

# ПАМ'ЯТКА

## ДЛЯ ІНСПЕКТОРА З РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ

**О** **Б** **С** **Є**

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





Опубліковано Координатором проектів ОБСЕ в Україні в рамках проекту *«Підвищення рівня радіаційного контролю та екологічної безпеки в Україні»*.

*Усі права захищені. Зміст цієї публікації може безкоштовно копіюватися та використовуватися для освітніх та інших некомерційних цілей за умови посилання на джерело інформації.*

ОБСЕ, інститути ОБСЕ та Координатор проектів ОБСЕ в Україні не несуть відповідальності за зміст та погляди, висловлені авторами, експертами або організаціями в цьому матеріалі.

## Вступ

Ця Пам'ятка розроблена для інспектора, який проводить радіаційний контроль на державному кордоні та постах екологічного контролю на митній території України.

**Мета радіаційного контролю – запобігти спробам ядерного тероризму та радіоактивному забрудненню людей і довкілля.**

Радіаційна безпека людини та довкілля визначена законодавством України як один з основних пріоритетів екологічної політики держави.

У зв'язку з цим найпершим завданням інспектора має стати спеціальна підготовка до виконання службових обов'язків, пов'язаних з вимірюванням рівня іонізуючого випромінювання від вантажів і транспортних засобів. Така підготовка передбачає набуття знань з питань радіаційної безпеки, оволодіння практичними навичками здійснення радіаційного контролю, уміннями правильно оцінити радіаційну обстановку та взаємодіяти з іншими службами у разі виявлення рактивних матеріалів у незаконному обігові.

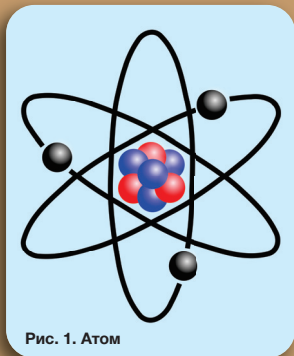
Пам'ятка містить основні терміни та поняття з основ радіології, які потрібні інспекторові, висвітлює послідовність дій інспектора під час проведення радіаційного контролю вантажів і транспортних засобів, містить довідкові матеріали, що допоможуть інспекторові у виконанні поставлених перед ним завдань.

## Основні терміни і поняття, які важливо знати інспекторові

- **Активність** – величина яка характеризує швидкість радіоактивного розпаду атома. Одиниця вимірювання активності у системі СІ – **бекерель (Бк)**;
- **Активність питома** – активність, що припадає на одиницю маси (масова питома активність,  $A_m$ ), об'єму (об'ємна питома активність,  $A_v$ ) або поверхні (поверхнева питома активність); одиниці вимірювання: бекерель на кілограм ( $\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ ), бекерель на кубічний метр ( $\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-3}$ ) або бекерель на квадратний метр ( $\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-2}$ );
- **Альфа-випромінення (α-випромінення)** – корпускулярне іонізувальне випромінення, яке складається з альфа-частинок (ядер гелію), що випромінюються при радіоактивному розпаді чи при ядерних реакціях, перетвореннях;
- **Бета-випромінення (β-випромінення)** – корпускулярне електронне або позитронне іонізуюче випромінення, яке виникає при перетвореннях ядер чи нестабільних частинок (наприклад, нейтронів);
- **Гамма-випромінення (γ-випромінення)** – короткохвильове електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі 0,1 нм;
- **Джерело іонізуючого випромінення (ДІВ)** – об'єкт, що містить радіоактивну речовину, або технічний пристрій, який створює або за певних умов здатний створювати іонізуюче випромінення;
- **Доза випромінення** – кількість енергії поглинутої одиницею об'єму середовища;
- **Контрольні фактори** – фактори, що викликають підозру і можуть бути ознаками ненавмисного або несанкціонованого (незаконного) перевезення радіоактивних матеріалів;
- **Контрольована зона** – територія, доступ до якої обмежується під час виконання заходів з реагування на виявлення підозрілого матеріалу/об'єкта або радіонуклідного джерела іонізуючого випромінювання, у незаконному обігу і за межами якої рівень потужності дози гамма-випромінення не перевищує трикратної величини потужності дози природного радіаційного фону;

- **Незаконний обіг радіоактивних матеріалів** – перебування ядерних матеріалів, радіоактивних відходів та джерел іонізуючого випромінювання поза державними системами обліку і контролю радіоактивних матеріалів та/або системами їх фізичного захисту;
- **ПЕД гамма-випромінення** – потужність еквівалентної дози гамма-випромінення на поверхні об'єкта (з урахуванням природного радіаційного фону);
- **Підозрілий матеріал/об'єкт** – фізичний об'єкт, який має зовнішні ознаки (попереджувальні написи про радіаційну небезпеку, маркування, спеціальні знаки тощо) та/або фізичні характеристики радіоактивних матеріалів;
- **Радіаційна безпека (РБ)** – дотримання допустимих меж впливу іонізуючого випромінювання, встановлених нормами, правилами стандартами з безпеки;
- **Радіаційно небезпечний об'єкт** – будь-який матеріал чи об'єкт (транспортний засіб, вантаж тощо), що містить ядерні матеріали або джерела іонізуючого випромінювання;
- **Радіоактивне забруднення** – наявність або поширення радіоактивних речовин понад їх природний вміст у навколишньому середовищі та/чи на тілі людини;
- **Радіоактивне забруднення поверхні, що знімається (нефіксоване)** – частина забруднення поверхонь радіонуклідами (радіоактивними речовинами), що самочинно або під час експлуатації переходить із забрудненої поверхні в навколишнє середовище або знімається засобами дезактивації;
- **Радіоактивне забруднення поверхні, що не знімається (фіксоване)** – частина забруднення поверхонь радіонуклідами (радіоактивними речовинами), яка самочинно чи під час експлуатації не переходить у навколишнє середовище та не видаляється методами дезактивації (без порушення їх цілісності);
- **Радіоактивні матеріали (РМ)** – ядерні матеріали, радіоактивні відходи та джерела іонізуючого випромінювання;
- **Характеристики підозрілого матеріалу/об'єкта** – зовнішній вигляд (наявність попереджувальних написів, знаків радіаційної небезпеки), фізичні та хімічні характеристики, на підставі яких можна зробити висновки щодо його природи, властивостей, радіонуклідного та хімічного складу, а також можливого призначення, походження тощо.

