

*Запорізький державний медичний університет
Кафедра гігієни та екології*

РАДІАЦІЙНА

ГІГІЄНА

Лектор : доцент, к.мед.н. Торгун В.П.

Радіаційна гігієна - вивчає закономірності формування доз опромінювання населення і персоналу, що працює з джерелами іонізуючого випромінювання, їх вплив на здоров'я людей, а також займається розробкою санітарних норм і правил в області радіаційної безпеки.

Надзвичайно важливо відзначити, що при всіх благах, які дає застосування радіоактивних речовин, можливо переопромінення значних кількостей людей і забруднення навколишнього середовища цими речовинами. Таким чином, перед наукою і, перш за все, перед гігієною стоїть величезної важливості проблема радіаційного захисту. Для успішного вирішення цієї проблеми необхідно: пізнання основ ядерної фізики, особливості біологічної дії, умов будь-яких контактів людини з іонізуючим випромінюванням.

Отже, *радіоактивність* - це мимовільне перетворення ядер атомів одних елементів в інші, що супроводжується випусканням іонізующого випромінювання.

Розрізняють *наступні види радіоактивних перетворень*: розпад, розподіл, синтез. Таким чином, при радіоактивних перетвореннях можуть бути наступні *випромінювання*: протонні, нейтронні, електронні, позитронного, фотонні (рентгенівське, гамма-хвилі, електромагнітні хвилі).

Слід зазначити, що серед 340 природних ізотопів - 70 є радіоактивними, а штучних значно більше 1700.

При радіоактивному розпаді не всі ядра розпадаються одночасно, а в кожную одиницю часу расплавляється лише деяка частка від загального числа радіоактивних елементів.

Ця незмінна для кожного радіоактивної речовини величина називається *постійною розпаду*, $\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}}$ де T - період напіврозпаду, в перебігу якого розпадається половина всіх атомів даного ізотопу. часовий діапазон цієї величини дуже широкий від декількох секунд до мільярдів років, що має велике профілактичне значення: наприклад, витримавши протягом місяця певні радіоактивні відходи, і розбавивши потім їх 10-кратним об'ємом води, можна видаляти їх за допомогою каналізації.

Характеризуючи будь-яке іонізуюче випромінювання необхідно знати сутність іонізації, як такої. *Іонізація* - це утворення електрично заряджених частинок - іонів з електрично нейтральними частинками зовнішнього середовища, або *іонізація* - це процес поділу електрично нейтрального атома на дві протилежно заряджені частинки: негативний електрон і позитивний іон.

Отже, *іонізуюче випромінювання* - це випромінювання, енергія якого достатня для іонізації середовища, що опромінюється, при цьому найбільше гігієнічне значення складає дві властивості: іонізуюча і проникаюча здатність.

Для α - випромінювання характерна дуже висока іонізуюча здатність і низька проникаюча. Для β - випромінювання - висока іонізуюча здатність: захиститись від нього можна звичайним листом паперу, але проникнувши в організм, цей вид випромінювання може становити велику загрозу для здоров'я людини, проникаюча здатність - помірна. Для γ - випромінювання (і інших електромагнітних випромінювань) характерна низька іонізуюча і дуже висока проникаюча здатність.

Розрізняють закриті і відкриті ДІВ, що містять радіоактивні речовини.

^ *Закритим джерелом* називають радіонуклідні джерела, розміщені в неактивній твердій оболонці, яка за нормальних умов експлуатації забезпечує запобігання попадання радіоактивних речовин в навколишнє середовище.

^ *Відкритим джерелом* називають радіонуклідні джерела, при проведенні робіт з якими можливо попадання радіоактивних речовин в оточуюче середовище (рідкі, газоподібні, пилоподібні).

Основною фізичною величиною, що визначає ступінь радіаційної дії, є доза випромінювання.

Дозою називається поглинена енергія випромінювання одиницею маси речовини за весь час дії випромінювання.

В радіаційній гігієні використовуються поняття експозиційної, поглиненої, еквівалентної, ефективної доз.

^ *Природний радіаційний фон* – постійно діючий чинник навколишнього середовища, обумовлений космічним випромінюванням, випромінюванням земної кори, повітря, води, продуктів харчування і живих організмів.

5/6 річної еквівалентної дози для людини – це земні джерела радіації та на першому місці радон – радіоактивний газ, уран (^{238}U), ^{40}K торій ^{232}Th . Нормальний фон землі = 5 – 15 мкр/г

Природна радіація земного походження формується за рахунок зовнішнього і внутрішнього опромінювання.

^ *Зовнішнє земне* опромінення формується природними джерелами радіації, що знаходяться в земній корі.

^ *Внутрішнє опромінення* людини формується за рахунок надходження в організм людини тих же природних радіонуклідів з продуктами харчування, повітрям і водою. При цьому встановлено, що в продуктах рослинного походження зміст цих радіонуклідів на порядок більше, ніж в продуктах тваринного походження. Середня величина дози опромінення за рахунок внутрішнього опромінювання природними джерелами складає близько 1,55 мЗв на рік.

Останніми роками у зв'язку з активною господарською діяльністю людини природний радіаційний фон якісно і кількісно значно змінився. В результаті широкого впровадження нових технологій з'явився так званий «техногенно підсилений фон». Прикладом цього може служити значне збільшення видобування уранових руд, а також корисних копалин, що містять природні радіонукліди, широке використання мінеральних добрив, збільшення авіаційних перевезень, використання нових будівельних матеріалів та ін.

У зв'язку з цим доза опромінення за рахунок природної компоненти з урахуванням техногенно підсиленого фону зросла в 2 рази і в даний час досягає 2,5 мЗв на рік.

Атомна енергетика вносить незначний вклад в суммарну дозу опромінення населення.

В даний час на частку атомної енергетики в світі доводиться близько 17% світового виробництва електроенергії. В Україні ця величина складає 24,5%, при цьому найбільш потужна Запорізька АЕС виробляє більше 50% електроенергії всіх АЕС країни.

Аварія на Чорнобильській АЕС скомпрометувала цей метод отримання енергії. Проте, не дивлячись на могутній екологічний рух проти будівництва АЕС, в найближчому майбутньому в світі планується будівництво АЕС в Ірані, Японії, Південній Кореї та інших країнах.

Під час вибуху і подальшого за ним викиду радіонуклідів, який тривав близько двох тижнів, в атмосферу потрапило близько 50 млн. Кюрі радіоактивних речовин. Склад викиду в цілому відповідав ізотопній структурі палива в реакторі, в якому переважали короткоіснуючі радіонукліди, в першу чергу йод-131. З довгоіснуючих переважав цезій-137, якого було викинуто 1 млн. Кюрі. стронцію-90 було значне менше.

ЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМИХ РІВНІВ ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДІВ ^{137}Cs І ^{90}Sr В ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ І ПИТНІЙ ВОДІ

№п\п	Найменування продукту	^{137}Cs	^{90}Sr
1.	Хліб, хлібопродукти	20	5
2.	Картопля	60	20
3.	Овочі (листові, коренеплоди, столова зелень)	40	20
4.	Фрукти	70	10
5.	М'ясо і м'ясопродукти	200	20
6.	Риба і рибопродукти	150	35
7.	Молоко і молокопродукти	100	20
8.	Яйця (шт.)	6	2
9.	Вода	2	2
10.	Молоко згущене та концентроване	300	60
11.	Молоко сухе	500	100
12.	Ягоди і гриби сухі дикорослі	2500	250
13.	Ягоди і гриби свіжі дикорослі	500	50
14.	Лікарські рослини	600	200
15.	Спеціальні продукти дитячого харчування	40	5
16.	Інші продукти	600	200

Продукт дозволяється вживати тільки в тому випадку, якщо дотримується наступне співвідношення:

$$\frac{C_{\text{Cs}}}{\text{ДР}_{\text{Cs}}} + \frac{C_{\text{Sr}}}{\text{ДР}_{\text{Sr}}} \leq 1$$

де C_{Cs} і C_{Sr} - питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr в харчовому продукті;

ДР_{Cs} і ДР_{Sr} - нормативи змісту ^{137}Cs і ^{90}Sr для даного харчового продукту

По радіотоксичності РВ діляться на 5 груп:



Група А – елементи з особливо високою радіотоксичністю ($P_{и}^{239}$, $P_{о}^{210}$, $R_{а}^{226}$ и др.)

Група Б – елементи з високою радіотоксичністю. ($R_{а}^{223}$, Sr^{90} , I^{131} и др.)

Група В - елементи з середньою радіотоксичністю. (Cs^{137} , Ir^{192} , Sr^{89} , P^{32} и др.)

Група Г - елементи с малою радіотоксичністю (C^{14} , Be^7)

Група Д - елементи з найменшою радіотоксичністю (H^3).

При плануванні приміщень дотримується принцип зональності.



Критичний орган - це орган або тканина, частина тіла або все тіло, опромінення яких в даних умовах найбільш істотно щодо можливого збитку здоров'ю (З урахуванням радіочутливості окремих органів і розподілу окремих органів і розподілу еквівалентної дози по тілу).

Залежно від радіочутливості і ступеня небезпеки виділені три групи критичних органів:

1 група - все тіло, гонади, червоний кістковий мозок;

2 група - м'язи, щитовидна залоза, жирова тканина, печінка, нирки, селезінка, шлунково-кишковий тракт, легені, кришталик ока та ін. органи, за винятком тих, які відносяться до 1 до 3.

3 група - кісткова тканина, шкірний покрив, кисті, передпліччя, щиколотки і стопи.

Радіотоксичність ізотопів залежить від ряду моментів, головним з яких є наступні:

1. вид радіоактивного перетворення;
2. середня енергія одного акту розпаду;
3. схема радіоактивного розпаду;
4. шляхи надходження радіоактивних речовин в організм;
5. розподіл радіоактивних речовин за органами і системами;
6. час перебування випромінювача в організмі;
7. тривалість часу надходження радіоактивного речовини в тіло людини.



Приміщення для роботи I класу розміщує в окремій будівлі і ізолюваній частині будівлі з окремим входом лише через санпропускник і поділяють на 3 зони:



1 зона ("гаряча") - камери, бокси та інші герметичні пристрої, що не обслуговуються приміщення, де розміщуються технологічне обладнання та комунікації, які є основними джерелами радіоактивного забруднення.

2 зона - періодично обслуговуються ремонтно-транспортні приміщення, служать для розкриття і ремонту устаткування, завантаження і розвантаження РВ.

3 зона - чиста, приміщення постійного переривання персоналу, 2 і 3 зони пов'язані між собою санітарним шлюзом з пунктом дозиметричного контролю.

Одиницею активності являється $Bk = 1$ розпад в секунду або $Kи$ – 37 мільярдів в секунду, але судити про безпеку тільки по одній активності важко, необхідно знати дозу опромінення, кількісну міру поглиненої енергії.

ЛІМІТИ ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ (мЗв/рік)

Найменування дози	Категорія опромінених осіб		
	А ^{а,б}	Б ^а	В ^а
Ліміт ефективної дози	20 ^а	2	1
Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінення:			
- для кришталіка ока	150	15	15
- для шкіри	500	50	50



СЕРЕДНІ ЕФЕКТИВНІ ДОЗИ ОПРОМІНЮВАННЯ ПАЦІЄНТІВ ПРИ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ПРОЦЕДУРАХ



Найменування процедури	Доза (мЗв)
<u>Рентгеноскопія:</u>	
Органи грудної порожнини	0,9
Шлунково-кишковий тракт	1,65
Інші	0,8
<u>Рентгенографія:</u>	
Органи грудної порожнини	0,25
Шлунково-кишковий тракт	1,2
Кістково-суглобова система	1,0
Інші	0.5
Флюорографія	0.5

Основні джерела опромінення населення і обумовлені ними ефективні еквівалентні дози

Джерела опромінення	Доза, мкЗв/год
Природні	
космічні промені на поверхні землі	320
гамма-випромінювання	
фонове	300
додаткове (будматеріали)	110
Внутрішнє опромінення	
бета-випромінювачі	200
альфа-випромінювачі	160
додаткове	
Добрива	0,3
спалювання вугілля	2
радон-222, радон-220	
фонове	280
додаткове	
будматеріали	480
грунт	1090
Медичні	1230
рентгенодіагностика	1200
радіонуклідна діагностика	30
Інші штучні джерела	53,1
випробовування ядерної зброї	20
ядерна енергетика	0,1
професійне опромінення	3
наслідки аварії на ЧАЕС (1990)	30
Всього	4200



Найбільше значення при роботі з закритими джерелами являється принцип захисту екраном. Найкращими матеріалами для захисту від γ - та рентгенівського випромінювань є ті, які складаються з речовин з великою атомною масою. Для екранування сусідніх приміщень використовують бетон, залізобетон. Від β - випромінювання – алюміній, скло, пластмаса. Від нейтронів – матеріали з великим вмістом атомів водню (парафін, бетон).



Радіаційні ефекти опромінення людей

Соматичні	Соматико-стохастичні (безпорогові)	Генетичні
Гостра променева хвороба	Скорочення тривалості життя	Домінантні генні мутації
Хронічна променева хвороба	Лейкози (злоякісні зміни кровоотворюючих клітин)	Рецесивні генні мутації
Виникає при дозі більше 100 бэр	Можуть виникати при будь- якій дозі, відмінною від нуля (20-25 років – латентний період виникнення цих ефектів)	Доза в 10-100 Р подвоює спонтанний темп мутування у людини

Найбільш тяжкими ушкодженнями, які викликають іонізуючі випромінювання – це генетичні. Міжнародна комісія радіаційного захисту відзначає: в разі генетичних ушкоджень не існує порогової залежності між дозою та ефектом: опромінення будь-якою дозою – є небезпекою генетичних ушкоджень.

