

*Запорожский государственный медицинский университет  
Кафедра гигиены и экологии*

# **РАДИАЦИОННАЯ**

# **ГИГИЕНА**

*Лектор : доцент, к.мед.н. Торгун В.П.*

## ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Физические основы радиоактивности.
2. Основные дозиметрические соотношения.
3. Биологическое действие ионизирующего излучения.
4. Принципы защиты от ионизирующего излучения.
5. Основные меры защиты при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.
6. Гигиена применения радиоактивных изотопов в лечебных учреждениях.



# Радиационные эффекты облучения людей

Соматические	Соматико-стохастические (безпороговые)	Генетические
Острая лучевая болезнь	Сокращение продолжительности жизни	Доминантные генные мутации
Хроническая лучевая болезнь	Лейкозы (злокачественные изменения кровообразующих клеток)	Рецессивные генные мутации
Возникает при дозе более 100 бэр	Могут возникнуть при любой дозе, отличной от нуля (20-25 лет – латентный период возникновения этих эффектов)	Доза в 10-100 Р удваивает спонтанный темп мутирования у человека

# ***ОСНОВНЫЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ ПРИ РАБОТЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ И ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ***

Учитывая высокую биологическую активность ионизирующего излучения и всё возрастающее число людей, контактирующих с РВ, необходимо предусмотреть надёжную защиту от переоблучения и распространения радиоизотопов в окружающую среду.

Защита работающих с радионуклидами и источниками ионизирующих излучений и охрана внешней среды от радиоактивных загрязнений достигается осуществлением комплекса мероприятий. К ним следует отнести коллективные и индивидуальные меры защиты.

## ***Коллективные меры защиты:***

- законодательные;
- организационные;
- планировочные;
- инженерно-технические и санитарно-гигиенические.

## ***Индивидуальные меры защиты:***

- соблюдение мер личной безопасности;
- использование индивидуальных средств защиты;
- лечебно-профилактические мероприятия.



# ОСНОВНЫЕ САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ С РВ

1. К размещению учреждений и предприятий для работы с РВ и источниками ионизирующих излучений.
2. К организации работ с ними.
3. К получению, учету, хранению и перевозке РВ.
4. Работа с закрытыми источниками.
5. Работа с РВ в открытом виде.
6. К вентиляции, пылегазоочистке и отоплению.
7. К водоснабжению и канализации.
8. К сбору, удалению, обеззараживанию твердых и жидких радиоактивных отходов.



# ПРИНЦИПЫ ЗАЩИТЫ ОТ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

При выполнении работ с источниками излучений для защиты очень важно использовать принципы и методы, которые учитывают физические свойства ионизирующего излучения. Эти принципы и методы наибольшее значение имеют для защиты от внешнего облучения.



## Используют 4 основных принципа защиты:

- Временем.
- Расстоянием.
- Количеством или активностью.
- Экранированием.

Основной защиты человека от ионизирующего излучения является установление допустимых доз облучения для работающих в РВ и всего населения.

## ЛІМІТИ ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ (мЗв/рік)

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



## ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ЗАЩИТЫ БЕЗ ЭКРАНИРОВАНИЯ

Исходные величины могут быть представлены в единицах активности, тогда используется для расчета защиты вместо формулы  $D = P \cdot t$  следующая формула:

$$P = \sqrt{\frac{M \cdot 8,4 \cdot t}{D \cdot 10^4}} \quad \text{или} \quad R = \sqrt{\frac{Q \cdot K \cdot t}{D \cdot 10^4}}$$
$$M = \frac{D \cdot R^2 \cdot 10^4}{8,4 \cdot t} ; \quad Q = \frac{D \cdot R^2 \cdot 10^4}{K \cdot t}$$

Q - активность препарата (в МКи),

Ky - гамма постоянная элемента ( P\*см2/МКи\*ч ),

Гамма постоянная (Ky) - мощность экспозиционной дозы в P/ч на расстоянии I см от препарата изотопа активностью I мКи.

R - расстояние до источника (в м),

10<sup>4</sup>- коэффициент перевода метров в см,

M - гамма-активность препарата в мг-экв/радия,

8,4 - гамма-постоянная радия.

Во всех случаях величина D берется предельно допустимая. При использовании экранов расчет защиты сводится к определению толщины экранируемого материала в зависимости от необходимой кратности ослабления, вида излучения и его энергии.



# ЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМИХ РІВНІВ ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДІВ <sup>137</sup>Cs і <sup>90</sup>Sr В ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ І ПИТНІЙ ВОДІ

№п\п	Найменування продукту	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> 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:

$$\frac{C_{Cs}}{ДР_{Cs}} + \frac{C_{Sr}}{ДР_{Sr}} \leq 1$$

де  $C_{Cs}$  і  $C_{Sr}$  - питома активність <sup>137</sup>Cs і в харчовому продукті;

$ДР_{Cs}$  і  $ДР_{Sr}$  - нормативи змісту <sup>137</sup>Cs і <sup>90</sup>Sr для даного

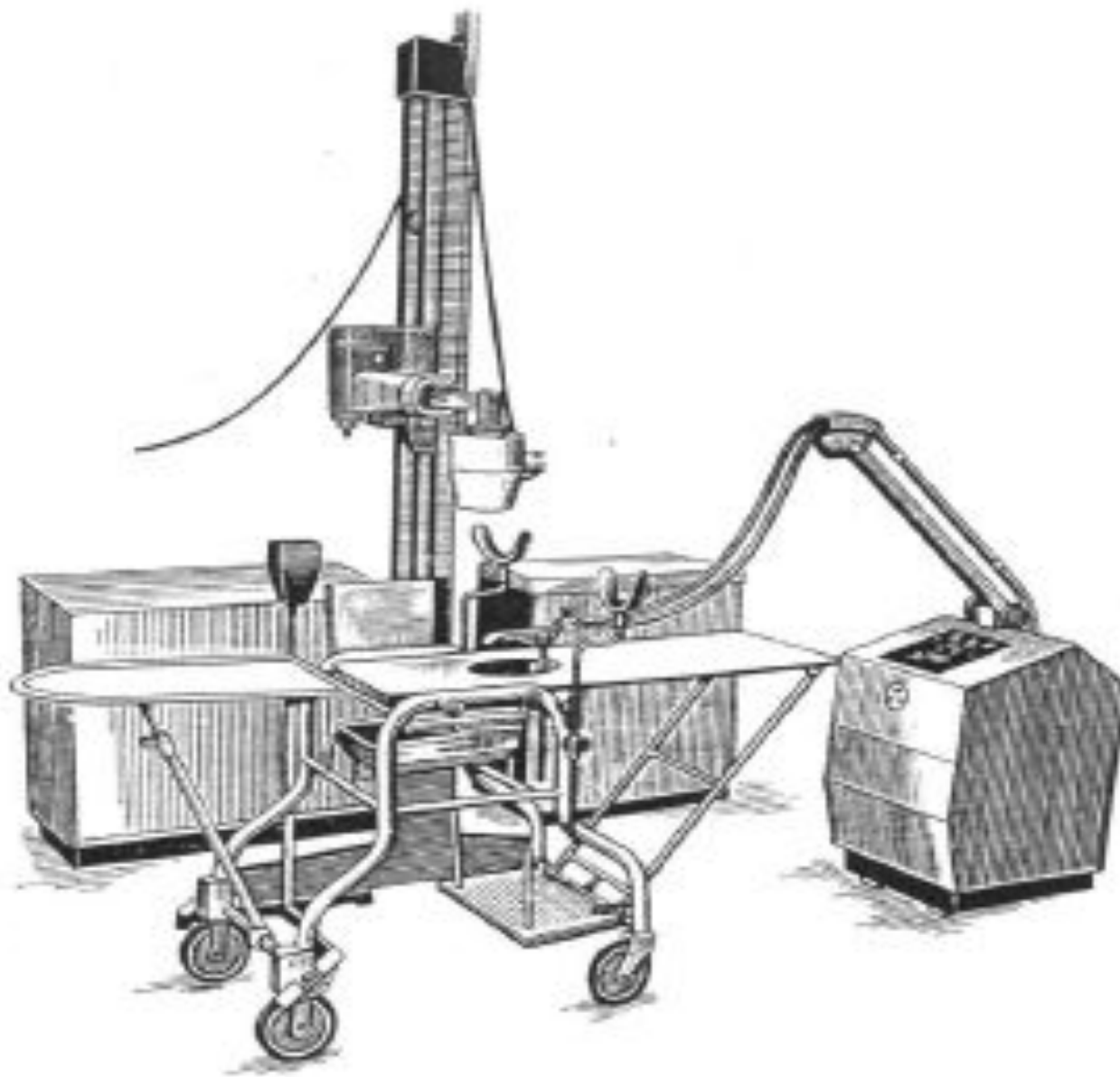
харчового продукту

# СЕРЕДНІ ЕФЕКТИВНІ ДОЗИ ОПРОМІНЮВАННЯ ПАЦІЄНТІВ ПРИ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ПРОЦЕДУРАХ

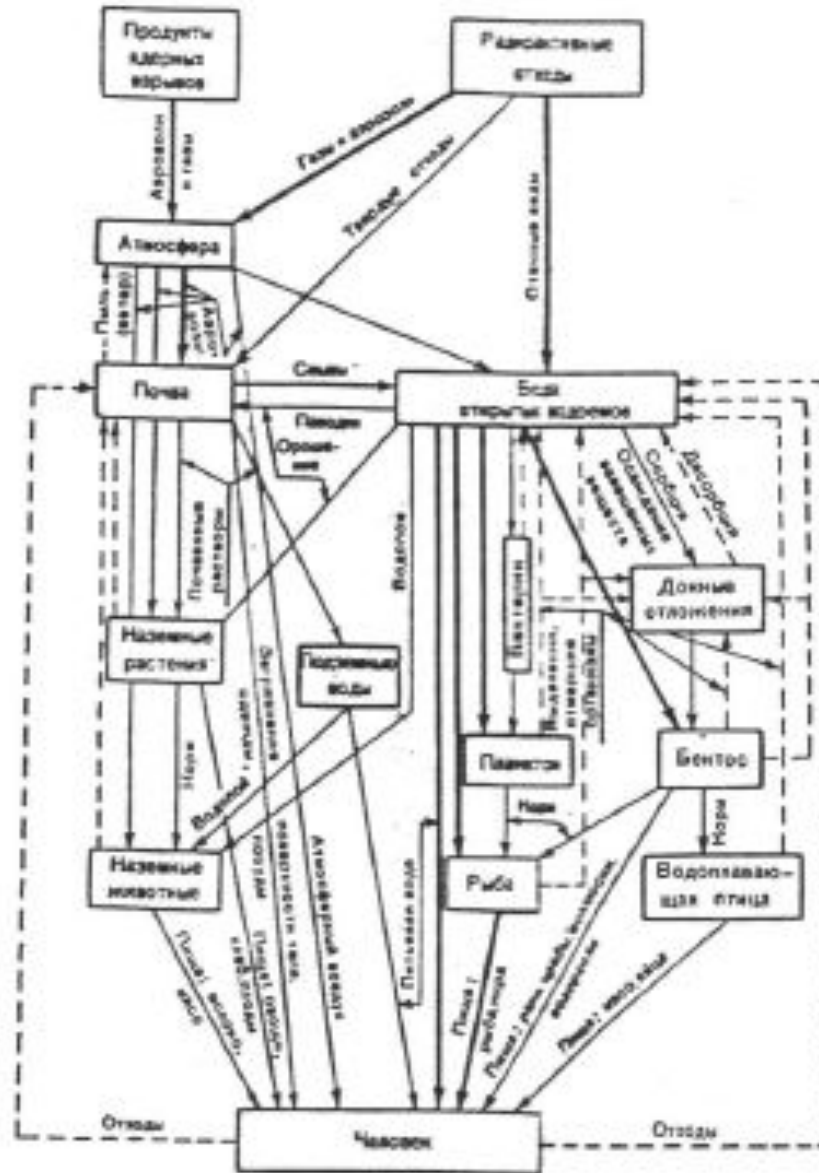


Найменування процедури	Доза (мЗв)
<b><u>Рентгеноскопія:</u></b>	
Органи грудної порожнини	0,9
Шлунково-кишковий тракт	1,65
Інші	0,8
<b><u>Рентгенографія:</u></b>	
Органи грудної порожнини	0,25
Шлунково-кишковий тракт	1,2
Кістково-суглобова система	1,0
Інші	0.5
Флюорографія	0.5