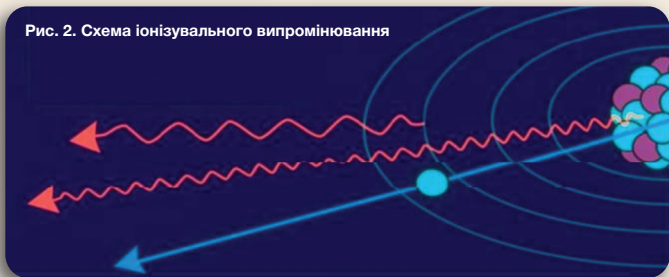
## Радіація і радіоактивність (основи радіології)





Коли люди говорять про радіацію, вони, зазвичай, мають на увазі радіацію, що випромінює атом. Проте є й інші види радіації: видиме світло, теплове випромінювання, радіохвилі, СВЧ - випромінювання. Тут і далі йтиме мова про так звану іонізуючу радіацію, тобто радіацію, енергії якої досить, щоб відірвати електрон від атома.

Усі речовини складаються з атомів, **рис.1.** Атоми складаються з протонів, нейтронів і електронів. У центрі атома знаходиться ядро. Ядро складається з протонів і нейтронів, міцно зв'язаних між собою. Навколо ядра обертаються електрони.

Рис. 2. Схема іонізуючого випромінювання



 Радіація це випромінювання енергії, що супроводжує процес радіоактивного розпаду атомів.

 Така енергія випромінюється атомом у вигляді хвиль (*хвильове випромінювання*) або часток (*корпускулярне випромінювання*). **рис. 2.**

# Основні характеристики, що визначають властивості та небезпеку випромінення

Таблиця 1

Вид випромінення	Енергія, MeV*	Швидкість, км/с	Іонізувальна здатність, пар іонів на 1см шляху	Довжина пробігу, м	
				У повітрі	У біологічній тканині
<b>α-частки</b>	<b>4-10</b>	<b>10000-20000</b>	<b>30000</b>	<b>&lt; 0,1</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
<b>β-частки</b>	<b>0,1-4</b>	<b>200000-300000</b>	<b>100</b>	<b>&lt; 5</b>	<b>&lt; 0,02</b>
<b>γ-промені</b>	–	<b>300000</b>	<b>10-25</b>	<b>4000</b>	<b>на усю глибину</b>
<b>нейтрони</b>	–	<b>20000</b>	<b>10-25</b>	<b>4000</b>	

\*Примітка: MeV – мегаелектронвольт,  $1\text{MeV}=1\cdot 10^6\text{eV}$ .

**Радіоактивність** – властивість деяких атомів випромінювати енергію, яка проникаючи середовище, у тому числі біологічну тканину, викликає іонізацію його атомів.

Радіоактивні атоми (радіонукліди) можуть утворюватися в результаті ядерних процесів, їх називають штучними радіонуклідами, а ті, що існують в природі – природними радіонуклідами. Найбільш поширені природні радіонукліди – це торій-232 ( $\text{Th}^{232}$ ), уран-238 ( $\text{U}^{238}$ ) і калій-40 ( $\text{K}^{40}$ ). Цифрами позначають масове число радіонукліда.

Одиницею вимірювання радіоактивності (активності) у системі СІ прийнято Бекерель (Бк).

**$1\text{ Бк} = 1\text{ розпад атома за секунду}$**

*60 бекерелів це середня кількість природного калію (K-40) в кожному кг тіла людини, тобто кількість K-40 в кожному кг тіла таке, що кожної секунди розпадаються 60 атомів калію.*

## Активність радіоактивної речовини (матеріалу) пропорційна її (його) масі.

Кількість розпадів з розрахунку на одиницю маси матеріалу називають масовою питомою активністю (Бк/г, Бк/кг).

Кількість розпадів з розрахунку на одиницю об'єму матеріалу називають об'ємною питомою активністю (Бк/дм<sup>3</sup>, Бк/л).

Мірою активності радіоактивного матеріалу (РМ) є швидкість радіоактивного розпаду, яка визначається проміжком часу, за який активність матеріалу зменшується на половину, тобто відбувається радіоактивний розпад половини атомів матеріалу. Цей час називають періодом напіврозпаду РМ.



В результаті радіоактивного розпаду радіоактивний атом перетворюється в інший радіонуклід.

Наприклад, уран-238 у результаті послідовних радіоактивних розпадів перетворюється на стабільний свинець, як показано на **рис. 3.**


**Радіоактивність матеріалу з часом безперервно знижується: після закінчення семи періодів напіврозпаду активність матеріалу становитиме менше 1 % від первинної.**


У **табл. 2** приведено деякі радіоактивні ізотопи поширеного застосування та періоди їх напіврозпаду.

## Деякі радіоактивні ізотопи та періоди напіврозпаду

Таблиця 2

Ізотоп	Типове застосування	Період напіврозпаду
<i>Америцій-241</i>	<i>Димові пожежні сповіщувачі</i>	<i>432 роки</i>
<i>Технецій-99m</i>	<i>Ядерна медицина</i>	<i>6 годин</i>
<i>Йод-131</i>	<i>Ядерна медицина</i>	<i>8 днів</i>
<i>Плутоній-239</i>	<i>Ядерна енергетика</i>	<i>24 тис. років</i>

 Наслідком дії радіації (**іонізувального 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 (**див. Додатки**).

 В практиці протирадіаційного захисту людини використовують поняття ризику, який враховує коефіцієнт ризику виникнення раку та спадкових ефектів залежно від впливу радіаційних факторів – дози зовнішнього та внутрішнього опромінення.

