

ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра «Охорона праці та навколишнього середовища»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до практичних занять з курсу**

**«ЦІВІЛЬНА ОБОРОНА»**

**для студентів усіх спеціальностей і форм навчання**

*Завідуючий кафедри ОП та НС* *проф. М.І. Ворожбіян*

*Методичні вказівки розглянуті і одобрені на*

*засіданні методичної комісії ф-ту УПП*

*протокол № від р.*

*Голова МК*

*доц. С.М. Продавчук*

*Декан факультету УПП*

*доц. Д.І. Мкртич'ян*

*автори*

*доц. О.В. Костиркін*

*ст. викл. Б.К. Гармаш*

Харків 2011

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Охорона праці та навколишнього середовища" від 13 січня 2011 р., протокол № 10.

Рекомендується для студентів усіх спеціальностей і форм навчання.

Методичні вказівки містять методи вимірювання основних радіаційних показників. Практичній частині вказівок передують теоретичні проблеми цивільного захисту.

Укладачі:  
доц. О.В. Костиркін,  
старш. викл. Б.К. Гармаш

Рецензент:  
нач. штабу ЦО УкрДАЗТ В.В. Тітов

## **1 МЕТА РОБОТИ:**

- ознайомитись з принципом дії та будовою приладів радіаційного контролю;
- оволодіти практичними навичками використання приладів радіаційного контролю;
- закріпити теоретичні знання з теми «Іонізуюче випромінювання».

## **2 ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ**

### **2.1 Іонізуючі випромінювання**

Іонізуюче випромінювання, яке також називають радіоактивним випромінюванням – це природне явище, що завжди є в навколишньому середовищі, в якому ми живемо. На нас постійно впливає випромінювання радіаційного фону Землі та космосу, постійно зазнаємо впливу природних радіоактивних матеріалів, які знаходяться у ґрунті та у будівельних матеріалах споруд, в яких ми живемо та працюємо. Також впливають на людей джерела радіоактивного випромінювання техногенного походження, що утворилися внаслідок забруднення великих територій викидами під час аварії на Чорнобильській АЕС. Отже, до впливу на нас природного іонізуючого випромінювання додається і складова чорнобильського походження, яка може потрапити в наш організм разом з сільськогосподарськими продуктами харчування, які вирощені на забруднених територіях, з лісовими ягодами та грибами. Іонізуюче випромінювання – це перш за все рентгенівське, гамма-, бета-, альфа- та нейтронне випромінювання.

Рентгенівське та гамма- випромінювання являє собою енергію, яка передається у вигляді хвиль, які подібно до світла та тепла розходяться від сонця. Рентгенівське та гамма-випромінювання за своєю природою не відрізняються між собою. Різниця полягає лише в способах їх виникнення та довжині хвиль.

Рентгенівські промені, як правило, отримують за допомогою електронних апаратів, які можна зустріти у кожній поліклініці.

Гамма-промені випромінюються нестабільними радіоактивними ізотопами. Як рентгенівське, так і гамма-випромінювання характеризуються потужним проникненням в організм людини, що залежить від енергії променів. Проникнення гамма-променів високої енергії настільки високе, що їх може зупинити лише товста свинцова чи бетонна плита.

Альфа- випромінювання – це потік ядер гелію. Альфа-випромінювання має дуже малу здатність до проникнення та затримується, наприклад, аркушем паперу. Тому воно не несе небезпеки до того часу, поки радіоактивні речовини, що випромінюють альфа-частинки, не потраплять всередину організму через відкриту рану, з їжею або через дихальні шляхи.

Бета- випромінювання – це потік електронів. Бета-випромінювання має вищу проникну здатність: воно проходить в тканини організму на глибину до 2 см.

Нейтронне випромінювання – це потік нейтронів, який виникає в процесі ядерного поділу в реакторах чи внаслідок спонтанного поділу в ядерних матеріалах. Оскільки нейтрони - це електронейтральні частинки, то вони глибоко проникають у всяку речовину, включаючи живі тканини.

## **2.2 Дози та одиниці вимірювання іонізуючих випромінювань**

Міра дії іонізуючого випромінювання в будь-якому середовищі залежить від енергії, поглинутої повітрям, речовиною або біологічною тканиною. Відповідно розрізняють експозиційну, поглинену та еквівалентну дози іонізуючого випромінювання.

Експозиційна доза характеризує іонізуючу спроможність випромінювання в повітрі, вимірюється в кулонах на кг (Кл/кг); позасистемна одиниця – рентген (Р);  $1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \times 10^3 \text{ Р}$ . За експозиційною дозою можна визначити потенційні можливості іонізуючого випромінювання.

Поглинута доза характеризує енергію іонізуючого випромінювання, що поглинається одиницею маси опроміненої речовини. Вона вимірюється в греях Гр ( $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ ).



Застосовується і позасистемна одиниця рад (1 рад = 0,01 Гр = 0,01 Дж/кг).

Доза, яку одержує людина, залежить від виду випромінювання, енергії, щільності потоку і тривалості впливу. Проте поглинута доза іонізуючого випромінювання не враховує того, що вплив на біологічний об'єкт однієї і тієї ж дози різних видів випромінювань неоднаковий. Щоб врахувати цей ефект, введено поняття еквівалентної дози.