ОСНОВНІ ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ПРИ РОБОТІ З РАДІОАКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ І ДЖЕРЕЛАМИ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

З огляду на високу біологічну активність іонізуючого випромінювання та все зростаюче число людей, що контактують з РВ, необхідно передбачити надійний захист від переопромінення і поширення радіоізотопів в навколишнє середовище.

Захист працюючих з радіонуклідами і джерелами іонізуючих випромінювань і охорона зовнішнього середовища від радіоактивних забруднень досягається здійсненням комплексу заходів. До них слід віднести колективні та індивідуальні заходи захисту.

Колективні заходи захисту:

- ☐ законодавчі;
- ☐ організаційні;
- ☐ планувальні;
- ☐ інженерно-технічні та санітарно-гігієнічні.

Індивідуальні заходи захисту:

- ☐ дотримання заходів особистої безпеки;
- ☐ використання індивідуальні засобів захисту;
- ☐ лікувально-профілактичні заходи.

ОСНОВНІ САНІТАРНІ ПРАВИЛА РОБОТИ З РВ

1. До розміщення установ і підприємств для роботи з РВ і джерелами іонізуючих випромінювань.
2. До організації робіт з ними.
3. До отримання, обліку, зберігання та перевезення РВ.
4. Робота з закритими джерелами.
5. Робота з РВ у відкритому вигляді.
6. До вентиляції, пилогазоочистка і опалення.
7. До водопостачання і каналізації.
8. К водоснабженню и канализации.
9. До збору, видаленню, знезараженню твердих і рідких радіоактивних відходів.



ПРИНЦИПИ ЗАХИСТУ ВІД ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ



При виконанні робіт з джерелами випромінювань для захисту дуже важливо використовувати принципи і методи, які враховують фізичні властивості іонізуючого випромінювання. Ці принципи і методи найбільше значення мають для захисту від зовнішнього опромінення.

Використовують 4 основних принципи захисту:

- Часом.
- Відстанню.
- Кількістю або активністю.
- Екрануванням.

Основою захисту людини від іонізуючого випромінювання являється **встановлення допустимих доз опромінення для працюючих в РВ і всього населення.**

В загальне поняття „радіаційний контроль ” входить чотири види контролю при проведенні будь-яких радіаційно небезпечних робіт: дозиметричний, радіометричний, індивідуальний дозиметричний контроль і спектрометричні вимірювання.

Відповідно до цього і всю апаратуру радіаційного контролю за своїм призначенням поділяють на чотири основні групи.

1 - дозиметричні прилади, призначені для вимірювання дози і потужності дози. До цієї групи відносяться також індикатори-сигналізатори для виявлення іонізуючих випромінювань і сигналізації про перевищення заданого порогу.

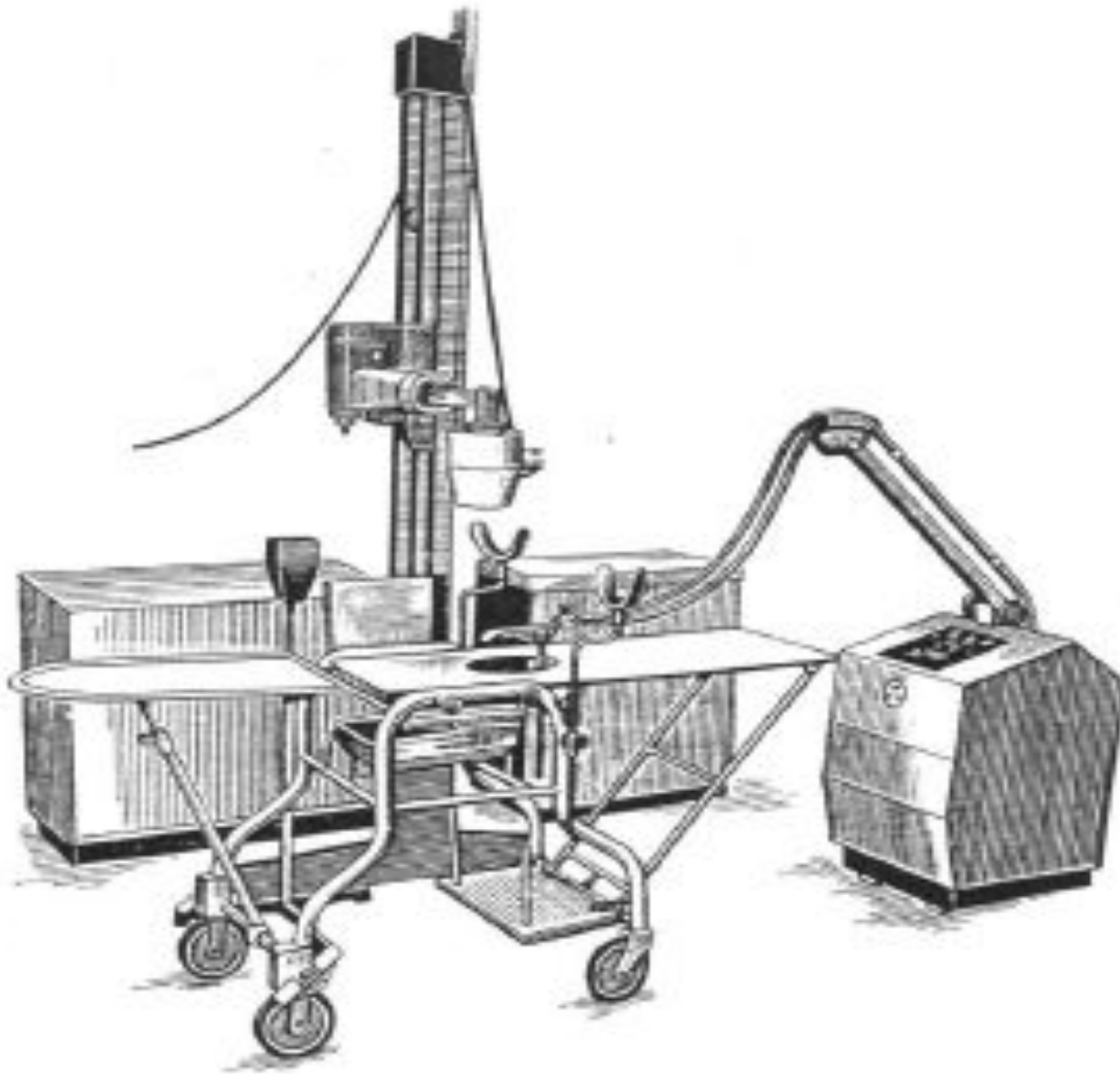
2 - радіометричні прилади, за допомогою яких визначають радіоактивне забруднення робочих поверхонь, устаткування, транспортних засобів, одягу, шкірних покривів та ін., а також питому активність продуктів, сировини, води і інших об'єктів навколишнього середовища.

3 - портативні дозиметри, призначені для визначення індивідуальної дози опромінювання за певний проміжок часу.