***Доза – це кількість енергії!***



## Радіоактивне забруднення

**Одне із завдань інспектора під час РК – не допустити переміщення радіаційно забруднених об'єктів через державний кордон.**

**Радіаційно забруднений об'єкт** – об'єкт, що зазнав радіоактивного забруднення.

Таким об'єктом може бути фрагмент металообробку або металевої продукції, транспортний засіб після перевезення матеріалів, що містять природні радіонукліди, людина після медичних процедур з використанням радіонуклідів, будівельні матеріали тощо.

**Радіоактивне забруднення** – наявність або поширення радіоактивних речовин понад їх природний вміст у навколишньому середовищі та/чи на тілі людини.

**Радіоактивне забруднення поверхні, що знімається (нефіксоване)** – частина забруднення поверхонь радіонуклідами (радіоактивними речовинами), що самочинно або під час експлуатації переходить із забрудненої поверхні в навколишнє середовище або знімається засобами дезактивації.

**Радіоактивне забруднення поверхні, що не знімається (фіксоване)** – частина забруднення поверхонь радіонуклідами (радіоактивними речовинами), яка самочинно чи під час експлуатації не переходить у навколишнє середовище та не видаляється методами дезактивації (без порушення їх цілісності).

**Шляхи проникнення радіоактивних речовин в організм людини** →

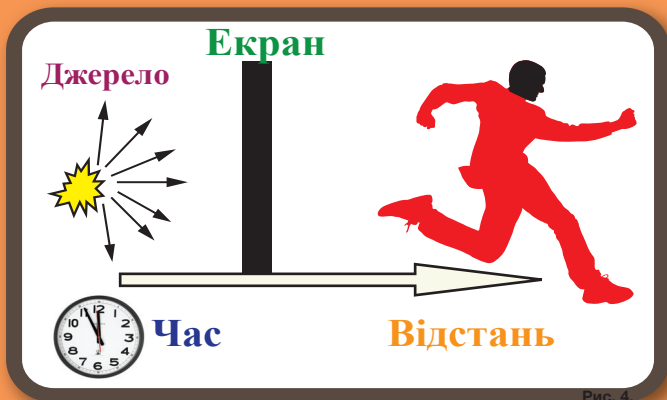
*\* Якщо радіоактивний матеріал потрапить на Вас або ще гірше всередину, Ви станете радіоактивним джерелом!*

*\* Ви постійно опромінюватиметеся на близькій відстані до тих пір, поки джерело випромінювання не буде усунуто!*

**шкіра або слизові оболонки**  
(особливо небезпечні порізи, рани, проколи шкіри);  
**органи дихання**  
(вдихання часточок радіоактивного пилу та диму);  
**органи травлення**  
(з їжею або напоями).

## ПРИНЦИПИ ПРОТИРАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ:

ЧАС, ВІДСТАНЬ, ЕКРАНУВАННЯ (РИС. 4.)



### ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ!

- ✘ Ви отримаєте дозу опромінення, якщо Ви знаходитесь близько до джерела!
- ✘ Чим довше Ви знаходитиметеся поблизу джерела і чим ближче воно буде, тим більшою буде доза опромінення!
- ✘ Ви не станете радіоактивним!
- ✘ Екранування може бути ефективним методом зменшення дози опромінення!

Для екранування можна використовувати спеціальне устаткування або наявні конструкції. Якщо є підозра в наявності бета-випромінювання, необхідно використовувати засоби захисту очей. У табл. 3 наведено значення товщини шару різних матеріалів, що зменшують інтенсивність гамма-випромінювання удвічі.

## Екрануюча здатність деяких матеріалів щодо **гамма-випромінення**

Матеріал	Товщина шару половинного ослаблення радіації, см
Сталь	2
Бетон	6
Земля	8
Вода	12
Дерево	22

Таблиця 3

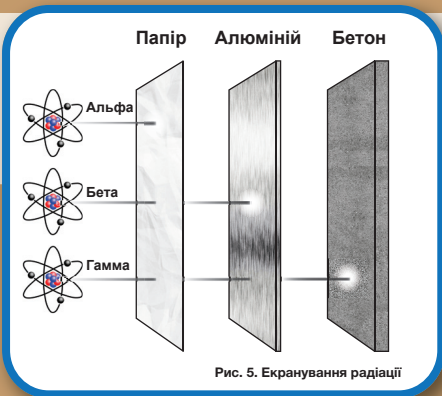


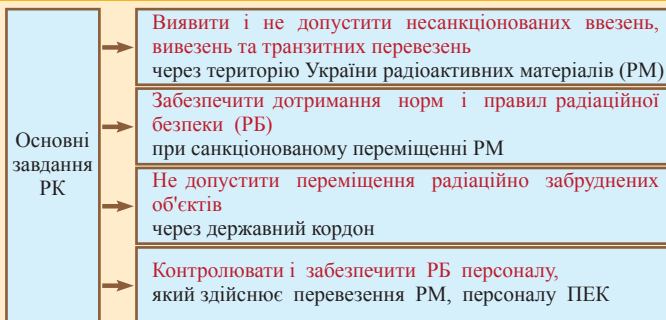
Рис. 5. Екранування радіації

## Увага!!!

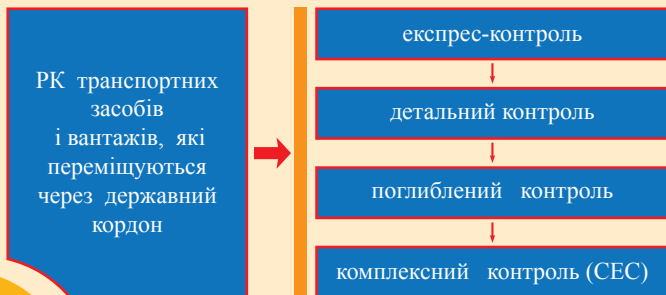
Перше правило безпечної роботи інспектора: завжди підходити до об'єкта контролю з підготовленим до роботи приладом, який слід тримати перед собою, витягнувши руку, та слухаючи «пороговий» сигнал приладу.



