього опромінення надзвичайного персоналу. Реконструкція індивідуальних доз зовнішнього опромінення персоналу, що зазнав випадкового опромінення, регламентується окремими документами.

**13.1.2** Проведення МЗП НС регламентується програмою, яка повинна включати в себе:

- обґрунтування типу необхідних вимірювань і методів їх проведення;
- перелік необхідних радіометричних і дозиметричних приладів, допоміжного лабораторного обладнання і умов їх зберігання;
- мінімально-детектовані рівні для кожного методу МЗП НС;
- викладення вимог забезпечення якості МЗП НС;
- перелік затверджених методичних і інструктивних документів, за допомогою яких виконується контроль;
- перелік встановлених форм звітності із зазначенням порядку і періодичності надання;
- приблизний штат і кваліфікаційні вимоги до працівників, що здійснюють контроль;
- відповідальність персоналу і службових осіб;
- порядок здійснення аналізу результатів МЗП НС.

**13.1.3** З метою підтвердження якості системи МЗП НС, у відповідній програмі повинний бути передбачений періодичний перегляд (не рідше одного разу за 5 років) зазначеної програми і її окремих складових.

## 13.2 МЗП НС

**13.2.1** Задача МЗП НС вирішується індивідуально в кожному конкретному випадку, зважаючи на такі чинники:

- загальна радіаційна обстановка у місці виконання робіт, яке передбачається;
- ступінь неоднорідностей радіаційних полів;
- наявність бета- і нейтронної компоненти в радіаційних полях;
- характер і вигляд робіт, що виконуються.

**13.2.2** На основі аналізу чинників, що формують дозу зовнішнього опромінення, приймається рішення про видачу кожній особі з надзвичайного персоналу набору персональних дозиметрів, включаючи, за необхідності, дозиметри для контролю нейтронного опромінення, опромінення кришталіка ока, а також кистей рук і стіп ніг.

**13.2.3** З урахуванням можливих швидких змін радіаційної обстановки, надзвичайний персонал повинний бути забезпечений додатковими дозиметрами, що могли б дати оперативну інформацію про такі зміни.

**13.2.4** На підставі значень величин  $H_p(10)$ ,  $H_p(3)$ ,  $H_p(0.07)$  і  $H_n$  (отриманих за даними зчитування персональних дозиметрів) розраховуються ефективна доза, а також еквівалентні дози в кришталіку ока, кистях рук і стопах ніг. Розрахунок доз виконується у відповідності з методиками, що регламентують зазначені розрахунки.

## 14 ПОРЯДОК ОБЛІКУ І ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ МОП НС

**14.1** Обліку і зберіганню підлягають:

- всі результати вимірювань;
- значення ефективних і еквівалентних доз внутрішнього опромінення, розрахованих в рамках МОП НС;
- дати передбачуваних надходжень, що використані в ході розрахунку ефективних доз внутрішнього опромінення;

– значення доз зовнішнього опромінення (دوزи опромінення всього тіла від гамма- і нейтронного випромінювань, еквівалентні дози в органах/тканинах), розрахованих в рамках МОП НС;

– посилання на методики, у відповідності до яких були виконані вимірювання і визначені дози внутрішнього і зовнішнього опромінення.

**14.2** Дані МОП НС, зазначені у 14.1, повинні зберігатись в спеціалізованій базі даних і картці індивідуального обліку доз, форма якої встановлюється ОСПУ. У випадку уточнення доз опромінення відповідні значення доз опромінення повинні коректуватись.

**14.3** Картка індивідуального обліку доз робітника та відповідна інформація в спеціалізованій базі даних повинні зберігатися до моменту досягнення робітником 75-річного віку, але не менше ніж 30 років після звільнення робітника.

**14.4** Копія картки індивідуального обліку доз (даних по опроміненню) робітника у випадку його переходу до іншої установи, де проводиться робота із застосуванням радіоактивних речовин і інших джерел іонізуючого випромінювання, повинна передаватись за письмовим запитом на нове місце роботи.

**14.5** Результати вимірювань (а також дані про дози опромінення) прикомандированих осіб повинні повідомлятись за запитом на місце їх постійної роботи.

## **15 ПРОГРАМНА ПІДТРИМКА МОП НС**

**15.1** Програмне забезпечення (автоматизовані системи), що входить до складу системи радіаційного моніторингу при реагуванні на НС, повинно здійснювати:

- збір, реєстрацію, обробку і відображення контрольованих параметрів;
- аналіз одержуваної інформації;



– адаптивний прогноз (з використанням накопиченої до поточного моменту часу інформації) стану контрольованих параметрів, а також величин доз персоналу, що знаходяться в приміщеннях (на контрольованих робочих місцях, в зонах проведення робіт);

– зміну режимів вимірювального обладнання при зміні характеристик радіаційної обстановки;

– підтримку прийняття рішень про необхідні заходи із захисту персоналу;

– тестування засобів системи радіаційного моніторингу, інтегрованих до інформаційно-вимірювальної системи.