Еквівалентна доза є мірою біологічного впливу випромінювання на конкретну людину, тобто індивідуальним критерієм небезпеки, зумовленим іонізуючим випромінюванням. За одиницю вимірювання еквівалентної дози прийнятий зіверт (Зв). Зіверт дорівнює поглинутій дозі в 1 Дж/кг (для рентгенівського та  $\alpha$ - випромінювань). Позасистемною одиницею служить бер (біологічний еквівалент рада). 1 бер = 0,01 Зв.

### **2.3 Механізм впливу іонізуючого випромінювання на людину**

Під впливом іонізуючого випромінювання атоми і молекули живих клітин іонізуються, внаслідок чого відбуваються складні фізико-хімічні процеси, які впливають на характер подальшої життєдіяльності людини.

Згідно з одними поглядами, іонізація атомів і молекул, що виникає під дією випромінювання, веде до розриву зв'язків у білкових молекулах, що призводить до загибелі клітин і ураження всього організму. Згідно з іншими уявленнями, у формуванні біологічних наслідків іонізуючих випромінювань відіграють роль продукти радіолізу води, яка, як відомо, складає до 70 % маси організму людини. При іонізації води утворюються вільні радикали  $H^+$  та  $OH^-$ , а в присутності кисню - пер-оксидні сполуки, які є сильними окислювачами. Останні вступають у хімічну взаємодію з молекулами білків та ферментів, руйнуючи їх, внаслідок чого утворюються сполуки, не властиві живому організму. Це призводить до порушення обмінних процесів, пригноблення ферментних і окремих функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму.

## **2.4 Основні методи виявлення і вимірювання іонізуючих випромінювань**

Основні методи виявлення і вимірювання іонізуючих випромінювань – фотографічний, хімічний, сцинтиляційний та іонізаційний.

Фотографічний метод засновано на впливі іонізуючих випромінювань на світлочутливий шар фотоплівки, щільність потемніння якої пропорційна дозі опромінення.

Хімічний метод ґрунтується на здатності іонізуючих випромінювань спричинювати хімічні зміни деяких речовин, що супроводжуються появою нового забарвлення розчину цих речовин.

Сцинтиляційний метод використовує явище світіння (сцинтиляції) деяких речовин під впливом іонізуючих випромінювань. Кількість спалахів пропорційна інтенсивності випромінювання.

Іонізаційний метод використовує явище іонізації атомів речовин під впливом іонізуючого випромінювання, внаслідок якого електрично нейтральні атоми розпадаються й утворюють іони. Якщо в опромінювану речовину помістити електроди і подати до них напругу від джерела постійного струму, то виникає іонний струм, сила якого пропорційна інтенсивності випромінювання. Цей метод є основним, і його нині використовують в усіх дозиметричних приладах.

## **2.5 Дозиметр потужності дози (рентгенметр)**

**ДП-5В** призначений для виміру потужності експозиційної дози (рівнів) гамма-радіації і радіоактивної забрудненості різних предметів за гамма-випромінюванням (рисунок 2.1). Крім того, прилад дозволяє знайти забрудненість за бета-випромінюванням.

За допомогою ДП-5В можна виміряти рівні радіації і ступені радіоактивної забрудненості, тобто він функціонує як рентгенметр і як радіометр.

Потужність експозиційної дози вимірюється в рентгенах у годину або мілірентгенах у годину для тієї точки простору, у якій поміщено при вимірі сприймаючий пристрій (детектор або зонд).

Діапазон вимірів приладу за гамма-випромінюванням від 0,05 мр/год до 200 Р/год. Він розділений на 6 піддіапазонів (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Характеристика піддіапазонів приладу ДП-5В

Номер піддіапазону	Положення перемикача	Шкала відліку	Одиниці вимірювання	Межа вимірювання
1	200	0 --200	Р/год	5 --200
2	X 1000	0 --5	мР/год	500--5000
3	X 100	0 --5	мР/год	50--500
4	X 10	0 --5	мР/год	5 --50
5	X 1	0 --5	мР/год	0,5--5
6	X 0,1	0 --5	мР/год	0,05—0,5

Прилад забезпечує необхідні характеристики після однієї хвилини самопрогріву. Час установлення показань приладу, необхідний для гарантованої точності відліку, не перевищує 45 с.



Рисунок 2.1 – Дозиметр потужності дози (рентгенметр) ДП-5В

Відносна погрішність вимірів при температурі  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , відносній вологості повітря  $(65 \pm 15)\%$  і атмосферному тиску  $(750 \pm 30)$  мм рт.ст. не перевищує  $\pm 30\%$  від вимірюваної величини (для ДП-5А не перевищує  $\pm 35\%$ ).

Прилад забезпечує виміри в інтервалі температур повітря від  $-50^\circ$  до  $+50^\circ\text{C}$ . Він має звукову індикацію на всіх піддіапазонах, крім першого.

Живлення приладу може здійснюватися від внутрішнього або зовнішнього джерела постійного струму. Комплект живлення забезпечує безперервну роботу приладу протягом 55 год (40 год для ДП-5А і ДП-5Б).

Маса вимірювального пульта приладу з блоком детектора й елементами живлення не перевищує 3,2 кг, маса всього комплекту в пакувальній шухляді – 8,2 кг (для ДП-5А відповідно 2,1 і 7,5 кг; ДП-5Б — 2,8 і 7,6 кг).

Прилади ДП-5 прості в експлуатації, тому вони набули широкого застосування в системі ЦО.