## Основні завдання інспектора, який здійснює радіаційний контроль:



## Радіаційний контроль транспортних засобів і вантажів (Інструкція, наказ №27).



## Радіаційні параметри, що контролюються

Радіаційні параметри, що контролюються	Одиниця вимірювання	Примітка
<i>ПЕД гамма-випромінення від підконтрольного об'єкта</i>	<i>мкЗв/год (мкР/год)</i>	
<i>ПЕД гамма-випромінення у кабіні водія</i>	<i>мкЗв/год (мкР/год)</i>	<i>Якщо перевезення автотранспортом</i>
<i>Щільність потоку бета-частинок з поверхні підконтрольного об'єкта</i>	<i>част/хв.×см<sup>2</sup></i>	<i>Наявність поверхневого забруднення</i>



## Система контрольних рівнів:

Радіаційні параметри, що контролюються	Одиниця вимірювання	Не більше!
<i>ПЕД гамма-випромінення</i>	<i>мкЗв/год (мкР/год)</i>	<i>0,5 (50)</i>
<i>Щільність потоку бета-частинок, що знімаються з поверхні підконтрольного об'єкта</i>	<i>част/хв.×см<sup>2</sup></i>	<i>30</i>

# Поняття профілю випромінення

## Профіль випромінення -

графічне (або уявне) зображення значень ПЕД, що вимірюють під час радіаційного контролю транспортних засобів і вантажів.

**1.** Профіль випромінення незмінний впродовж автомобіля з вантажем



⚡ Такий профіль буде під час радіаційного контролю, коли в автомобілі з вантажем відсутні будь-яке ДІВ або природні радіонуклідів.

**2.** На профілі випромінення є гострий пік



⚡ Такий профіль свідчить про наявність ДІВ у кузові автомобіля на фоні вантажу, який не містить природних радіонуклідів.

**3.** На профілі випромінення є гострий пік на фоні підвищеного рівня ПЕД від вантажу



⚡ Такий профіль свідчить про наявність ДІВ на фоні вантажу з підвищеною природною радіоактивністю.

**4.** Профіль свідчить про наявність ДІВ у кабіні вантажівки



⚡ Можливо це спроба незаконного переміщення!?  
радіоактивних матеріалів через державний кордон  
⚡ Це може бути і медичний ізотоп, і високозбагачений уран!

**5.** Профіль випромінення нерівномірний впродовж вантажу

⚡ Вантаж містить два чи більше ДІВ!



⚡ Перевізник намагається сховати основне ДІВ, замаскувавши його іншим ДІВ!?

## Радіаційний контроль вантажів

Фактори, що викликають підозру і можуть бути ознаками ненавмисного або несанкціонованого (незаконного) перевезення радіоактивних матеріалів – **Контрольні фактори**

Відсутність  
документації

Пошкодження  
пакувального  
комплекту

Контрольні  
фактори

Неправильне  
маркування

Радіаційні  
параметри  
відрізняються  
від зазначених  
у ТСД

ПЕД  
на 30%  
вище фону

*\*ТСД – товаросупровідні документи*

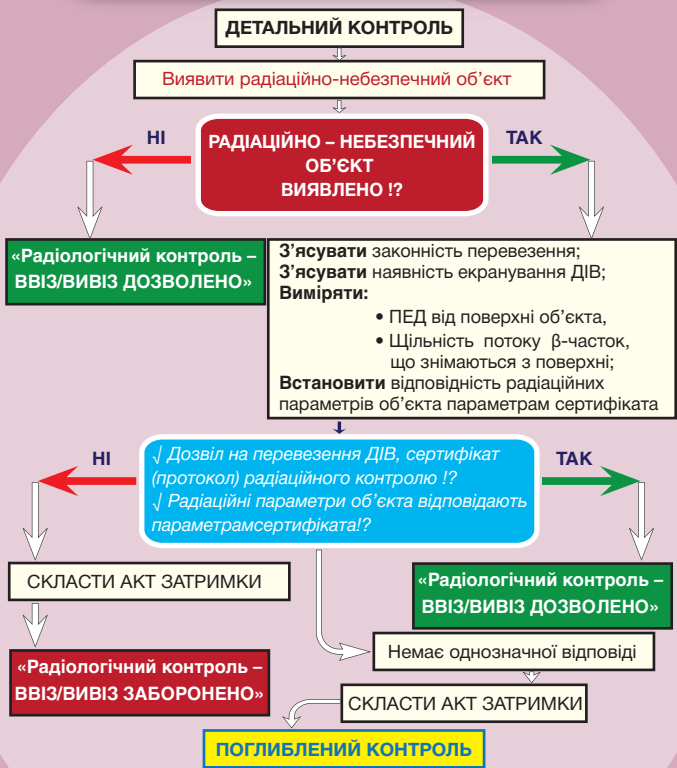
**Дії інспектора у разі виникнення підозри щодо радіаційної небезпеки матеріалу/об'єкта**

(Інструкція, п.5.1. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 27 від 15.05.2000)





**Дії інспектора у разі підтвердження підозри  
щодо радіаційної небезпеки об'єкту**  
(Інструкція, Наказ Міністерства екології та  
природних ресурсів України № 27 від 15.05.2000)



## Поглиблений контроль

може знадобитися, наприклад, при перевезенні матеріалів, які за своїми властивостями містять природні радіонукліди (фізичні та хімічні концентрати урану або торію, будівельні матеріали, мінеральні добрива тощо) і можуть мати підвищений рівень випромінювання!

### ПОГЛИБЛЕНИЙ КОНТРОЛЬ

ПК вантажу, що може містити природні радіонукліди

Ідентифікувати ДІВ  
використовуючи спектрометр-радіометр визначити  
тип радіонукліда (природний чи не природний)

Виявлено природний радіонуклід,  
що **характерний** для вантажу,  
заявленому у ТСД

Виявлено радіонуклід,  
що **нехарактерний** для вантажу,  
заявленому у ТСД

Скласти протокол  
радіаційного обстеження

Скласти протокол  
радіаційного обстеження

ПЕД > 0,5 мкЗв/год?