**15.2** Програмне забезпечення, що застосовується для виконання розрахунків доз при проведенні МОП НС, повинно бути погоджене компетентним органом.

## **Додаток А**

(обов'язковий)

### **Проведення МВП НС на АЕС**

**А.1** МВП НС в здійснюється на основі даних біофізичних вимірювань для групи когорт А. В рамках МОП НС виконуються такі види контролю:

- оперативний МВП НС (А.2);
- детальний МВП НС (А.3).

Взаємозв'язки між видами МВП НС, когортами (групами когорт) МВП НС і біофізичними обстеженнями, що виконуються, наведені в Додатку В.

#### **А.2 Оперативний МВП НС**

Оперативний контроль в рамках МВП НС проводиться для персоналу, включеного до когорти АО, і здійснюється з метою оперативної ідентифікації надходжень радіоактивних речовин і відвертання переопромінення надзвичайного персоналу за рахунок внутрішнього опромінення.

**А.2.1** До когорти АО включається весь надзвичайний персонал, що приймає участь реагуванні на НС. Оперативний МВП НС здійснюється шляхом скринінгового МВП НС і виконання вимірювань на ЛВЛ.

**А.2.2** В якості індикаторів, що застосовуються для скринінгового контролю, можуть використовуватись такі:

- підвищені рівні радіонуклідного забруднення шкірних покривів, спецодягу, засобів індивідуального захисту органів дихання тощо до санобробки;
- підвищені рівні радіонуклідного забруднення тіла (спрацювання сигналізації систем контролю забруднення) після проходження санобробки;
- підвищені рівні вмісту радіоїодів в щитовидній залозі, виявлені при експрес-контролі з використанням портативних радіометрів після проходження санобробки;
- підвищені концентрації радіонуклідів в повітрі під час виконання робіт;

- значення активності радіонуклідів в мазку носоглотки;
- значення активності радіонуклідів в мазку внутрішніх поверхонь респіратору або маски після їх використання;
- значення концентрації радіонуклідів в повітрі, усереднених на протязі робочого епізоду або зміни;
- пошкодження шкірних покривів (садна, рани);
- відмова (дефект) ЗІЗОД під час робіт;
- повідомлення робітника або керівника робіт про виявлену під час робіт погану обтюрацію ЗІЗОД;
- порушення правил застосування ЗІЗОД при виконанні робіт.

Перелік індикаторів, що застосовуються, (не обмежуючись вищенаведеними) встановлюється відповідними програмами МВП НС.

**A.2.3** Особи, включені до когорти АО, повинні бути додатково залучені до програми поточного МОП НС внутрішнього опромінення (періодичний контроль).

**A.2.4** Для осіб, включених в когорту АО, перед початком робочої зміни і по її закінченню проводиться скринінгове біофізичне обстеження, в рамках якого виконуються біофізичні вимірювання вмісту:

- $^{60}\text{Co}$  в легенях;
- $^{131}\text{I}$  в щитовидній залозі;
- $^{134}\text{Cs}$  і  $^{137}\text{Cs}$  в усьому тілі.

Прилади і методи контролю вмісту зазначених радіонуклідів у відповідних органах/тканинах повинні забезпечувати детектування рівнів, зазначених в таблиці А.1, з відносною похибкою не більше 30%.

**A.2.5** За результатами скринінгових біофізичних обстежень виконується розрахунок значення величини  $CI$  за формулою:

$$CI = \sum_i \frac{\max\{M_{2,i} - M_{1,i} - \sqrt{\sigma_{1,i}^2 + \sigma_{2,i}^2}; 0\}}{CL_i}, \quad (\text{A.1})$$

де  $M_{1,i}$ ,  $M_{2,i}$  – вміст  $i$ -го радіонукліда в органі/тканині до і після робочої зміни, відповідно, Бк;

$\sigma_{1,i}$ ,  $\sigma_{2,i}$  – абсолютна похибка вимірювання, виконаного до і після робочої зміни, відповідно, Бк (визначається згідно з методикою виконання вимірювань);

підсумовування виконується за всіма радіонуклідами, зазначеними в А.2.4;

числові значення  $CL_i$  наведені в таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Числові значення  $CL$  (Бк), що використовуються в формулі (А.1)

Радіонуклід	$CL$ , Бк
$^{60}\text{Co}$	1 500
$^{131}\text{I}$	480
$^{134}\text{Cs}$	13 000
$^{137}\text{Cs}$	19 000

**А.2.6** Якщо значення  $CI$ , розраховане за формулою (А.1), перевищує 50, то працівник повинний бути відсторонений від робіт, що можуть бути пов'язані з додатковим надходженням радіонуклідів до організму, і переведений до когорти АІ.

**А.2.7** Якщо значення  $CI$ , розраховане за формулою (А.1), задовольняє умові  $1 < CI \leq 50$ , то працівник повинний бути включений до програми спеціального МОП НС внутрішнього опромінення.