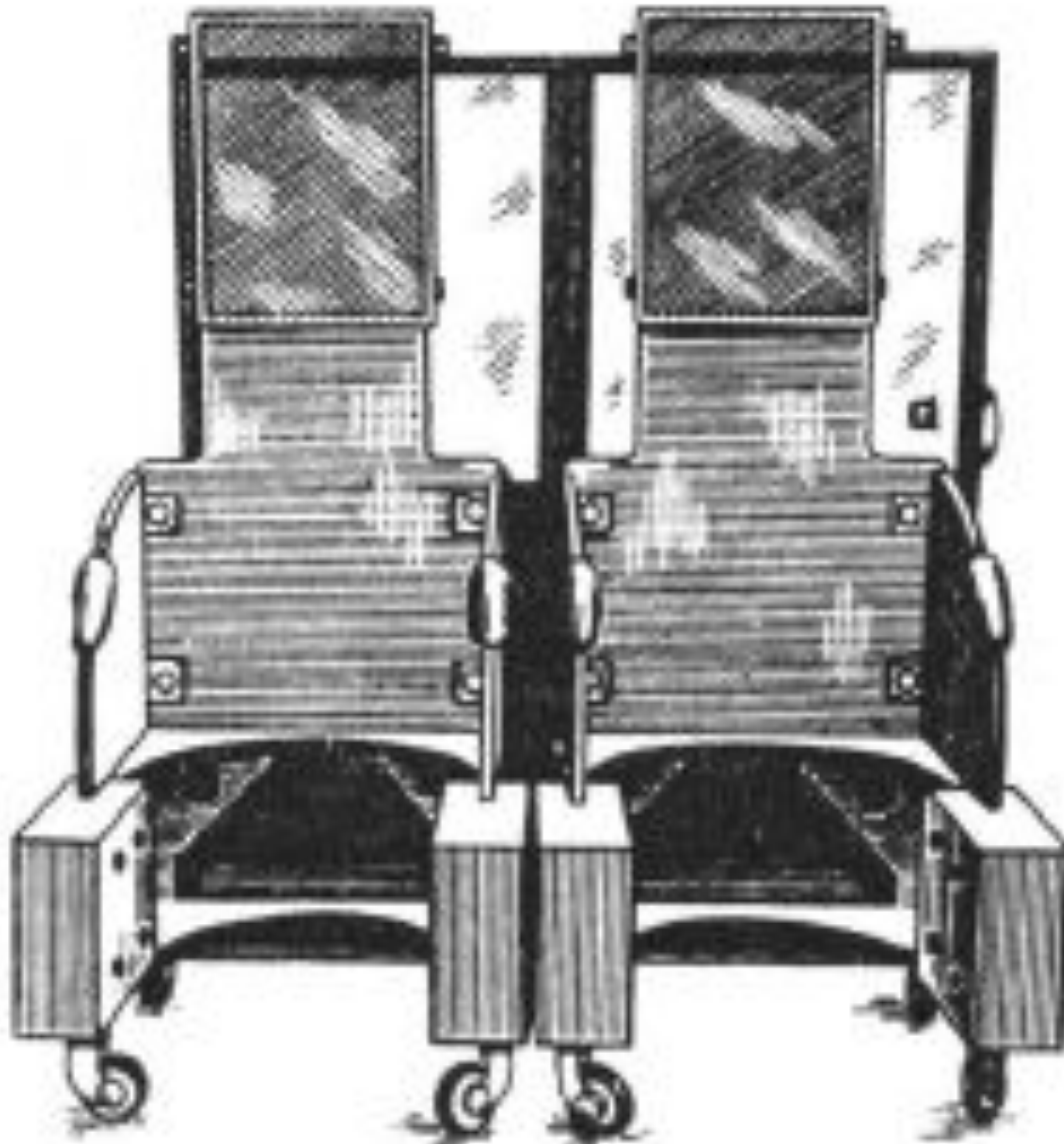
4 - спектрометричні установки, які дозволяють за спектром радіонукліду, характерному для кожного ізотопу, визначити його питому активність. В даний час спектрометричні установки визначають як гамма- так і бета-випромінюючі радіонукліди.

Вимірювання рівня радіоактивності проводиться непрямым шляхом з використанням різних методів: іонізаційного, сцинтиляційного, хімічного, калориметричного, фотографічного та ін.

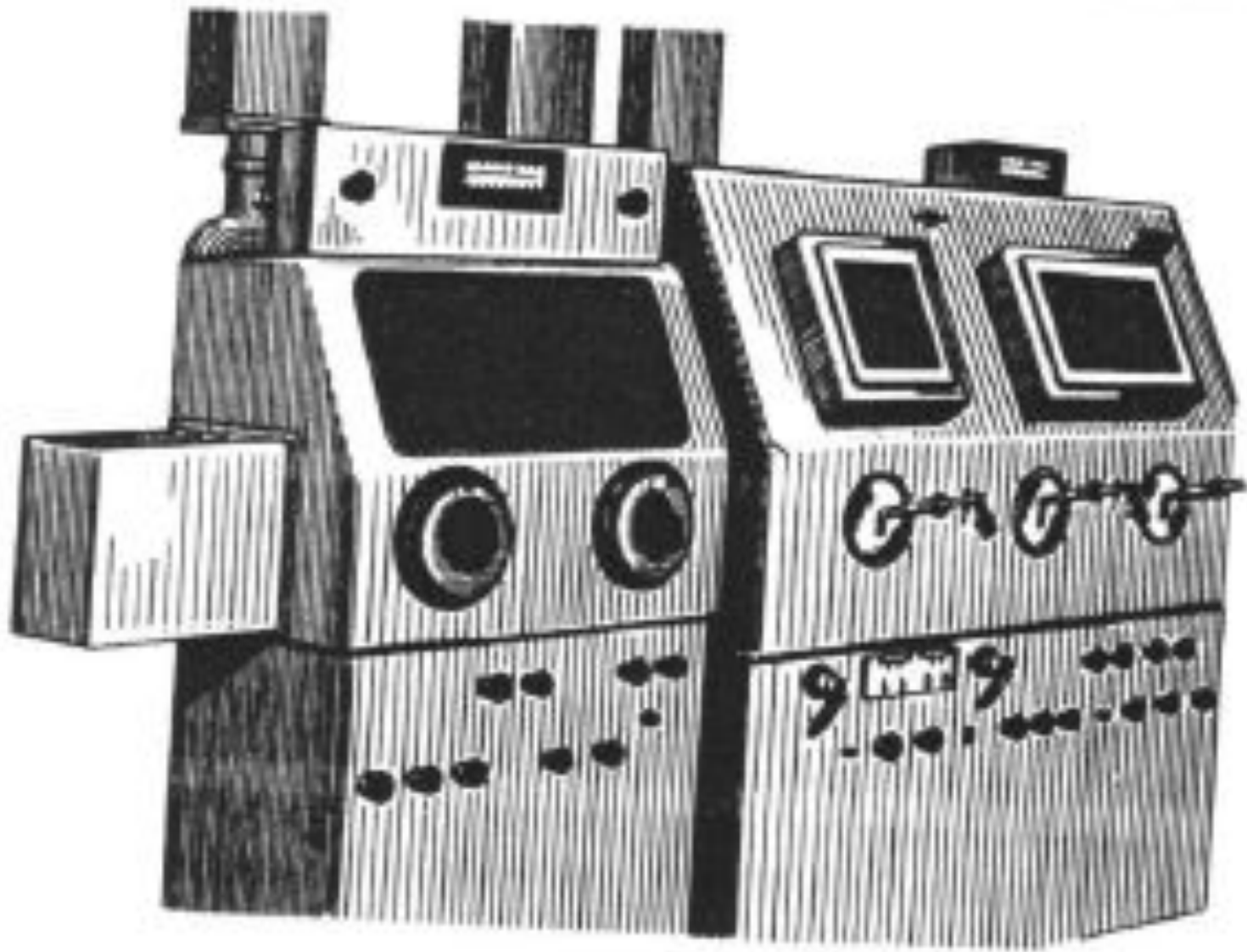
Гамма – терапевтический аппарат «Агат-В»



