

3 РЕГЛАМЕНТАЦІЯ ЗАХИСТУ ВІД ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Норми радіаційної безпеки України (НРБУ) поширюються на випадки опромінювання людей джерелами іонізуючого випромінювання в таких умовах [1]:

- нормальна експлуатація індустриальних джерел іонізуючого випромінювання;
- медична практика;
- радіаційна аварія;
- опромінювання джерелами природного походження, що є техногенно підсиленими.

Норми радіаційної безпеки України встановлюють 4 групи радіаційно-гігієнічних нормованих (регламентованих) величин [1]:

Перша група - регламенти (норми) для контролю за практичною діяльністю з джерелами випромінювання. Їх метою є забезпечення опромінювання людей (населення та персоналу) на прийнятному для окремої людини та суспільства рівні, підтримання прийнятного радіаційного стану довкілля та радіаційно-ядерних технологій індустриальних об'єктів як з позицій обмеження рівню опромінення населення та персоналу, так і з позицій зменшення імовірності виникнення радіаційних аварій.

До першої групи входять:

1. ліміти доз;
2. рівні, що є похідними:
 - a) рівні допустимі;
 - b) рівні контрольні.

Друга група – регламенти (норми), мета яких є обмеження опромінення людей від медичних джерел.

До другої групи входять:

1. рівні рекомендовані;
2. величини рекомендовані.

Третя група – регламенти (норми) відносно відвернутої внаслідок втручання дози опромінення населення в умовах радіаційної аварії.

До третьої групи входять:

1. рівні втручання;
2. рівні дії.

Четверта група - регламенти (норми) відносно захисту населення від джерел випромінювання природного походження, що є техногенно підсиленими.

До четвертої групи входять:

1. рівні втручання;
2. рівні дії.

3.2 Категорії осіб, що опромінюються

Нормами радіаційної безпеки України встановлюються три категорії опромінених осіб [1]:

Категорія А (персонал) - особи що відносяться до персоналу об'єкту, що постійно чи тимчасово працює безпосередньо з джерелами іонізуючих випромінювань

Категорія Б (персонал) - персонал об'єкту, що безпосередньо не зайнятий роботою з джерелами іонізуючого випромінювання, але у зв'язку з розташуванням робочих місць в приміщеннях та на промислових майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями може отримувати додаткове опромінювання.

Категорія В - все населення .

4 РАДІАЦІЙНО-ГІГІЄНИЧНІ РЕГЛАМЕНТИ ПЕРШОЇ ГРУПИ

4.1 Норми

Конкретні значення норм - лімітів доз - встановлені на рівнях, що практично виключають можливість виникнення у людини детерміністичних ефектів опромінення.

Ці значення гарантують дуже низьку імовірність виникнення ефектів стохастичних.

Така імовірність вважається достатньою для окремих людей і для всього суспільства.

Для персоналу (осіб категорій А і Б) ліміти доз встановлюються ліміти доз - річної індивідуальної ефективної та еквівалентної для зовнішнього опромінення. Для індивідуумів категорії В, тобто населення, розроблені ліміти доз річної ефективної і еквівалентної для критичних груп. Це означає, що річна доза опромінення людей, що входять в критичну групу населення, не повинна перевищувати відповідного ліміту дози для категорії В.

З нормативним лімітом дози порівнюється сума ефективних доз від усіх індустриальних джерел іонізуючого випромінювання за винятком:

- дози, що одержують при медичному опромінюванні;
- дози від природних джерел іонізуючого випромінювання;
- дози, пов'язаної з опроміненням населення у зв'язку з радіаційною аварією;
- дози від техногенно підсилених джерел природного походження.

Встановлюються також ліміти еквівалентної дози на протязі року від зовнішнього опромінення деяких тканин і органів:

- кришталика ока;
- шкіри;
- кистей та стіп.

Таблиця 4.1 - Ліміти дози опромінення (мЗв·рік⁻¹), [1]

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

Примітки:

* - потужність дози опромінення (ефективної чи еквівалентної) на протязі року не регламентується. Для жінок віком до 45 років доза за будь-які два послідовні місяці не повинна перевищувати 1,5 мЗв.

** - для вагітних жінок категорії Б та В норми встановлюються на рівні в 2 рази меншому, ніж відповідні начення.

***- середнє значення за будь-які послідовні п'ять років, але не більше 50 мЗв за будь-який окремий рік.

Встановлений перелік допустимих рівнів (ДР), що відносяться до радіаційно-гігієнічних регламентів (норм) першої групи [1].

Для категорії А:

- допустиме надходження радіоактивної речовини через органи дихання ($ДН_A^{inhal}$);
- допустима концентрація радіоактивної речовини в повітрі робочої зони ($ДК_A^{inhal}$);
- допустима потужність дози зовнішнього опромінення ($ДПД_A$) та деякі інші.