**А.2.8** За необхідності програмами МВП НС в список радіонуклідів, включених до скринінгового біофізичного обстеження, можуть бути включені інші радіонукліди із зазначенням для кожного:

- органу/тканини, в якому виконуються вимірювання його вмісту,
- числового значення  $CL$ , яке використовується для розрахунків за формулою (А.1).

**А.2.9** В рамках оперативного МВП НС здійснюється скринінговий контроль, що виконується на вході до санпропускника (по закінченню зміни). За наявності пошкоджень шкірних покривів (садна, рани) персонал повинний бути переведений з когорти АО до групи когорт АІ. Виконання мазків

носоглотки і інтерпретація результатів їх вимірювань регламентується відповідними програмами МВП НС.

### **А.3 Детальний МВП НС**

#### **А.3.1** Детальний МВП НС здійснюється з метою:

- визначення індивідуальних рівнів вмісту радіонуклідів в організмі (виведення з організму) надзвичайного персоналу до робіт;
- оцінки і документування фактичних доз внутрішнього опромінення персоналу, що приймає участь в реагуванні на НС;
- реконструкції доз внутрішнього опромінення персоналу, що зазнав випадкового опромінення;
- уточнення дози внутрішнього опромінення у випадку випадкового опромінення, що припускається або підтверджене.

#### **А.3.2** Детальний МВП НС проводиться для персоналу, включеного до

- групи когорт АІ, що формує вхідну когорту детального МВП НС;
- групи когорт АМ, що складає основну когорту детального МВП НС.

#### **А.3.3** Групи когорт АІ і АМ включають в себе:

- група АІ – когорти АІГ і АІА;
- група АМ – когорти АГ, АСЛ і АА.

#### **А.3.4** До групи когорт АІ (когорта АІГ) включається персонал:

- який планується залучити до виконання робіт в зоні НС (включається до початку виконання робіт);
- переведений з когорти АО у відповідності з критеріями, встановленими відповідною програмою МВП НС;
- який приймав участь в реагуванні під час гострої фази НС (по завершенні гострої фази);
- що отримав неконтрольовані дози опромінення в період НС (دوزи в результаті нещасного випадку).

Рекомендується також періодично (не рідше 1 разу на тиждень) включати до групи когорт АІ надзвичайний персонал, що не залучався протягом зазначеного часового інтервалу до детального МВП НС.

У випадку якщо при виконанні робіт можлива інкорпорація альфа-випромінюючих радіонуклідів (наприклад, у випадку НС з руйнуванням активної зони ядерного реактора), персонал при включенні до когорти АІG повинен також бути включений до когорти АІА.

**А.3.4.1** Для осіб, включених до групи когорт АІ з причині пошкодження шкірних покривів під час робіт, рішення про подальше проходження МВП НС приймається дозиметричною службою.

**А.3.4.2** Після проходження біофізичного обстеження, визначеного для групи когорт АІ, персонал виключається з групи когорт АІ.

**А.3.5** Для персоналу, включеного до когорти АІА або АА, проводиться біофізичне обстеження на альфа-випромінюючі радіонукліди, в рамках якого виконуються біофізичні вимірювання вмісту альфа-випромінюючих радіонуклідів у біопробах/тілі назвичайного персоналу, зокрема:

а) для когорти АІА:

- $^{239+240}\text{Pu}$  (або  $^{241}\text{Am}$ ) в добових пробах кала і сечі;
- $^{241}\text{Am}$  в легенях (на “легеневому” ЛВЛ);
- додатково –  $^{90}\text{Sr}$  в добовій пробі сечі;

б) для когорти АА:

- $^{239+240}\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Am}$  в добових пробах кала і сечі;
- $^{241}\text{Am}$  в легенях (на “легеневому” ЛВЛ);
- додатково –  $^{90}\text{Sr}$  в добовій пробі сечі.

**А.3.6** Для персоналу, включеного до когорти АSL, проводиться біофізичне обстеження на короткоживучі радіонукліди, в рамках якого виконуються біофізичні вимірювання вмісту короткоживучих радіонуклідів в органах/тканинах, а саме:

- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{132}\text{I}$ ,  $^{133}\text{I}$ ,  $^{134}\text{I}$ ,  $^{135}\text{I}$  – в щитовидній залозі;
- $^{132}\text{Te}$  – в легенях.

**A.3.7** Для персоналу, включеного до когорт AIG або AG, проводиться основне біофізичне обстеження, в рамках якого виконуються такі біофізичні вимірювання вмісту:

- в легенях –  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{103}\text{Ru}$ ,  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ,  $^{141}\text{Ce}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ;
- в щитовидній залозі –  $^{131}\text{I}$ ;
- в усьому тілі –  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{140}\text{Ba}$ .