У комплект приладу ДП-5В входять вимірювальний пульт у футлярі і блок детектора (зонд), з'єднані гнучким кабелем довжиною 1,2 м (у ДП-5А і ДП-5Б — на кришці футляра закріплене контрольне джерело бета-випромінювань, яке призначено для перевірки приладів на працездатність); телефон для слухового контролю роботи приладу; подовжувальна штанга, що служить для кріплення на ній зонда; дільник напруги з кабелем довжиною 10 м для підключення приладу до зовнішнього джерела постійного струму; комплект запасного майна; укладальна шухляда. До приладу додаються технічний опис і інструкція про експлуатацію, формуляр.

При підготовці приладів ДП-5 (усіх модифікацій) до роботи потрібно провести зовнішній огляд, підключити живлення, перевірити (установити) режим роботи і працездатність приладів. При зовнішньому огляді необхідно перевірити комплектність і механічний стан його устаткування; міцність і стан кріплення до футляра ременів для перенесення приладу; правильність установлення джерел живлення (за схемою у відсіку живлення); стан підсвітлення шкали мікроамперметра.

При перевірці приладу повинні бути встановлені: перемикач у положенні «Виключено»; стрілка мікроамперметра у нульовому положенні (якщо стрілка не збігається з нульовим розподілом, то необхідно поворотом коректувального гвинта мікроамперметра установити її в це положення); тумблер підсвітлення — у положенні «Виключено».

Підключають живлення шляхом установлення сухих елементів постійного струму або шляхом приєднання приладу до зовнішнього джерела постійного струму.

Перевірка (установлення) режиму роботи приладів виконується: для ДП-5В шляхом установлення перемикача піддіапазонів у положення «Режим», якщо при цьому стрілка мікроамперметра встановлюється в межах режимного сектора, позначеного чорною дугою під верхньою шкалою мікроамперметра, режим вважається нормальним (якщо стрілка мікроамперметра не відхиляється або не встановлюється на режимному секторі, то необхідно перевірити придатність і правильність установлення джерел живлення); для ДП-5Б і ДП-5А шляхом установлення перемикача піддіапазонів у положення «Режим» і поворотом ручки «Режим» за годинниковою стрілкою до установлення стрілки мікроамперметра в межах чорного трикутника на верхній шкалі мікроамперметра.

Працездатність приладів ДП-5 перевіряють на незараженій місцевості. Для перевірки працездатності необхідно: підключити телефон для прослуховування роботи приладу; повернути екран зонда ДП-5В в положення К (для ДП-5А і ДП-5Б в положення Б); установити ручку перемикача на IV піддіапазон ( $\times 10$ ). При нормальній працездатності приладу стрілка мікроамперметра повинна показати рівень радіації, записаний у формулярі при останній перевірці приладу.

Для вимірювання потужності дози гамма-радіації треба: закріпити блок детектор в подовжувальній штанзі; установити екран блока в положення Г, і в такому стані утримувати блок у витягнутій руці упорами вниз на висоті 0,7—1 м від землі.

Вимірювання починають з I діапазону, а потім переходять на наступні. На I піддіапазоні (200) показання приладу зчитують за нижньою шкалою. Одиниці виміру — рентгени за годину



(Р/год). На інших піддіапазонах показання зчитують за верхньою шкалою (0 - 5) із множенням на коефіцієнт, зазначений перемикачем для відповідного піддіапазону (одиниці виміру — мілірентгени за годину (мр/год)).

Час установлення стрілки мікроамперметра для зняття показань на різних піддіапазонах неоднаковий. Чим вище рівень радіації, тим час менший. На I і II піддіапазонах цей час складає приблизно 10 с, для III діапазону — 30 с, а для інших піддіапазонів — 45 с.

Вимірювання ступеня забруднення поверхонь різних об'єктів проводиться в місцях, де зовнішній гамма-фон (потужність дози на місцевості) не перевищує гранично допустимого зараження об'єкта більш ніж у три рази. Гамма-фон вимірюють на відстані 15—20 м від забруднених об'єктів.

Для вимірювання ступеня забруднення поверхонь різних об'єктів за гамма-випромінюванням необхідно: визначити потужність дози гамма-радіації на навколишній місцевості; якщо обстежуваний об'єкт є пересувним, то його необхідно установити на місці вимірювання гамма-фону; блок-детектор приладу закріпити на штанзі; при екрані блока-детектора (зонда) у положенні Г за максимальним показанням мікроамперметра визначити місце максимального забруднення поверхні обстежуваного об'єкта. Для цього блок піднести упорами до поверхні об'єкта на відстань 1—1,5 см і повільно переміщати його над поверхнею; виміряти потужність дози сумарних випромінювань (гамма-фону і гамма-випромінювання з поверхні) на місці максимального забруднення, утримуючи зонд на відстані 1 —1,5 см від поверхні об'єкта; з величини сумарних випромінювань відняти величину гамма-фону, розділену на коефіцієнт екранізації к обстежуваного об'єкта. Різниця цих вимірів і є ступінь зараження поверхні за гамма-випромінюванням.

Коефіцієнт екранізації к об'єкта враховує екрануючу дію контрольованого об'єкта. Для бронетанкової техніки  $k = 2$ ; для автотранспортної і спеціальної техніки  $k = 1,5$ ; для людей і тварин  $k = 1,2$ .

При вимірюванні ступеня забруднення об'єкти, які обстежують, повинні бути розташовані на відстані 15—20 м один від одного.

