**Норми радіаційної безпеки України; регламенти 1 групи**

**3.1.1 НРБУ-97 : терміни і визначення**

Основним державним документом, що встановлює систему радіаційно-гігієнічних регламентів для забезпечення прийнятних рівнів опромінення як для окремої людини, так і суспільства взагалі є НРБУ-97 (Норми радіаційної безпеки України) [7]. 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.

Зазначена 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.

Встановлюються два принципово відмінні підходи до забезпечення протирадіаційного захисту :

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

При практичної діяльності людини може збільшуватися доза, імовірність опромінювання, або кількість опромінюваних людей. До такої практичної діяльності відносяться [7]:

* 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.

Радіаційна безпека та протирадіаційний захист стосовно практичної діяльності будуються з використанням наступних основних принципів [7, 17]:

* 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 оптимізаціі).

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 оптимізаціі).

НРБУ-97 не поширюються на:

* опромінювання від природного радіаційного фону;
* опромінювання в умовах звільнення практичної діяльності чи джерел іонізуючого випромінювання в рамках практичної діяльності від регулюючого контролю.

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).

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

**Повне звільнення.** 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 мкЗв/рік-1;

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

Згідно з викладеними критеріями, наступні джерела в рамках практичної діяльності автоматично звільняються 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 деяких випадків);

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 мкЗв/год.; чи
* максимальна енергія випромінювання не перевищує 5 кеВ.

**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 попередніх умов, 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 мкЗв/год. на відстані 0.1 м від будь-якої доступної поверхні пристрою; та
* регулюючим органом визначено необхідні умови для виведення пристрою з експлуатації.

 Для позначення небезпеки радіаційного ураження застосовується спеціальний знак (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Знак радіаційної небезпеки



Рисунок 3.2 – Новий знак радіаційної небезпеки

Міжнародний умовний знак радіаційної небезпеки («трилисник», «вентилятор») має форму трьох секторів шириною 60°, розставлених на 120° один відносно одного, з невеликим кругом в центрі. Виконується чорним кольором на жовтому фоні. У таблиці символів Юникод є символ знаку радіаційної небезпеки — ☢ (U+0x2622) [7].

У 2007 році був прийнятий новий знак радіаційної небезпеки (рис. 3.2), в якому «трилисник» доповнений знаками «випромінювання» (звивисті лінії зі стрілками), «смертельно» («череп з кістками») і «вирушай!» (силует чоловічка, що біжить, і вказуюча стрілка). Новий знак покликаний стати зрозумілішим для тих, хто не знайомий із значенням традиційного «трилисника».

**3.1.2 Основні регламентовані величини НРБУ-97**

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

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

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-прийнятного 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, населення від техногенно підсилених

До цієї групи входять:

* рівні втручання;
* рівні дії.

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 .

**3.1.3 Регламенти 1 групи**

**3.1.3.1 Ліміти доз і допустимі рівні**

 . Числові значення лімітів доз 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.

 Для осіб категорій А і Б ліміти доз  встановлюються  в термінах   індивідуальної   річної ефективної та еквівалентних доз зовнішнього опромінення (ліміти річної ефективної та еквівалентної доз).   Обмеження   опромінення   осіб   категорії  В  (населення) здійснюється введенням лімітів річної ефективної та  еквівалентної доз  для  критичних  груп*.*  Останнє означає,  що значення річної дози опромінення  осіб,  які  входять  в  критичну групу,  не  повинно  перевищувати  ліміту дози,  встановленого для категорії В.

 З   лімітом  дози  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 опроміненням населення;

     - дозу    опромінення    від   техногенно-підсилених   джерел природного походження.

 Додатково    до    ліміту   річної   ефективної   дози встановлюються  ліміти  річної  еквівалентної   дози   зовнішнього опромінення окремих органів і тканин:

     - 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:- кришталику ока | 150 | 15 | 15 |
| - шкірі | 500 | 50 | 50 |
| - кістях та стопах | 500 | 50 | - |

Примітки:

\* - потужність дози опромінення протягом календарного року не регламентується; для жінок дітородного віку (до 45 років) доза за які-небудь два послідовні місяці не повинна перевищувати 1,5 мЗв; для вагітних жінок діють обмеження.