**A.3.8** Надзвичайний персонал може бути одночасно включений до декількох когорт (наприклад, до когорт AG і ASL).

**A.3.8.1** Списки радіонуклідів, наведені в A.3.5 – A.3.7, є обов'язковими для контролю при включенні до відповідних когорт. За наявності інформації (наприклад, за даними МПС) про можливе надходження під час робіт інших радіонуклідів в кількості, що перевищують  $ALI_A^{inhal}/20$ , зазначені радіонукліди повинні бути включені до списку контрольованих таким чином:

- радіонукліди з періодом напіврозпаду не більш 3 діб – біофізичне обстеження на короткоживучі радіонукліди;
- альфа-випромінюючі радіонукліди – біофізичне обстеження на альфа-випромінюючі радіонукліди;
- інші радіонукліди – основне біофізичне обстеження.

**A.3.9** Персонал, включений до групи когорт AM, повинний бути відсторонений від участі в реагуванні на НС.

**Примітка.** Участь персоналу когорти AM в реагуванні на НС можлива тільки при плануванні для зазначеного персоналу підвищеного опромінення.

**A.3.10** На підставі результатів біофізичного обстеження персоналу групи когорт АІ (окрім біофізичного обстеження, що виконується до залучення до реагування на НС) виконуються оцінки ефективних доз внутрішнього опромінення  $E_A$  і  $E$  у відповідності з Додатком Б, після чого персонал виключається з групи когорт АІ. Подальший розподіл персоналу за когортами і програмами МВП НС здійснюється у відповідності з такою схемою:

- при  $E_A \geq 20$  мЗв або  $E \geq 20$  мЗв – включається до групи когорт АМ (когорти АG);
- при  $E_A \geq 1$  мЗв або  $E \geq 1$  мЗв (але  $E_A < 20$  мЗв і  $E < 20$  мЗв) – включається до програми спеціального МВП НС.

У випадку якщо при реагуванні на НС можлива інкорпорація альфа-випромінюючих радіонуклідів (наприклад, у випадку НС з руйнуванням активної зони ядерного реактора), персонал при включенні до когорти АG повинний також бути включений до когорти АА.

Персонал, не включений до групи когорт АМ, може бути допущений до участі в реагуванні на НС.

**A.3.11** До когорти АG включається персонал:

- для якого за результатами поточного, операційного або спеціального МОП НС ініційована програма МВП НС;
- переведений з групи когорт АІ у відповідності з критеріями, встановленими відповідною програмою МВП НС;
- який піддається підвищеному опроміненню, що планується.

**A.3.12** Для запобігання дублювання біофізичних вимірювань графік їх проведення для особи, що входить до групи когорт А, повинний враховувати графіки проведення вимірювань, що виконуються в рамках поточного (періодичний контроль), операційного і спеціального МВП НС.

**A.3.13** Після завершення гострої фази НС або закінченні роботи в зоні НС надзвичайний персонал, не включений до групи когорт АМ, повинний бути включений до когорт АIG і ASL для встановлення сумарної дози



внутрішнього опромінення, отриманої протягом гострої фази НС (до отримання дозволу на виконання робіт, при виконанні яких можна бути отримати додаткове опромінення). Для зазначеної мети персонал, включений до когорти АА, повинний бути також включений до когорти АІА.

**А.3.14** Основний (рекомендований) графік проведення вимірювань складається з таких часових точок:

- для когорти ASL – 1 доба, 2 доби, 3 доби, 6 діб, 10 діб, 1 місяць;
- для когорти АА – 1 доба, 3 доби, 10 діб, 1 місяць, 3 місяці, 6 місяців;
- для когорти АG – 1 доба, 2 доби, 3 доби, 6 діб, 10 діб, 20 діб, 1 місяць, 2 місяці, 3 місяці, 6 місяців, 12 місяців.

Час відраховується з моменту включення до відповідної когорти.

**Примітка.** Вимірювання вмісту радіонуклідів в пробах кала і сечі повинні виконуватись не раніше ніж на наступний день після виконання робіт, до яких залучався робітник.

**А.3.15** Графік проведення вимірів може коригуватись при накопиченні результатів біофізичних вимірювань. Біофізичні вимірювання кожного з типів виконуються до тих пір, доки не буде виконана хоча б одна умова:

- результати 2 останніх вимірювань менше МДР;
- використання результатів 2 останніх вимірювань призвели до уточнення значення ефективної дози внутрішнього опромінення, сформованої останнім надходженням, не більше ніж на 10 %.

**Додаток Б**  
(обов'язковий)

**Інтерпретація первинних даних МВП НС**

**Б.1** Розрахунок ефективних/еквівалентних доз внутрішнього опромінення персоналу, залученого до МВП НС, виконується після кожного проведеного біофізичного вимірювання (групи біофізичних вимірювань). Для розрахунку повинні використовуватись результати всіх вимірювань, отриманих в ході всіх програм МВП НС, що виконувались для обстежуваної особи.

