

МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ



РЕАГУВАННЯ НА ПОСЯГАННЯ НА ДЖЕРЕЛА РАДІОЛОГІЧНОЇ
НЕБЕЗПЕКИ

навчально-методичні рекомендації

Кривий Ріг 2022

Рекомендовано до друку Вченою радою Донецького державного
університету внутрішніх справ
(протокол № 6 від 21 грудня 2022 р.)

Укладачі:

- т.в.о. завідувача кафедри спеціальних дисциплін та професійної підготовки факультету № 1 КННІ, к.п.н., доцент Андрій Краснощок;
- викладач кафедри спеціальних дисциплін та професійної підготовки факультету № 1 КННІ Дмитро Діхтяр.

Рецензенти:

В.С.Тулінов, завідувач кафедри тактико-спеціальної підготовки факультету № 2 Донецького державного університету внутрішніх справ, кандидат юридичних наук, доцент, підполковник поліції;

О.А.Курбатов, начальник управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення виконкому Криворізької міської ради;

О.Є. Свірідов, головний інспектор відділу запобігання надзвичайним ситуаціям Криворізького районного управління ГУ ДСНС України у Дніпропетровській області.

Реагування на посягання на джерела радіологічної небезпеки:
науково-методичні рекомендації / Укладачі: Краснощок А.В., Діхтяр Д.Ю.
Кривий Ріг: Донецький державний університет внутрішніх справ, 2022. 38 с.

Навчально-методичні рекомендації розроблено для надання теоретичної та практичної допомоги в підготовці здобувачів та здобувачок вищої освіти ЗВО МВС України, поліцейських територіальних підрозділів поліції та військовослужбовців Національної гвардії України, що залучаються до виконання обов'язків із забезпечення публічної безпеки та порядку з огляду на особливу небезпеку, що міститься у джерелах радіаційного випромінювання.

Навчально-методичні рекомендації стануть в нагоді здобувачам та здобувачкам вищої освіти під час відпрацювання практичних занять з навчальної дисципліни «Тактико-спеціальна підготовка», «Особиста безпека поліцейського» та співробітникам практичних підрозділів в оволодінні необхідних практичних навичок та вмінь при загрозах, пов'язаних з джерелами іонізуючого випромінювання. Адже в світі, в тому числі і в Україні, є багато прикладів втрати контролю за джерелами іонізуючого випромінювання (радіонуклідами промислового, наукового або медичного призначення), в тому числі є чисельні випадки виникнення радіаційних інцидентів (аварій), під час яких внаслідок нехтування правилами радіаційної безпеки (необережність або незнання, відсутність дозиметричного обладнання тощо) під опромінення іонізуючим випромінюванням підпадала велика кількість людей та об'єктів навколишнього середовища.

© Краснощок А.В.,
Діхтяр Д.Ю., 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ I. ПОНЯТТЯ ТА ВИДИ ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	6
1.1. Ядерні матеріали	6
1.2. Радіоактивні речовини (матеріали, ізотопи, радіонукліди)	12
РОЗДІЛ II. ЗАГРОЗИ, ЩО ПОВ'ЯЗАНІ З ДЖЕРЕЛАМИ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	17
РОЗДІЛ III. РЕАГУВАННЯ ПРАЦІВНИКІВ ПОЛІЦІЇ НА ДЖЕРЕЛА ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЕННЯ	26
ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	37

ВСТУП

Сучасний стан розвитку правоохоронної системи ставить завдання щодо якісної підготовки поліцейських. Одним з викликів сучасності є загроза незаконного обігу радіоактивних матеріалів (ядерні матеріали, радіоактивні відходи та джерела іонізуючого випромінювання), що може призвести до іонізуючого випромінювання.

Наслідком дії радіації (іонізуючого випромінювання) є іонізація середовища, яке зазнає впливу радіації. Що стосується наслідків впливу радіації на біологічні об'єкти, зокрема на людину, то вони будуть різними залежно від дози опромінення.

Одночасно, в умовах протидії військової агресії перед Україною постало питання виробити ефективний механізм щодо забезпечення національної безпеки. Особливої уваги заслуговують питання, пов'язані з підготовкою поліцейських з реагування та захисту джерел іонізуючого випромінювання.

Дослідження загроз, що пов'язані з джерелами іонізуючого випромінювання на сьогодні надзвичайно актуальні. Адже в світі, в тому числі і в Україні, є багато прикладів втрати контролю за джерелами іонізуючого випромінювання (радіонуклідами промислового, наукового або медичного призначення), в тому числі є чисельні випадки виникнення радіаційних інцидентів (аварій), під час яких внаслідок нехтування правилами радіаційної безпеки (необережність або незнання, відсутність дозиметричного обладнання тощо) під опромінення іонізуючим випромінюванням підпадала велика кількість людей та об'єктів навколишнього середовища.

Для більшого розуміння небезпек, які несуть в собі джерела радіації в роботі проаналізовано деякі найбільш відомі випадки втрати контролю за джерелами іонізуючого випромінювання. На їх прикладі показано механізм дії радіологічної зброї і радіологічного випромінюючого або дисперсійного

(розсіюючого) пристрою - «брудної бомби», а також висока доступність отримання матеріалу для її створення.

Зважаючи на актуальність проблеми загроз, що несуть джерела іонізуючого випромінювання їй присвячені ґрунтовні дослідження. Так аналізом безпеки атомних станцій здійснювали В. Бегун, О. Горбунов, І.Кащенко[1].

П. Корчагін, А. Замостян, В. Шестопапов, Б.Мартинів свої роботи присвятили дослідженню звалищ радіоактивних матеріалів[4,6].

Свої зусилля для розробки стратегії розвитку ядерної енергетики України доклали Б. Патон, О. Бакай, В. Бар'яхтар, І. Неклюдов[14].

РОЗДІЛ I. ПОНЯТТЯ ТА ВИДИ ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

1.1. Ядерні матеріали

Ядерний матеріал (подільний матеріал) це матеріал, який при відповідних умовах може вступати в ланцюгову ядерну реакцію з вивільненням великої кількості енергії.

До даних матеріалів відносяться:

- Pu (плутоній), за винятком плутонію з концентрацією ізотопів, яка перевищує 80% по плутонію-238;
- U(уран) -233;
- U(уран), збагачений ізотопами урану-235 або урану-233;
- уран, що містить суміш ізотопів, що зустрічається в природі у формі, відмінній від руди або рудних залишків;
- будь-який матеріал, що містить один або більше з названих вище елементів.

До подільних матеріалів не відносяться: неопромінений природний уран або збіднений уран; природний уран або збіднений уран, опромінений тільки в реакторах на теплових нейтронах.

Де «уран, збагачений ізотопами U-235 або U-233», означає уран, що містить ізотопи U-235 або U-233 або обидва ізотопи в такій кількості, що надлишковий відсоток суми цих ізотопів порівняно з ізотопом U-238 вище, ніж відсоток ізотопу U-235 в порівнянні з ізотопом U-238, який зустрічається в природі[5].

Згідно пункту 24 Наказу Державного комітету ядерного регулювання України від 27 жовтня 2020 року №436 **природний уран** – уран (який може бути хімічно виділений), що містить природну суміш ізотопів урану (приблизно 99,28% урану-238 і 0,72% урану-235 за масою) [9].

Даний тип вже хімічно виділеного урану, який називають ще «жовтий кек» (від англ. «Yellow Cake» – в перекладі дослівно – «жовтий пиріг») отримують з уранової руди методами сортування, вилуговування, різноманітних хімічних процесів тощо.

«Жовтий пиріг» - це речовина, яка представляє з себе концентрат ізотопів урану 235 та 238 у вигляді оксиду U_3O_8 – це вихідний компонент ядерного паливного циклу. В наступному з нього виготовляють гексафторид урану UF_6 , під час центрифугування або газової дифузії якого проводять розділення молекул гексафториду урану з ураном-235 від молекул гексафториду урану з ураном-238. Даний процес розділення називають «збагаченням урану»[5].