Для категорії Б:

- допустиме потрапляння радіоактивної речовини через органи дихання ($ДН_B^{inhal}$);
- допустима концентрація радіоактивної речовини в повітрі робочої зони ($ДК_B^{inhal}$).

Для категорії В:

- допустиме потрапляння радіоактивної речовини через органи дихання ($ДН_B^{inhal}$) і травлення ($ДН^{ingest}$);

- допустимі концентрації радіоактивної речовини в повітрі ($ДК_B^{inhal}$) та питній воді ($ДК^{ingest}$);

Конкретні значення максимально допустимих рівнів (ДН та ДК), що розраховані для умов впливу на організм одного радіонукліду і тільки одного з шляхів надходження до організму за референтних умов, надані у Додатку 1. Ці числові значення допустимих рівнів є нормативними регламентами.

Коли контролюється річне надходження радіонуклідів та доза зовнішнього опромінення, ліміти доз не буде перевищено, якщо одночасно виконуються такі нерівності [1]:

$$\frac{E_{ext}}{ЛД_E} + \sum_i \frac{I_i^{inhal}}{ДН_i^{inhal}} + \sum_i \frac{I_i^{ingest}}{ДН_i^{ingest}} \leq 1 \quad (a)$$

$$\frac{H_{lens}}{ЛД_{lens}} \leq 1 \quad (b)$$

(4.1)

$$\frac{H_{skin}}{ЛД_{skin}} \leq 1 \quad (c)$$

$$\frac{H_{extrim}}{ЛД_{extrim}} \leq 1, \quad (d)$$

де:

E_{ext} - доза ефективна зовнішнього опромінення;

$ЛД_E$ - ліміт дози ефективної для даної категорії;

I_i^{inhal} - річне потрапляння радіоактивної речовини до організму при диханні;

$ДН_i^{inhal}$ - допустиме річне потрапляння радіоактивної речовини до організму при диханні для даної категорії;

I_i^{ingest} - - річне потрапляння радіоактивної речовини через органи травлення;

$ДН_i^{ingest}$ - допустиме потрапляння радіоактивної речовини через органи травлення (пероральне) для даної категорії;

H_{lens} - річна доза еквівалентна для кришталіків очей;

$ЛД_{lens}$ - ліміт дози еквівалентної зовнішнього опромінення для кришталіків очей;

H_{skin} - річна доза еквівалентна зовнішнього опромінення шкіряних покрівів;

$ЛД_{skin}$ - ліміт дози еквівалентної зовнішнього опромінення шкіряних покрівів;

H_{extrim} - річна доза еквівалентна зовнішнього опромінення рук (кистей) та ніг (стіп);

$ЛД_{extrim}$ - ліміт дози еквівалентної зовнішнього опромінення кистей та стіп.

Коли контролюється концентрація радіоактивних речовин у повітрі і питній воді (їжі), середня за рік, та доза зовнішнього опромінення, ліміти доз не будуть перевищені, якщо одночасно виконуються такі нерівності [1]:

$$\frac{E_{\text{ext}}}{\text{ЛД}_E} + \sum_i \frac{C_i^{\text{inhal}}}{\text{ДК}_i^{\text{inhal}}} + \sum_i \frac{C_i^{\text{ingest}}}{\text{ДК}_i^{\text{ingest}}} \leq 1 \quad (\text{a})$$

$$\frac{H_{\text{lens}}}{\text{ЛД}_{\text{lens}}} \leq 1 \quad (\text{b})$$

(4.2)

$$\frac{H_{\text{skin}}}{\text{ЛД}_{\text{skin}}} \leq 1 \quad (\text{c})$$

$$\frac{H_{\text{extrim}}}{\text{ЛД}_{\text{extrim}}} \leq 1, \quad (\text{d})$$

де: C_i^{inhal} - концентрація об'ємна радіонукліду в повітрі, середня за рік;

$\text{ДК}_i^{\text{inhal}}$ - допустима концентрація радіонукліду в повітрі для даної категорії ;

C_i^{ingest} - об'ємна концентрація радіонукліду у питній воді, середня за рік;

$\text{ДК}_i^{\text{ingest}}$ - допустима концентрація радіонукліду в питній воді.

Для категорій А і Б у нерівності (а) систем (4.1) та (4.2) останній член суми не враховується. Для категорії В нерівність (d) у системах (4.1) та (4.2) не враховується.

Коли здійснюється контроль за обома групами показників, приймається, що ліміти доз не перевищуються за одночасного виконання умов (4.1) та (4.2).. [1].

4.2. Опромінення персоналу (категорія А)

До роботи з джерелами іонізуючого випромінювання не допускаються неповнолітні, тобто особи, що не досягли віку 18 років.

Для вагітних вводиться додаткове обмеження опромінювання: середня еквівалентна доза опромінювання зародка або плоду за будь-які два послідовні місяця не повинна перевищувати 1 мЗв. При тому за весь період вагітності ця еквівалентна доза не повинна перевищувати 2 мЗв. Річне надходження радіонуклідів для вагітних не повинно перевищувати 1/20 ДН_А.