Передвижные экраны для защиты от излучения



Бокс защитный универсальный



Набор инструментов для нанизывания радиоактивных бус на нити



Респиратор ШБ-1 («Лепесток»)



Динамика накопления $Sr\ 90$ у
младенцев Москвы в
зависимости от возраста —
средние значения

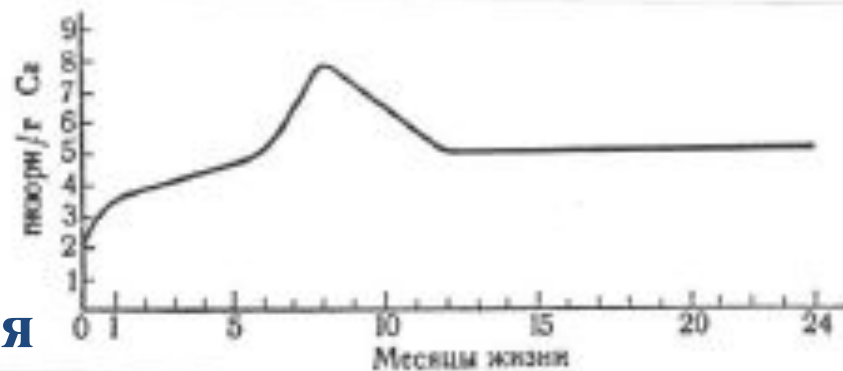
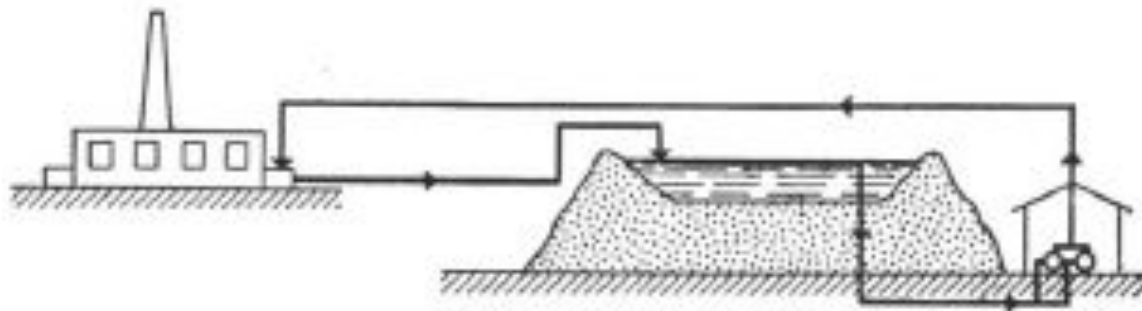