Треба зазначити, що уран-238 який міститься в урановій руді може зустрічатися в об'єктах навколишнього середовища, а також в предметах широкого використання: будівельних матеріалах (наприклад - гіпсокартон), предметах домашнього ужитку (посуд з фарфору та кольорового уранового скла, скло з глазур'ю), ювелірних виробів з скляної емалі, зубопротезних виробів з кераміки тощо (рис.1). Треба розуміти, що крім ізотопів урану в суміші можуть міститися інші домішки природніх хімічних речовин. До ядерних матеріалів даний ізотоп урану не відноситься, він відноситься до категорії природніх радіонуклідів.



Рис. 1

У відповідності до поставлених задач очищення (в основному використовується термін «Збагачення») урану-235 від урану-238 проводять до відповідної концентрації.

Згідно пункту 24 Наказу Державного комітету ядерного регулювання України від 27 жовтня 2020 року №436 **збагачений уран** - уран, що містить кількість урану-235 у процентному вираженні за масою більше 0,72%. У всіх випадках присутня дуже невелика в процентному вираженні за масою кількість урану-234 (0,0055%-0,01%) [9]. В даному випадку домішки інших речовин за рахунок хімічного виділення відсутні.

Згідно із визначенням можна констатувати, що до збагаченого урану відноситься уран в якому відсоткове значення по масі урану-235 більше 0,72%. Але якщо дивитися з точки зору використання збагаченого урану-235, то існує ще декілька типів збагаченого урану:

- низькозбагачений уран **НЗУ** ($U-235 < 20\%$);
- високозбагачений уран **ВЗУ** ($U-235 \geq 20\%$);

«Матеріал прямого використання» – ядерний матеріал, що може бути використаний для виробництва ядерних вибухових пристроїв без трансмутації або подальшого збагачення.

До **НЗУ** відносяться вироби які використовуються, наприклад у ядерній енергетиці – це керамічні так звані «таблетки» (рис.2) для тепловиділяючих елементів ТВЕЛ – головного конструктивного елементу активної зони ядерних реакторів. Керамічні таблетки містять у собі діоксид урану UO_2 з концентрацією урану-235 від 2 до 5 %.

НЗУ із збагаченням урану-235 до 20% використовують в основному у дослідних та експериментальних реакторах.



Рис. 2

До ВЗУ відноситься уран, який використовують для створення ядерної зброї та у енергетичних ядерних реакторах з довготривалою ядерною компанією (тобто з не частим перезавантаженням або навіть без перезавантаження паливних елементів). До даних реакторів відносяться реактори космічних апаратів та кораблів. Для забезпечення максимального енерговиходу у ядерній зброї використовується уран-235 з концентрацією більше 90% (рис.3).



Рис. 3

Альтернативою процесу збагачення урану є створення плутонієвої бомби на основі ізоотопів плутонію-239. Плутоній не зустрічається у природі, його отримують штучним шляхом у спеціальних ядерних реакторах, опромінюючи нейтронами ядра атомів урану-238. У подальшому уран з напрацьованим плутонієм відправляють на радіохімічні заводи, де хімічним способом вилучають напрацьований плутоній-239 (рис.4).



Рис. 4

Розглядаючи ступені збагачення урану треба також звернути увагу ще на один вид урану – це збіднений уран.

Збіднений уран - уран, що містить меншу в процентному вираженні кількість урану-235 за масою в порівнянні з природним ураном (кількість

урану-235 менше ніж 0,72%, за різними джерелами інформації - приблизно 0,1-0,4% урану-235)[5].

Даний тип урану отримується внаслідок переробки уранової руди. Він може зустрічатись в різноманітному обладнанні (противовіси для літаків, гірокомпаси) (рис.5), а також у якості екрануючих матеріалів (контейнери для зберігання та транспортування потужних джерел радіації) (рис.6). Також він дуже широко застосовується у якості осердя броньованих снарядів артилерійських гармат (рис.7).



Противовіс літака

Гірокомпас

Рис. 5



(діючі)

(бувши у вжитку)

(фрагментований)

Контейнери із збідненого урану

Рис. 6



Рис. 7

В даних виробках, які проілюстровані на рисунках 5,6,7 домішки інших речовин в металевому урані відсутні у зв'язку із проведеним хімічним виділенням ізотопів урану.

Розглядаючи типи збагачення урану та плутонію ми повинні розуміти, що ядерний тероризм має на увазі використання матеріалів, що діляться збройової якості – урану-235 із збагаченням більше 90% (високо збагачений збройовий уран ВЗЗУ) і плутонію-239 з ізотопною чистотою не менше 94% [5].

Згідно з оцінками, поширеними в п'яти країнах, що володіють ядерною зброєю, для створення простого ядерного боєзаряду досить 25 кг ВЗЗУ. За експертними висновками – 16 кг ВЗЗУ та 4-5 кг плутонію. При використанні урану 20 відсоткового збагачення (ВЗУ) знадобиться 800 кг матеріалу для досягнення критичної маси, необхідної для отримання ядерного вибуху.

Але, виходячи з визначення «Значуща кількість» для створення простого ядерного боєзаряду досить 25 кг ВЗУ (уран-235 \geq 20%) або 8 кг плутонію (з концентрацією, яка менше 80% по плутонію-238), що приблизно співпадає з розміром вольфрамового шару зображеного на *рисунку 8*. Також для створення ядерного вибухового пристрою можливо використати 75 кг урану із збагаченням, що дорівнює або менше 20%, або 10 тон природнього урану, або 20 тон збідненого урану.

«Значуща кількість» – приблизна кількість ядерного матеріалу, з якої, беручи до уваги будь-які процеси конверсії, не виключна можливість виробництва ядерного вибухового пристрою (Наказ Державного комітету ядерного регулювання України від 08.06.2004 року №101) [8].



Рис. 8

1.2. Радіоактивні речовини (матеріали, ізотопи, радіонукліди)

Радіоактивна речовина (матеріал, ізотоп, радіонуклід)» (рис.9) означає ядерний матеріал та інші радіоактивні речовини, які містять нукліди, що розпадаються мимовільно (процес, що супроводжується виділенням іонізуючого випромінювання одного або кількох видів, наприклад альфа-випромінювання, бета-випромінювання, нейтронного випромінювання і гамма-випромінювання), та які можуть унаслідок своїх радіологічних властивостей або властивостей свого поділу спричинити смерть, серйозне каліцтво або суттєву шкоду власності чи навколишньому середовищу. Також під час розпаду даних матеріалів можливе виділення невеликої кількості тепла та світла.

Ізотоп (нуклід) – один з двох чи з декількох атомів того самого елемента, що мають однакове число протонів в своїх ядрах, але відрізняються числом нейтронів[5]. Ізотопи мають однаковий атомний номер, але різні масові числа. Ізотопи елементів позначаються написанням їх

масових чисел зверху перед символом, наприклад: ^{235}U чи ^{238}U , чи масове число слідує за назвою чи символом елементу, наприклад: уран-235 чи уран-238.



Рис. 9

Іонізуюче випромінювання завдяки своїм властивостям може діяти на навколишнє середовище шляхом утворення іонів (рис.10).

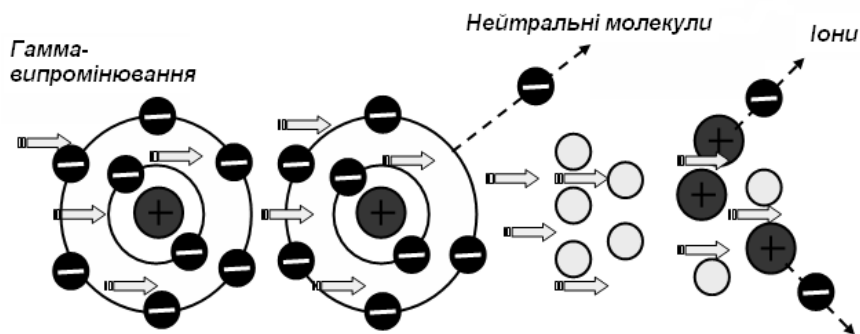


Рис. 10

В ланцюгову ядерну реакцію дані матеріали не вступають, тому не можуть бути використані у створенні ядерного вибухового пристрою.