ТАК

Протокол радіаційного  
дослідження  
(виданий СЕС, відправником)?

ТАК

НІ

НІ

«Радіологічний контроль –  
ВВІЗ/ВІВІЗ ДОЗВОЛЕНО»

«Радіологічний контроль –  
ВВІЗ/ВІВІЗ ЗАБОРОНЕНО»

## ПОГЛИБЛЕНИЙ КОНТРОЛЬ

Санкціоноване перевезення РМ

- Δ Виміряти ПЕД на відстані 1 м від поверхні вантажу;
- Δ Ідентифікувати ДІВ спектрометром радіометром;
- Δ Ще раз перевірити відповідність умов перевезення ПБПРМ-2006;

- Δ ПЕД на відстані 1 м не перевищують ПЕД, зазначених у ТСД!?
- Δ Ідентифікований радіонуклід такий, як зазначено у ТСД !?
- Δ Пакування та маркування вантажу, знаки радіаційної небезпеки, етикетка відповідають ПБПРМ-2006 та ТСД  
**(контейнер або упаковка, етикетки не пошкоджені)!?**

Так

Скласти протокол  
радіаційного обстеження

«Радіологічний контроль –  
ВВІЗ/ВІВІЗ ДОЗВОЛЕНО»

Ні

Скласти протокол  
радіаційного обстеження

«Радіологічний контроль –  
ВВІЗ/ВІВІЗ ЗАБОРОНЕНО»

**Дії інспектора у разі підтвердження наявності радіоактивних матеріалів, що знаходяться у незаконному обігу**  
(Постанова Кабінету Міністрів України № 813 від 02.06.2003)

Виявлено РМ у незаконному обігові

Встановити межі контрольованої зони—  
**відстань,**  
на якій ПЕД не перевищує трикратної  
величини природного фону

Заходи  
первинного  
обстеження  
місця  
виявлення  
підозрілого  
матеріалу  
(об'єкта)

Виміряти ПЕД

З'ясувати наявність нефіксованого  
радіоактивного забруднення поверхні

Визначити точне місце знаходження  
РМ

Ідентифікувати РМ

Обмежити доступ до РМ

**Δ Повідомити:**  
• Начальника  
• Суміжні служби  
у пункті пропуску

Δ Підготувати висновки

## Підготувати висновки –

у письмовій формі викласти результати радіологічного обстеження місця виявлення підозрілого матеріалу/об'єкта

### Висновки про основні параметри радіаційної обстановки на місці виявлення підозрілого матеріалу/об'єкта:

Δ тип радіоактивних матеріалів : який радіонуклід ідентифіковано, природний чи штучний (індустріальний);

Δ характеристики радіоактивних матеріалів:

- зовнішній вигляд;
- наявність попереджувальних написів, знаків радіаційної небезпеки;
- фізичні характеристики (твердий, рідкий, пастоподібний);
- джерело відкрите чи закрите;
- ПЕД на поверхні підозрілого матеріалу/об'єкта;
- ПЕД на відстані 1 м від поверхні підозрілого матеріалу/об'єкта;
- наявність нефіксованого поверхневого забруднення: ЦЦП .

## Увага!!!

### Небезпека радіоактивного забруднення !!!

- ✓ На відстані 1 м ПЕД  $\geq 0,1$  мЗв/год (100 мкЗв/год)!!!
- ✓ Наявність нейтронного випромінювання!!!
- ✓ Розсипано або розлито радіоактивну речовину!!!

Це ознаки радіаційної ситуації, що вимагають негайного реагування – *якнайшвидшого приведення радіоактивних матеріалів у безпечний для населення і навколишнього природного середовища стан.*

### Зверніть увагу! Санкціоновані перевезення:

Для уранових і торієвих руд та їхніх концентратів максимальним рівнем випромінювання в будь-якій точці на відстані 1 м від зовнішньої поверхні вантажу може бути:

**0,4 мЗв/год** - для руд і фізичних концентратів урану й торію;

**0,3 мЗв/год** - для хімічних концентратів торію

**ПК транспортного засобу**  
(Наказ №27 Інструкція, п.6.1)

ПК транспортного засобу

Попереднє вимірювання ПЕД

НІ

На зовнішній поверхні транспортного засобу виявлено ділянки поверхні, на яких значення ПЕД перевищує фонові на 30% !?

ТАК

«Радіологічний контроль –  
ВВІЗ/ВИВІЗ ДОЗВОЛЕНО»

Виявити причини перевищення ПЕД  
(провести детальний контроль)

НІ

Виявлено ділянки поверхні, на яких значення ПЕД перевищує 0,5 мкЗв/год!?

ТАК

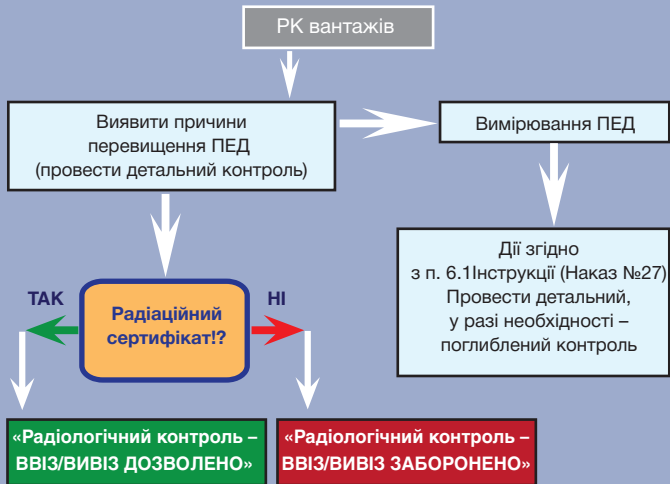
Скласти протокол радіаційного обстеження

«Радіологічний контроль –  
ВВІЗ/ВИВІЗ ЗАБОРОНЕНО»

Δ припинити обстеження  
Δ вивести людей із зони впливу ДІВ  
Δ негайно поінформувати:

- старшого прикордонного наряду
- старшого митного органу
  - власника вантажу
  - начальника відділу

## РК вантажів (Наказ №27 Інструкція, п.6.2)



### Увага!!!

До початку вимірювань ПЕД від транспортного засобу і вантажу держкоінспектор проводить вимірювання фону ПЕД гамма-випромінювання у місці проведення РК згідно з Методикою, затвердженою Наказом Міністра екології та природних ресурсів № 250 від 18 липня 2011 р.