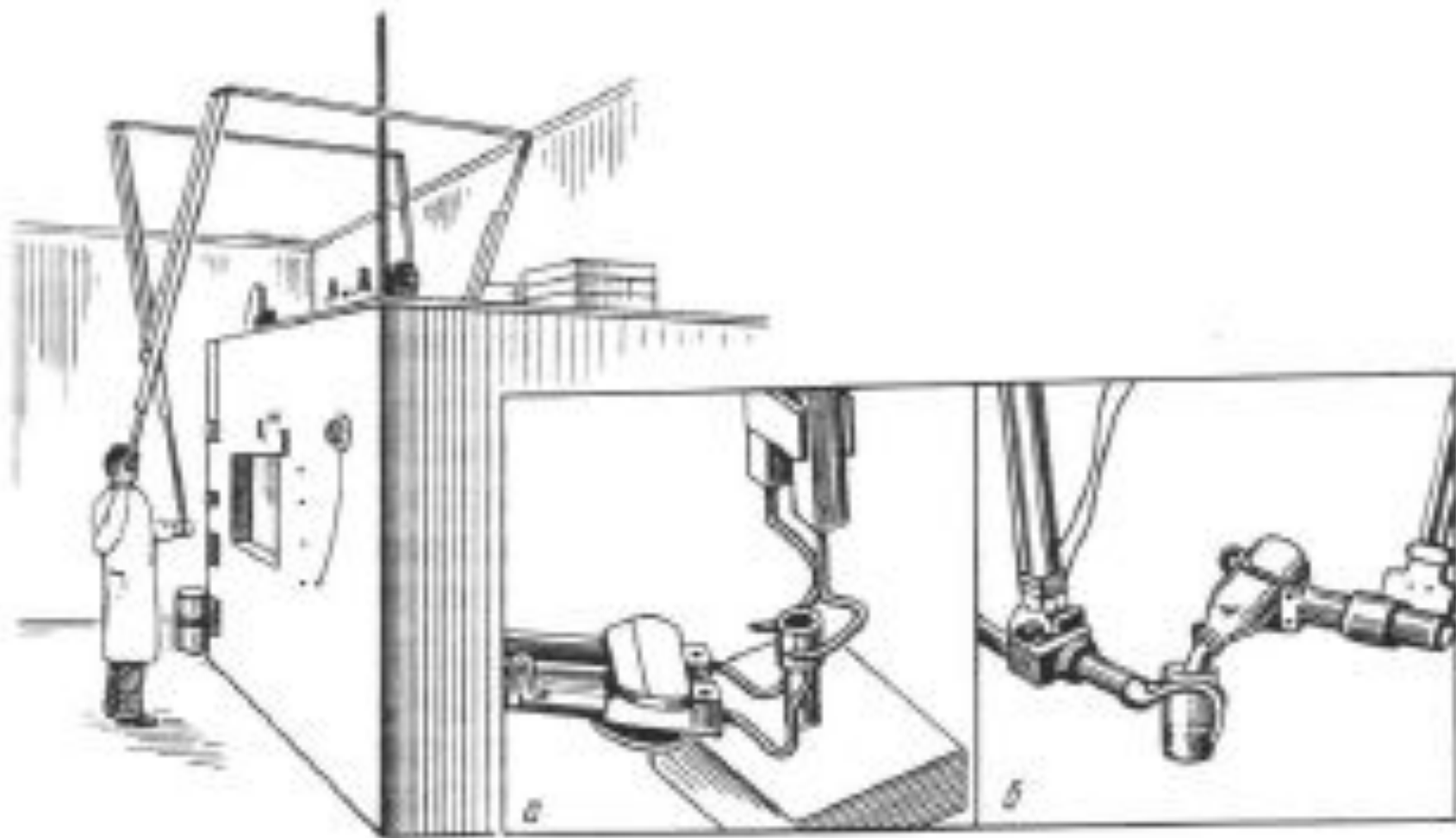
Схема оборотного водоснабжения



Механический комплекс защитного технологического оборудования

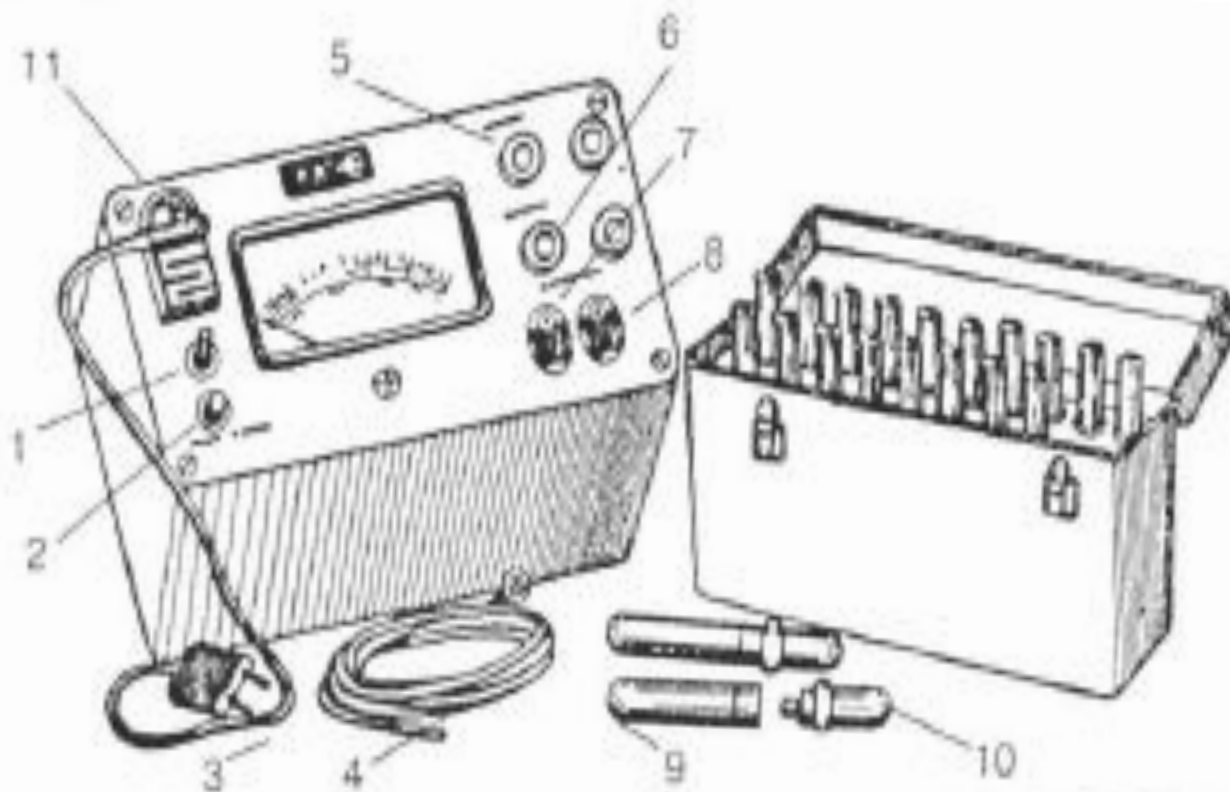


Действие механических рук (манипуляторов)



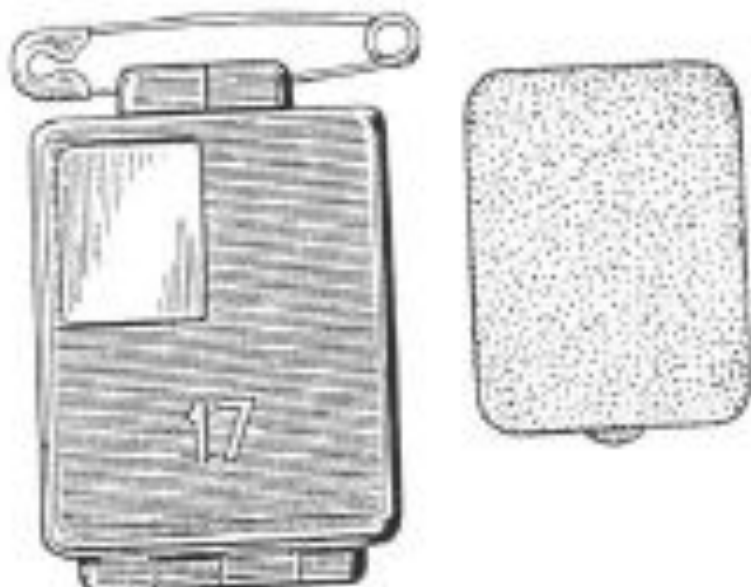
а – разъединение деталей, б – переливание жидкости

Индивидуальный дозиметр «КИД-2»