# Гамма – терапевтический аппарат «Агат-В»



# Миграция радиоактивных веществ из окружающей среды в организм человека (по А.Н.Марею)



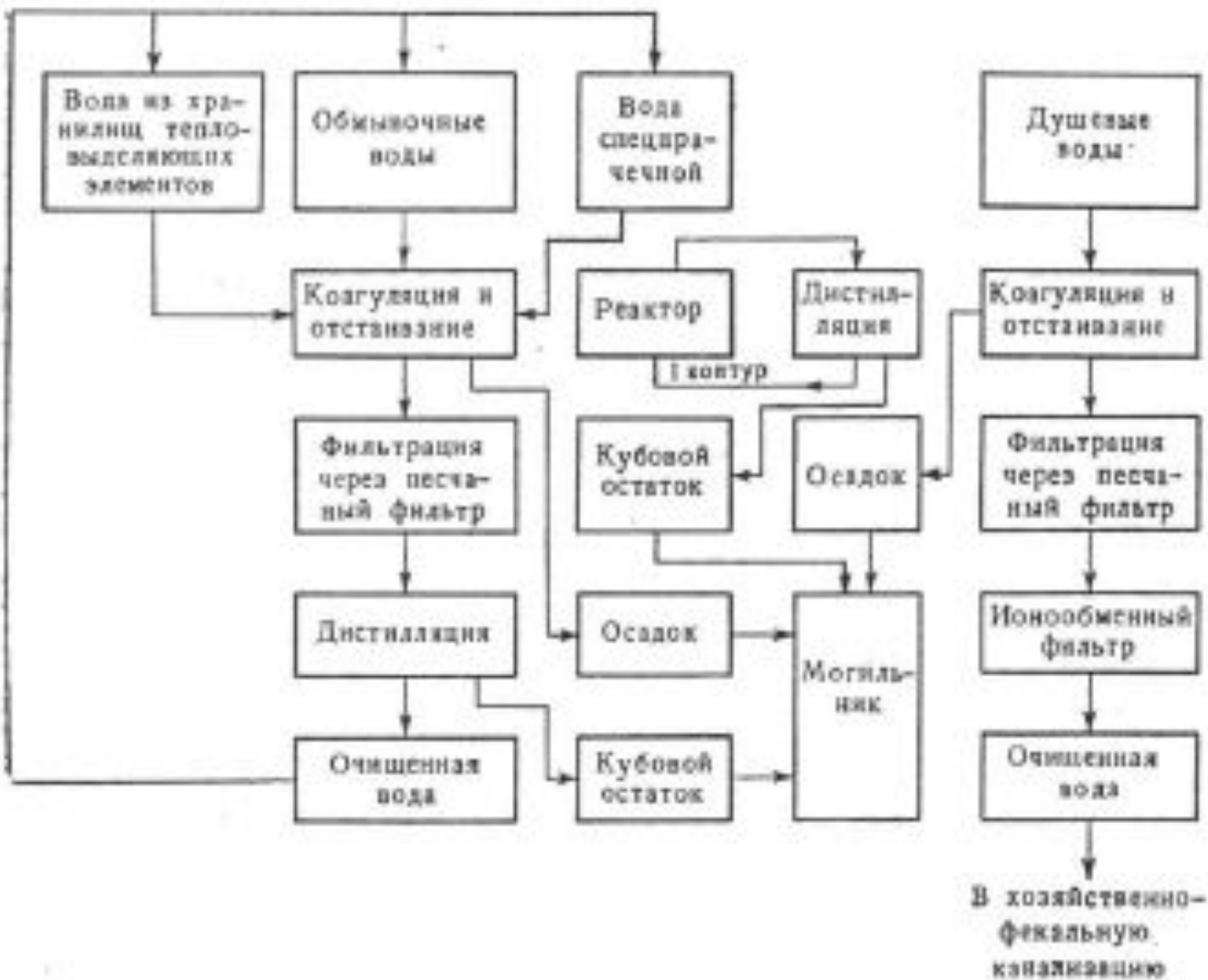
# Основные источники облучения населения и обусловленные ими эффективные эквивалентные дозы

Источники излучения	Доза, мкЗв/год
<b>Природные</b>	
космические лучи на поверхности земли	320
гамма-излучение	
фоновое	300
дополнительное (стройматериалы)	110
внутреннее облучение	
бета-излучатели	200
альфа-излучатели	160
дополнительное	
удобрения	0,3
сжигание угля	2
радон-222, радон-220	
фоновое	280
дополнительное	
стройматериалы	480
почва	1090
<b>Медицинские</b>	1230
рентгенодиагностика	1200
радионуклидная диагностика	30
<b>Остальные искусственные источники</b>	53,1
испытания ядерного оружия	20
ядерная энергетика	0,1
профессиональное облучение	3
последствия аварии на ЧАЭС (1990)	30
<b>Всего</b>	4200