Законодавством України в сфері використання ядерної енергії визначено, що (радіонуклідне) джерело іонізуючого випромінювання (ДІВ) – це «фізичний об'єкт, крім ядерних установок, що містить радіоактивну речовину (та/або ядерний матеріал), або технічний пристрій, який створює або за певних умов може створювати іонізуюче випромінювання» (Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку»)[10].

ДІВ застосовуються в таких приладах як медичні гамма-терапевтичні апарати, гамма-дефектоскопи, густиноміри, товщиноміри, нейтралізатори статичної електрики, радіоізотопні релейні прилади, димові сповіщувачі, дозиметричні прилади тощо.

Виходячи з того як генерується випромінювання, джерела розподіляють на **радіонуклідні** (на основі природних і штучних радіоактивних ізотопів) та **фізико-технічні джерела** (нейтронні та рентгенівські трубки, прискорювачі заряджених частинок).

За призначенням джерела іонізуючого випромінювання розподіляють на **калібрувальні** (еталонні), **контрольні** (робочі) і **промислові** (технологічні).

Калібрувальні джерела застосовуються при калібруванні та метрологічній повірці ядерно-фізичного обладнання.

Контрольні джерела застосовуються для налагодження ядерно-фізичних приладів та установок (спектрометрів, радіометрів, дозиметрів) шляхом контролю за стабільністю та повторюваністю показів приладів в певній геометрії положення джерела відносно детектора випромінювання.

Промислові джерела застосовують в виробничих процесах і установках промислового призначення (ядерні методи каротажу, дефектоскопія, методи аналізу речовин тощо).

До технічних характеристик джерел відносяться:

- вид випромінювання;
- геометрія джерела (форма, розміри). За геометрією розрізняють точкові та протяжні джерела.

Протяжні джерела можуть бути лінійними, поверхневими або об'ємними (обмежених, напівнескінчених або нескінчених розмірів). Фізично точковим можна вважати таке джерело, максимальні розміри якого набагато менші відстані до точки детектування і довжини вільного пробігу в матеріалі джерела (ослабленням випромінювання в джерелі можна знехтувати). Поверхневі джерела мають товщину набагато меншу, ніж відстань до точки детектування і довжина вільного пробігу в матеріалі джерела. В об'ємному джерелі випромінювачі розподілені в тривимірній сфері простору.

Відповідно до класифікації Міжнародного Агентства з Атомної Енергії (МАГАТЕ) всі джерела іонізуючого випромінювання в залежності від активності діляться на **п'ять категорій**. В основу системи категоризації

покладено поняття «небезпека радіоактивного джерела», яка оцінюється у величинах D.

Величина D – це значення активності для кожного радіонукліда, яке за відсутністю контролю за джерелом, що вміщує цей радіонуклід, може призвести до тяжких детермінованих наслідків для здоров'я людини[5].

Показники активності радіоактивного матеріалу (A) в джерелі можуть коливатися в діапазоні багатьох порядків. Величина D використовується для приведення цих значень активності до певного контрольованого діапазону, що дозволив би порівнювати ступені ризику. Для цього активність A радіоактивного джерела ділиться на величину D відповідного радіонукліда. Радіоактивне джерело може бути категоризоване на підставі співвідношення A/D. Відповідно до такого підходу радіоактивні джерела діляться на категорії: 1, 2, 3, 4, 5.

Радіоактивні джерела характеризуються як:

надзвичайно небезпечні для людини	– 1 категорія;
дуже небезпечні для людини	– 2 категорії;
небезпечні для людини	– 3 категорія;
малоймовірно небезпечні для людини	– 4 категорія;
дуже малоймовірно небезпечні для людини	– 5 категорія.

МАГАТЕ в публікації з фізичної ядерної безпеки № 5: «Ідентифікація радіоактивних джерел і радіоактивних пристроїв» підкреслює, що коли обставини використання радіоактивного джерела є відомими, регулюючий орган може вирішити видозмінити таку категоризацію на підставі додаткових відомостей про радіоактивне джерело і характер його застосування. За окремих обставин може бути зручним присвоїти радіоактивному джерелу категорію з огляду на діяльність, у якій воно застосовується (*таблиця 1*).

Таблиця 1. Категорії радіоактивних джерел, що використовуються у звичайній практиці відповідно до класифікації МАГАТЕ

Категорія	Джерело	A/D
1	Джерела для радіоізотопних термоелектричних генераторів Джерела для опромінювачів Джерела для дистанційної променевої терапії Джерела для багатопроменевої терапії (гамма-ніж)	$A/D \geq 1000$
2	Промислові джерела гамма-дефектоскопії Джерела для брахітерапії з високою/середньою потужністю доз	$1000 > A/D \geq 10$
3	Стаціонарні промислові вимірювальні засоби з високоактивними джерелами Прилади для каротажу свердловин	$10 > A/D \geq 1$
4	Джерела для брахітерапії малих потужностей доз (крім офтальмоаплікаторів і постійних імплантатів) Промислові вимірювальні засоби без високоактивних джерел Вимірювачі щільності кісткової тканини Нейтралізатори статичної електрики	$1 > A/D \geq 0.01$
5	Джерела для брахітерапії малих потужностей доз: очні бляшки і постійні імплантати Прилади рентген-флуоресцентного аналізу Прилади електронного захвату Джерела для мессбауерівської спектрометрії Контрольні джерела для позитронної емісійної томографії	$0.01 > A/D$ і $A > \text{викл.}$

РОЗДІЛ II. ЗАГРОЗИ, ЩО ПОВ'ЯЗАНІ З ДЖЕРЕЛАМИ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

В світі є багато прикладів, коли при відсутності належного контролю за радіонуклідами промислового, наукового або медичного призначення виникали радіаційні інциденти (аварії), під час яких під опромінення іонізуючим випромінюванням підпадала велика кількість людей та об'єктів навколишнього середовища. Слід зупинитись на цих аваріях не тільки тому, що в них показаний механізм дії радіологічної зброї і радіологічного випромінюючого/дисперсійного (розсіюючого) пристрою - **«брудної бомби»**, але і також висока доступність отримання матеріалу для її створення.

Як правило, джерела випромінювання поміщені в герметичні оболонки або капсули. Закриті джерела можуть створювати тільки небезпеку зовнішнього опромінення. Руйнування зовнішньої оболонки-контейнера не означає можливість розпилення джерела, який зазвичай поміщається в спеціальну ампулу високої міцності (рис.11).

Пошкодження оболонки закритих джерел або джерела у відкритому вигляді можуть викликати попадання радіоактивних речовин всередину організму і забруднювати навколишнє середовище. Радіоактивне опромінення може призвести до променевого ураження і викликати смерть або серйозні захворювання. Умова збереження джерел випромінювання є обов'язковим, як для запобігання аварій, так і для усунення можливості створення «брудних бомб».

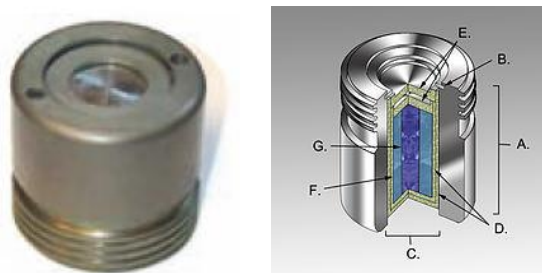


Рис. 11

Порушення збереженості радіоактивних матеріалів призводить до їх втрати, розкрадання або залишення без контролю. Тільки в США, які дуже стурбовані можливістю радіаційних терактів за даними МАГАТЕ щорічно реєструється близько 200 випадків вкрадених, загублених або кинутих радіоізотопних джерел. Фахівці вважають, що це лише «верхівка айсберга».

