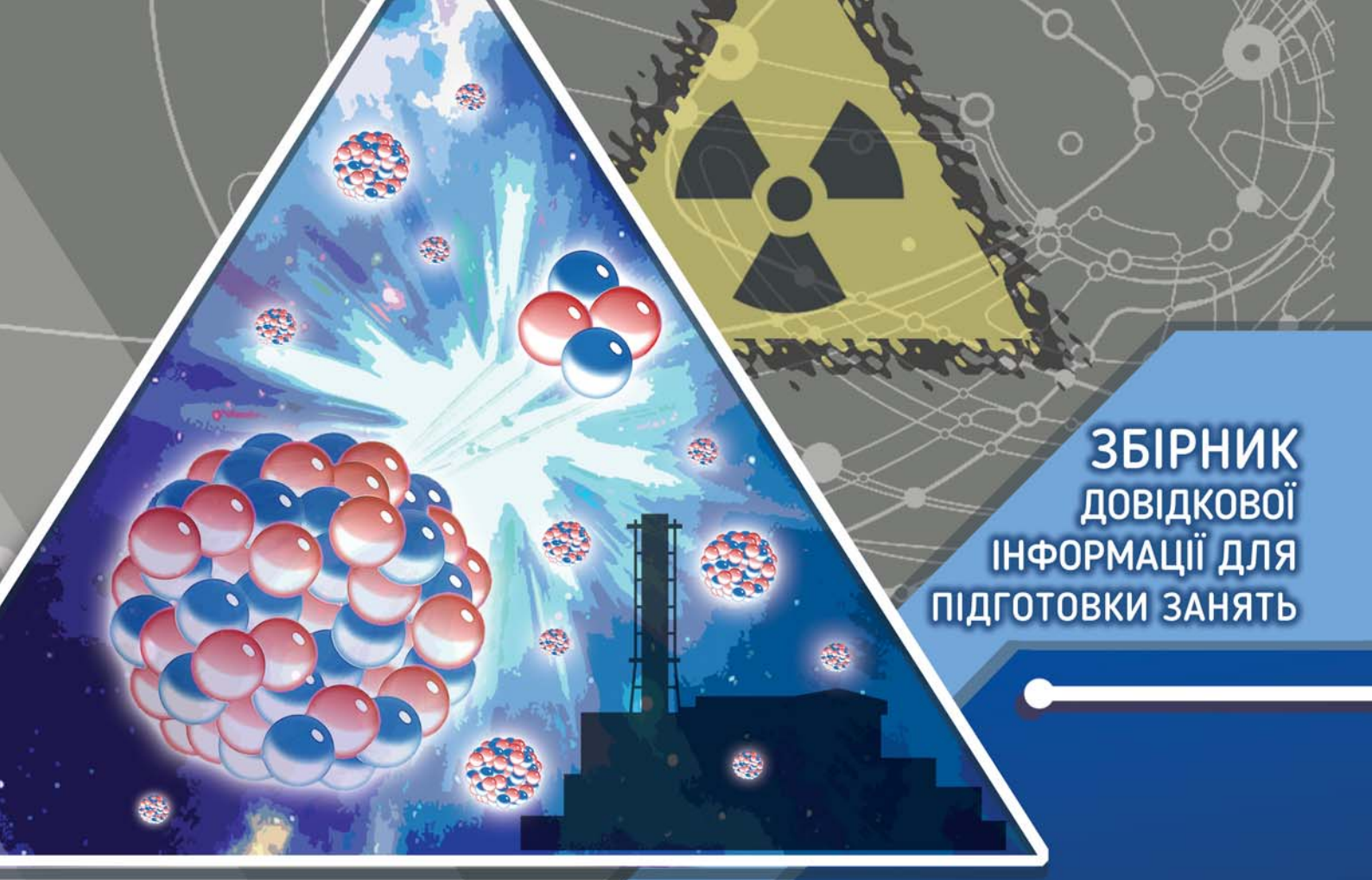


ЗБІРНИК
ДОВІДКОВОЇ
ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ
ПІДГОТОВКИ ЗАНЯТЬ

РЕАГУВАННЯ НА РАДІАЦІЙНІ ЗАГРОЗИ

ОБСЄ
Організація з безпеки та
співробітництва в Європі
Координатор проектів в Україні

Організація з безпеки та співробітництва в Європі
Координатор проектів в Україні

ПРОЄКТ

Посилення спроможності України щодо реагування на надзвичайні ситуації, пов'язані з небезпечними хімічними речовинами

Auswärtiges Amt

U.S. Mission to the OSCE

Збірник довідкової інформації для підготовки занять «Реагування на радіаційні загрози». Київ : Ваїте, 2021. 84 с.

Збірник довідкової інформації для підготовки занять «Реагування на радіаційні загрози», підготовлено та опубліковано Координатором проєктів ОБСЄ в Україні в рамках проєкту «Посилення спроможності України щодо реагування на надзвичайні ситуації, пов'язані з небезпечними хімічними речовинами» за фінансової підтримки Сполучених Штатів Америки та Німеччини.

Цей Збірник є додатком до «Рекомендацій з розроблення модульної навчальної програми для осіб молодшого, середнього та старшого начальницького складу ДСНС України, які беруть участь в реагуванні на події з небезпечними хімічними, радіаційними та біологічними речовинами».

Координатор проєктів ОБСЄ в Україні не відповідає за зміст та погляди, висловлені авторами, експертами або організаціями в цьому матеріалі.

Збірник довідкової інформації для підготовки занять «Реагування на радіаційні загрози» можуть використовувати викладачі навчальних закладів та інші особи для підготовки теоретичних занять і практичних тренінгів з питань реагування на радіаційні аварії.

У матеріалах Збірника довідкової інформації «Реагування на радіаційні загрози» використано інформацію із загальнодоступних інформаційних джерел, а також міжнародні практики, викладені в типових рекомендаціях НАТО, ОЗХЗ, МАГАТЕ, Червоного хреста, ВООЗ та інших.

Автор: **Микола Кузнєцов**
Рецензування: **Геннадій Долбіков**
Упорядкування та редагування: **Ярослава Прихода**
Художнє оформлення: **Наталія Кущ-Батюк**
Дизайн-верстка: **Роман Батюк**
Загальна координація проєкту: **Анна Предвічна**, **Ірина Максимук**, **Ярослав Юрцаба**
Друк: «Ваїте», Київ, Україна

Усі права захищено. Зміст цієї публікації можна безкоштовно копіювати та використовувати в освітніх та інших некомерційних цілях за умови посилання на джерело інформації.

ВСТУП

Використання джерел іонізаційного випромінювання майже у всіх сферах людської діяльності та неможливість відмовитись від їх створення, транспортування, використання і утилізації призводить до збільшення кількості радіаційних аварій, які можуть виникнути будь-де і будь-коли. Ці аварії, через властивості радіоактивних речовин, є невидимою загрозою для природного довкілля, тварин і людей.

Прогнозування виникнення та розвитку такої загрози, а також ліквідації наслідків аварій – дуже затратний, важкий і специфічний процес, який вимагає від персоналу оперативних відомств і служб постійно бути готовими до протидії цій загрозі та підтримувати професійну компетентність особового складу на високому рівні.

Збірник довідкової інформації для підготовки занять «Реагування на радіаційні загрози» разом із тематичними збірниками «Реагування на біологічні загрози» і «Реагування на хімічні загрози» є єдиним навчально-довідковим комплексом для підготовки рятувальників з реагування на РХБ інциденти.

Матеріали довідника можна використовувати для проведення курсів з підготовки викладачів та тренерів, що навчають працівників екстрених служб, які задіяні в реагуванні на РХБ інциденти, через мережу спеціальних навчальних центрів.

Матеріали, подані у збірнику, не мають зобов'язальної сили, але містять певний обсяг рекомендацій, здатних підвищити ефективність реагування підрозділів оперативних служб, що працюють самостійно або у спільній взаємодії.