**Б.2** Результатами  $k$ -го вимірювання  $r$ -го радіонукліда є:

–  $M_r(t_k)$  – вміст  $r$ -го радіонукліда в органі/тканини або біопробі в момент часу  $t_k$ , Бк (при вимірюванні вмісту радіонукліда в органі/тканини  $t_k$  відповідає даті вимірювання, при вимірюванні вмісту радіонукліда в біопробі  $t_k$  відповідає даті збору біопробі);

–  $\sigma_r(t_k)$  – абсолютна похибка визначення вмісту  $r$ -го радіонукліда в момент часу  $t_k$ , Бк(визначається згідно Б.3);

–  $МДР_r(t_k)$  – мінімально-детектований рівень вмісту  $r$ -го радіонукліда в момент часу  $t_k$ , Бк (визначається у відповідності до методики виконання вимірювань).

Зазначені результати вимірювань (виконаних в рамках МВП НС), а також інформація про дати, місця і види робіт, що виконувались, складають мінімальний набір первинних даних, що використовується для розрахунків доз внутрішнього опромінення персоналу.

**Б.3** Значення абсолютної похибки визначення вмісту  $r$ -го радіонукліда  $\sigma_r(t_k)$  розраховується за формулою:

$$\sigma_r(t_k) = \sqrt{\bar{\sigma}_r^2(t_k) + \sigma_{0,r}^2(t_k)}, \quad (\text{Б.1})$$

де  $\bar{\sigma}_r(t_k)$  – абсолютна похибка вимірювання в момент часу  $t_k$ , що визначається у відповідності до методики виконання вимірювань;

$\sigma_{0,r}(t_k)$  – стала компонента абсолютної похибки  $k$ -го вимірювання  $r$ -го радіонукліда, що враховує флуктуації біокінетичних параметрів і ін.; значення  $\sigma_{0,r}(t_k)$  приймається рівним  $0,3 \cdot M_r(t_k)$ .

**Б.4** Список радіонуклідів, для яких необхідно виконувати розрахунок доз внутрішнього опромінення персоналу, встановлюється відповідними програмами МОП НС внутрішнього опромінення. В обов'язковому порядку виконується розрахунок доз внутрішнього опромінення від надходження таких радіонуклідів:

- когорта ASL –  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{132}\text{Te}$ ,  $^{132}\text{I}$ ,  $^{133}\text{I}$ ,  $^{134}\text{I}$ ,  $^{135}\text{I}$ ;
- когорта AA –  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ;
- когорта AG –  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{103}\text{Ru}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{110m}\text{Ag}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{140}\text{Ba}$ ,  $^{141}\text{Ce}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ .

**Б.5** Для цілей інтерпретації первинних даних МВП НС вводиться поняття інтервалу моніторингу – інтервалу часу між двома послідовними вимірюваннями.  $i$ -им інтервалом моніторингу ( $i \geq 1$ ) називається інтервал часу між  $i-1$ -им і  $i$ -им вимірюваннями.

**Примітка.** Нумерація вимірювань виконується з 0. Нульовим вимірюванням є перше виконане вимірювання обстежуваної особи.

**Б.6** Кожному інтервалу моніторингу  $i$  радіонукліду ставиться у відповідність значення  $E_i^r$  – ефективної дози внутрішнього опромінення, отриманої від надходження  $r$ -го радіонукліда, що відбулось на  $i$ -му інтервалі

моніторингу. Якщо на  $i$ -му інтервалі моніторингу  $r$ -ий радіонуклід не надходив до організму обстежуваної особи, то  $E_i^r = 0$ .

**Б.7** Для кожного радіонукліда послідовно формується функція  $F_m^r(t)$ , що апроксимує ряд вимірювань вмісту  $r$ -го радіонукліда в органі/тканини або біопробах робітника на  $m$  початкових інтервалах моніторингу:

$$F_m^r(t) = \sum_{i=1}^m \frac{E_i^r}{\xi_r(t - \tau_i)}, \quad (\text{Б.2})$$

де  $\tau_i$  – дата  $i$ -го надходження;

$\xi_r(t)$  – очікувана ефективна доза внутрішнього опромінення, що відповідає вмісту 1 Бк  $r$ -го радіонукліда в органі/тканини (добовому виведенню 1 Бк  $r$ -го радіонукліда з сечею або калом) в момент часу  $t$  з моменту однократного надходження, мЗв·Бк<sup>-1</sup> (визначається згідно Б.11).

**Б.8** Критерієм підтвердження надходження  $r$ -го радіонукліда на  $i$ -му інтервалі моніторингу після  $k$ -ої групи вимірювань є умова  $F_{i-1}^r(t_k) - M_r(t_k) > \sigma_r(t_k)$ . При її виконанні приймається, що на розглядуваному інтервалі моніторингу мало місце надходження радіонукліда. В протилежному випадку вважається, що надходження  $r$ -го радіонукліда на  $i$ -му інтервалі моніторингу не було ( $E_i^r = 0$ ), і результат вимірювання на цьому інтервалі повинний бути використаний для уточнення останнього підтвердженого надходження за допомогою розв'язання мінімізаційної задачі (Б.3).