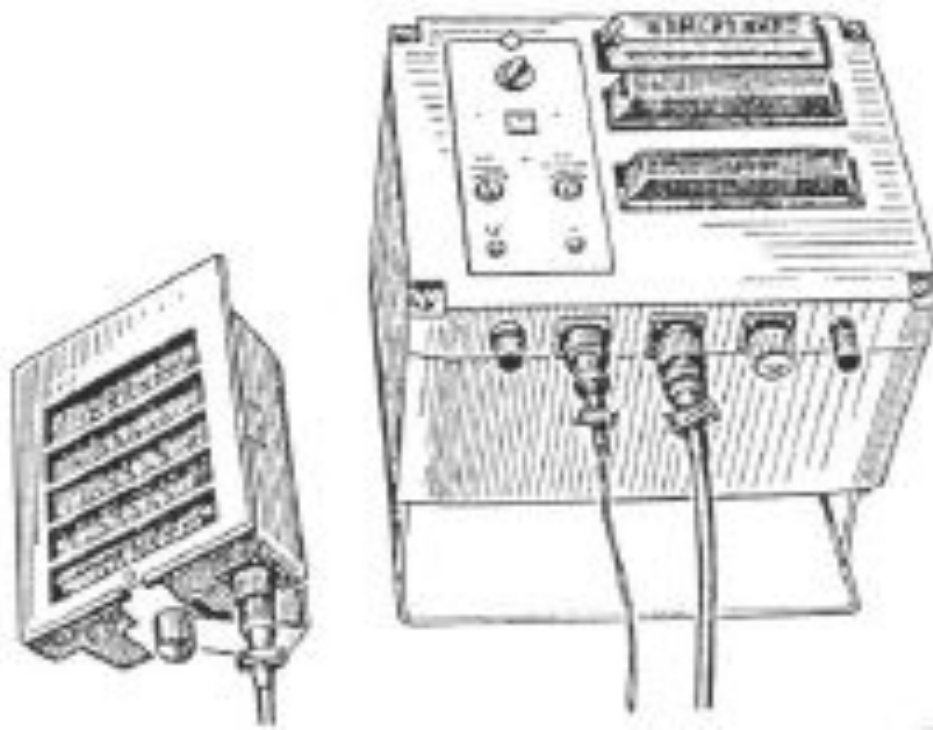


Индивидуальный дозиметр «КИД-2»: 1 – тумблер; 2 – ручка “уст. тока”; 3 – шнур сетевой; 4 – шнур батарейный; 5 – гнездо “измерения”; 6 – гнездо “заряд”; 7 – “чувствительность 0,05 Р” (R_n); 8 – чувствительность 1Р (R_n); 9 – дозиметр 0,05 Р; 10 – дозиметр 1Р; 11 – предохранитель

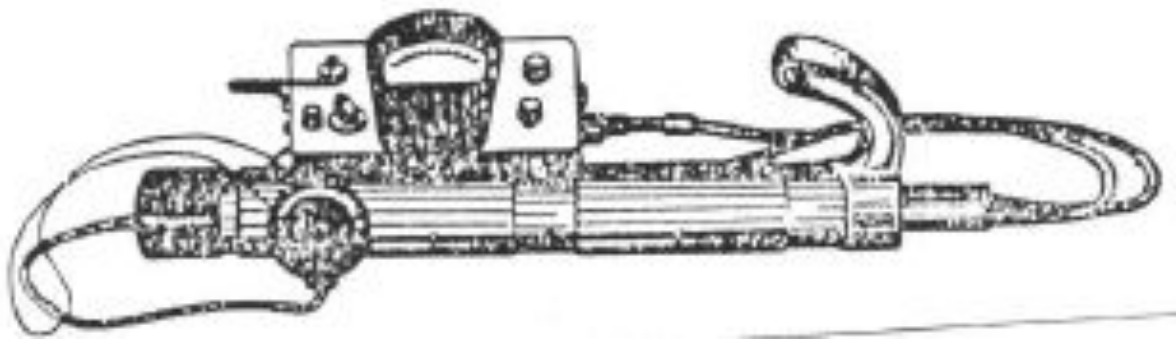
Фотодозиметр ИФК-2,3



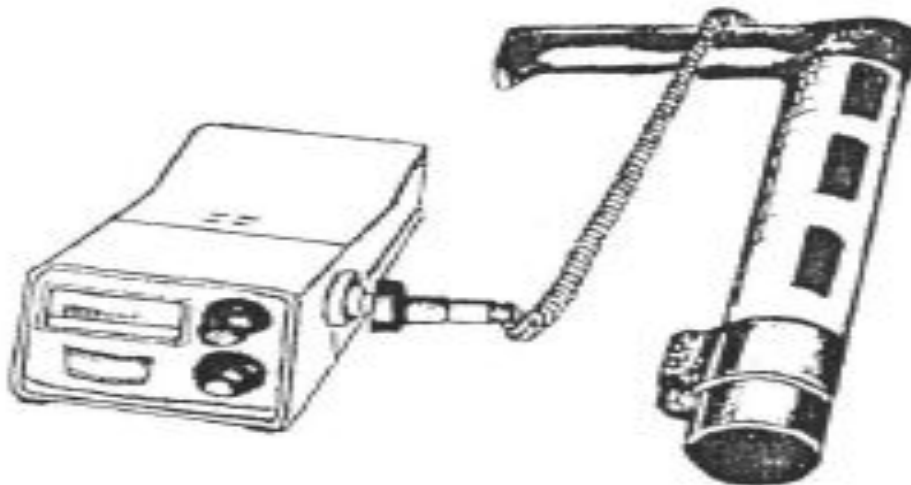
**Сигнализатор загрязнения
бета-излучаемыми
радионуклидами СЗБ-03**



Сцинтилляционный радиометр переносной (СРП-68-01)



Сцинтилляционный радиометр (СРП-88 Н)



МЕДИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЗА СТАНОМ ЗДОРОВ'Я ОСІБ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В СФЕРІ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Медичне спостереження за персоналом включає *попередні*, під час влаштування на роботу, і *періодичні* щорічні медичні огляди.

Основними задачами *попереднього* медичного огляду є:

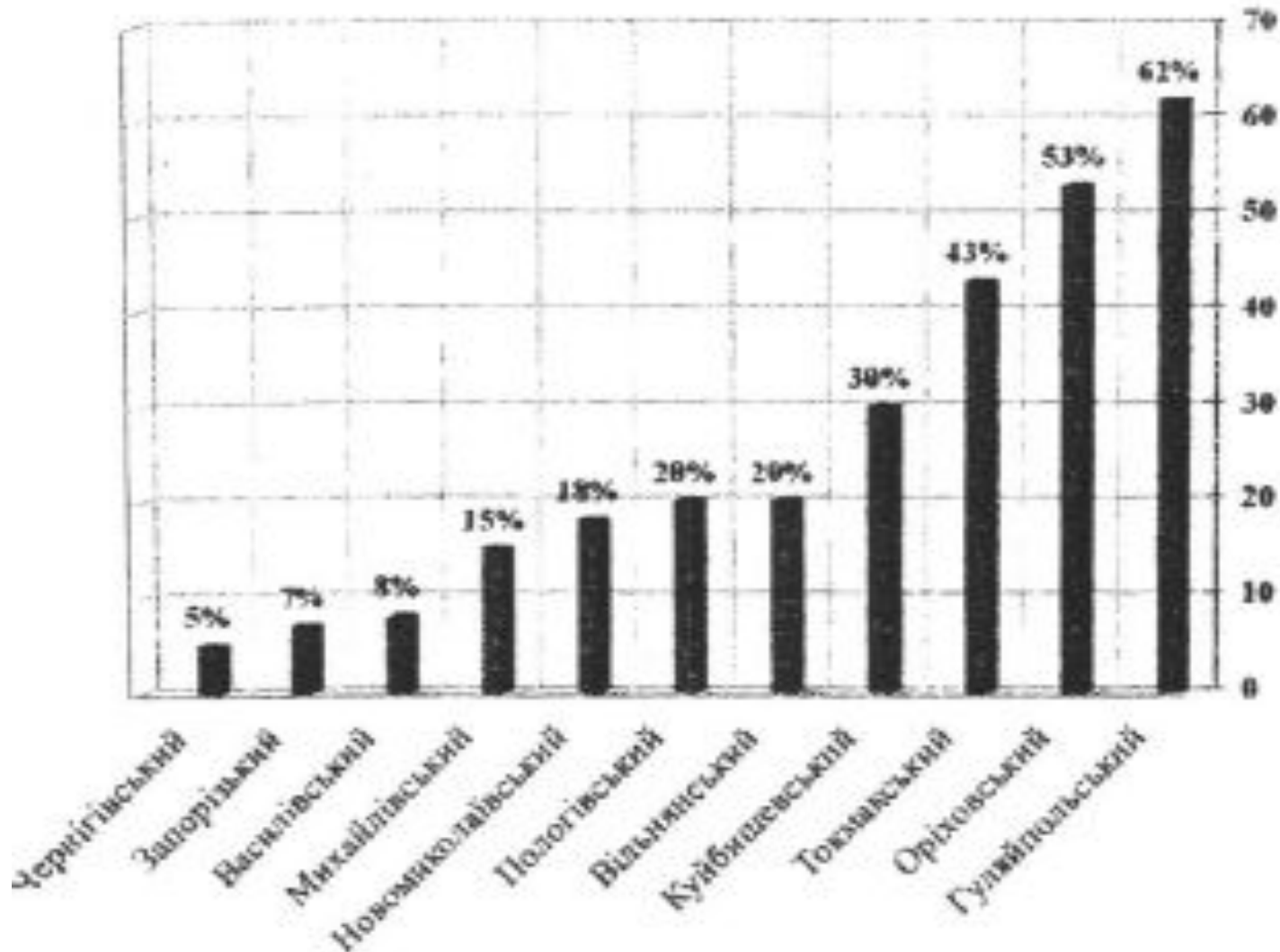
- недопущення до роботи осіб, контакт яких з ДІВ може викликати у них розлад здоров'я або загострити і погіршити перебіг існуючого захворювання;
- отримання первинних даних про стан здоров'я працюючих, необхідних для вирішення питань про характер і причину можливих подальших відхилень від норми.