ЗМІСТ

1. Радіація. Характеристика, властивості, небезпека
Альфа-випромінювання....6
Бета-випромінювання....8
Гамма-випромінювання....10
Нейтронне випромінювання....12
Основні одиниці вимірювання іонізаційних випромінювань....14
Префікси на позначення похідних одиниць та їх перерахунок....16
Біологічні наслідки опромінення і приблизні дози опромінення....18
Біологічна дія радіації, шляхи опромінення....20
Безпосередні й віддалені наслідки....22
Основні принципи забезпечення радіаційної безпеки та радіаційного захисту....24
Ліміти доз і допустимі рівні....25

2. Знаки небезпеки та маркування
Попереджувальні знаки небезпечних вантажів класу 7....30
Витяги з переліку номерів ООН....31
Знаки небезпеки радіоактивних матеріалів....32
Транспортний індекс та класифікаційна таблиця небезпечних вантажів класу 7....33
Приклади нанесених попереджувальних знаків і знаків небезпеки....34
Приклад знаку радіаційної небезпеки у вигляді трилисника....35
Знаки радіаційної небезпеки на позначення об'єктів та на місцевості....36
Маркування вантажів....38

3. Оцінювання ситуації та прогнозування
Міжнародна шкала ядерних подій INES....40
Характеристика розвитку ядерних аварій на АЕС за часом....42
Основні часові фази радіаційних аварій та зонування....43
Основні потенційні шляхи опромінення та контрзаходи....47
Основні типи джерел іонізаційного випромінювання і характер можливого впливу на персонал, населення і довкілля....48
Категорії об'єктів радіаційної небезпеки....49
Класифікація радіаційних аварій....50
Схема першочергових заходів реагування....51
Примірний розподіл об'єктів і видів діяльності за категоріями радіаційної небезпеки....53
Функції ДСНС у разі виникнення радіаційної аварії....60

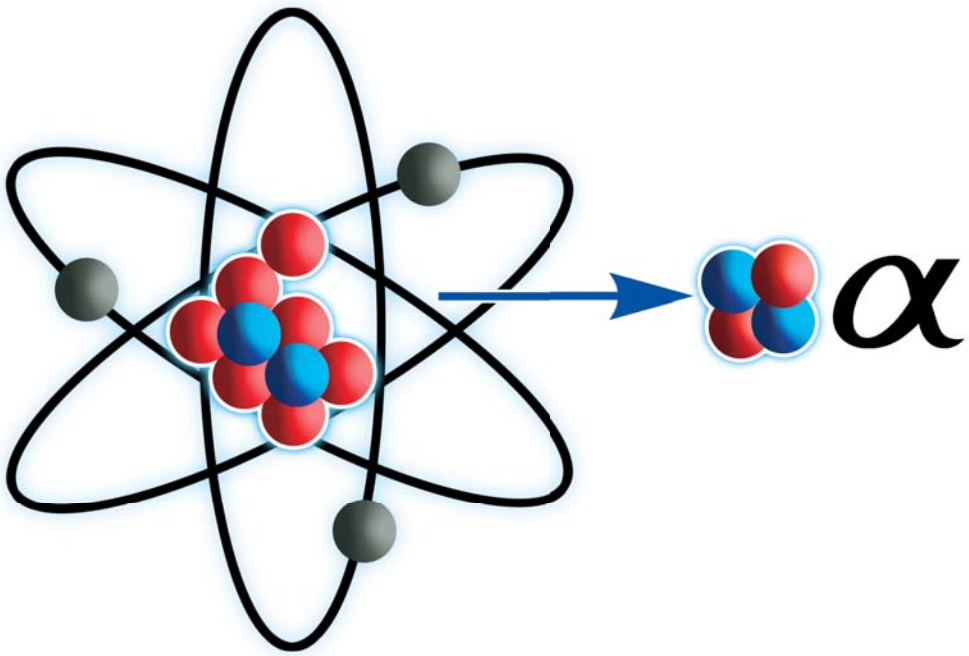
4. Заходи захисту від радіаційного впливу
Основні заходи захисту від радіаційного впливу....62
Перша допомога при радіаційному ураженні....69
Диференціація гострої променевої хвороби за ступенем тяжкості....70

5. Схеми дій під час виникнення різноманітних радіаційних аварій....72

РОЗДІЛ 1

РАДІАЦІЯ.
ХАРАКТЕРИСТИКА, ВЛАСТИВОСТІ, НЕБЕЗПЕКА

Альфа-випромінювання



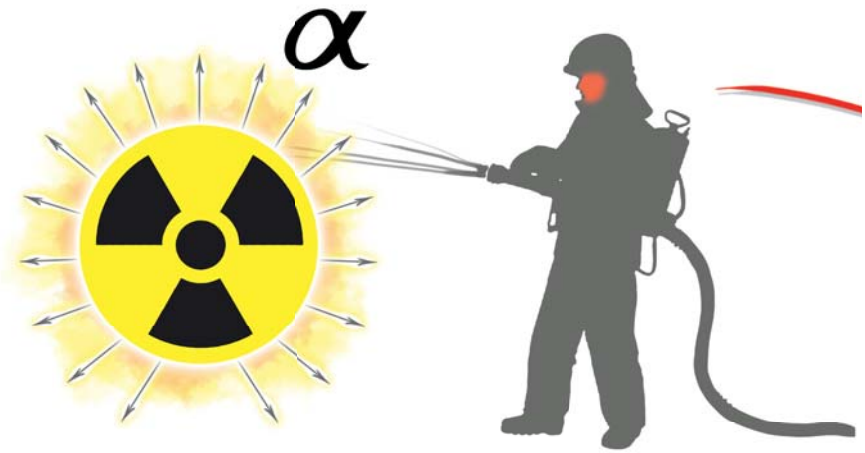
Альфа-випромінювання – це потік ядер атомів $^{4}_{2}He$.
Кожний α-радіоактивний ізотоп при розпаді випромінює α-частинки дискретних енергій, *наприклад, ядро* $^{238}_{92}U$ *випромінює α-частинки з енергіями 4,182; 4,135; 4,02 МеВ.*

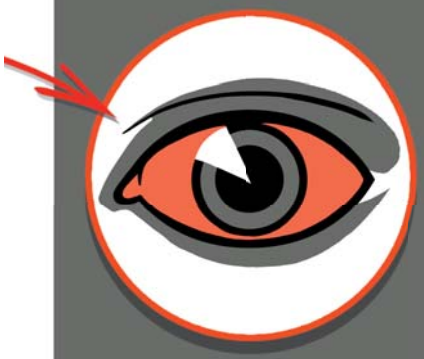
Наведемо приклад α-розпаду :

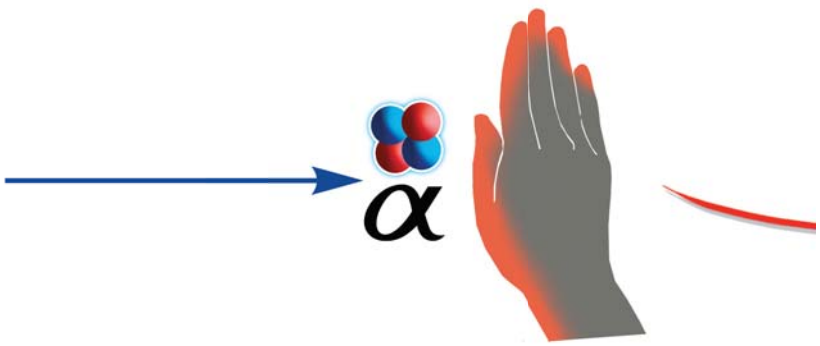
$$^{226}_{88}Ra \rightarrow ^{222}_{86}Rn + ^{4}_{2}He + 4{,}8\ МеВ.$$

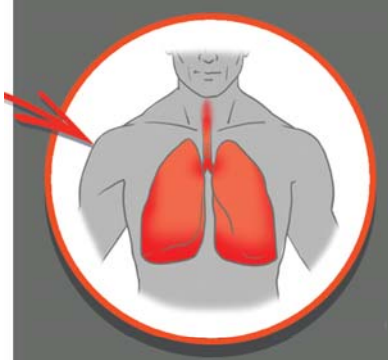
У повітрі альфа-випромінювання проходить не більше декількох сантиметрів і повністю затримується зовнішнім шаром шкіри. Однак, якщо речовина, що випромінює альфа-частинки, потрапляє усередину організму, то вони сильно вражають прилеглі клітини.
Через слабку проникливу здатність альфа-випромінювання є відносно безпечним щодо зовнішнього опромінення і вкрай небезпечним, якщо проникає всередину організму.
Захист від альфа-випромінювання дуже простий – целофанового пакета або аркуша паперу достатньо, щоб зупинити альфа-частинки.

Пам'ятайте: ніколи не допускайте проникнення альфа-радіонуклідів всередину організму!