## Радіаційний контроль металобрухту

Радіаційний контроль металобрухту проводиться відповідно до ПКМУ від 2 липня 1998 р. № 999 та згідно з ДСЕПІН 6. 6.1. - 001 /211.9.2. 001-07.

ПК  
експортних партій металобрухту  
в місцях його накопичення

- Δ Перевірити супроводжувальні документи;
- Δ Перевірити відповідність складу вантажу зазначеним документам (оглядовий контроль);
- Δ Виміряти ПЕД  $\gamma$ - випромінення;
- Δ Виміряти щільність потоку (ЩП)  $\beta$  – часток;
- Δ З'ясувати наявність нефіксованого радіоактивного забруднення поверхні;

- ✓ супроводжувальні документи наявні та достовірні!?
- ✓ склад вантажу відповідає зазначеним документам!?
- ✓ ПЕД, мкЗв/год (мкР/год)  $\leq 0,26$  (30)!?
- ✓ Щільність потоку (ЩП)  $\beta$  – часток, част/хв·см<sup>2</sup>  $\leq 100$ !?
- ✓ нефіксоване радіоактивне забруднення поверхні відсутнє!?

ТАК

НІ

«Радіологічний контроль –  
ВВІЗ/ВИВІЗ ДОЗВОЛЕНО»

«Радіологічний контроль –  
ВВІЗ/ВИВІЗ ЗАБОРЕНЕНО»

Дії згідно з Постановою Кабінету Міністрів  
України № 813 від 02.06.2003  
(виявлено радіоактивний матеріал у незаконному обігу!)



## Об'єкти, що можуть тим чи іншим чином спричинити радіоактивне забруднення металобрухту

(Фото об'єктів та їхні радіаційні характеристики)

### **Димосповіщувач РИД-1**

Містить 2 ДІВ (плутоній-239)  
та 1 ДІВ – нікель-63.

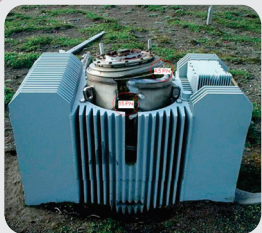
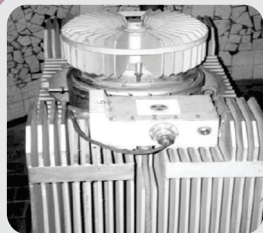


### **Димосповіщувач РИД-6М**

Виробництва 80-х років,  
містить 2 ДІВ (плутоній-239)



### **Радіоізотопний термоелектрогенератор**





## Гамма-терапевтичний апарат ЛУЧ-1

- Містить півтони збідненого урану
- В середині джерело кобальт-60.
- Активність 4800Кі.

## Ампула з джерелом



- Найчастіше можна зустріти в місцях розміщення військових частин, в металобрухті тощо.
- Розмір ампули може бути різним, проте форма ампули приблизно такого вигляду.
- Ампула може містити джерело цезію-137.
- Потужність дози в сантиметрі від джерела – може варіювати від 1 до 5000 і більше Р/год.
- Застосовуються такі джерела в повірочних лінійках для перевірки дозиметрів.

## Контейнери лабораторні

*Контейнер може містити будь-яке радіонуклідне джерело*



## Контейнери для зберігання джерела



## Гаммарид

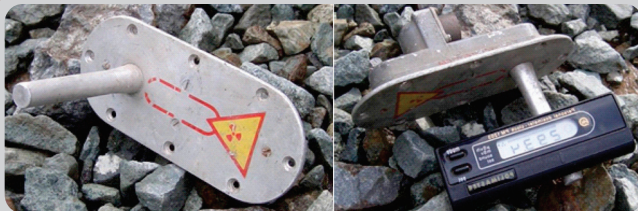


## Блок гамма джерела

- Потужність дози в пучку від блоку на відстані 1м може досягати 1,5 - 2 Р/год.
- Містить - цезій - 137.
- Подібні БГД можна зустріти в наступних місцях: шахта, котельня, конвеєрна лінія гірно-збагачувального виробництва, бункер, цементний завод, дробильні заводи, баки з водою, конвеєри лікеро-горілчаних заводів, лабораторії, можливо, на крутих спусках на трамвайних коліях (призначались для автоматичного включення гальмівної системи).



## Датчик обледеніння типу РІО-3



Можна зустріти на аеродромах, дахах будинків та в ремонтних майстернях.

Містить джерело на основі стронцію-90

## ПРИЛАДИ, ВИРОБЛЕНІ З ВИКОРИСТАННЯМ СВІТЛОМАСИ ПОСТІЙНОЇ ДІЇ (СПД) НА ОСНОВІ СОЛЕЙ РАДІЮ – 226.

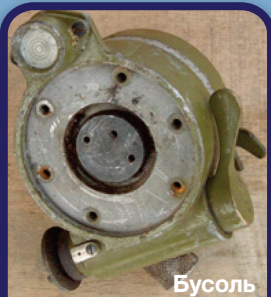
### Секстант

Шкала приладів, що виготовлені до 70-х років, вироблені з використанням СПД на основі солей радію -226



Потужність дози  
в сантиметрі  
від джерела  
24,6 мкЗв/год





Бусоль  
артилерійська



Годинник літака



Траверси



Траверси для підйому

Металеві штирі, що використовувались для позначення габаритів в нічний час  
Містять СПД на основі радію -226

Приціли для  
зброї



Потужність дози в сантиметрі від джерела 2,5мР/год

## Приклади виявленого ненавмисного переміщення

Δ 2013 рік. На одному з пунктів пропуску у Волинській області затримано вантажний автомобіль, у кабіні якого було виявлено радіоактивно забруднений об'єкт – старенька ковдра, на якій водій відпочивав під час зупинок.