Радіоактивне забруднення шкіри, робочих поверхонь і спецодягу не повинно перевищувати норм, що надані у НРБУ [1].

Якщо річна ефективна доза опромінення конкретної особи може у деяких випадках перевищувати 0,5 ЛД_А, необхідний індивідуальний дозиметричний контроль. [1].

4.3 Підвищене опромінювання персоналу, що планується

До підвищеного опромінювання персоналу, що планується відноситься опромінення персоналу категорії А вище встановлених норм при практичній діяльності в непередбачуваних ситуаціях.

Такі непередбачувані ситуації, при яких допускається планувати підвищене опромінення персоналу, характеризуються такими умовами:

- ситуація не може бути усунена без проведення технологічних операцій, при яких перевищуються норми радіаційної безпеки (ЛД);
- ситуація потребує термінового, невідкладного усунення;
- ситуація може призвести до виникнення радіаційної аварії чи завдати значного соціально-економічного збитку.

Підвищене опромінення персоналу є обґрунтованим, якщо шкода від перевищення ЛД у деяких індивідуумів з персоналу при усуненні ситуації буде значно меншою, ніж можлива шкода у випадку виникнення радіаційної аварії.

Максимальне значення ліміту дози за будь-який окремий рік при плануванні підвищеного опромінення персоналу складає 50 мЗв.

На заплановане опромінення персоналу дозами від 1 до 2 ЛД за окремий рік, дається дозвіл місцевими органами Державного санепідемагляду. Допуск персоналу до таких робіт регламентується відповідним розділом Основних санітарних правил України (ОСПУ).

Якщо персонал зазнав опромінення дозою не більше за 2 ЛД, воно повинно бути скомпенсовано таким чином, щоб після 5 років ефективна доза за цей час, разом з дозою від виконання робіт з підвищеним опромінюванням, не перевищувала 100 мЗв.

На заплановане опромінення персоналу дозами від 2 до 5 ЛД дається дозвіл у виняткових випадках МОЗ України. Цей дозвіл дається працівнику один раз на протязі всієї трудової діяльності. Таке опромінення повинно бути скомпенсовано таким чином, щоб після 10 років ефективна доза за цей час, разом з дозою від виконання робіт з підвищеним опромінюванням, не перевищувала 200 мЗв.

Особи, що зазнали одноразового опромінення в дозі 5 ЛД і більше, обов'язково виводяться з зони опромінювання і направляються на медичне обстеження. Питання роботи з джерелами випромінювання у майбутньому цим працівникам вирішується в індивідуальному порядку у відповідності до вимог санітарних норм та за умови інформування про наслідки для їх здоров'я. Необхідна письмова згода працівника.

Повторне підвищене опромінювання, що планується, можливе тільки після повної компенсації попереднього.

Забороняється планування підвищеного опромінення для жінок у віці до 45 років та чоловіків до 30 років.

Робітники, що залучаються до робіт, зв'язаних з підвищеним опроміненням, на цей період прирівнюються до персоналу категорії А. [1].

4.4. Опромінення персоналу (категорія Б)

Для персоналу категорії Б річна індивідуальна ефективна доза обмежена значенням ліміту дози для цієї категорії (таблиця 4.1). Надходження радіоактивних речовин за рік через органи дихання, їх концентрація у повітрі, потужність дози не повинні перевищувати відповідні допустимі норми для категорії Б.

Для робітників категорії Б не допускається будь-яке радіоактивне забруднення особистого одягу, шкіри і робочих поверхонь [1].

4.5. Опромінення населення (категорія В)

Нормування і контроль опромінення населення оснований на розрахунках річних ефективних і еквівалентних доз опромінення критичних груп населення. Порядок здійснення контролю, його обсяг і структура, методи і засоби вказані у відповідних розділах ОСПУ. За необхідністю, нормування і контроль додатково регламентуються спеціальними нормативними актами МОЗ України.

Захист від опромінення населення, його обмеження, здійснюються за допомогою контролю та регламентації:

- газоаерозольних викидів у атмосферу і рідинних скидів у водойми у процесі роботи радіаційно-ядерних об'єктів;
- вмісту радіоактивних речовин в окремих об'єктах довкілля: воді, продуктах харчування, повітрі тощо.

Для кожного об'єкту з радіаційно-ядерними технологіями встановлена санітарно-захисна зона, де забороняється проживання людей, будівництво житлових та суспільних будівель, встановлюються обмеження на діяльність, що не має відношення до радіаційно-ядерного об'єкту. Тут діють спеціальні вимоги до радіаційного контролю.

Для осіб категорії В не допускається будь-яке радіоактивне забруднення житлових робочих приміщень, одягу і тіла. [1].