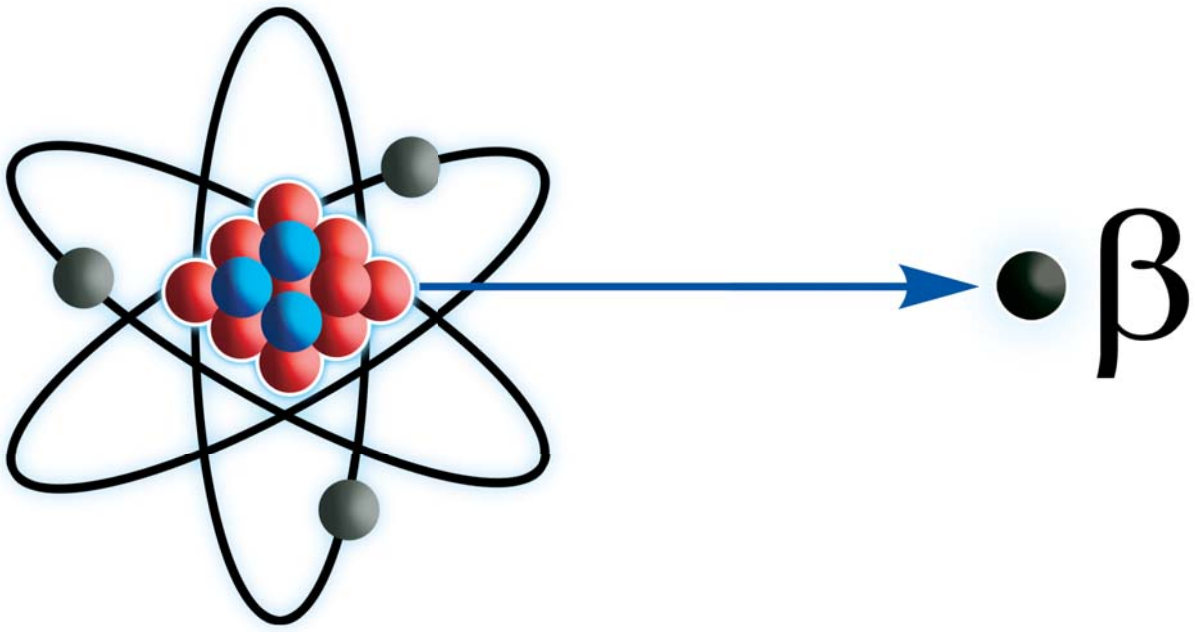

α




α



Бета-випромінювання



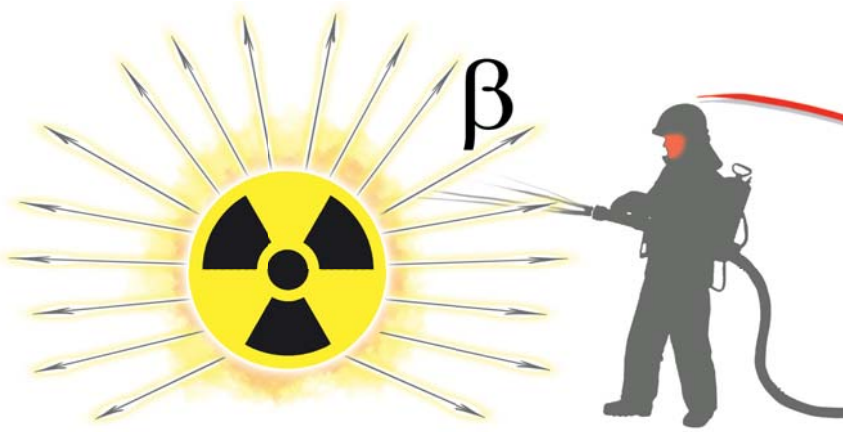
Бета-випромінювання — це потік електронів, що утворюються, коли в ядрі нейтрон перетворюється на протон. Розгляньмо β-*розпад ядра тритію:*

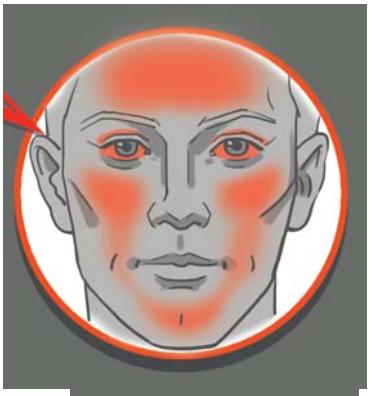
$$^{3}_{1}T\ ^{3}_{2}He\ ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\nu\ \textbf{, де}\ ^{0}_{0}\nu\ \textbf{—}\ \textit{антинейтрино}\textbf{.}$$

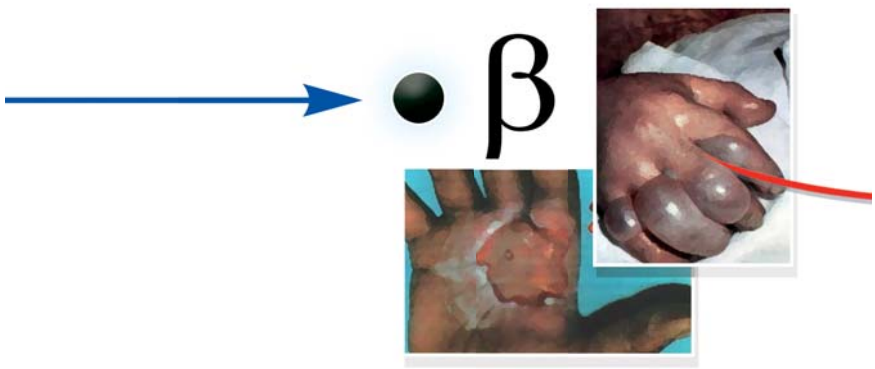
Оскільки бета-частинки значно менші від альфа-частинок, вони можуть проникати значно глибше. Вони можуть проникнути крізь декілька сантиметрів біологічної тканини і спричинити сильний опік шкіри й особливо небезпечні для очей. Якщо радіонукліди, що випромінюють бета-частинки, потраплять в організм, вони будуть опромінювати внутрішні тканини.

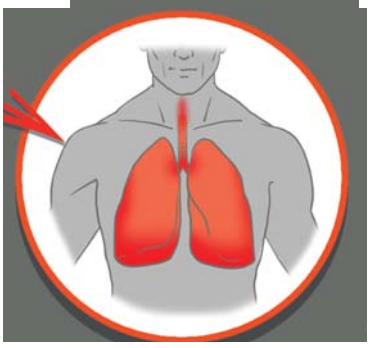
Пам'ятайте: ніколи не торкайтеся пальцями бета-джерел – завжди використовуйте спеціальні щипці й надягайте захисні окуляри!

Пам'ятайте: інкорпоровані бета-випромінювачі, так само як і альфа-випромінювачі, можуть завдати серйозної шкоди внутрішнім органам. Це найнебезпечніший вид опромінення для людини.

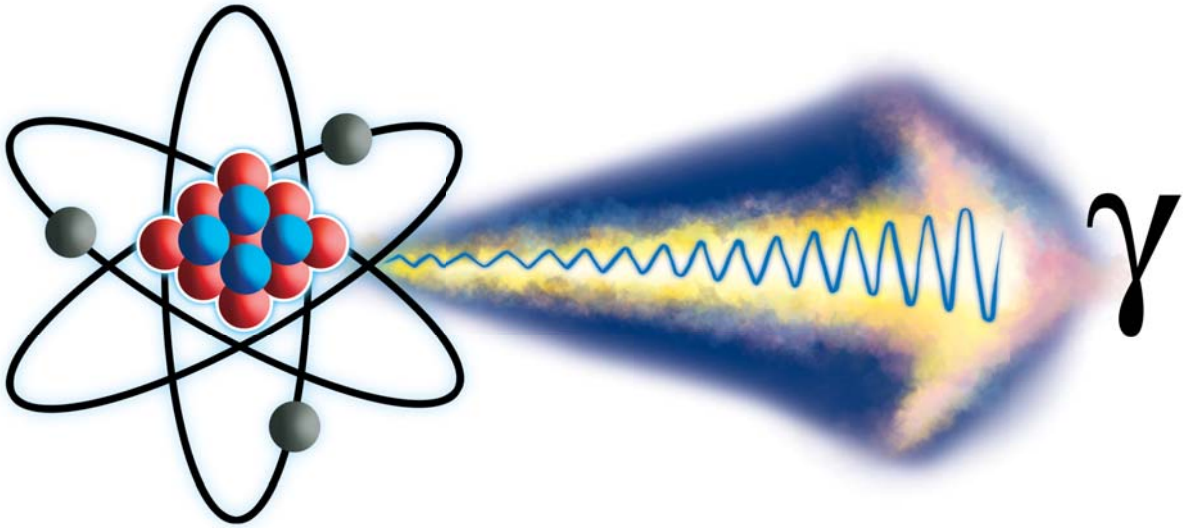

β




β



Гамма-випромінювання

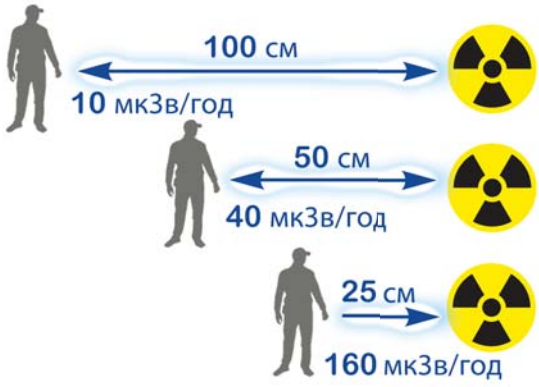


Гамма-випромінювання – це короткохвильове електромагнітне опромінення з довжиною хвилі < **2 * 10^{-10}** м, яке виникає під час розпаду радіоактивних ядер, при переході ядер зі збудженого стану в основний, при взаємодії швидких заряджених частинок з речовиною, анігіляції електронно-позитронних пар і при інших перетвореннях елементарних частинок.

Рентгенівське випромінювання – це короткохвильове електромагнітне опромінення з довжиною хвилі **10^{-9}–10^{-10}** м. Виникає при гальмуванні швидких електронів у речовині (неперервний спектр) і при переходах електронів із зовнішніх оболонок атома на внутрішні (лінійчатий спектр). Джерелом неперервного спектра рентгенівського випромінювання є рентгенівські трубки.

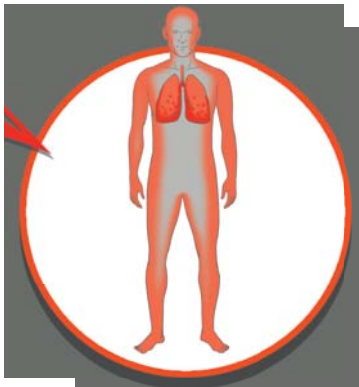
Гамма-випромінювання та рентгенівське випромінювання – здатне проходити великі відстані в повітрі й має істотну проникну здатність. Проходячи через певні середовища, радіоактивне випромінювання на своєму шляху призводить до іонізацій атомів цього середовища.