Для виявлення забрудненості за бета-випромінюванням необхідно: повернути екран блока-детектора в положення Б і визначити найбільше забруднене місце на поверхні об'єкта, що перевіряється; у цьому місці зробити два виміри: перше – при відкритому вікні в корпусі блока (екран у *положенні Б*), друге – при закритому вікні в корпусі блока (екран у *положенні Г*); з результатів першого виміру відняти величину другого виміру, позитивна різниця буде свідчити про наявність бета-забрудненості.

Виявлення забрудненості за бета-випромінюванням найчастіше необхідно для того, щоб визначити, на якому боці брезентових тентів, кузовів автомобілів, стінок тарних шухляд, кухонних ємностей, стін, перегородок і т.п. знаходяться радіоактивні речовини.

Якщо стінка обстежуваного об'єкта забруднена за бета-випромінюванням тільки з одного боку, то наявність такого забруднення буде виявлено тільки з одного боку.

## **2.6 Прилади для вимірювання дози випромінювання**

Вимірювання доз іонізуючих випромінювань проводиться для контролю радіоактивного опромінення людей, які знаходяться на радіоактивно забрудненій території або під дією проникаючої радіації.

Найбільше поширення одержали індивідуальні дозиметри, що працюють за іонізаційним методом. Вони комплектуються разом із зарядним пристроєм.

За призначенням комплекти поділяються на комплекти індивідуальних дозиметрів поглиненої дози (ИД-1, ИД-11, ДП-70МП) і на комплекти індивідуальних дозиметрів експозиційної дози (ДП-22В і ДП-24).

Комплекти ДП-22В і ДП-24 розрізняються тільки кількістю дозиметрів, що входять до складу комплекту.

Комплекти індивідуальних дозиметрів ДП-22В і ДП-24 (рисунок 2.2) призначені для вимірювання експозиційної дози гамма-опромінення людей, що знаходилися на радіоактивно забрудненій місцевості. Якщо група людей виявиться в рівних умовах за радіоактивним опроміненням, то результати вимірювання дози опромінення одного з членів цієї групи можна віднести і до всієї групи.



Рисунок 2.2 – Комплект індивідуальних дозиметрів ДП-22В

У більшості випадків опромінення буде потрібно вимірювати на сліді радіоактивної хмари, де основне опромінення виникає від гамма-радіації. Тому можна вважати, що обмірювана в цих умовах експозиційна доза опромінення буде мати несуттєву відмінність за величиною від поглиненої. Комплект індивідуальних дозиметрів ДП-22В складається з 50 прямопоказуючих (без додаткових вимірів) індивідуальних дозиметрів ДКП-50А (ДП-24 має 5 дозиметрів ДКП-50А), зарядного пристрою ЗД-5 (або ЗД-6), укладальної шухляди.

Дозиметри ДКП-50А забезпечують вимірювання індивідуальних доз гамма-опромінення в діапазоні від 2 до 50Р при потужності дози від 0,5 до 200 Р/год і в діапазоні енергії випромінювання від 200 кеВ до 2 МеВ.



Відлік вимірюваних доз здійснюється за шкалою, що розташована усередині вимірника дози й виградуйована в рентгенах (рисунок 2.3). Саморозряд вимірників дози в нормальних умовах не повинний перевищувати 2 поділки за добу (4 Р). Погрішність вимірів дози при температурі навколишнього повітря  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  і відносній вологості до 98 % не перевищує 10 % від максимального значення шкали.

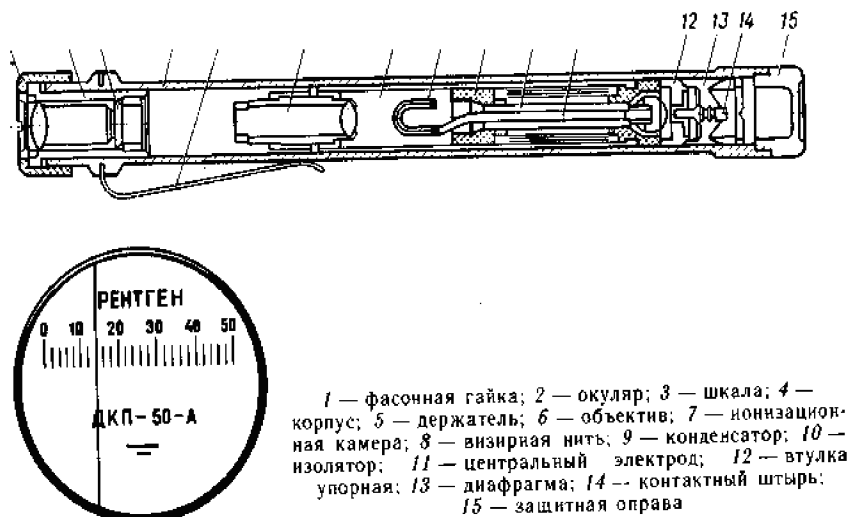


Рисунок 2.3 – Індивідуальний дозиметр ДКП-50А

Працездатність комплекту забезпечується в інтервалі температур від  $-40^\circ$  до  $+50^\circ\text{C}$ . Живлення зарядного пристрою здійснюється від двох сухих елементів типу 145-У (1,6-ПМЦ-У-8). Тривалість безперервної роботи не менш 30 год. Маса комплекту в укладальній шухляді не перевищує 5,6 кг (ДП-24 — 3 кг). Напруга на виході ЗД-5 при напрузі живлення 3 В повинна плавно регулюватися в межах: 180 В (нижня межа) і 250 В (верхня межа).