- ⚠ ПЕД на відстані 10 см від об'єкта – 1,7мкЗв/год.
- ⚠ ЩП β-часток – 420 част./хв·см<sup>2</sup>
- ⚠ Спектрометром-радіометром на ковдрі виявлено радіонуклід торій-232.

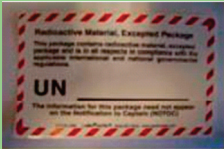
Δ 2012 рік. У пункті пропуску міжнародного аеропорту «Сімферополь» у пасажирів виявлено радіоактивно забруднений об'єкт – брелок для ключів.

- ⚠ ПЕД на відстані 10 см від об'єкта – 1,2мкЗв/год.
- ⚠ ЩП β-часток – 350 част./хв·см<sup>2</sup>
- ⚠ Спектрометром-радіометром виявлено радіонуклід торій-232.

## ДОДАТКИ

(довідково-інформаційні матеріали):

### Типи упаковок



1. Звичайна упаковка

2. Упаковка типу А

2. Упаковка типу В

**Пакет з ізотопом Cs-137  
(кількість типу А)**

**Упаковка типу В для  
пересилання кобальту-60**



Менше 1 граму (1,9 ТБк ізотопу Cs-137 у запечатаній металічній капсулі (діаметр 3 см, довжина 9 см).

Екранована 54-кілограмовим свинцевим контейнером (товщина стінки 3 см).



Бочка F-168 (діаметр 1013 мм, висота 1456 мм (без термозахисту) або висота 1575 мм (з термозахистом), маса 6500 кг.

## Знаки небезпеки за категоріями радіоактивних вантажів

Знак небезпеки  
категорії I – БІЛА



Знак небезпеки  
категорії II – ЖОВТА



Знак небезпеки  
категорії III – ЖОВТА



Знак небезпеки для вантажів  
радіоактивних матеріалів  
з позначенням інформації  
про безпеку з критичності(7)





## БІОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РАДІАЦІЇ

Організм людини складається в основному з води. Якщо молекули води зазнають впливу іонізаційної радіації, хімічні зв'язки порушуються, внаслідок чого утворюються вільні радикали, які можуть руйнувати або вбивати клітини.

Якщо загинула не дуже велика кількість клітин, вони можуть бути легко замінені. Якщо убита дуже велика кількість клітин, то орган або організм може загинути.

Проте якщо клітини пошкоджені, але не загинули, організм спробує відновити їх, використовуючи ДНК як код. Відновлення може бути правильним або неправильним.

Якщо відновлення виявиться неправильним, клітина зможе вижити, проте біологічна програма клітини може змінитися ("мутація"). В результаті це може стати причиною ракового захворювання.

### Не всі випромінення однакові.

- Різні види випромінень мають різні біологічні наслідки, головним чином залежно від щільності іонізації
- Це відображено в «відносній біологічній ефективності випромінення»

$$\gamma = 1$$

$$\beta = 1$$

$$n = 5 - 20 \text{ (залежно від енергії нейтронів)}$$

$$\alpha = 20$$

## Біологічні наслідки радіації

Гострі наслідки

Віддалені наслідки

### Гострі наслідки

- Якщо доза перевищить  $> 1$  Зв: кров зміниться, з'являться опіки, променева хвороба (більша кількість клітин виявиться знищеними). Чим більша доза, тим гірші наслідки!
- Гострі наслідки можуть мати місце, якщо доза перевищує поріг приблизно в 1 Зв!
  - **1-2 Зв: нудота, блювота через 24 години;**
  - **3-4 Зв: 50% смертельних наслідків протягом 60 днів;**
  - **$> 8$  Зв: 100% смертельних наслідків протягом 2 тижнів.**

### Віддалені наслідки

Рак, білокрів'я; якщо клітини виживають, вони змінюються (в результаті помилок при відновленні - мутація).

Порогу немає!

Чим більше доза, тим більша вірогідність "статистична".

## ТЕРМІНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

Стосовно **Дози** вживають (залежно від мети) різні терміни.

Поглинена доза випромінення (**D**) - це величина що визначається енергією випромінення (**Дж**), яка поглинається одиницею маси (кг) опромінюваної речовини.

*За одиницю поглиненої дози в системі СІ прийнято грей (Гр):*

$$D = 1\text{Дж}/1\text{кг}=1 \text{ Гр.}$$

**Грей** це така доза іонізаційного випромінення, при якій елементові (частині) речовини масою 1 кг передається енергія 1 Дж.

**Еквівалентна доза (H)** визначається як добуток поглиненої дози (**D**) даного виду випромінення на середнє значення зважуючого фактору (коефіцієнта якості) іонізаційного випромінення (**WR**), в даному елементі - об'єму біологічної тканини.

*За одиницю еквівалентної дози в системі СІ прийнято зіверт (Зв).*

Для фотонного випромінення введена специфічна величина в дозиметрії - експозиційна доза. Чисельно вона дорівнює абсолютному значенню повного заряду іонів одного знаку, утворених в одиниці маси повітря при повному гальмуванні електронів і позитронів, звільнених фотонами (рентгенівським випромінюванням). Тобто, це *повітряно-еквівалентна одиниця дози*, яка не призначена для дозиметрії в речовині.

*Одиницею виміру експозиційної дози в системі СІ є кулон/кг (Кл/кг), позасистемною одиницею є рентген (Р).*

Інспектор, який проводить радіаційний контроль, вимірює ПЕД (мкЗв/год, мЗв/год), величина якої визначає рівень радіації.