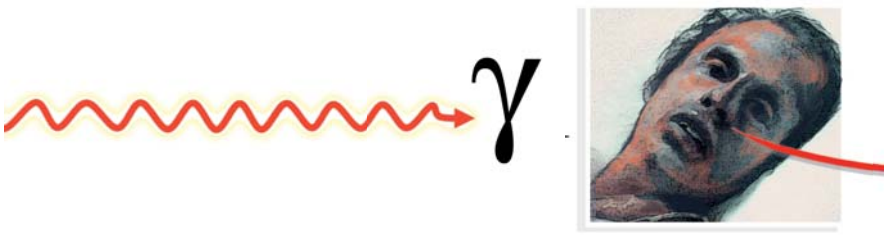
Інтенсивність гамма-випромінювання зменшується у квадратичній залежності від відстані від джерела (правило $1/R^2$). Якщо Ви спочатку були на відстані 10 см від джерела, а потім відійшли на відстань 1 м, то інтенсивність і доза опромінення зменшилася у 100 разів!

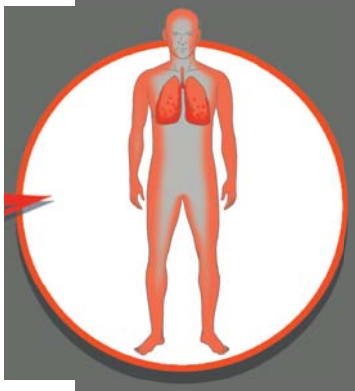


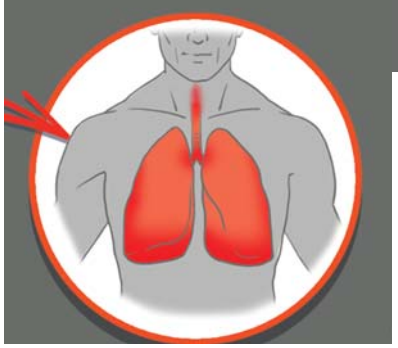
Пам'ятайте: ніколи не беріть руками гамма-джерело, обов'язково використайте довгі щипці! Усього лише кілька сантиметрів можуть змінити наслідки опромінення!

γ

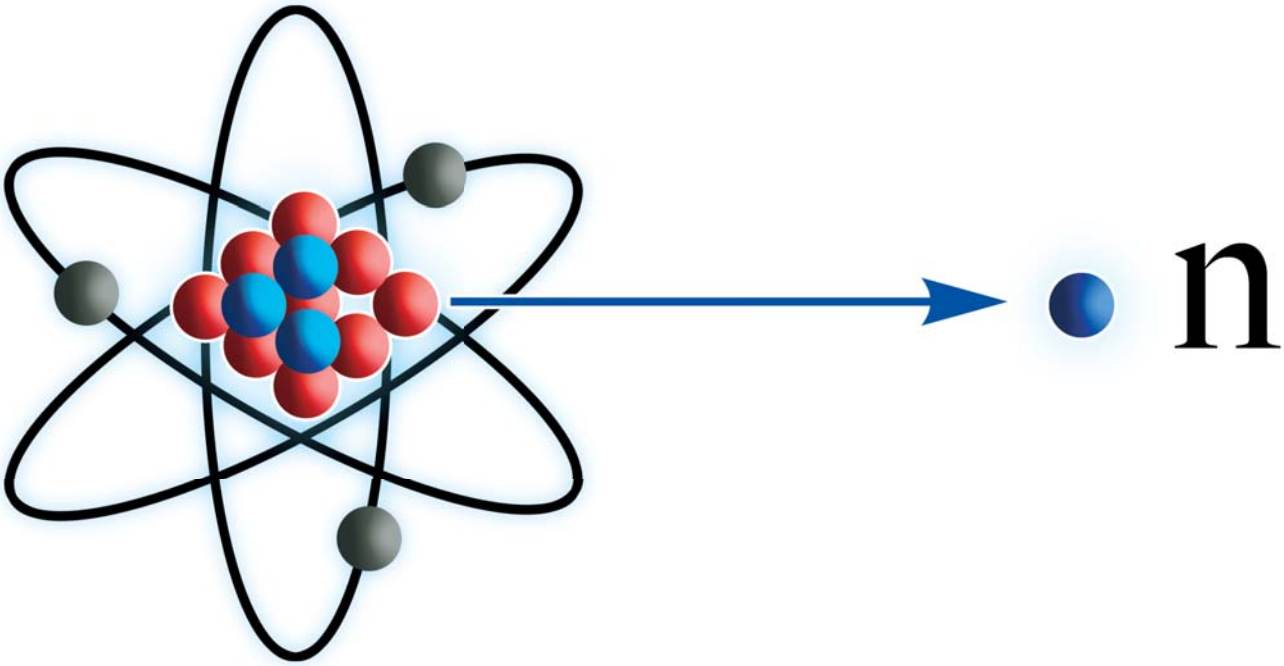



γ





Нейтронне випромінювання

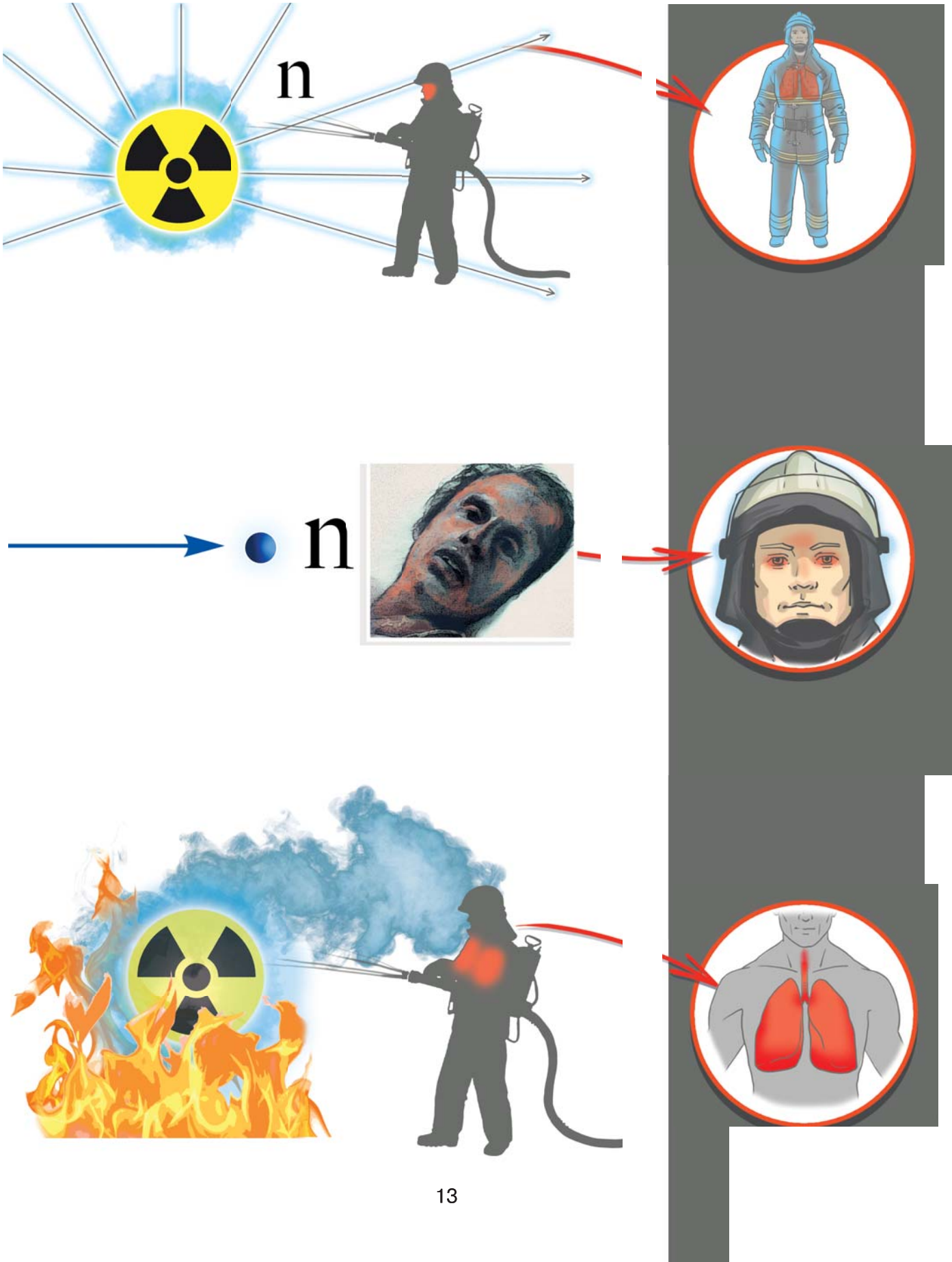


Нейтронне-випромінювання – це потік вільних нейтронів. Вільні нейтрони виникають під час ядерних реакцій, наприклад, під час поділу ядер урану чи плутонію. Таке випромінювання виникає, зокрема, під час роботи прискорювачів заряджених частинок і реакторів, які утворюють потужні потоки теплових та швидких нейтронів.