Зарядний пристрій ЗД-5 призначений для зарядження дозиметрів ДКП-50 А. Він живиться від двох сухих елементів типу 145-У. На його панелі розташовані зарядне гніздо, ручка перетворювача напруги постійного струму і лампочка для підсвітлення шкали з мікровимикачем.

Для підготовки комплекту до роботи необхідно перевірити: комплектність і стан комплектуючих частин; наявність і правильність підключення живлення; розташування ручки потенціометра (регулятора) у крайньому лівому положенні.

Для зарядження ДКП-50А потрібно: відгвинтити і зняти захисну оправу (ковпачок) дозиметра: відгвинтити і зняти захисний ковпачок зарядного гнізда ЗД-5; вставити дозиметр в зарядне гніздо, при цьому після легкого клацання загориться лампочка підсвічування шкали (усередині зарядного гнізда); надавити дозиметр до центрального контакту зарядного гнізда і, плавно обертаючи ручку регулятора напруги за годинниковою стрілкою, установити нитку на нульову відмітку шкали (за положенням нитки спостерігати крізь окуляр дозиметра, витягти дозиметр із зарядного гнізда, перевірити правильність установлення нитки на «О», угвинтити захисну оправу (ковпачок), і якщо в даний момент зарядження більш проводиться не буде, то нагвинтити ковпачок зарядного гнізда і повернути ручку регулятора напруги проти годинникової стрілки до упору.

Заряджений дозиметр видається людям, які можуть опинитися на радіоактивно забрудненій місцевості. Облік опромінення ведуть у спеціальному журналі, у якому обов'язково вказують, кому і коли виданий дозиметр, його номер і положення нитки під час видачі.

Зчитування дози опромінення роблять шляхом перегляду через окуляр, при цьому нитка дозиметра повинна бути у вертикальному положенні.

Для визначення величини саморозрядження дозиметра один з них залишається на пункті видачі як контрольний. Показання контрольного дозиметра виключають з показань доз, відзначених дозиметрами, що знаходилися в користуванні.

## **2.7 Комплект індивідуальних дозиметрів ИД-1**

Комплект ИД-1 (рисунок 2.4) використовується для вимірювання поглиненої дози гамма-нейтронного випромінювання. До складу комплекту входить: 10

індивідуальних дозиметрів ИД-1, зарядний пристрій ЗД-6, укладальна шухляда і технічна документація. Маса комплекту 2 кг, маса одного дозиметра 40 г.



Рисунок 2.4 – Комплект індивідуальних дозиметрів ИД-1

За конструкцією дозиметр ИД-1 ідентичний дозиметрові ДКП-50А. Відмінність у тому, що його іонізаційна камера покрита усередині сумішшю, яка містить речовини, які під впливом нейтронного потоку випускають гамма-промені.

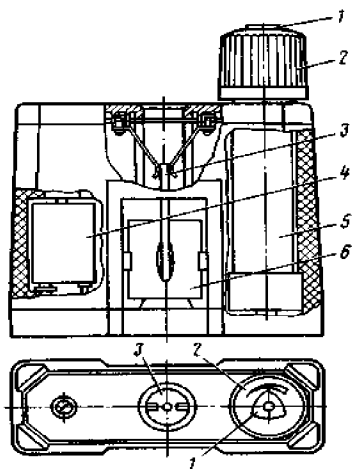
Вимір потужності цього гамма-випромінювання дає можливість визначати дозу опромінення нейтронним потоком. Якщо зовнішнє випромінювання буде складатися з гамма-випромінювання і потоку нейтронів, то прилад покаже сумарну дозу гамма-нейтронного випромінювання.

Діапазон вимірів ИД-1 від 20 до 500 рад. Відносна погрішність виміру  $\pm 20\%$ . ИД-1 працездатний в інтервалі температур від  $-50$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Час зарядження одного вимірника дози не більш 1 хв.

Принцип роботи зарядного пристрою заснований на п'єзоелектричному ефекті. Під впливом механічного стиску створюється тиск на п'єзоелементи, що, деформуючись,

створюють на торцях різницю потенціалів, прикладену таким чином, щоб на центральний стрижень зарядного пристрою подавався «плюс», а на корпус — «мінус». Для обмеження вихідної напруги зарядного пристрою паралельно п'єзоелементам підключений розрядник.

Зарядний пристрій ЗД-6 (рисунок 2.5) призначено для зарядки до прямопоказуючих дозиметрів ДКП-50А, ДК-0,2, ИД-1.



1 — трехгранник; 2 — ручка; 3 — зарядно-контактное гнездо; 4 — разрядник; 5 — преобразователь; 6 — зеркало

Рисунок 2.5 – Зарядний пристрій ЗД-6

Для зарядження дозиметрів необхідно: уставити дозиметр у зарядно-контактне гніздо підготовленого до роботи зарядного пристрою; направити зарядний пристрій на зовнішнє джерело світла; поворотом дзеркала домогтися максимального висвітлення шкали; натиснути на дозиметр і, спостерігаючи в окуляр, обертати ручку зарядного пристрою за напрямком стрілки «Заряд» доти, поки не з'явиться зображення нитки на шкалі дозиметра; установити зображення нитки на «0» і вийняти дозиметр із зарядно-контактного гнізда.