**Б.9** Якщо в рамках МОП НС внутрішнього опромінення виконано  $m$  вимірювань і останнє надходження  $r$ -го радіонукліда припускається (або детектовано) на  $n$ -му інтервалі моніторингу ( $n \leq m$ ), то значення ефективної дози внутрішнього опромінення від надходження  $r$ -го радіонукліда на  $n$ -му інтервалі моніторингу  $E_n^r$  (мЗв) знаходиться в результаті розв'язання мінімізаційної задачі:

$$\left[ \begin{array}{l} \min_{E_n^r} \sum_{k=n}^m \left( \frac{E_n^r}{\xi_r(t_k - \tau_n)} - [M_r(t_k) - F_{n-1}^r(t_k)] \right)^2 \frac{1}{(\sigma_r(t_k))^2}, \\ 0 \leq \tau_{m-1} < \tau_m \end{array} \right. \quad (\text{Б.3})$$

де значення  $E_i^r$  для  $1 \leq i < n-1$  визначаються в попередніх розрахунках; значення  $E_n^r$  є параметром оптимізаційного пошуку.

**Примітка 1.** При визначенні дати надходження  $\tau_n$  до розв'язання мінімізаційної задачі (Б.3) значення ефективної дози  $E_n^r$  розраховується за формулою:

$$E_n^r = \frac{\sum_{k=n}^m \frac{M_r(t_k) - F_{n-1}^r(t_k)}{(\sigma_r(t_k))^2 \xi_r(t_k - \tau_n)}}{\sum_{k=n}^m \frac{1}{(\sigma_r(t_k))^2 (\xi_r(t_k - \tau_n))^2}}. \quad (\text{Б.4})$$

**Примітка 2.** При виконанні умови, зазначеної в Примітці 1, і використанні для розрахунку доз результатів вимірів, отриманих тільки на одному (останньому) інтервалі моніторингу, значення ефективної дози  $E_n^r$  розраховується за формулою:

$$E_n^r = (M_r(t_k) - F_{n-1}^r(t_k)) \xi_r(t_k - \tau_n). \quad (\text{Б.5})$$

**Примітка 3.** В якості числового значення величини  $M_r(t_k)$  використовується результат вимірювання вмісту  $r$ -го радіонукліда в момент часу  $t_k$  незалежно від перевищення/неперевищення відповідного значення МДР.

**Б.10** За наявності для радіонукліду більше двох джерел біофізичних вимірювань (добові проби кала і сечі, вміст в легенях, в усьому тілі і ін.) мінімізаційна задача (Б.3) перетворюється до такого вигляду:

$$\left[ \begin{array}{l} \min_{E_n^{r,s}} \sum_{k_S=j_1^s}^{j_2^s} \left( \sum_{i=1}^n \frac{E_i^{r,s}}{\xi_r^s(t_{k_S} - \tau_i)} - M_r^s(t_{k_S}) \right)^2 \frac{1}{(\sigma^s(t_{k_S}))^2}, t_{n-1} \leq t_{k_S} < t_n, \quad s=1..S, \quad 0 \leq \tau_{m-1} < \tau_m \\ \min \frac{\sum_{s=1}^{S-1} \sum_{q=s+1}^S (E_n^{r,s} - E_n^{r,q})^2}{\sum_{s=1}^S E_n^{r,s}} \end{array} \right. \quad , \quad (Б.6)$$

де  $S$  – кількість джерел біофізичних вимірювань;

індекс  $s$  відноситься до  $s$ -го джерела біофізичних вимірювань радіонукліда, що розглядається.

В якості розв'язку такої задачі приймається  $E_n^r = \frac{1}{S} \sum_{s=1}^S E_n^{r,s}$ .

**Б.11** Функції  $\xi_r(t)$  розраховуються згідно з біокінетичними і дозиметричними моделями МКРЗ, викладеними в Публікаціях МКРЗ 30, 38, 54, 56, 66, 67, 68, 69, 71. Для розрахунку функцій  $\xi_r(t)$  використовуються такі референтні параметри інгальованого аерозолю:

а) логарифмічно нормальний розподіл аерозолю за розмірами;

б) АМAD визначається в процесі мінімізації згідно Б.9 – Б.10; за наявності не більше одного вимірювання, що відповідає новому надходженню, приймається АМAD = 1 мкм;

в) тип матеріалу (тип системного надходження):

1) для групи когорт АІ – для всіх радіонуклідів приймається тип матеріалу, наведений в таблиці Б.1;

2) для групи когорт АМ – визначається в процесі мінімізації у відповідності з Б.9 – Б.10 (за рівності мінімізаційних значень для різних типів матеріалу перевага надається типу матеріалу, наведеному в таблиці Б.1).

Якщо під час МПС визначені фактичні значення параметрів інгальованого аерозолю (тип матеріалу, AMAD і ін.), то зазначені значення повинні бути використані для розрахунку функцій  $\xi_r(t)$ .