Радіаційні аварії виникають при спробах використання матеріалів випромінювачів в якості металобрухту, які піддаються ручному розбиранню. Особливо небезпечні випромінювачі без нагляду, що знаходяться поза контролем або загублені, що може також створити аварійну ситуацію при зборі металобрухту. Вони також можуть виявитися в металобрухті, призначеному для переплавки.

Розглянемо приклади пов'язані із втратою контролю за закритими джерелами іонізуючого випромінювання, які можуть бути використані у радіологічних випромінюючих пристроях.

Так, **в 1993 році в Анкарі, Туреччина**, три вилучених з вжитку джерела Со-60 з блоку медичної терапії були упаковані для реекспорту в США. Дві упаковки з джерелами були перевезені в Стамбул, де лежали в не охороняємих приміщеннях. У 1998 році ці приміщення були продані, а нові власники приміщень продали ці упаковки на металобрухт. Покупці принесли упаковки до себе додому, де займалися їх розбиранням до тих пір, поки не відчули себе погано і у них не виникла нудота і блювота. На той час, коли у лікарів виникла підозра про те, що причина хвороби – опромінення, а не харчове отруєння, вже були госпіталізовані 18 осіб, у десяти з них були симптоми важкої променевої хвороби.

Більш серйозна аварія з джерелом Со-60 для терапії сталася **в Таїланді, в лютому 2000 року** за тією ж схемою розбирання для здачі в металобрухт. У тих, хто перебував поблизу під час операції видалення захисного екрану, почалася нудота та блювота. У тих, хто доторкнувся до металевих частин, виникли поразки, подібні опікам, і лише через 17 днів були встановлені

причини захворювання. Всього піддалося опроміненню 1870 осіб, з яких троє померли, не дивлячись на проведені лікування.

Приведемо ще декілька прикладів втрати контролю над джерелами радіації.

5 травня 1978 року в місті Сетіф (Алжир) при транспортуванні було втрачене радіографічне джерело іонізуючого випромінювання Ірідій-192 активністю 25 Ки. Дві дівчинки – тоді їм було сім років – знайшли його та віддали своїй бабусі, яка поклала цю знахідку в кухонний стіл, піддавши таким чином опроміненню родину з сьомо чоловік. Бабуся внаслідок цього померла від радіаційного ураження. У її родички, яка проживала разом з нею, був спонтанний аборт, дві інші родички отримали серйозні радіаційні опіки, котрі призвели одну з них до ракового захворювання. Діти отримали загальні дози опромінення 1-1,4 Зв (100-140 бер) та більш високі на кінцівки, в результаті чого у них були ампутовані пальці та трансплантована частина шкірних покривів.

6 грудня 1983 року в місті Ciudad Juarez (Мексика) на склад металобрухту потрапила списана медична радіотерапевтична установка, в якій містилося біля 6000 гранул Кобальта-60 розміром 1 мм загальною активністю більш 400 Ки. Контейнер з джерелом був зруйнований, а радіоактивні гранули виявились розсіяні по території складу. Після цього разом з металобрухтом вони потрапили на ливарний завод, де були переплавлені. З отриманого металу були виготовлені металеві конструкції для столів, які продавали в місті. Частина з них була відправлена в США. Радіоактивні домішки в металі були виявлені тільки 16 січня 1984 року, коли злякисні столи були поставлені в Лос-Аламоську національну лабораторію у штаті Нью-Мексіко. Автоматичні датчики випромінювання виявили їх підвищену радіоактивність. Всього за декілька тижнів на території США було виявлено 931 тону радіоактивного металу, в 40 штатах США знайшли біля 2500 радіоактивно забруднених столів. Більшість з них були вилучені зі складів. Деякі попали навіть в ресторани. В лютому 1985 року влада Мексики

повідомила, що чотири чоловіки отримали дози від 1 до 4,5 Зв (100-450 бер) від контакту з виробами з радіоактивного металу. В березні 1985 року США провели на території Мексики повітряні радіаційні дослідження та виявляли біля 20 радіоактивно заражених ділянок місцевості. В місті Сіналоа було зруйновано 109 будинків, які були побудовані з використанням забрудненого металу. У результаті в Мексиці один робітник помер від раку костей, а четверо отримали різноманітні захворювання, пов'язані з радіаційним ураженням. Всього під переопромінення підпало 10 осіб.

24 липня, 1996 року 33-літній робочий Електростанції на органічному паливі (Джілен, Іран) знайшов маленьке джерело радіографії Ірідій-192 та поклав його в свою кишеню. Він залишався у нього в кишені протягом 1,5 години. Джерело було діаметром 2 мм та випало з рентген-установки.

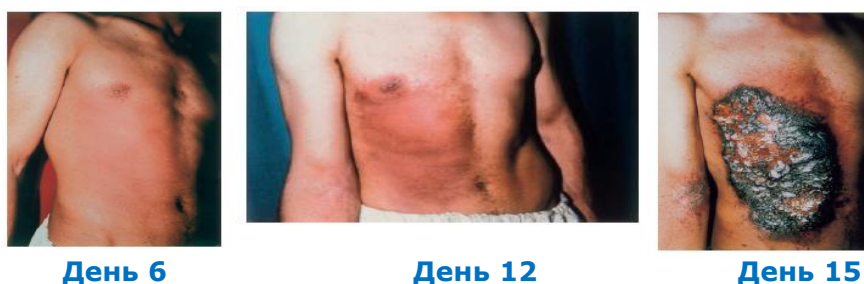


Рис. 12

Через 1,5 години робочий відчув запаморочення, нудоту, сонливість та печіння в області грудної клітки. Активність джерела випромінювання була 185 гігабеккерель (*рис.12*).

Ще одна аварія, пов'язана із Ірідієм-192 виникла **в місті Янанго (Перу) 20 лютого 1999 року**. Зварювальник місцевої гідроелектростанції підібрав втрачений оператором промислової радіографічної установки радіоактивне джерело Ірідій-192 (*рис.13*) та поклав його в карман брюк. Через шість годин робітник почав відчувати біль у задній частині правого стегна та пішов разом з джерелом радіації додому, що призвело до переопромінення декількох членів його сім'ї.



Рис. 13

Оператор-рентгенолог, виявивши пропажу джерела поспішив до зварювальника додому та вилучив його в нього. Робітник отримав загальну дозу опромінення в 1,5 Зв (150 бер), а також локальну – біля 100 Зв (10000 бер) на сідниці, в результаті чого йому було ампутовано ногу (рис.14). Також радіаційний опік отримала його дружина.



березень 1999 року

жовтень 1999 року

Рис. 14

Прикладом аварії в Україні, пов'язаної із закритим джерелом радіації, є аварія, яка сталася в місті **Краматорськ у 1989 році**. В 1981 році в родині, яка першою отримала квартиру в новому будинку міста Краматорськ, померла 18-т и річна дитина, яка не мала раніше ніяких захворювань. Через рік помер її 16-ти річний брат, а надалі і їх мати. Нова родина, яка оселилася у цій квартирі, через онкологічне захворювання втратила старшого одинадцятирічного сина. Хворобу медики списали на погану спадковість. Незадовго до смерті батьки повісили в кімнаті дитини на стіну ковдру. Коли

дитина вже померла його батьки помітили, що на ковдрі утворилася якась незрозуміла пляма. У наступному важко захворів молодший син і сам голова сім'ї. Батько померлого хлопчика добився проведення розслідування та після звернення в місцеву санітарно-епідеміологічну станцію радіаційну аварію було виявлено. Коли спеціалісти прийшли до квартири та увімкнули лічильники Гейгера вони в шоці залишили квартиру та наказали провести евакуацію будинку. У наступному в стіні квартири було виявлено капсулу розміром 4 на 8 мм з радіонуклідом цезію-137 активністю $4,22 \cdot 10^{10}$ Бк, на поверхні якого потужність дози гамма-випромінювання становила 2 Зв/годину. Дана капсула опромінювала не тільки цю квартиру, а й ще три суміжні. Після вилучення частини стіни гамма-фон в квартирі склав 0,25-0,3 мкЗв/годину. У наступному було встановлено, що подібне джерело радіації випало з приладу рівнеміру, втраченого у 1970-х роках на Каранському кар'єрі та ймовірно було запаковано разом із щебенем кар'єру в панельну плиту стіни.