## 2.8 Дозиметр-радіометр МКС-05 "ТЕРРА-П"

Дозиметр-радіометр МКС-05 "ТЕРРА-П" (рисунок 2.6) відноситься до класу побутових виробів і не є засобом для офіційних (професійних) вимірювань.



Рисунок 2.6 – Дозиметр-радіометр МКС-05 «ТЕРРА-П»

Однак через те, що у повсякденному житті людина найчастіше зустрічається з небезпекою гамма- та бета-опромінення, більшість приладів для контролю радіаційного випромінювання контролює саме ці види випромінювання. Власне для попередження гамма-та бета-радіаційної небезпеки і служить побутовий дозиметр-радіометр МКС-05 "ТЕРРА-П", створений на базі сучасного професійного дозиметра-радіометра МКС-05 "ТЕРРА", який є на озброєнні силових структур України та експортується в багато країн світу.

За аналогічним принципом використовуються дозиметр-радіометр "Стора", "Прип'ять", МКС-05 "ТЕРРА-П" (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Дозиметр-радіометр "Стора", "Прип'ять",  
МКС-05 "ТЕРРА-П"

Дозиметр-радіометр МКС-05 "ТЕРРА-П" проходить калібрування на еталонних джерелах іонізуючого випромінювання при випуску з виробництва і повірці не підлягає.

Скорочення та позначення:

ЕД – еквівалентна доза;

ПЕД – потужність еквівалентної дози;

РЕЖИМ – кнопка увімкнення та вимкнення дозиметра, а також увімкнення відповідного режиму вимірювання та індикації ПЕД гамма-випромінювання, ЕД гамма-випромінювання, реального часу та будильника);

ПОРІГ – кнопка програмування порогових рівнів та корекції показів годинника і будильника.

**Примітка** – Еквівалентна доза (одиниці вимірювання – "зіверти" (Зв) характеризує вплив іонізуючого гамма-випромінювання на біологічний об'єкт (людину), на відміну від експозиційної дози (одиниці вимірювання - "рентгени" (Р), яка характеризує здатність гамма-випромінювання іонізувати повітря. Для переходу від одиниць еквівалентної дози до одиниць експозиційної дози можна, у більшості



випадків – для простоти, використовувати коефіцієнт, близький 100: 1,0 мкЗв – 100,0 мкР.

Відповідно: 1,0 мкЗв/год – 100,0 мкР/год для потужності дози.

Звичайний фоновий рівень радіації, як правило, становить близько 0,1 мкЗв/год (10 мкР/год.).

Призначення дозиметра

Дозиметр-радіометр МКС-05 "ТЕРРА-П" (далі за текстом – дозиметр) призначений для вимірювання еквівалентної дози (ЕД) та потужності еквівалентної дози (ПЕД) гамма-випромінювання, а також оцінки поверхневої забрудненості бета-радіонуклідами. Додатково в дозиметрі реалізовано функції годинника та будильника.

Дозиметр використовується в побутових цілях: для контролю радіаційної чистоти житлових приміщень, будівель і споруд, предметів побуту, одягу, поверхні ґрунту на присадибних ділянках, транспортних засобів; для оцінки радіаційного забруднення лісових ягід та грибів, а також як наочне обладнання для закладів освіти.

### **3 ПОРЯДОК РОБОТИ З ДОЗИМЕТРОМ-РАДІОМЕТРОМ МКС-05 "ТЕРРА-П"**

1 У випадку, якщо гальванічні елементи вже були раніше вставлені у відсік живлення, короткочасно натиснути кнопку РЕЖИМ. При цьому дозиметр повинен увімкнутись і відразу працювати в режимі вимірювання ПЕД гамма- випромінювання, про що свідчитимуть наявність на цифровому індикаторі одиниць вимірювання ПЕД - " " та короткочасні звукові сигнали від зареєстрованих гамма-квантів. До завершення інтервалу вимірювання буде спостерігатись мигання цифрових розрядів індикатора.

Після завершення інтервалу вимірювання на цифровому індикаторі повинен висвітлитись результат вимірювання гамма-фону.

2 Короткочасно натиснути кнопку РЕЖИМ і переконатись в переході дозиметра в режим індикації ЕД гамма-випромінювання. При цьому на цифровому індикаторі повинні висвітлитись одиниці вимірювання ЕД.

3 Короткочасно натиснути кнопку РЕЖИМ і переконатись в переході дозиметра в режим індикації реального часу, про що

свідчитиме наявність двох крапок між двома парами цифрових розрядів на цифровому індикаторі, які повинні мигати з періодом 1 секунда.

4 Короткочасно натиснути кнопку РЕЖИМ і переконатись в переході дозиметра в режим індикації встановленого часу будильника, про що свідчитиме наявність двох крапок, що не мигають, між двома парами цифрових розрядів на цифровому індикаторі.

5 Для вимкнення дозиметра необхідно натиснути та утримувати в натиснутому стані протягом 4 с кнопку РЕЖИМ.

**Примітка 1** – В разі наявності ознак розрядження батареї (мигання усіх чотирьох сегментів символу елемента живлення на індикаторі та періодичні короткочасні двотональні звукові сигнали), що спостерігаються при увімкненні дозиметра незалежно від обраного режиму, елементи батареї підлягають заміні.