Оскільки нейтрони є електронейтральними частинками, нейтронне випромінювання має велику проникну здатність.

Щоб зупинити нейтронний потік, необхідно кілька метрів бетону або металу; водночас, достатньо біля 10 см води, парафіну або пластмаси (водневмісних речовин).

Пам'ятайте: найкращий захист від швидких нейтронів – спочатку зменшити їхню швидкість руху за допомогою сповільнювача, що містить водень, а потім домогтися їх поглинання спеціальними речовинами, такими, як бор або кадмій.


n
n

Основні одиниці вимірювання іонізаційних випромінювань

Позначення	Назва та визначення одиниць
X	***Експозиційна доза***
Кл/кг (міжнародна система СІ)	Кулон на кілограм, експозиційна доза фотонного випромінювання, при якій корпускулярна емісія в сухому атмосферному повітрі масою 1 кг створює іони, що несуть заряд кожного знака, що дорівнює 1 Кл
Р (позасистемна одиниця)	Рентген — доза фотонного випромінювання, при якому корпускулярна емісія, що виникає в 1 $см^3$ повітря, створює 1 СГСЕ кількості електрики кожного знака
Співвідношення	1 Кл/кг = 3,88 x 10^3 Р 1 Р = 2,58 x 10^{-4} Кл/кг
D	***Поглинута доза***
Гр (міжнародна система СІ)	Грей — поглинута доза випромінювання, що відповідає поглинанню 1 Дж випромінвання на 1 кг маси
рад (позасистемна одиниця)	Рад відповідає поглинутій енергії 100 ерг на 1 г речовини
Співвідношення	1 гр = 100 рад 1 рад = 1 x 10^{-2} Гр

Позначення	Назва та визначення одиниць
Н	***Еквівалентна доза***
Зв (міжнародна система СІ)	Зіверт — еквівалентна доза будь-якого виду випромінювання, поглинута 1 кг біологічної тканини, що створює такий самий ефект, як і поглинута доза в 1 Гр фотонного випромінювання
бер (позасистемна одиниця)	Бер — енергія будь-якого виду випромінювання, поглинута 1 г біологічної тканини, що створює такий же ефект, як і поглинута доза в 1 рад фотонного випромінювання
Співвідношення	1 Зв = 100 бер
А	***Активність***
Бк (міжнародна система СІ)	Беккерель — 1 розпад за секунду
Кі (позасистемна одиниця)	Кюрі, $3{,}7 \times 10^{10}$ розпадів за секунду
Співвідношення	1 Бк = $2{,}703 \times 10^{-11}$ Кі 1 Кі = $3{,}7 \times 10^{10}$ Бк

Префікси на позначення похідних одиниць метричних систем, кратних і часткових головній одиниці

Префікс	Множник	Скорочене позначення		Префікс	Множник	Скорочене позначення	
укр.	міжнар.	укр.	міжнар.				
дека	10	да	da	деци	10^{-1}	д	d
гекто	10^{2}	г	h	санти	10^{-2}	с	c
кіло	10^{3}	до	do	мілі	10^{-3}	м	m
мега	10^{6}	М	M	мікро	10^{-6}	мк	μ
гіга	10^{9}	Г	G	нано	10^{-9}	н	n
тера	10^{12}	Т	T	піко	10^{-12}	п	p
пета	10^{15}	П	P	фемто	10^{-15}	ф	f
екса	10^{18}	Е	E	атто	10^{-18}	а	a

Перерахунок похідних одиниць вимірювання

мкЗв (μSv)	мЗв (mSv)	Зв (Sv)
0,001	0,000001	0,000000001
0,01	0,00001	0,00000001
0,1	0,0001	0,0000001
1	0,001	0,000001
10	0,01	0,00001
100	0,1	0,0001
1 000	1	0,001
10 000	10	0,01
100 000	100	0,1
1 000 000	1 000	1
10 000 000	10 000	10

мкР (μR)	мР (mR)	Р (R)
0,1	0,0001	0,0000001
1	0,001	0,000001
10	0,01	0,00001
100	0,1	0,0001
1 000	1	0,001
10 000	10	0,01
100 000	100	0,1
1 000 000	1 000	1
10 000 000	10 000	10
100 000 000	100 000	100
1 000 000 000	1 000 000	1 000

Біологічні наслідки опромінення та приблизні дози опромінення

Доза гострого опромінення всього тіла (Зв)	Доза гострого опромінення всього тіла (мЗв)	Біологічні наслідки
0-0,05	0-50	Безпосередніх проявів, що спостерігаються, немає.
0,02	20	Встановлена МАГАТЕ межа для річної дози фахового опромінення.
0,5	500	Невеличкі зміни крові. Можливі відчуття втоми і нудота.
1	1000	Можлива блювота.
1,5	1500	Висока можливість виживання.
4,5	4500	ЛД50 – 50% опромінених без медичної допомоги помирають протягом 30-60 днів.
8	8000	Нудота через кілька годин, ймовірна смерть протягом 1-2 тижнів.
20	20000	Ушкодження центральної нервової системи, що призводить до втрати координації, неминуча смерть протягом 2-5 днів.

Клінічні форми гострої променевої хвороби залежно від величини поглиненої дози

Доза опромінення, Гр	Ступінь тяжкості	Клінічна форма	Прогноз для життя
1-2	I – легкий	Кістково-мозкова	Абсолютно сприятливий
2-4	II – середній	Кістково-мозкова	Відносно сприятливий
4-6	III – тяжкий	Кістково-мозкова	Сумнівний
6-10	IV – вкрай тяжкий	Кістково-мозкова	Несприятливий
10-20	Вкрай тяжкий	Кишкова	Абсолютно несприятливий. Летальність на 8–16 добу.
20-80	Вкрай тяжкий	Токсемічна (судинна)	Абсолютно несприятливий. Летальність на 4–8 добу
понад 80	Вкрай тяжкий	Церебральна	Абсолютно несприятливий. Летальність на 1–3 добу

Приблизні дози опромінення людини від різних природних і техногенних джерел

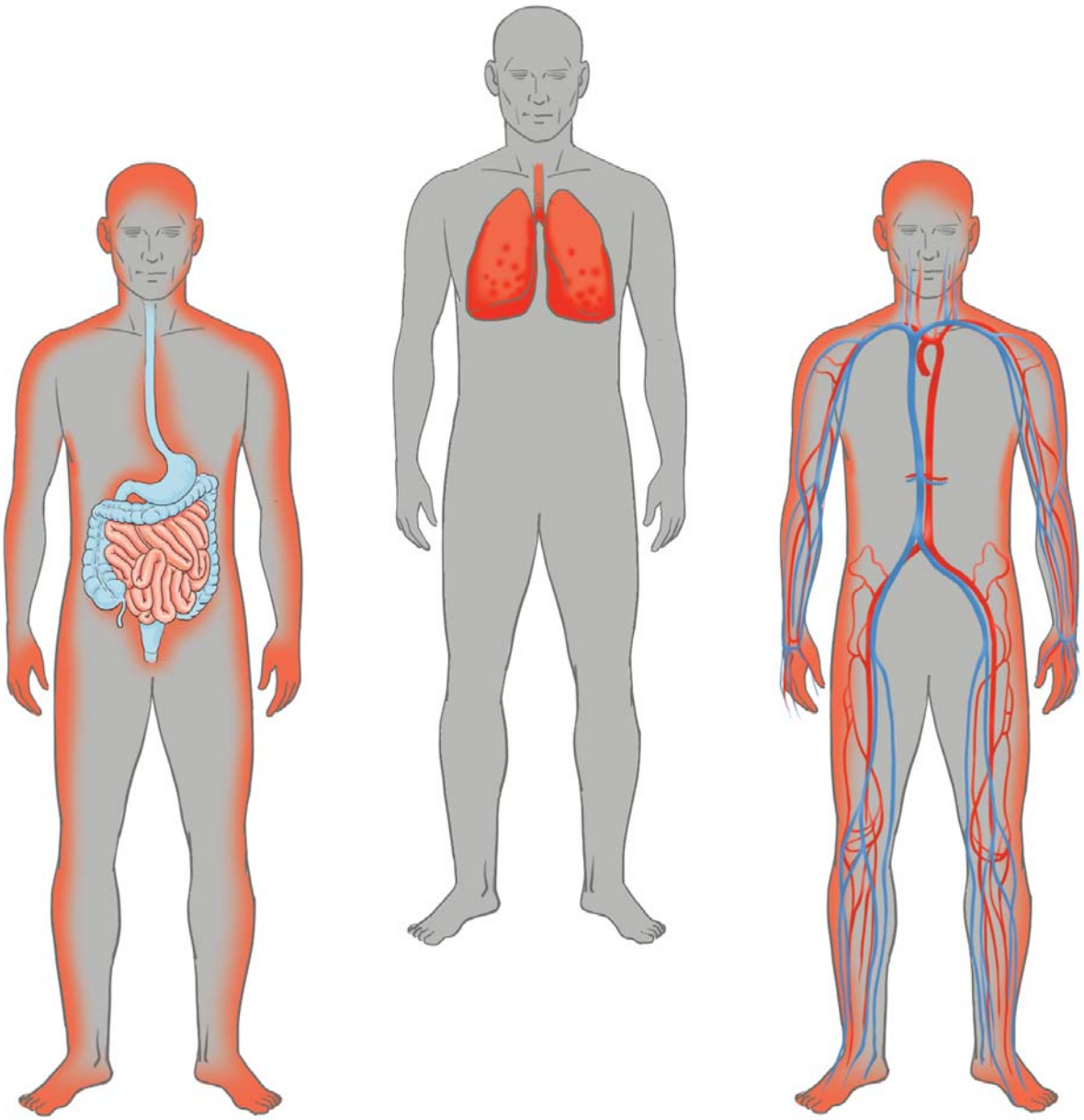
Джерело випромінювання	Ефективна еквівалентна доза (доза опромінення всього тіла)
Перегляд кінофільму на кольоровому телевізорі на відстані від екрана близько 2 метрів	близько 0,01 мкЗв
Щоденний перегляд телевізора, впродовж трьох годин, протягом року	5–7 мкЗв
Опромінювання через радіоактивні викиди з АЕС в районі розміщення станції, упродовж року	0,2–1 мкЗв
Опромінювання через викид природних радіонуклідів з димом, упродовж року	2–5 мкЗв
Політ на літаку, що летить із швидкістю нижче за швидкість звуку, впродовж 1 години	4–7 мкЗв
Політ на літаку, який летить з понад звуковою швидкістю, впродовж 1 години. Літак типу «Конкорд» (висота польоту 18–20 км.)	10–30 мкЗв
Політ впродовж 1 доби на орбітальному космічному кораблі (без спалахів на Сонці)	0,18–0,35 мЗв
Флюрографія	0,1-0,5 мЗв
Рентгенографія грудної клітки	0,1–1 мЗв
Рентгеноскопія грудної клітки	2–4 мЗв
Рентгенографія зубів	0,03–3 мЗв
Рентгенівська томографія	5–100 мЗв
Рентгендіагностика при раку легенів	біля 0,05 Зв
Рентгеноскопія шлунка, кишечника	0,1–0,25 мЗв