На попередній медичний огляд осіб, що поступають на роботу, направляють відділи кадрів підприємств і установ.

Задачами *періодичних* медичних оглядів є:

- раннє розпізнавання і профілактика різних соматичних захворювань, у тому числі тих, що перешкоджають роботі з ДІВ;
- клінічна оцінка загального стану працюючих з ДІВ, обґрунтування системи лікувально-профілактичних заходів;
- організація диспансерного спостереження за виявленими хворими і раціональне працевлаштування;
- своєчасне виявлення відхилень в стані здоров'я професійного характеру і надання необхідної допомоги.

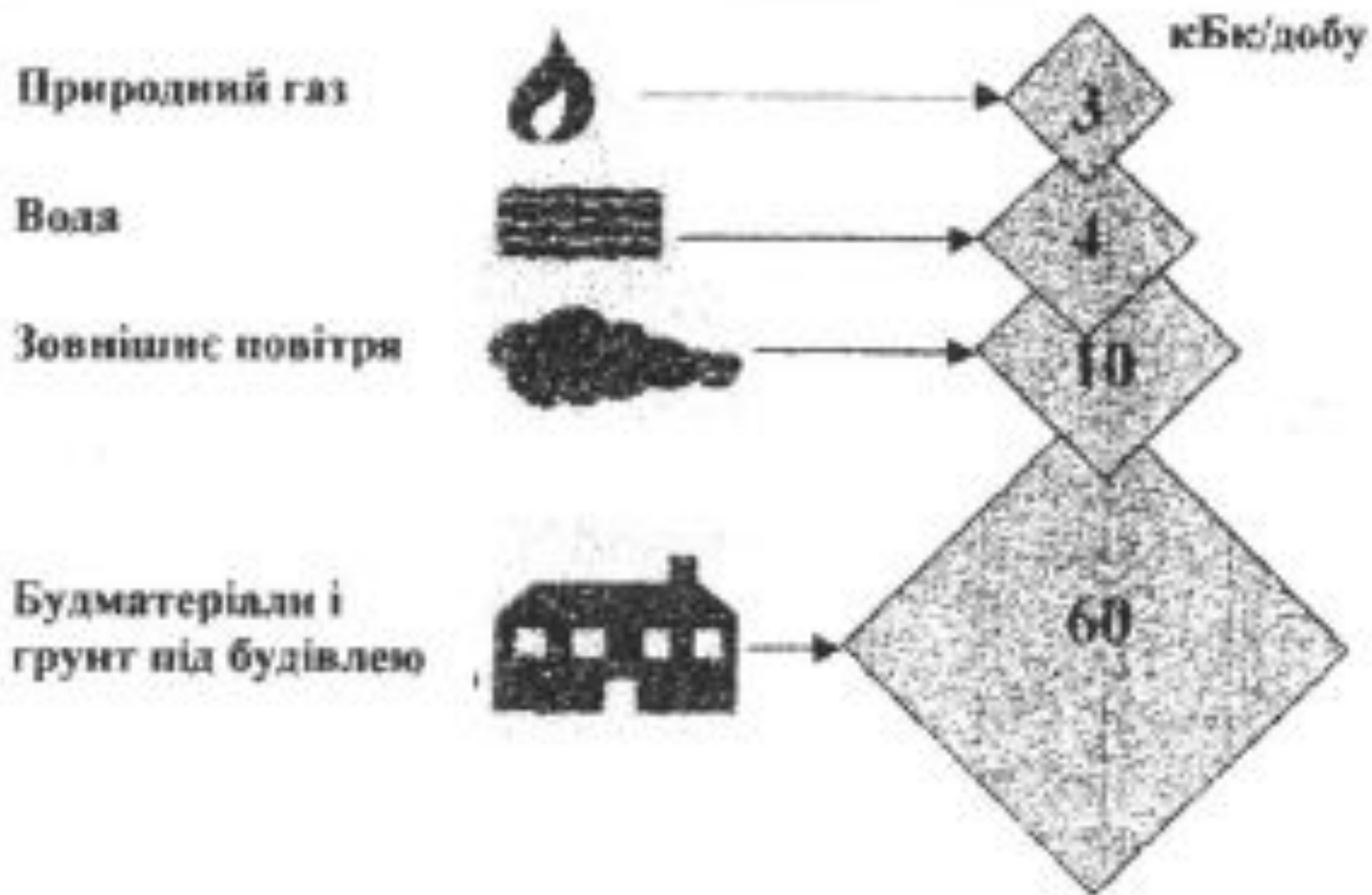
Перевищення нормативу вмісту радону-222 в повітрі для існуючих житлових приміщень Запорізької області (%)



**ЕФЕКТИВНІ ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ
ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ, ОБУМОВЛЕННІ
РАДІОАКТИВНІСТЮ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ
(мкЗв·рік⁻¹)**

Матеріали стін будинків	Потужність дози опромінення (мкР/год)	Ефективна доза опромінення (мкЗв)
Цегла 	15,9-17,0	647
Панелі залізобетонні 	19,0-21,0	905
Шлак 	19,0-20,0	877
Саман 	6,5-10,0	283

Джерела і швидкість надходження радону в будинок



Дякую за увагу!