6 Увімкнення-вимкнення дозиметра.

Для увімкнення дозиметра необхідно короткочасно натиснути кнопку РЕЖИМ. Про увімкнення дозиметра свідчить інформація, що висвічується на рідкокристалічному цифровому індикаторі.

Для вимкнення дозиметра необхідно повторно натиснути та утримувати в натиснутому стані протягом 4 с кнопку РЕЖИМ.

7 Вимірювання ПЕД гамма-випромінення.

Режим вимірювання ПЕД гамма-випромінення вмикається пріоритетно з моменту увімкнення дозиметра. Ознаками цього режиму є висвічування символу " " на цифровому рідкокристалічному індикаторі та короткочасні звукові сигнали, якими супроводжуються зареєстровані гамма-кванти. При цьому на цифровому індикаторі вже на перших секундах будуть висвічуватись результати вимірювань, які відразу дають можливість оперативної оцінки рівня випромінювання. Оскільки в дозиметрі передбачено постійне усереднення результатів вимірювань, то з кожним наступним поновленням значення на цифровому індикаторі відбувається процес його уточнення. Таким чином, приблизно через хвилину після початку вимірювань на цифровому індикаторі можна отримати результат з точністю в межах паспортної похибки приладу. Час, потрібний для отримання



достовірного результату, залежить від інтенсивності випромінювання і не перевищує 70 с. Протягом цього часу цифрові розряди індикатора будуть мигати.

Для вимірювання ПЕД гамма-випромінювання необхідно дозиметр орієнтувати метрологічною міткою "+" у напрямку до об'єкта, що обстежують.

Результатом вимірювань ПЕД гамма-випромінювання вважати середнє арифметичне з п'яти останніх вимірів через 10 с після початку вимірювання, або кожне значення, отримане через 70 с після початку вимірювання за умови незмінного розташування дозиметра по відношенню до об'єкта, що обстежують. Одиниці вимірювання виражені в мікрозівртах за годину (мкЗв/год).

Вимірювання ПЕД гамма-випромінювання та порівняння результатів з запрограмованим пороговим рівнем звукової сигналізації відбуваються постійно і незалежно від обраного режиму індикації і роботи з моменту увімкнення дозиметра.

**Примітка 2** – Для оперативної оцінки рівня випромінювання процес усереднення інформації можна зупинити примусово. Для цього, змінивши об'єкт обстеження, необхідно короткочасно натиснути кнопку ПОРІГ. В результаті, приблизну оцінку рівня гамма-фону кожного нового об'єкта можна буде зробити протягом 10 с.

**Примітка 3** – В дозиметрі з метою економії енергоресурсу джерела живлення передбачено автоматичне вимкнення цифрового рідкокристалічного індикатора та звукової сигналізації зареєстрованих гамма-квантів. Вимкнення відбувається через 5 хв після останнього натискання будь-якої з кнопок управління та за умов, що вимірювання ПЕД не перевищує встановлений пороговий рівень і не спрацював запрограмований будильник. Цифровий рідкокристалічний індикатор та звукова сигналізація зареєстрованих гамма-квантів вмикаються відразу після натискання будь-якої з кнопок управління або при спрацюванні звукової сигналізації (порогового пристрою чи будильника).

Не забувайте вимикати живлення дозиметра після завершення роботи з ним, адже вимкнена індикація не свідчить про те, що дозиметр вимкнено.

Програмування порогових рівнів спрацьовування звукової сигналізації за ПЕД гамма-випроміненням та увімкнення-вимкнення озвучування зареєстрованих гамма-квантів.

На момент увімкнення дозиметра у ньому автоматично встановлюється значення порогового рівня за ПЕД гамма-випроміненням – 0,30 мкЗв/год, що відповідає максимально допустимому рівню для приміщень згідно з "Нормами радіаційної безпеки України" (НРБУ-97).

В разі необхідності програмування (зміна) порогових рівнів спрацьовування звукової сигналізації за ПЕД здійснюється в режимі вимірювання ПЕД гамма-випромінення. Для програмування необхідно натиснути та утримувати в натиснутому стані кнопку ПОРІГ. При цьому має спостерігатися мигання молодшого розряду на цифровому рідкокристалічному індикаторі.

Послідовним короткочасним натисканням та відпусканням кнопки ПОРІГ задають потрібне значення молодшого розряду. Перехід до програмування значення наступного розряду досягається короткочасним натисканням кнопки РЕЖИМ, при цьому буде спостерігатись мигання цього розряду.

Програмування значення наступних розрядів відбувається аналогічно.

Навіть якщо значення старших розрядів не змінюються, для фіксації нового значення порогового рівня необхідно за допомогою кнопки РЕЖИМ пройти усі розряди цифрового індикатора.

Після програмування значення (чи проходження) останнього цифрового розряду короткочасно натиснути кнопку РЕЖИМ. При цьому на цифровому індикаторі висвітлиться мигаючий символ звуку " ". Для вимкнення озвучування зареєстрованих гамма-квантів необхідно короткочасно натиснути кнопку ПОРІГ, після чого символ звуку згасне. Для увімкнення озвучування зареєстрованих гамма-квантів необхідно повторно натиснути кнопку ПОРІГ, що викличе появу символу звуку на цифровому рідкокристалічному індикаторі. Фіксація значення нового порогового рівня та стану системи озвучування зареєстрованих гамма-квантів здійснюється наступним короткочасним натисканням кнопки РЕЖИМ.