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

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

 Встановлюється такий перелік  допустимих  рівнів  (ДР), які   відносяться  до  радіаційно-гігієнічних  регламентів  першої групи [1].

     Для категорії А:

     - допустиме надходження (ДНА іnhаl) радіонукліду через органи дихання;

     - допустима  концентрація  (ДКА іnhаl) радіонукліду в повітрі робочої зони;

     - допустима щільність потоку частинок (ДЩПА);

     - допустима потужність дози зовнішнього опромінення (ДПДА);

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

     Для категорії Б:

     - допустиме надходження (ДНБ іnhаl) радіонукліда через органи дихання;

     - допустима концентрація (ДКБ іnhаl) радіонукліда  в  повітрі робочої зони.

     Для категорії В:

     - допустиме надходження  радіонукліда  через  органи  дихання

(ДНБ іnhаl) і травлення (ДНіngеst);

     - допустимі концентрації радіонукліда в повітрі  (ДКВіnhаl) та питній воді (ДКіngеst);

 Числові   значення   допустимих   рівнів   (ДН, ДК) розраховані  для  умов  впливу одного радіонукліду та одного шляху надходження при референтних умовах опромінення подані у Додатку 1. Ці числові значення є радіаційно-гігієнічними регламентами.

 При контролі річного надходження радіонуклідів і  дози зовнішнього  опромінення  ЛД  не  буде перевищено,  якщо одночасно виконуються наступні нерівності [1]:

 $\frac{E\_{ext}}{ЛД\_{Е}}+\sum\_{і}^{}\frac{I\_{i}^{inhalt}}{ДН\_{i}^{inhalt}}+\sum\_{i}^{}\frac{I\_{i}^{ingest}}{ДН\_{i}^{ingest}}\leq 1$ (a)

$\frac{H\_{lens}}{ЛД\_{lens}}\leq 1$ (b) (4.1)

$\frac{H\_{skin}}{ЛД\_{skin}}\leq 1$ (c)

$\frac{H\_{extrim}}{ЛД\_{extrim}}\leq 1$, (d)

де:

$E\_{ext}$ - ефективна доза зовнішнього опромінення;

$ЛД\_{Е}$ - ліміт ефективної дози для категорії, що розглядається;

$I\_{i}^{inhalt}$ - річне інгаляційне надходження i-го радіонукліду;

$ДН\_{i}^{inhalt}$ - допустиме надходження через органи дихання для і-го радіонукліду та категорії, що розглядається;

$I\_{i}^{ingest}$ - - річне пероральне надходження і-го радіонукліду;

$ДН\_{i}^{ingest}$ - допустиме надходження через органи травлення для і-го радіонукліду та категорії що розглядається;

Нlens - річна еквівалентна доза в кришталику ока;

ЛДlens  - ліміт еквівалентної дози зовнішнього опромінення кришталика ока;

Hskin - річна еквівалентна доза зовнішнього опромінення шкіри;

ЛДskin - ліміт еквівалентної дози зовнішнього опромінення шкіри;

Нехtrіm - річна еквівалентна доза зовнішнього опромінення кистей та стіп;

ЛДехtrіm  - ліміт еквівалентної дози зовнішнього опромінення кистей та стіп.

 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 [1] [1]:

$\frac{E\_{ext}}{ЛД\_{E}}+\sum\_{i}^{} \frac{C\_{i}^{inhal}}{ДК\_{i}^{inhal}}+\sum\_{i}^{}\frac{C\_{i}^{ingest}}{ДК\_{i}^{ingest}}\leq 1$ (a)

$\frac{H\_{lens}}{ЛД\_{lens}}\leq 1$ (b) (4.2)

$\frac{H\_{skin}}{ЛД\_{skin}}\leq 1$ (c)

$\frac{H\_{extrim}}{ЛД\_{extrim}}\leq 1$, (d)

де:  $C\_{i}^{inhal}$- середньорічна об"ємна концентрація і-го радіонукліду в повітрі;

$ДК\_{i}^{inhal}$  - допустима концентрація і-го радіонукліду в повітрі для категорії що розглядається

$C\_{i}^{ingest}$ - середньорічна об'ємна концентрація і-то радіонукліду в воді,

$ДК\_{i}^{ingest}$- допустима концентрація і-го радіонукліду в питній воді.