Біологічна дія радіації, шляхи опромінення

Біологічна дія радіації – це сукупність процесів у живому організмі, що виникають під дією іонізаційного випромінювання (ІВ).

Зовнішнє опромінення – вплив на організм ІВ від зовнішніх джерел

Внутрішнє опромінення – опромінення організму, окремих його органів і тканин радіонуклідами, які потрапили всередину організму через органи дихання (інгаляційний шлях), шлунково-кишковий тракт і шкірні покриви.

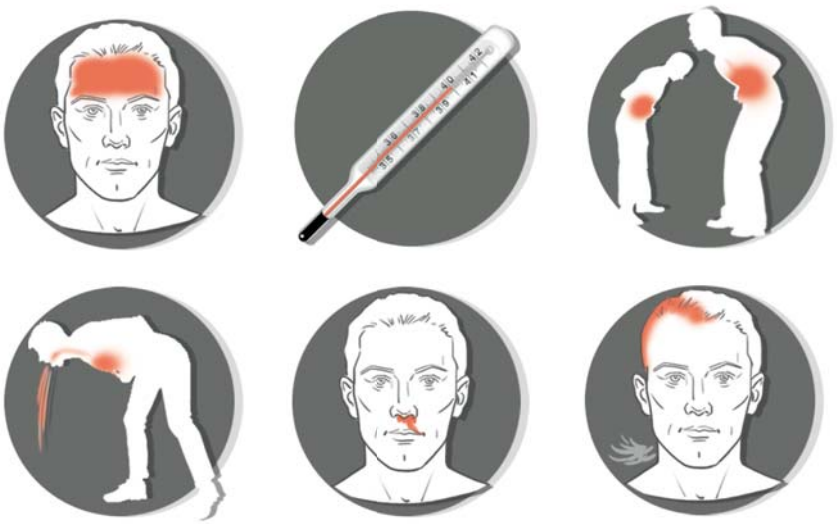


Безпосередні й віддалені наслідки

Соматичні ефекти – виявляються безпосередньо в опроміненого.

Безпосередньо після опромінення (детерміністичні нестохастичні ефекти):

Променева хвороба



Локальні променеві ураження

Впродовж років (стохастичні вірогіднісні ефекти):

Виникнення пухлин

Скорочення життя

Генетичні ефекти – це результати опромінення геному зародкових клітин і виявляються вони в потомстві опромінених людей у вигляді вроджених каліцтв і порушень, що передаються спадково.

Основні принципи забезпечення радіаційної безпеки та радіаційного захисту

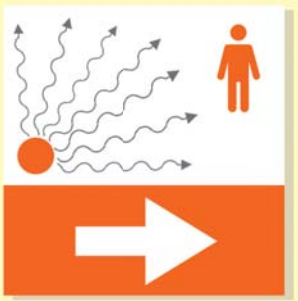
- будь-яка практична діяльність, що супроводжується опроміненням людей, не повинна здійснюватися, якщо вона не приносить більшої користі людям, що опромінюються, або суспільству загалом порівняно зі шкодою, що вона заподіює **(принцип виправданості)**;

- рівні опромінення від всіх, що потрапляють під регулювання, видів практичної діяльності не повинні перевищувати встановлені межі доз **(принцип неперевищення)**;

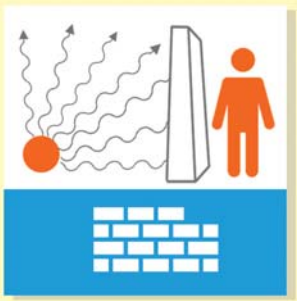
- рівні індивідуальних доз і/або кількість осіб, що опромінюються, стосовно кожного джерела випромінювання повинні бути настільки низькими, наскільки це може бути досягнуто з урахуванням економічних і соціальних факторів (**принцип оптимізації** – принцип **ALARA** – As Low As Reasonably Achievable).

Безпека персоналу досягається шляхом:

- зменшення часу роботи з джерелом випромінювання



- збільшення відстані від джерела випромінювання



- екранування джерела випромінювання

Ліміти доз та допустимі рівні

Числові значення ***лімітів доз*** встановлюються на рівнях, що не допускають можливості виникнення ***детерміністичних ефектів*** опромінення і одночасно гарантують настільки низьку ймовірність виникнення ***стохастичних ефектів*** опромінення, що вона є прийнятною і для окремих осіб, і для суспільства загалом.

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

Ліміти доз опромінення (мЗв за рік)

	Категорія осіб, які зазнають опромінювання		
	А[а) б)]	Б[а)]	В[а)]
DL_E (ліміт ефективної дози)	20[в)]	2	1
Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінення:			
- DLI_{ens} (для кришталика ока)	150	15	15
- DL_{skin} (для шкіри)	500	50	50
- DL_{extrim} (для п'ястей та стіп)	500	50	-

Примітки:
а) – розподіл дози опромінення протягом календарного року не регламентується;
б) – для жінок дітородного віку (до 45 років) та для вагітних жінок діють обмеження пункту 5.6 НРБУ-97;
в) – в середньому за будь-які послідовні 5 років, але не більше ніж 50 мЗв за окремий рік (DL_{max}).

Опромінення персоналу категорії А

Для персоналу (категорія А) індивідуальна річна ефективна доза не повинна перевищувати значення ЛД для цієї категорії.

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

Радіоактивне забруднення шкіри, спецодягу та робочих поверхонь не повинно перевищувати ДЗА (Додаток 3 НРБУ-97).

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

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

Індивідуальний дозиметричний контроль у конкретних для кожного випадку обсягах є обов'язковим для осіб, у яких річна ефективна доза опромінення може перевищувати 10 мЗв/рік.

Під час індивідуального дозиметричного контролю треба зважати на індивідуальні умови опромінювання працівника.

Плановане підвищення опромінювання персоналу

Плановане підвищення опромінювання персоналу – це опромінення персоналу (категорія А) вище від встановлених лімітів доз у непередбачуваних ситуаціях у практичній діяльності. Непередбачувані ситуації, за яких допускається планувати підвищене опромінення персоналу, характеризуються такими умовами:

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

Обґрунтування підвищеного опромінення персоналу полягає в тому, що шкода від перевищення лімітів доз в окремих осіб з персоналу буде значно меншою, ніж можлива шкода у разі розвитку радіаційної аварії.
Під час планування підвищеного опромінення персоналу використовується значення ЛДmax за один окремий рік – 50 мЗв.
Плановане підвищене опромінення персоналу, в дозах від 1 до 2 ЛДmax (50–100 мЗв/рік) дозволяється місцевими органами Державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

Порядок допуску персоналу до таких робіт розглянуто у відповідному розділі ОСПУ.

- Опромінення персоналу при дозі не більше за 2 ЛДmax (100 мЗв/рік) повинно бути скомпенсовано так, щоб після десятирічного періоду ефективна доза за цей час (разом з дозою від виконання спеціальних робіт), не перевищувала 200 мЗв.
- Плановане опромінення персоналу, в дозах від 2 до 5 ЛДmax може дозволити у виняткових випадках Міністерство охорони здоров'я України один раз протягом всієї трудової діяльності працівника.
- Особи, які зазнали одноразового опромінення в дозі 2 ЛДmax і більше, мають бути виведені з зони опромінювання і скеровані на медичне обстеження. Подальша робота з джерелами випромінювання цим особам дозволяється в індивідуальному порядку відповідно до вимог ОСПУ за умови інформування про ризики для їхнього здоров'я та отримання письмової згоди від них.
- Забороняється повторне плановане підвищене опромінення, 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) та на них поширюються вимоги щодо опромінення персоналу категорії А.