Про фіксацію нових установок свідчитиме чотирикратне гасіння цифрового індикатора.

Для перевірки значення зафіксованого порогового рівня ПЕД необхідно натиснути кнопку ПОРІГ та утримувати її в натиснутому стані не довше 2 с після появи значення порогового рівня.

При утримуванні кнопки ПОРІГ довше 2 с почнеться мигання молодшого розряду, що свідчитиме про можливість запрограмувати нове значення порогового рівня.

Про перевищення запрограмованого порогового рівня ПЕД при вимірюванні свідчить двотональна звукова сигналізація.

**Примітка 4** – При увімкненні дозиметра увімкнення озвучування зареєстрованих гамма-квантів відбувається автоматично. Вимкнення цифрового рідкокристалічного індикатора викликає автоматичне вимкнення озвучування зареєстрованих гамма-квантів.

**Примітка 5** – Незалежно від стану системи озвучування зареєстрованих гамма-квантів сигналізація перевищення запрограмованого порогового рівня ПЕД відбуватиметься пріоритетно.

8 Індикація вимірюваного значення ЕД гамма-випромінення

Для увімкнення режиму індикації вимірюваного значення ЕД гамма-випромінювання необхідно короткочасно натиснути кнопку РЕЖИМ. Цей режим є наступним після режиму вимірювання ПЕД гамма-випромінення (який вмикається пріоритетно з моменту увімкнення дозиметра). Ознакою цього режиму є висвічування символу "t\$y" на цифровому індикаторі. Одиниці вимірювання ЕД фотонного іонізуючого випромінювання виражені в мікрозівертах (мЗв). На початку роботи дозиметра кома на індикаторі буде знаходитись після першого зліва розряду. При зростанні значення ЕД фотонного іонізуючого випромінювання кома буде автоматично зміщуватись вправо, аж до повного заповнення шкали ЕД дозиметра.

9 Оцінка поверхневої забрудненості бета-радіонуклідами. Для оцінки поверхневої забрудненості бета-радіонуклідами необхідно дозиметр увімкнути в режим вимірювання ПЕД гамма-випромінення. Дозиметр зорієнтувати вікном, що знаходиться навпроти детектора (далі за текстом – вікно детектора), паралельно до обстежуваної поверхні і розташувати на мінімальній відстані до неї.

Для оцінки поверхневої забрудненості бета-радіонуклідами необхідно здійснювати два вимірювання: перше - з відкритим вікном

детектора; друге - з закритим за допомогою кришки-фільтра вікном детектора. Результатом вимірювань при цьому буде різниця між першим та другим вимірюваннями. Наявність різниці значень між першим та другим вимірюваннями свідчатиме про поверхневу забрудненість обстежуваного об'єкта бета-радіонуклідами. Результатом вимірювань для оцінки поверхневої забрудненості бета-радіонуклідами вважати середнє арифметичне з п'яти вимірювань через 10 с після початку вимірювання, або кожне значення, отримане через 70 с після початку вимірювання. Результат буде поданий в умовних одиницях (мкЗв/год).

#### **4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

- 1 Ознайомитись з основними теоретичними положеннями.
- 2 Розглянути влаштування приладів радіаційного контролю.
- 3 Ознайомитись з порядком роботи дозиметра МКС-05.
- 4 Виміряти фактичний рівень радіаційного фону.
- 5 Скласти звіт про виконання лабораторної роботи.

#### **5 ЗМІСТ ЗВІТУ**

- 1 Мета роботи.
- 2 Прилади та апаратура.
- 3 Результати вимірювань.
- 4 Висновки.

#### **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

- 1 Які об'єкти відносять до радіоактивно небезпечних?
- 2 Які зони радіоактивного забруднення виникають у разі теплового вибуху на АЕС?
- 3 Правила поведінки населення на радіоактивно забрудненій території.
- 4 Охарактеризуйте принцип дії дозиметричних приладів.
- 5 Призначення індивідуальних дозиметрів.

- 6 Вкажіть діапазон вимірювань дозиметричних приладів "ДП-5" та "МКС-05".
- 7 Що розуміють під "режимами радіаційного захисту"?
- 8 Назвіть допустимі дози опромінення.
- 9 Які основні принципи вибору режиму радіаційного захисту?
- 10 Розрахуйте річну дозу опромінення людини, якщо рівень радіації становить 20 мкрад/год.
- 11 Які види доз опромінення вам відомі?

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Юрпольский И.И. Гражданская оборона на ж.-д. транспорте. – М.: Транспорт, 1987.
- 2 Губський А.І. Цивільна оборона. – К.: Вища школа, 1995.
- 3 Деміденко Ю.В. Захист об'єктів народного господарства від зброї масового враження. – К.: Вища школа, 1989.
- 4 Закон України "Про аварійно-рятувальні служби" // ВРУ. – 1999. – № 1281-XIV.
- 5 Закон України «Про Цивільну Оборону» // ВРУ 1993. – № 2974-XII.
- 6 Надзвичайні ситуації. Основи законодавства України. – Т. 1. – К., 1998.
- 7 Надзвичайні ситуації. Основи законодавства України. – Т. 2. – К., 1998.
- 8 Положення "Про класифікацію надзвичайних ситуацій". Постанова КМУ №1099. – К., 1998.
- 9 Закон України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2001. – № 15. – Ст. 73.