В період з 1981-го по 1989 роки, від дії радіації 6 мешканців будинку померли від лейкемії (4 дітей та 2 дорослих) і ще 17 отримали різні дози радіації (їх визнано інвалідами).

Особливу увагу треба звертати над втратою контролю над джерелами радіації, які при їх розгерметизації можуть бути розсіяні у довкіллі та привести до забруднення навколишнього середовища та імовірно використані терористичними організаціями у створенні радіологічних дисперсійних пристроїв.

Одним з таких випадків є аварія пов'язана з руйнуванням ампули і диспергуванням потужного джерела Cs-137, яка сталася **в місті Гойянія (Бразилія), де в 1985 році** інститут радіотерапії переїхав на нове місце, залишивши в старій будівлі радіотерапевтичну установку з потужним джерелом радіації, призначене для лікування раку.



Рис. 15

13 вересня 1987 року два сміттярі в пошуках чогось цінного знайшли дану установку, вилучили з неї стальний контейнер (*рис.15*) з радіоактивним порошком хлориду цезію-137 активністю 1375 Ки і віднесли його додому[15].

В той же день в обох сміттярів погіршився стан здоров'я, почалася нудота та блювота. Через п'ять діб радіоактивне джерело було продано перекупнику, який вночі виявив блакитне свічення, що виходило із контейнера.



Рис. 16

Протягом трьох наступних днів він запрошував додому родичів, яким демонстрував це «незвичайне» явище. Пізніше контейнер було відкрито, а високоактивний порошок хлориду цезію господар роздавав у вигляді подарунків. Отримувачі порошку наносили його собі на шкіру з метою здивувати знайомих. До 28 вересня у всіх осіб, які контактували з порошком, появилися серйозні проблеми зі здоров'ям, в тому числі і радіаційні опіки (*рис.16*).

Дружина перекупника, яка помітила погіршення здоров'я свого чоловіка та пов'язавши захворювання із появою в домі порошку, що світиться, відвезла рештки джерела рейсовим автобусом в найближчу лікарню. Внаслідок цього 29 вересня в місті розпочалася робота з ліквідації наслідків радіоактивної аварії[15].

Для виконання заходів з ліквідації даної аварії на протязі 6 місяців проводились заходи з обстеження 67 квадратних кілометрів території міста, виявлено 2000 квадратних метрів забруднення, 85 будівель які мали суттєве перевищення природнього радіаційного фону, 7 будівель було знищено, організовано радіологічне обстеження 112 тисяч осіб, виявлено 249 осіб, що зазнали опромінення, у 120 з них виявлено забруднення одягу та взуття, у 129 виявлено внутрішнє та зовнішнє забруднення, а четверо з них померли на протязі місяця. В місті повністю знищені домашні тварини, зібрано 350 кубічних метрів забрудненого цезієм ґрунту. В банках міста було перевірено 10 млн. банкнот, 68 з яких виявилися забрудненими цезієм. Після закінчення робіт з дезактивації міста та виявлення людей, що були опромінені, місто Гоянія ще довгий час відчувало наслідки радіаційної аварії. Жителям Гоянії в інших містах Бразилії відказували в проїзді в автобусах, поїздах і в літаках, у поселенні в готелях[15].

Серйозної шкоди було завдано економіці міста: занепала туристична індустрія, ніхто не хотів купувати товари, виготовлені в Гоянії. В результаті ліквідації наслідків аварії було витрачено близько 20 мільйонів доларів США, багато сил та часу[15].

Подібна аварія, як в Гоянії, сталася нещодавно і в Україні. У 1988 році контейнери із металом та ґрунтом забрудненими цезієм-137 були захоронені в декілька кілометрах від обласного центру після техногенної радіаційної аварії на одному з підприємств. У липні 2017 року під Кропивницьким (Кіровоград) невідомі у пошуках металобрухту за допомогою екскаватору розкопали звалище радіоактивних відходів, які були таємно захоронені на глибині біля 10 метрів. На даному звалищі знаходилось біля сотні металевих

контейнерів із забрудненим металом. Деякий метал вже попав на пункти збору металолому. Зі слів очевидців радіаційної аварії двоє робітників, які були заядлими рибачками, хотіли дістати з непрацюючого приладу свинець для риболовлі та розбили в ньому захистні ампули з цезієм. Також вони рознесли ногами весь порошок по цеху та прилеглий території підприємства. Ці робітники отримали радіаційні опіки та звернулися до лікарні. Після їх звернення до лікарні почалося внутрішнє розслідування інциденту на підприємстві після якого було вирішено таємно зібрати весь ґрунт та метал, помістити його у металеві контейнери та захоронити. Взагалі було захоронено біля 100 контейнерів.

На території України протягом періоду з 1989 року по 2012 рік зареєстровано 503 випадки радіаційних аварій та інцидентів. Найбільша кількість радіаційних інцидентів (49,8%) пов'язана з виявленням радіоактивно забрудненого металобрухту (або виявленням джерел радіації у металобрухті). Інші випадки пов'язані з крадіжкою джерел радіації (22,3%), втратою (4%), порушенням умов експлуатації обладнання з джерелами радіації (5%) та перебуванням джерел іонізуючого випромінювання у незаконному обігу (18,9%).

Відстеження долі потужних джерел радіації повністю не пов'язана з боротьбою з тероризмом, а проблема збереження і безпечного ведення робіт з радіоактивними джерелами. У світі, за даними МАГАТЕ, є більше 10 тисяч телетерапевтичних установок з Co-60, кілька сотен з Cs-137. Крім того, понад 300 промислових випромінювачів, кожен з яких з великою кількістю випромінюючих стрижнів. Діє також кілька десятків джерел для промислової рентгенографії (80 відсотків з Ir-192, інші з Co-60, Se-75, Yb-ітербієм-169). Облік та контроль за станом цих джерел повинен здійснюватись постійно як в цілях безпеки, так і для усунення можливості радіаційного тероризму.

РОЗДІЛ III. РЕАГУВАННЯ ПРАЦІВНИКІВ ПОЛІЦІЇ НА ДЖЕРЕЛА ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЕННЯ

Дії працівників поліції (реагування) при радіаційній загрозі визначені статтею 23 Закону України «Про Національну поліцію», крім того алгоритм дії поліцейських в такій ситуації визначені п. 4 Положення про Національну поліцію, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 28 жовтня 2015 року № 877, а також наказом МВС України від 06 вересня 2017 року № 754 «Про затвердження Інструкції про порядок дій органів (підрозділів) поліції в разі виявлення радіоактивних, хімічних та ядерних матеріалів або отримання інформації про порушення правил чи незаконне поводження з ними». Працівники поліції щороку вивчають під час навчальних зборів та навчання на територіальних курсах цивільного захисту порядок дій у разі виявлення радіаційних небезпечних матеріалів. Крім того працівники поліції спеціально навчаються особливостям здійснення попередньої ідентифікації об'єкта який може бути джерелом іонізуючого випромінювання, а також правила поводження з ним і організацію роботи на місці події[11,12,13].