Допустимі рівні загального радіоактивного забруднення робочих поверхонь, шкіри (протягом робочої зміни), спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту (частинок на квадратний сантиметр за хвилину, част./см²*хв)

Об'єкт забруднення	Альфа-активні нукліди		Бета-активні[2] нукліди
	Окремі[1]	Інші	
Непошкоджена шкіра, спецбілизна, рушники, врутрішня поверхня лицьових частин засобів індивідуального захисту	1	1	100
Основний спецодяг, внутрішня поверхня додаткових засобів індивідуального захисту	5	20	800
Поверхні приміщень постійного перебування персоналу та розміщеного в них обладнання, зовнішня поверхня спецвзуття	5	20	2000
Поверхні приміщень періодичного перебування персоналу та розміщеного в них обладнання	50	200	8000
Зовнішня поверхня додаткових засобів індивідуального захисту, що знімаються в саншлюзах	50	200	10000

[1] До окремих належать альфа-випромінювальні радіонукліди, середньорічна допустима об'ємна активність яких у повітрі робочих приміщень менша ніж 0,3 Бк/м³.

[2] Для радіонуклідів з максимальною енергією електронів (бета-частинок) меншою ніж 50 кеВ допустимі рівні та порядок радіаційного контролю забруднення робочих поверхонь встановлюються окремими документами стосовно конкретного виробництва.

Рівні загального радіоактивного забруднення шкіри визначені з урахуванням проникання частини забруднення через непошкоджену шкіру з відповідним коефіцієнтом всмоктування радіонукліду в шкіру та в організм. Розрахунок проведено в припущенні, що загальна площа забруднення не повинна перевищувати 300 см2 шкіри.
Допустимі рівні забруднення шкіри, спецодягу, внутрішньої поверхні лицьових частин засобів індивідуального захисту для $^{90}Sr + {}^{90}Y$, $^{144}Ce + 1^{44}Pr$, $^{106}Ru + {}^{106}Rh$ встановлюються у 5 разів меншими: 40 част./см²*хв.

РОЗДІЛ 2

ЗНАКИ НЕБЕЗПЕКИ
ТА МАРКУВАННЯ

Попереджувальні знаки небезпечних вантажів класу 7

Попереджувальний знак (основний) розміщується вертикально на кожному боці, а також на передній і задній стінках великих вантажних контейнерів, у яких перевозяться пакування (за винятком звільнених), і резервуарах.

Номер ООН проставляється на окремому попереджувальному знаці для окремого зображення номера ООН та розміщується поряд з основним попереджувальним знаком на всіх чотирьох боках контейнера або резервуара.

Використання слова "РАДІОАКТИВНО" ("RADIOACTIVE") у нижній частині не обов'язкове, що дозволяє як варіант застосовувати цей знак для зображення відповідного номера ООН для вантажу.

Витяги з переліку номерів ООН
із зазначенням належних транспортних найменувань

Номер ООН	НАЛЕЖНЕ ТРАНСПОРТНЕ НАЙМЕНУВАННЯ[a)] та опис	Додаткова небезпека
2910	Радіоактивний матеріал, звільнене паковання – обмежена кількість матеріалу	
2911	Радіоактивний матеріал, звільнене паковання – прилади або вироби	
2909	Радіоактивний матеріал, звільнене паковання – вироби, виготовлені з природного урану або збідненого урану або природного торію	
2908	Радіоактивний матеріал, звільнене паковання – порожній пакувальний комплект	
2912	Радіоактивний матеріал, низька питома активність (LSA-I), неподільний або подільний-звільнений[b)]	
3321	Радіоактивний матеріал, низька питома активність (LSA-II), неподільний або подільний-звільнений[b)]	
3322	Радіоактивний матеріал, низька питома активність (LSA-III), неподільний або подільний-звільнений[b)]	
2913	Радіоактивний матеріал, об'єкти з поверхневим радіоактивним забрудненням (SCO-I або SCO-II), неподільний або подільний-звільнений[b)]	
2915	Радіоактивний матеріал, паковання типу A, неособливої форми, неподільний або подільний-звільнений[b)]	
3332	Радіоактивний матеріал, паковання типу A, ОСОБЛИВОЇ ФОРМИ, неподільний або подільний-звільнений[b)]	
2916	Радіоактивний матеріал, паковання типу B(U), неподільний або подільний-звільнений[b)]	
2917	Радіоактивний матеріал, паковання типу B(M), неподільний або подільний-звільнений[b)]	
3323	Радіоактивний матеріал, паковання типу C, неподільний або подільний-звільнений[b)]	
2919	Радіоактивний матеріал, що перевозиться в спеціальних умовах, неподільний або подільний-звільнений[b)]	
2978	Радіоактивний матеріал, гексафторид урану, неподільний або подільний-звільнений[b), c)]	корозійна (клас 8 ООН)
3324	Радіоактивний матеріал, низька питома активність (LSA-II), ПОДІЛЬНИЙ	
3325	Радіоактивний матеріал, низька питома активність (LSA-III), ПОДІЛЬНИЙ	
3326	Радіоактивний матеріал, ОБ'ЄКТИ З ПОВЕРХНЕВИМ РАДІОАКТИВНИМ ЗАБРУДНЕННЯМ (SCO-I або SCO-II), подільний	
3327	Радіоактивний матеріал, паковання типу A, подільний, неособливої форми	
3333	Радіоактивний матеріал, паковання типу A, особливої форми, подільний	
3328	Радіоактивний матеріал, паковання типу B(U), подільний	
3329	Радіоактивний матеріал, паковання типу B(M), подільний	
3330	Радіоактивний матеріал, паковання типу C, подільний	
3331	Радіоактивний матеріал, що ТРАНСПОРТУЄТЬСЯ В СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВАХ, ПОДІЛЬНИЙ	
2977	Радіоактивний матеріал, гексафторид урану, подільний[c)]	корозійна (клас 8 ООН)

Знаки небезпеки радіоактивних матеріалів

Знак небезпеки категорії
I-БІЛА.
Колір фону знака небезпеки – білий, колір основного знака радіаційної небезпеки (трилисника) і написів – чорний, колір смуги, що позначає категорію, – червоний.

Знак небезпеки категорії
II-ЖОВТА.
Колір фону верхньої половини знака небезпеки – жовтий, нижньої половини – білий, колір основного знака радіаційної небезпеки (трилисника) і написів – чорний, колір смуг, що позначають категорію, – червоний.

Знак небезпеки категорії
III-ЖОВТА.
Колір фону верхньої половини знака небезпеки – жовтий, нижньої половини – білий, колір основного знака радіаційної небезпеки (трилисника) і написів – чорний, колір смуг, що позначають категорію, – червоний.

Знак небезпеки індексу безпеки з критичності.
Колір фону знака небезпеки – білий, колір написів – чорний.

Транспортний індекс та класифікаційна таблиця небезпечних вантажів класу 7

Транспортну категорію радіаційного паковання призначають залежно від максимального рівня випромінювання в будь-якій точці зовнішньої поверхні паковання, а також умов ядерної критичності відповідно до таблиці

Транспортний індекс	Максимальний рівень випромінювання в будь-якій точці зовнішньої поверхні паковання, мЗв/год	Категорія паковання
0[1)]	Не більше ніж 0,005	I-БІЛА
Понад 0, але не більше 1[1)]	Понад 0,005, але не більше ніж 0,5	II-ЖОВТА
Понад 1, але не більше ніж 10	Понад 0,5, але не більше ніж 2	III-ЖОВТА
Понад 10	Понад 2, але не більше ніж 10	III-ЖОВТА[2)]

[1)] Якщо виміряний транспортний індекс не перевищує 0,05,то наведене значення може дорівнювати нулеві.
[2)] Перевозять за умови виняткового використання.

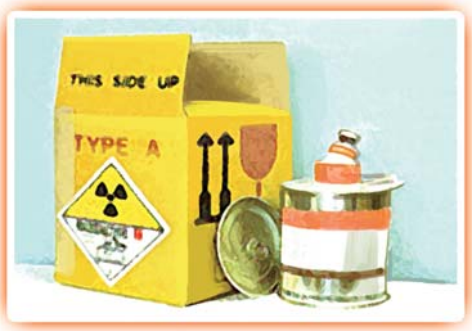
Класифікаційна таблиця небезпечних вантажів класу 7
залежно від виду додаткової небезпеки

Номер категорії	Категорія	Вид небезпеки		Класифікаційний шифр
		основний	додатковий	
1	Радіоактивні матеріали, які перевозять за спеціальною угодою	7	-	7111 7112 7113
2	Радіоактивні матеріали з низькою питомою активністю, які перевозять за умови виняткового використання	7	-	7121 7122 7123
3	Радіоактивні матеріали з низькою питомою активністю	7	-	7131 7132 7133
4	Радіоактивні матеріали пірофорні	7	4.3	7141 7142 7143
5	Радіоактивні матеріали, окисники	7	5.1	7151 7152 7153
6	Об'єкти з поверхневим радіоактивним забрудненням	7	-	7161 7162 -
7	Радіоактивні джерела випромінювання (ізотопи)	7	-	7171 7172 7173
8	Радіоактивні матеріали корозійні	7	8	7181 7182 7183
9	Радіоактивні матеріали, на які поширюються деякі винятки з Правил перевезення	7	-	7191 7192 7193

Приклади нанесених попереджувальних знаків та знаків небезпеки на контейнери та різноманітні паковання

Основний попереджувальний знак на резервуарі.