Таблиця Б.1 – Референтні типи матеріалів для розрахунків функцій  $\xi_r(t)$

Радіонуклід	Тип матеріалу
$^{51}\text{Cr}$	S
$^{54}\text{Mn}$	M
$^{59}\text{Fe}$	M
$^{58}\text{Co}, ^{60}\text{Co}$	S
$^{90}\text{Sr}$	S
$^{95}\text{Zr}$	M
$^{95}\text{Nb}$	S
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	M
$^{103}\text{Ru}, ^{106}\text{Ru}$	S
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	S
$^{131}\text{I}, ^{132}\text{I}, ^{133}\text{I}, ^{134}\text{I}, ^{135}\text{I}$	F
$^{132}\text{Te}$	M
$^{134}\text{Cs}, ^{137}\text{Cs}$	F
$^{140}\text{Ba}$	F
$^{141}\text{Ce}, ^{144}\text{Ce}$	S
$^{238}\text{Pu}, ^{239}\text{Pu}, ^{240}\text{Pu}, ^{241}\text{Pu}$	S
$^{241}\text{Am}$	S

**Примітка 1.** Для радіонуклідів, включених до списку контрольованих і відсутніх в цій таблиці, в якості референтного повинний використовуватись тип матеріалу, що рекомендується МКРЗ.

**Примітка 2.** За наявності даних про можливе пероральне надходження (заковтування дрібних фрагментів, злизування та ін.) для відповідного персоналу, слід при розв'язанні мінімізаційних задач Б.9 – Б.10 крім функцій  $\xi_r(t)$ , побудованих для інгальційного надходження, використовувати також функції  $\xi_r(t)$ , побудовані для перорального надходження (розраховані у відповідності з зазначеними Публікаціями МКРЗ).

**Б.12** Програми МВП НС можуть допускати виконання розрахунків ефективних доз внутрішнього опромінення від окремих радіонуклідів

непрямим методом – за результатами інтерпретації первинних даних базових радіонуклідів, наприклад, таким чином:

$$E_i^r = k_r \cdot E_i^b, \quad (\text{Б.7})$$

де  $E_i^r$  – ефективна доза внутрішнього опромінення на  $i$ -му інтервалі моніторингу від надходження радіонукліда, для якого відсутні біофізичні вимірювання;

$k_r$  – коефіцієнт, що використовується для розрахунку ефективної дози внутрішнього опромінення від  $r$ -го радіонукліда (для якого відсутні біофізичні вимірювання), виходячи з ефективної дози внутрішнього опромінення від надходження базового радіонукліда (для якого зазначена доза визначена згідно з Б.9 – Б.10);

$E_i^b$  – ефективна доза внутрішнього опромінення від надходження базового радіонукліда на  $i$ -му інтервалі моніторингу.

**Примітка.** Зазначений підхід може застосовуватись тільки в тому випадку, якщо для радіонукліда, включеного програмами МОП НС до списку контрольованих, на інтервалі моніторингу, що аналізується, відсутні біофізичні вимірювання. Застосування такого способу розрахунку повинно бути обґрунтовано відповідними програмами МОП НС внутрішнього опромінення.

**Б.13** Ефективна доза внутрішнього опромінення  $E_n$  від надходження радіонуклідів на  $n$ -му інтервалі моніторингу (інтервалі часу між  $n-1$ -им і  $n$ -им вимірюваннями) розраховується за формулою:

$$E_n = \sum_r E_n^r, \quad (\text{Б.8})$$

де підсумовування виконується за всіма радіонуклідами, включеними до складу контрольованих відповідними програмами МОП НС внутрішнього опромінення;

$E_n^r$  – ефективна доза внутрішнього опромінення, отримана від надходження  $r$ -го радіонукліда, що відбулося на  $n$ -му інтервалі моніторингу (в момент часу  $\tau_n$ ).



**Б.14** Очікувана ефективна доза внутрішнього опромінення за час виконання робіт  $E_A$  розраховується за формулою:

$$E_A = \sum_r \sum_{i=l_1}^{l_2} E_i^r, \quad (\text{Б.9})$$

де підсумовування виконується за всіма радіонуклідами, включеними до складу контрольованих відповідними програмами МОП НС внутрішнього опромінення;

$l_1, l_2$  – індекси, відповідно, першого і останнього біофізичних вимірювань (групи вимірювань), що відносяться до відповідних робіт.

**Примітка.** До “біофізичних вимірювань (групи вимірювань), що відносяться до відповідних робіт” можуть відноситись не тільки вимірювання, що виконуються безпосередньо під час реагування на НС, але і вимірювання, що виконуються після завершення робіт (наприклад, під час вихідного моніторингу).

**Б.15** Річна очікувана ефективна доза внутрішнього опромінення  $E$  розраховується за формулою:

$$E = \sum_r \sum_{i=l_1}^{l_2} E_i^r, \quad (\text{Б.10})$$

де підсумовування виконується за всіма радіонуклідами, включеними до складу контрольованих відповідними програмами МОП НС внутрішнього опромінення;

$l_1, l_2$  – індекси, відповідно, першого і останнього біофізичних вимірювань (групи вимірювань), виконаних протягом року, що розглядається.