 Для  категорії   А,  Б в нерівності (а) систем (4.1), (4.2)   останній член суми (пероральне надходження) не розглядається. Для категорії В нерівність (d) в системах (4.1), (4.2) не застосовується.

 Якщо  є данні, які дозволяють здійснювати контроль за обома системами нерівностей, приймається, що ЛД не перевищується за одночасного виконання умов (4.1) і (4.2).

 **3.1.3.2** **Опромінення персоналу (категорія А)**

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

 Для вагітних вводиться додаткове обмеження опромінювання: середня еквівалентна доза локального опромінювання (зародка і плоду) за будь які 2 послідовні місяця не повинна перевищувати 1 мЗв. При тому за весь період вагітності ця доза не повинна перевищувати 2 мЗв, а ліміт річного надходженя для вагітних встановлюється на рівні 1/20 ДНА.

 Радіоактивне забруднення шкіри, спецодягу та робочих поверхонь не повинно перевищувати норм, що надані у НРБУ.

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

 **Підвищене опромінювання персоналу, що планується** – це опромінення персоналу (категорія А) вище встановлених лімітів  доз в непередбачуваних ситуаціях при практичній діяльності.

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

 - не можуть бути усунені без проведення технологічних операцій, що передбачають перевищення лімітів доз;

 - потребують термінового усунення;

 - можуть призвести до розвитку радіаційної аварії або значних соціально-економічних збитків.

 Обгрунтування підвищеного опромінення персоналу полягає в тому, що шкода від перевищення лімітів доз у окремих осіб з персоналу буде значно меншою, ніж можлива шкода у випадку розвитку радіаційної аварії.

 При плануванні підвищеного опромінення персоналу використовується максимальне значення ЛД за один окремий рік - 50 мЗв.

 Опромінення персоналу, що планується, в дозах від 1 до 2 ЛД за календарний рік, дозволяється місцевими органами Державного санітарно-епідеміологічного 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.

 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. Опромінення персоналу при дозі більше за 2 ЛД повинно бути скомпенсовано так, щоб після десятирічного періоду ефективна доза за цей час (разом з дозою від виконання спеціальних робіт), не перевищувала 200 мЗв.

 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 у відповідності до вимог ОСПУ за умови інформування про  ризики  для їх здоров'я та отримання письмової згоди від них.

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

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

 Особи,  які залучаються до  проведення  аварійних  та рятувальних робіт,   на  цей  період  прирівнюються  до  персоналу (категорія А).

 **3.1.3.3 Опромінення персоналу (категорія Б)**

 Для   персоналу   (категорія  Б)  індивідуальна  річна ефективна доза не  повинна  перевищувати  значення  ЛД  для  даної категорії (таблиця 4.1). Річне надходження радіонуклідів  через органи дихання,  концентрація  у  повітрі  та  потужність  дози не повинні перевищувати відповідні допустимі норми для категорії Б.

 Для осіб категорії  Б  не допускається будь-яке радіоактивне  забруднення шкіри, особистого  одягу  та  робочих  поверхонь.

**3.1.3.4** **Опромінення населення (категорія В)**

 Регламентація   і   контроль   опромінення   населення здійснюється на    основі   розрахунків   річних   ефективних   та еквівалентних доз опромінення критичних  груп.  Структура,  обсяг,

методи і   засоби   цього  контролю  регламентуються  відповідними розділами ОСПУ,   а   також,   при   необхідності,    спеціальними нормативними актами Міністерства охорони здоров'я України.

 Обмеження опромінення  населення  здійснюється  шляхом регламентації та контролю:

 - газоаерозольних викидів і рідинних скидів у процесі  роботи радіаційно-ядерних об'єктів;

 - вмісту  радіонуклідів  в  окремих  об'єктах   навколишнього середовища (воді, продуктах харчування, повітрі і т.і.).

 Крім того,  для  відповідних  об'єктів  з  радіаційно-ядерними технологіями встановлюється   санітарно-захисна  зона,  де регламентується спеціальний режим  використання  її  території  та

спеціальні вимоги до радіаційного контролю.

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