Основний попереджувальний знак на вантажному контейнері.



Знак небезпеки на пакованні.

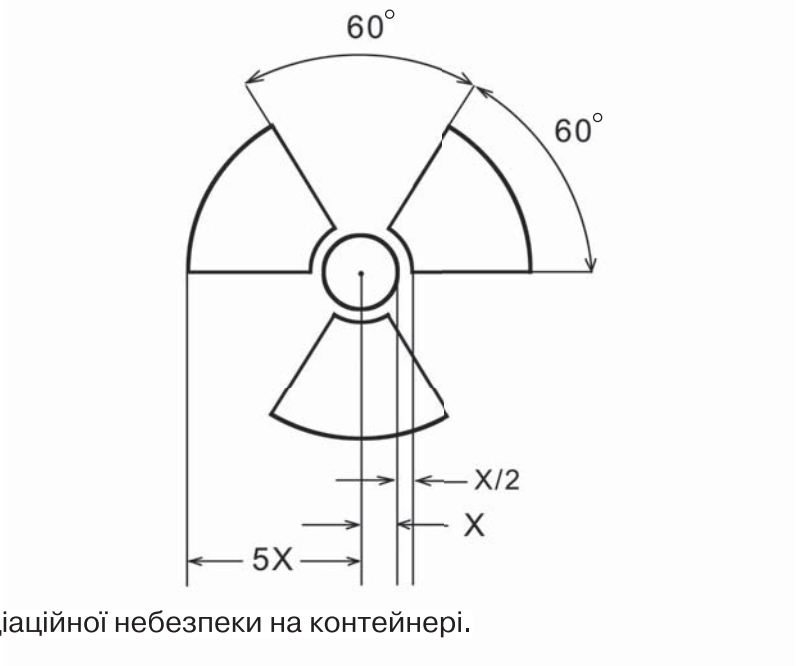
Знак небезпеки на контейнері.

Знак небезпеки на контейнері.

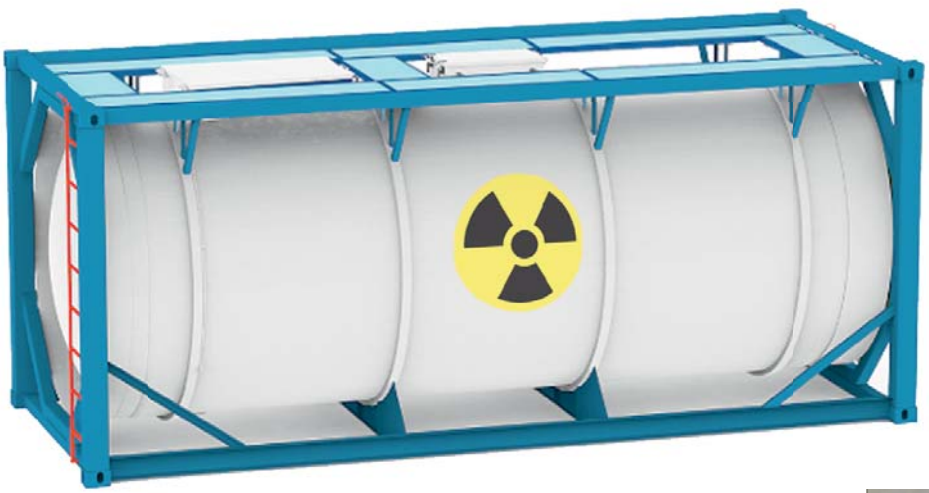
Знак небезпеки на контейнері.

Приклад знака радіаційної небезпеки у вигляді трилисника

Кожний пакувальний комплект із значним вмістом радіоактивних матеріалів повинен мати на зовнішній поверхні зовнішньої ємності, стійкої до впливу вогню й води, чітке маркування, нанесене способом карбування, штампування та іншими стійкими до впливу вогню й води способами, із зображенням знака радіаційної небезпеки у вигляді трилисника.



Основний знак радіаційної небезпеки на контейнері.



Основний знак радіаційної небезпеки на контрольному джерелі іонізаційного випромінювання

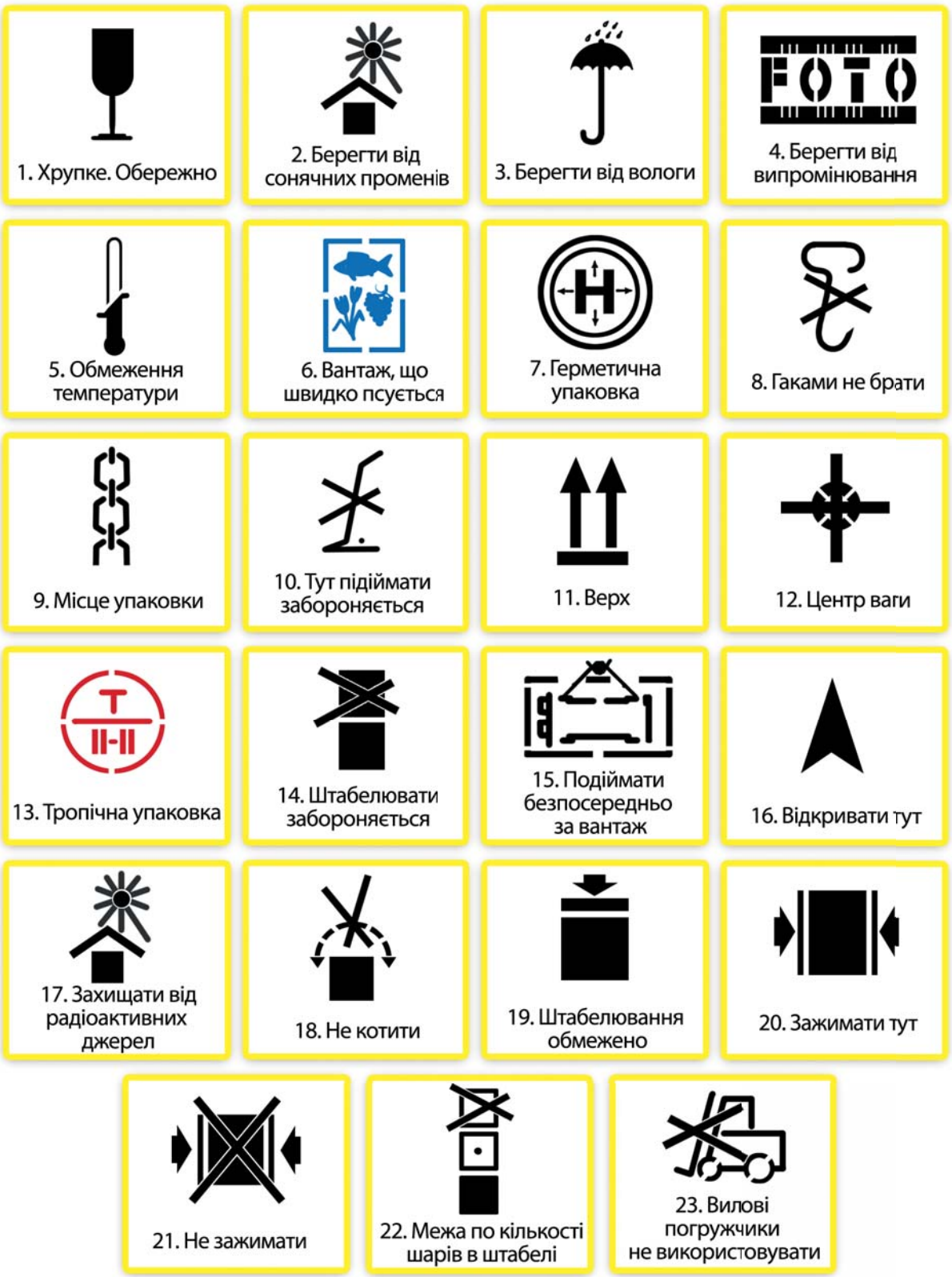
Знаки радіаційної небезпеки на позначення об’єктів на місцевості та приклади їх застосування

Попереджувальний знак призначений для привернення уваги до об’єктів потенційної та/або дійсної небезпеки шкідливого впливу на людей іонізаційного випромінювання. Допускається нанесення написів: «I клас робіт», «II клас робіт», «III клас робіт», «Гамма-випромінювання!», «Нейтронне джерело», «Радіоактивність!» тощо.

На застарілих та закордонного виробництва джерелах іонізаційного випромінювання можуть траплятись і такі знаки радіаційної небезпеки:

Приклади маркування об’єктів із вмістом радіоактивних матеріалів.

Маркування вантажів



РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА СИТУАЦІЇ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