**Б.16** Еквівалентні дози в органі/тканини  $T$  ( $H_T$ ) розраховуються за схемою, викладеною в Б.6 – Б.15 для розрахунку ефективних доз внутрішнього опромінення. При цьому замість величин  $E$  повинні використовуватися відповідні величини  $H_T$ , а в якості функцій  $\xi_r(t)$  повинні використовуватись еквівалентні дози внутрішнього опромінення, що відповідають вмісту 1 Бк  $r$ -го радіонукліда в органі/тканини (добовому

виведенню 1 Бк  $r$ -го радіонукліда з сечею або калом) в момент часу  $t$  з моменту однократного надходження.

**Додаток В**  
(обов'язковий)  
**Види МВП НС**

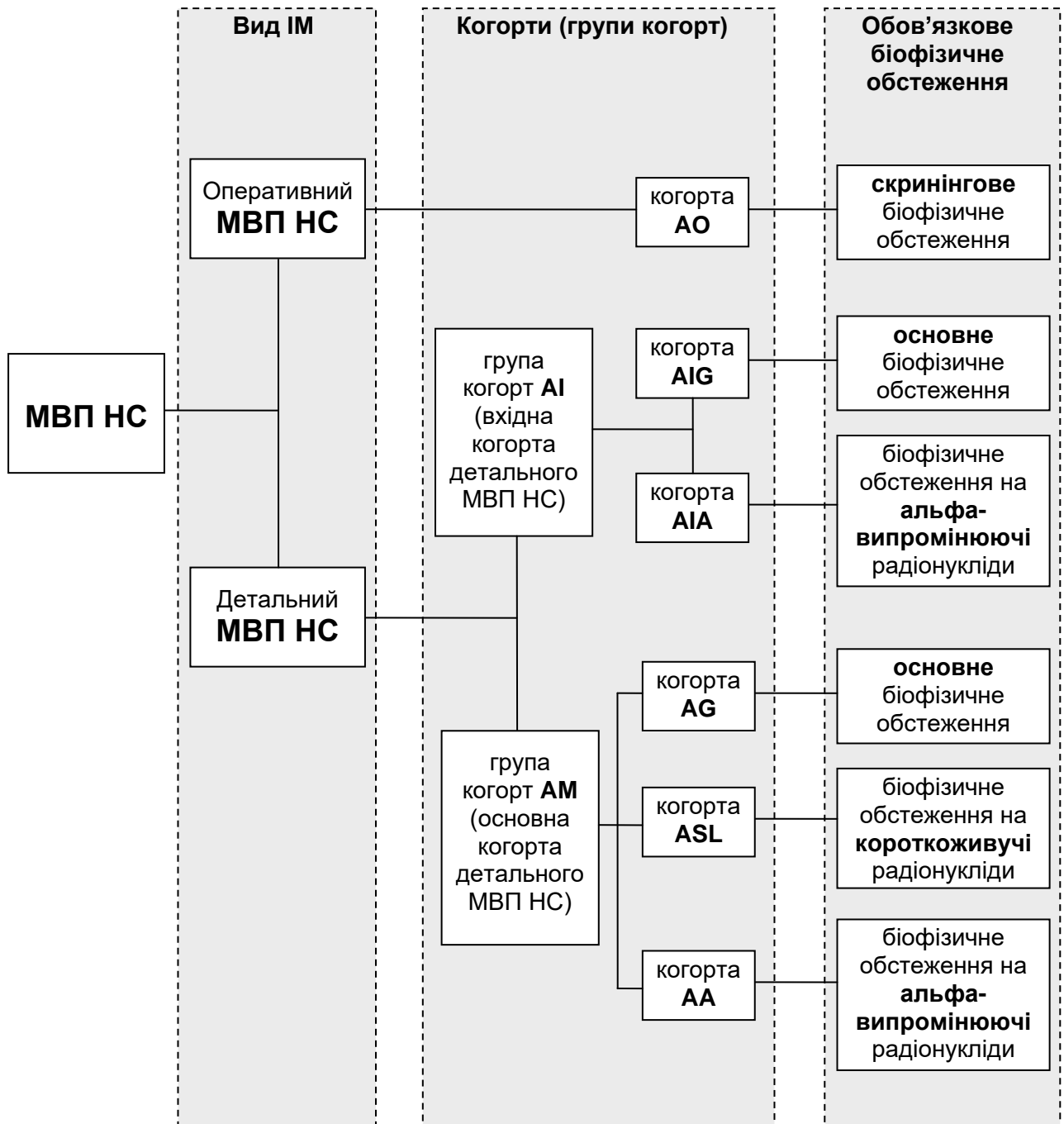


Рисунок В.1 – Загальна схема видів МВП НС