Фахівці територіальних органів Державної екологічної інспекції України, Національної гвардії України, Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів, Державної інспекції ядерного регулювання України, державних спеціалізованих підприємств Державної корпорації «Українське державне об'єднання «Радон» залучаються до проведення навчальних зборів. Крім того фахову підтримку надають представники обласних науково-дослідних експертно-криміналістичних центрів, наукових установ та навчальних закладів за напрямом проведення зборів. У разі виявлення порушень правил або у випадках незаконного поводження з радіаційними матеріалами чи виявлення підозрюваного об'єкта, начальники головних управлінь Національної поліції з числа

підпорядкованого керівного складу органу поліції визначають відповідальних осіб за організацію та координацію дій поліцейських. У разі виявлення об'єкта, що може бути джерелом іонізуючого випромінювання та відповідно заподіяти шкоду життю чи здоров'ю громадянам, забруднювати довкілля з урахуванням службової необхідності керівники органів досудового розслідування зобов'язані визначити не менше п'яти інспекторів-криміналістів з числа підлеглих поліцейських, які будуть залучатися до складу слідчо-оперативної групи. Схожий порядок реагування і при отриманні інформації про порушення правил чи незаконне поводження з радіаційними небезпечними матеріалами. Отримавши повідомлення чи безпосередньо виявивши об'єкт, що може бути джерелом радіаційного випромінювання поліцейські зобов'язані негайно вжити заходів щодо забезпечення індивідуальної та публічної безпеки, недопущення подальшого контакту людей та тварин з ними, та в обов'язковому порядку повідомити оперативного чергового по органу (підрозділу) поліції про цей факт. Отримавши повідомлення, про виявлену поліцейськими радіаційну небезпеку, оперативний черговий негайно реєструє повідомлення в журналі єдиного обліку та доповідає про подію начальнику органу (підрозділу) поліції, його заступнику – начальнику слідчого відділу (відділення), заступнику з питань превентивної діяльності, начальнику сектору реагування патрульної поліції, відповідальному по органу (підрозділу) поліції та оперативному черговому вищого рівня.

До прибуття аварійно-рятувальних служб, що мають відповідні системи захисту та обладнання з метою забезпечення публічної безпеки і порядку та оточення місця події оперативний черговий направляє на місце події наряди поліції та слідчо-оперативну групу й за необхідності бригаду екстреної (швидкої) медичної допомоги.

В такому випадку від поліцейських слідчо-оперативної групи обов'язково вимагається бути спорядженими комплектом спеціального одягу та засобів індивідуального захисту у складі: засобів захисту шкіри, органів

дихання та зору (халат, бахіли, респіратор (протигаз) або одноразова марлева маска, гумові рукавички, окуляри відкритого і закритого типу тощо), спеціальними приладами для виявлення та попередньої ідентифікації іонізуючого випромінювання (індивідуальними дозиметрами), радіометричними та дозиметричними приладами, експрес-тестами для визначення небезпечних речовин, сертифікованими у відповідному порядку.

Важливо знати і пам'ятати, що дотримання правил особистої безпеки при можливому контакті з джерелами радіаційного випромінювання.

Якщо існує ймовірність опромінення, дотримуйтеся наступних стратегій зовнішнього захисту:

- зведіть до мінімуму час, проведений біля джерела випромінювання – менший час означає меншу дозу;
- максимально збільшіть дистанцію до джерела випромінювання - більша дистанція означає меншу дозу;
- використовуйте щільний екрануючий матеріал, щоб захиститися від радіації - більший захист означає меншу дозу (Рис. 17).

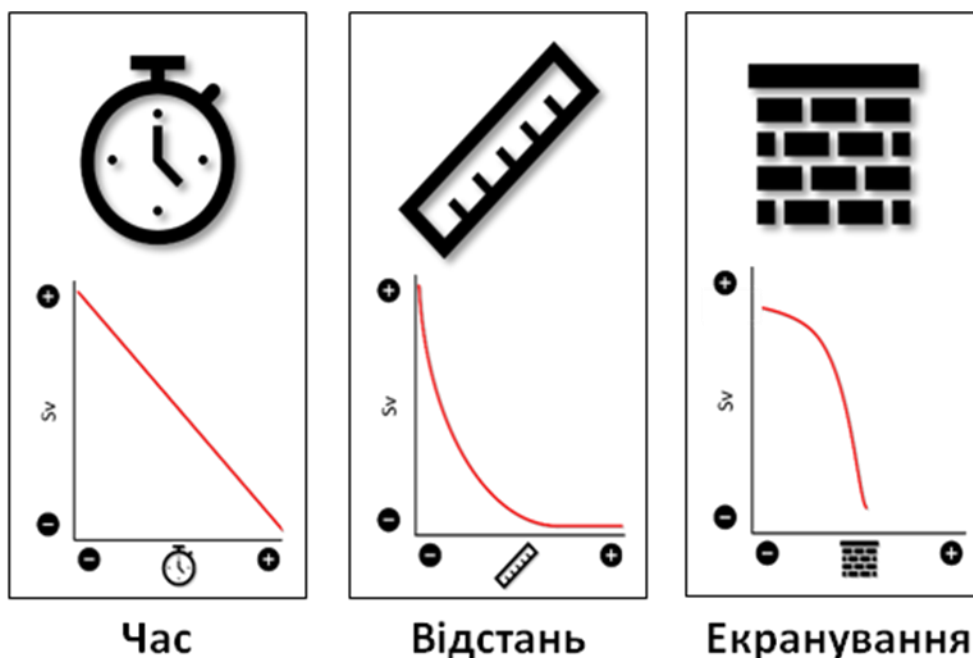


Рис. 17

Мінімізуйте час, проведений поблизу джерела випромінювання.

Менший час означає меншу дозу опромінення, за аналогією із сонячними опіками.

Дії, які допоможуть зменшити час опромінення:

- плануйте операції для забезпечення максимальної ефективності - деякі завдання можуть виконуватися далеко від джерела;
- використовуйте командний підхід – малі дози для багатьох людей краще, ніж великі дози для однієї людини. (Рис. 18)

Максимально збільшіть відстань до джерел іонізуючого випромінювання.

Подвоєння відстані до джерела випромінювання зменшує дозу в чотири рази.

Дії, які допоможуть збільшити відстань:

- не піднімайте джерело руками (Рис. 19-20);
- використовуйте індивідуальний дозиметр (за наявності).

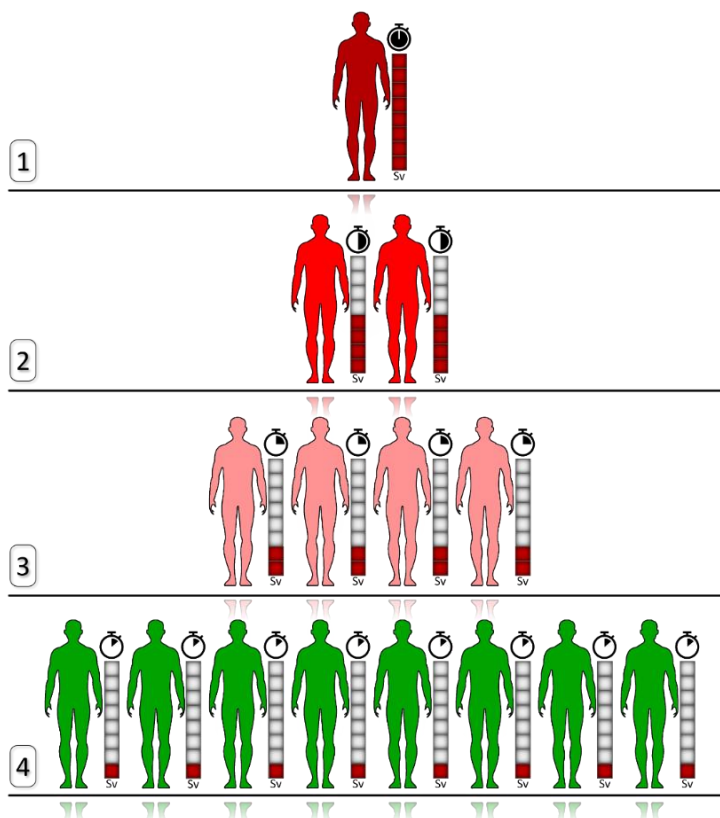


Рис.18

Для зменшення або блокування опромінення можна використовувати екранування.