При цьому, в одному нормативному документі (Інструкція, Наказ №27) ПЕД – це потужність еквівалентної дози, а в іншому (ДСЕПІН для металобрухту) – ПЕД це **потужність експозиційної дози**  $\gamma$ -випромінювання! «Методика виконання вимірювань іонізаційного випромінювання при проведенні радіаційного контролю транспортних засобів і вантажів», затверджена Наказом Міністра екології та природних ресурсів України № 250 від 18.07.2011, передбачає вимірювання ПАЕД – потужності амб'єнтного еквівалента дози гамма-випромінювання на поверхні транспортних засобів і вантажів!

У ПБПРМ – 2006 використано термін **«максимальний рівень випромінювання в одиницях "мілізіверт на годину" (мЗв/год) на відстані 1 м від зовнішніх поверхонь упаковки, транспортного пакета, вантажного контейнера»**

Отже, для інспектора, який проводить РК важливо знати, що він вимірює рівень випромінювання – ПЕД (мкЗв/год, мЗв/год) від поверхні вантажу або транспортного засобу, що є, насправді, потужністю дози (експозиційної чи «повітряно-еквівалентної»). В таких же самих одиницях мкЗв/год, мЗв/год вимірюється і ПАЕД.

Інспектору важливо знати, що він вимірює **потужність дози!** Тобто швидкість набирання дози.

На підставі ПЕД (ПАЕД) оцінюють рівень випромінювання на поверхні транспортних засобів і вантажів, радіаційну обстановку на місці виявлення підозрілого об'єкта.

Експозиційну дозу можна використовувати для наближеної оцінки поглиненої і еквівалентної дози в речовині (табл. 4).

Таблиця 4

*Перерахунок доз для гамма-випромінення*

Доза	Система	Одиниця	Перерахунок в:
Експозиційна доза	СІ	Кл/кг	Поглинену 1 Р ~ 0,0091 Гр
	Позасистемна	Р	Еквівалентну 1 Р ~ 0,0091 Зв
Поглинена доза	СІ	Гр	Експозиційну 1Гр ~110 Р
			Еквівалентну 1 Гр = 1 Зв
Еквівалентна доза	СІ	Зв	Експозиційну 1 Зв ~110 Р
			Поглинену 1 Зв = 1 Гр

**Що означає зіверт (Зв) для людини?**

**Зв – одиниця дози випромінення відносно до енергії, поглинутої організмом.**

1 Зв = 1000 мЗв (мілізівертів) = 1 000 000 мкЗв (мікросівертів).

1 мЗв менше половини середньої щорічної дози, що отримується людиною від природної радіації.

1 мЗв = 10-кратна доза опромінення, що отримується при простій рентгеноскопії грудної клітки.

## НАЙБІЛЬШ НЕБЕЗПЕЧНІ РАДІОНУКЛІДИ

- **Плутоній-239;**
- **Уран-233;**
- **Уран, збагачений ізотопами 235 і 233;**

Будь-який матеріал, що містить одну або кілька із зазначених вище речовин (відповідно до визначення Закону України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 1995 р. характеризується як спеціальний розщеплювальний матеріал.

А також **Нептуній-237, Америцій.**

## РАДІОАКТИВНІ ІЗОТОПИ, ЩО НАЙЧАСТІШЕ ВИКОРИСТОВУЮТЬ В МЕДИЦИНІ:

- **Галій-67** – діагностика селезінки й кісткового мозку;
- **Йод-131** – діагностика щитовидної залози й нирок;
- **Індій-111** – діагностична візуалізація печінки нирок, селезінки;
- **Технецій-99** – найбільш поширений радіофармацевтичний препарат;
- **Талій-201** – діагностична візуалізація серця та легенів;
- **Ксенон-133** – радіоактивний інертний газ для функціональної діагностики легенів.

**Матеріали, які можуть містити природні радіонукліди  
K-40 ,Ra-226 , Th-232**

Добрива

Граніт

Суглинок

Сланець

Піщаник

Цемент

Керамічна плитка

Мармур

Польовий шпат

Монацитовий пісок

Вироби з кераміки

Бетон

Вогнетривка цегла

Суха штукатурка, гіпс

**Товари і вироби, які можуть містити радіоактивні речовини:**

- *сільськогосподарська продукція* (наприклад, фрукти і листові овочі; тютюн, марихуана тощо) – полоній-210 і вісмут-210;
- *банани* (у великій кількості) – калій-40;
- *старовинні вироби, зокрема:*
  - *з глазурованої кераміки оранжевого, червоного й білого кольорів (чашки, тарілки, миски, горщики тощо) – уран, природний або збіднений;*
  - *з уранового скла (люмінесцентне жовте або смарагдово-зелене скло, що використовувалося в деяких старовинних чашках, тарілках, чеській біжутерії тощо) – уран, природний або збіднений;*

- **фотографічні об'єктиви** і багато високоякісних оптичних систем – торій у складі скла;
- **радіолюмінесцентні вироби** (радїєва фарба): наручні та настінні годинники, шкали приладів – радій, прометій-147;
- **керамічні зубні протези** – уран-234 (дуже мала кількість);
- **сітки розжарувальні ліхтарів** – природний торій;
- **полірувальна пороша** – домішка торію в абразиві на основі церію;
- **автоцистерни для перевезення пропану** – відкладення свинцю-210 і вісмуту-210 (продукти розпаду радону) на внутрішніх стінках цистерни;
- **димові пожежні сповіщувачі** – америцій-241;
- **телевізори** – торійований вольфрам в електронно-променевих трубках;
- **торійований алюміній, нікель або магній;**
- **високотехнологічні сплави, що містять торій;**
- **зварювальні електроди з торійованого вольфраму** – часто називаються торійованими зварювальними електродами і маркуються червоним кольором при вмісті торію 4 %, помаранчевим – при 2 %, жовтим – при 1 %;
- **зразки уранової руди** – уран, якщо зразок свіжоочищений, радій – якщо неочищений.