Дії, які можна взяти для використання екранування:

- розмістіть щільний матеріал між джерелом випромінювання та людьми;

- слід пам'ятати про невеликі зазори, які можуть пропускати випромінювання повз екран.

Найкраще працює щільний матеріал – бетон, сталь, цегла або свинець (Рис. 21).

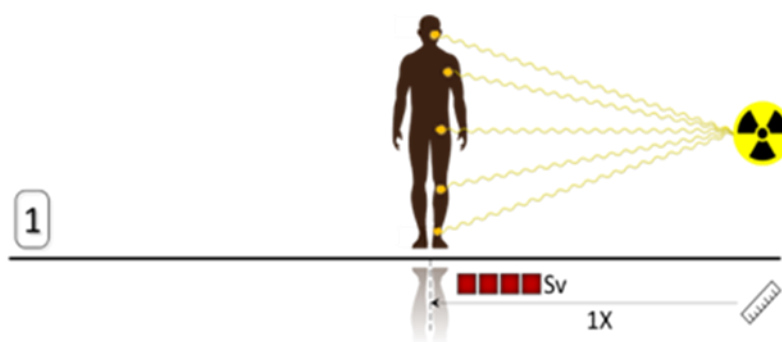


Рис. 19

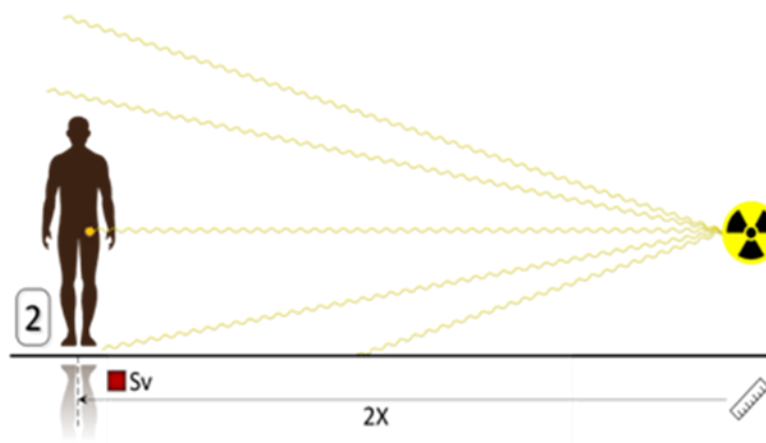


Рис. 20

Крім того оперативний черговий інформує про отримане повідомлення щодо радіологічної загрози територіальні органи ДСНС або підпорядковані їм підрозділи, а також територіальні органи (підрозділи) СБУ,

Держекоінспекції, Держпродспоживслужби, Держатомрегулювання, місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування та інші зацікавлені органи державної влади відповідно до чинного законодавства.

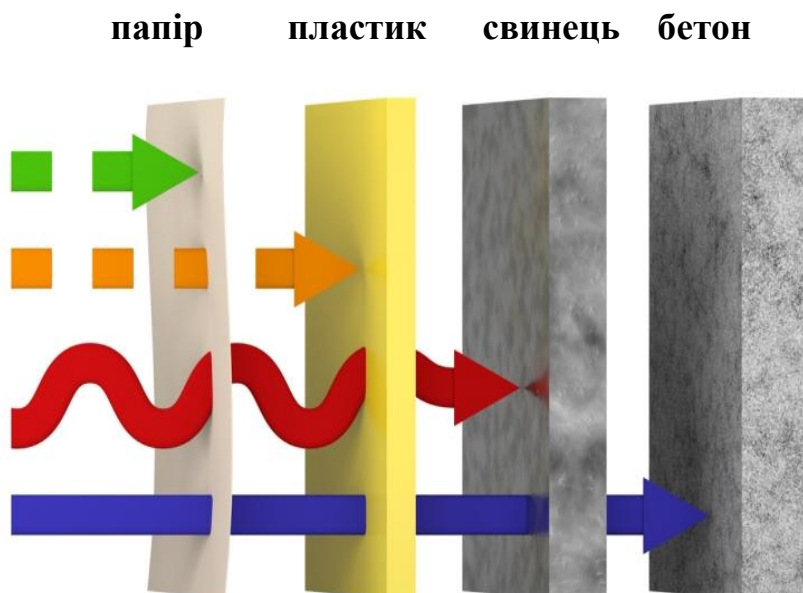


Рис. 21

Головний інспектор-черговий чергової частини Департаменту організаційно-аналітичного забезпечення та оперативного реагування Національної поліції України (ДОВАЗОР), отримавши електронну картку (повідомлення) про порушення правил або незаконне поводження з радіаційними чи безпосередньому виявленні підозрюваного об'єкта, інформує про це керівництво центрального органу управління поліції, ДОВАЗОР та структурного підрозділу центрального органу управління поліції, на який покладено завдання щодо забезпечення радіаційної, хімічної та ядерної безпеки, зацікавлені органи державної влади. Якщо об'єкт, що може бути джерелом радіологічного випромінювання

У разі отримання інформації про виявлення підозрюваного об'єкта, що загрожує поширенню на значну площу або в місцях масового перебування людей, оперативний черговий органу (підрозділу) Національної поліції

України викликає на місце події підрозділи ДСНС для організації та проведення заходів відповідно до чинного законодавства.

До першочергових заходів які проводяться поліцейськими, що першими прибули до місця події відносяться: 1) евакуація громадян із зони можливого ураження на мінімальну безпечну відстань (приблизно 100-400 м) в напрямку, протилежному напрямку вітру, з урахуванням географічного розташування місця події, кліматичних умов, характеру місцевості та особливостей водного простору, наявності будівель та споруд, закритого простору, потенційних об'єктів ураження тощо; 2) за необхідністю треба вжити заходів для надання невідкладної, зокрема домедичної допомоги особам, які постраждали внаслідок ураження небезпечними матеріалами та викликати медичних працівників до місця події для надання медичної допомоги, а також, за можливості, інформування членів сім'ї постраждалих; 3) організація огороження зони можливого ураження та встановлення спеціальних попереджувальних знаків, зокрема для транспортних засобів, а також забезпечення безпеки дорожнього руху; 4) забезпечення публічної безпеки та порядку навколо зони можливого ураження, недопущення контакту людей і тварин з місцем виявлення підозрюваного об'єкта; 5) інші заходи для забезпечення безпеки громадян та довкілля, передбачені законодавством України[13].

Наступні дії здійснюються після приїзду слідчо-оперативної групи, аварійно-рятувальних служб і фахівців зацікавлених органів державної влади, що можуть залучатися в кожному конкретному випадку, органів виконавчої влади.

Перед початком огляду місця події старший слідчо-оперативної групи проводить інструктаж фахівців зацікавлених органів державної влади про вжиття заходів щодо збереження слідів для криміналістичного дослідження (відбитки папілярних візерунків пальців рук, сліди ніг (взуття), транспортних засобів, біологічні залишки слини, волосся, крові тощо). Слідчо-оперативна група здійснює огляд місця події виключно в присутності фахівців

зацікавлених органів державної влади. Організація забезпечення екіпіровкою членів слідчо-оперативної групи покладається на начальника територіального органу поліції. Вилучення підозрюваного об'єкта здійснюється в присутності інспектора-криміналіста фахівцями, екіпірованими засобами індивідуального захисту, відповідно до повноважень одного із зацікавлених органів державної влади чи іншого суб'єкта, до сфери повноважень якого належить питання поводження з відповідним радіаційним небезпечним матеріалом. Зберігання виявленого підозрюваного об'єкта на всіх етапах поводження з ним здійснюється зацікавленими органами державної влади у спеціально обладнаних приміщеннях або на майданчиках з урахуванням вимог радіаційної безпеки та фізичного захисту. Члени слідчо-оперативної групи після огляду місця події, відійшовши за межі визначеної зони можливого ураження, знімають спеціальний одяг, засоби індивідуального захисту, рукавички та кладуть їх у поліетиленовий пакет. Останніми знімаються рукавички, після чого, проводиться перевірка наявності забруднення на відкритих частинах обличчя, рук і тіла та одягу радіаційними речовинами. Відкриті частини обличчя, рук і тіла обробляються побутовими засобами санітарної обробки. За необхідності здійснюється часткова санітарна обробка (дезактивація). Усі зібрані у поліетиленовому пакеті речі передаються органу чи установі, яка здійснювала вилучення підозрюваного об'єкта для подальшої утилізації. Поліцейські забезпечують публічну безпеку і порядок та оточення місця виявлення джерела, що може містити джерело радіаційного випромінювання до часу, коли місцевість буде визначена як безпечна для громадян відповідним суб'єктом, до сфери повноважень якого належить питання поводження з РХЯ матеріалами, з виконанням заходів, зазначених у цьому пункті. На всіх етапах поводження з джерелом ймовірного іонізуючого випромінювання поліцейські та учасники огляду місця події повинні дотримуватися норм та правил фізичного захисту, стандартів з безпеки поводження з радіаційними матеріалами. За результатами проведеного

огляду місця події, які свідчать про вчинення кримінального правопорушення, начальник слідчого підрозділу визначає слідчого, який здійснюватиме досудове розслідування. Визначений слідчий невідкладно, але не пізніше 24 годин після подання заяви (повідомлення) про вчинене кримінальне правопорушення або після самостійного виявлення з будь-якого джерела обставин, що можуть свідчити про вчинення кримінального правопорушення, зобов'язаний внести відповідні відомості до Єдиного реєстру досудових розслідувань та розпочати розслідування.

ВИСНОВКИ

Головна загроза, яка пов'язана з джерелами іонізуючого випромінювання - це втрата контролю над радіоактивними матеріалами.

Завдяки своїм властивостям дані матеріали можуть бути використані терористичними або кримінальними групуваннями у досягненні поставлених перед ними цілей, а саме:

- підривні дії, такі як порушення режиму контролю розповсюдження;
- забруднення населених пунктів (окремих ділянок місцевості), створення перешкод у використанні територій;
- примушення держави до додаткового витрачання державою колосальних ресурсів;
- спроби викликати масове ураження людей;
- утворення та ведення психологічного терору та паніки;
- утворення політичних та економічних безладів;
- отриманні незаконного доходу.

Також порушення можуть бути пов'язані під час легальної експлуатації джерел іонізуючого випромінювання при:

- ухиленні від платежів на захоронення джерел радіації та інших пов'язаних з цим зборів;
- порушенні вимог, які регулюють перевезення радіоактивних матеріалів тощо.

Тому з точки зору загрози ядерного тероризму та порушень, які мають місце під час їх експлуатації (в даному випадку - транспортування) дані матеріали теж вимагають виконання вимог ядерної безпеки. То, що може статися під час втрати контролю за даними матеріалами ми розглянемо нижче.

В результаті дії іонізуючого випромінювання в дозах, що перевищують допустимі розвивається променева хвороба. У залежності від характеру впливу (однократний масивний або тривалий повторний у відносно

невеликих дозах) розрізняють відповідно гостру і хронічну форми променевої хвороби різного ступеня тяжкості (з переважанням місцевих або загальних змін).

Впливу зовнішнього опромінювання організм зазнає тільки під час перебування людини у сфері впливу випромінювання. У випадку зникнення радіації припиняється і зовнішній вплив, а в організмі можуть розвинути зміни — наслідки опромінювання.

Радіоактивні речовини можуть потрапляти до організму людини через легені або шлунково-кишковий тракт, а також через непошкоджену шкіру. Радіоактивне випромінювання не тільки спричинює іонізацію повітря, а й призводить до аналогічного процесу в тканинах організму, значно змінюючи їх. Потрапляючи до організму, радіоактивні речовини заносяться кров'ю у різні тканини та органи і стають джерелом внутрішнього опромінювання. Особливою загрозою для організму є ізотопи, які протягом усього життя потерпілого можуть бути джерелами іонізуючого випромінювання.

На сьогодні вирішені основні питання радіаційної безпеки. Однак при порушеннях техніки безпеки або за певних обставин іонізуюче випромінювання може спричинити розвиток променевої хвороби (гострої та хронічної).

Радіація є небезпечним фізичним чинником впливу на організм, який потребує постійного контролю. Профілактика негативного впливу іонізуючого випромінювання на організм забезпечується державними законодавчими та нормативними актами, технічними та планувальними заходами, а також методами та засобами індивідуальної профілактики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Верогідний аналіз безпеки атомних станцій (ВАБ): Навчальний посібник В.В. Бегун, О.В. Горбунов, И.Н. Кащенко и ін. Київ: НТУУ «КПІ», 2000. 568 с.
2. Доповідь про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні у 2008 році. Київ: ДКЯР України, 2009.
3. Конституція України: Закон України від 28 червня 1996 р. № 254к/96-ВР: URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр>. (дата звернення: 26.10.2021).
4. Корчагін П.А., Замостян А.П., Шестопапов В.М. Поводження з радіоактивними відходами / проблеми, досвід, перспективи. Київ: МНС України. 2000. 178 с.
5. Конвенція про фізичний захист ядерного матеріалу та ядерних установок від 03 березня 1980 року з поправками від 08 липня 2005 року. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MU80K05U.html(дата звернення: 26.10.2021).
6. Мартинов Б.В. Поводження з радіоактивними відходами. Київ: Техніка, 1993. 107 с.
7. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) /Серія «Безпека України». Київ: МОЗ України, 1997. 121 с.
8. Облік та контроль ядерного матеріалу, фізичний захист ядерного матеріалу і ядерних установок. Тлумачний словник українських термінів. Словники термінів: українсько-англо-російський, русско-українсько-англійський, english-russian-ukrainian НП 306.7.086-2004:Наказ Державного комітету ядерного регулювання України 08.06.2004 N 101. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0101578-04#Text> (дата звернення: 26.10.2021).
9. Про затвердження Правил безпечного перевезення радіоактивних матеріалів (ПБПРМ-2020): Наказ Державного комітету ядерного

регулювання України від 27 жовтня 2020 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1313-20#Text> (дата звернення: 26.10.2021).

10. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку: Закон України від 08.02.1995 № 39/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 26.10.2021).

11. Про затвердження Інструкції про порядок дій органів (підрозділів) поліції в разі виявлення радіоактивних, хімічних та ядерних матеріалів або отримання інформації про порушення правил чи незаконне поводження з ними: Наказ МВС України від 06.09.2017 № 754. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1240-17> (дата звернення: 26.10.2021).

12. Про затвердження Інструкції про порядок взаємодії між Державною службою України з надзвичайних ситуацій, Національною поліцією України та Національною гвардією України у сфері запобігання і реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та небезпечні події: Наказ МВС України від 22.08.2016 № 859. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z1254-16/conv> (дата звернення: 26.10.2021).

13. Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 жовтня 2013 р. № 841. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/841-2013-%D0%BF/conv> (дата звернення: 26.10.2021).

14. Про стратегію розвитку ядерної енергетики в Україні Б.Є. Патон, О.С. Бакай, В.Г. Бар'яхтар, І.М. Неклюдов. Харків: НТЦ ХФТІ, 2008. 61 с.

15. Радіаційна аварія в Гоянії. Міжнародне агенство по атомній енергії. Відень. 1989. URL: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub815rWeb.pdf> (дата звернення: 26.10.2021).