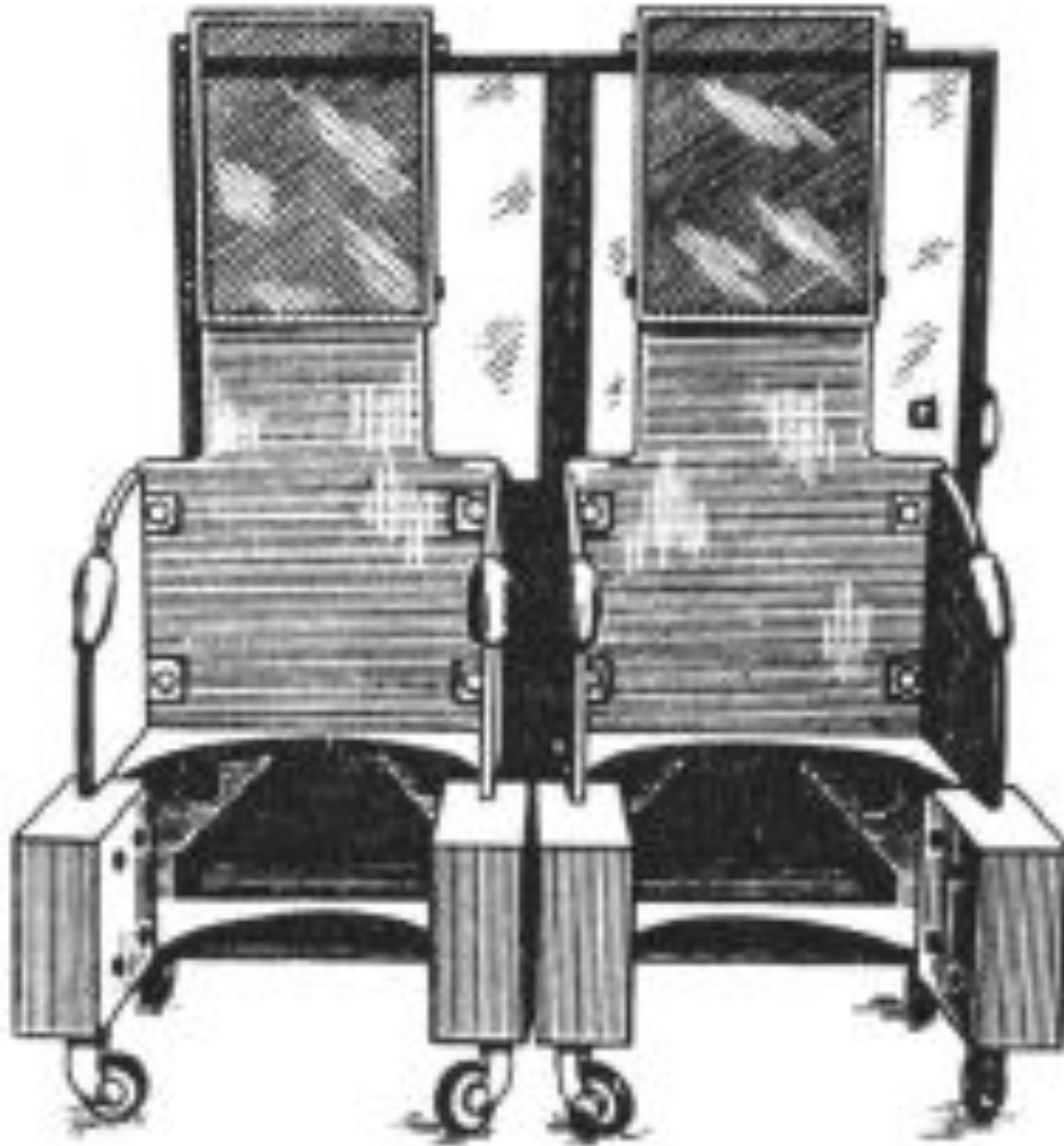




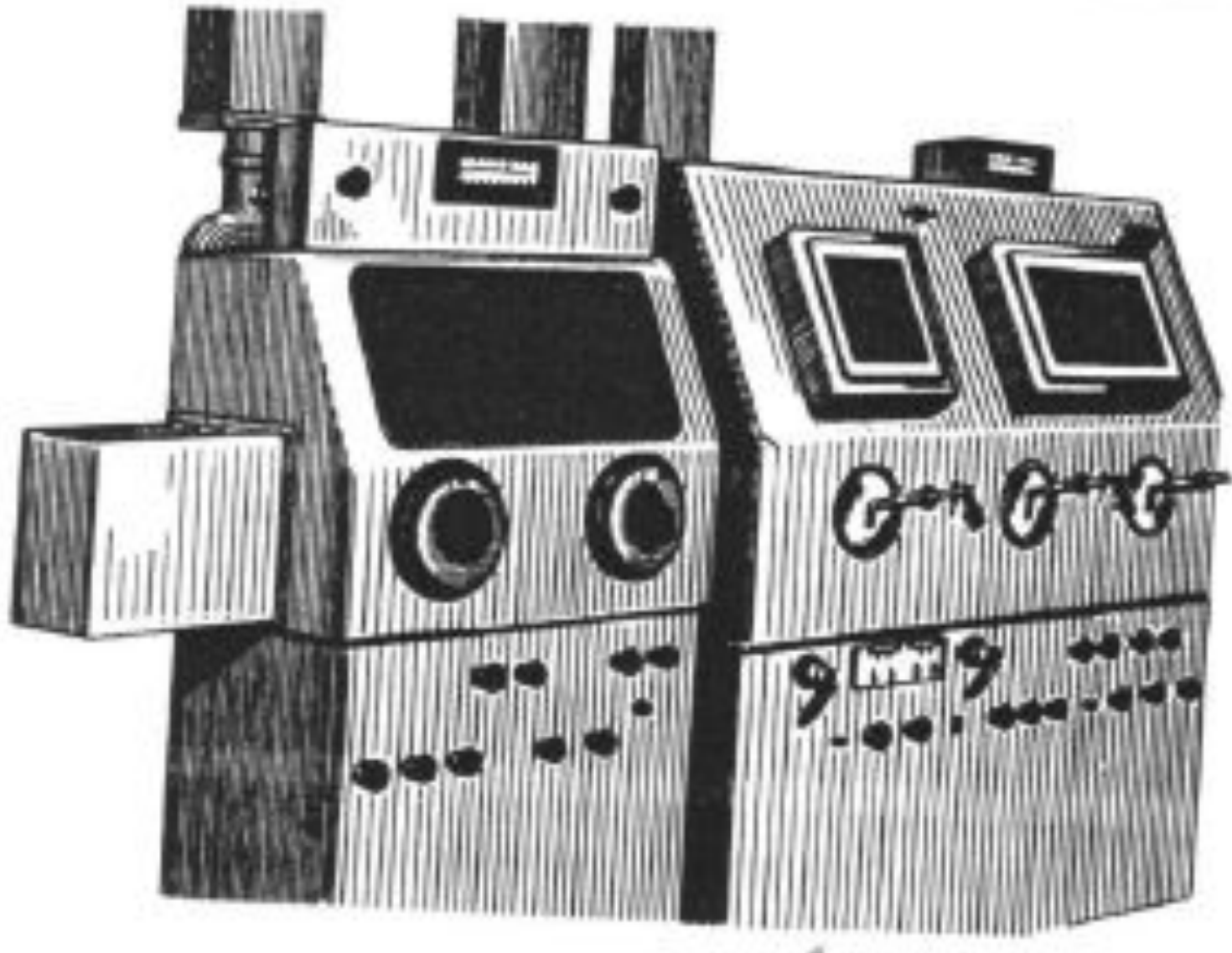
# Принципиальная схема переработки радиоактивных отходов атомной электростанции



# Передвижные экраны для защиты от излучения



# Бокс защитный универсальный



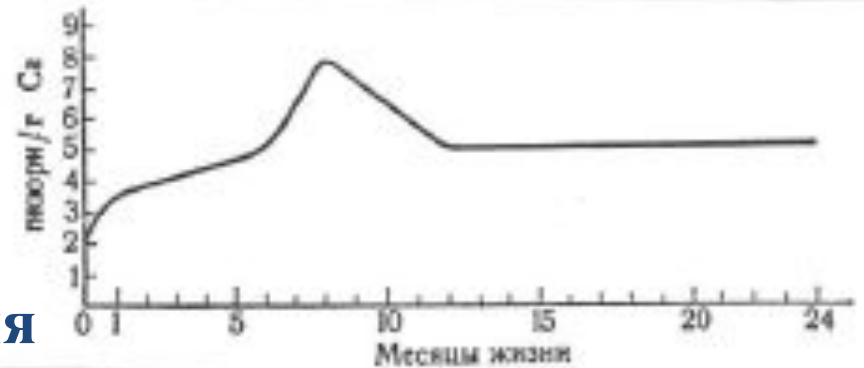
# Набор инструментов для нанизывания радиоактивных бус на нити



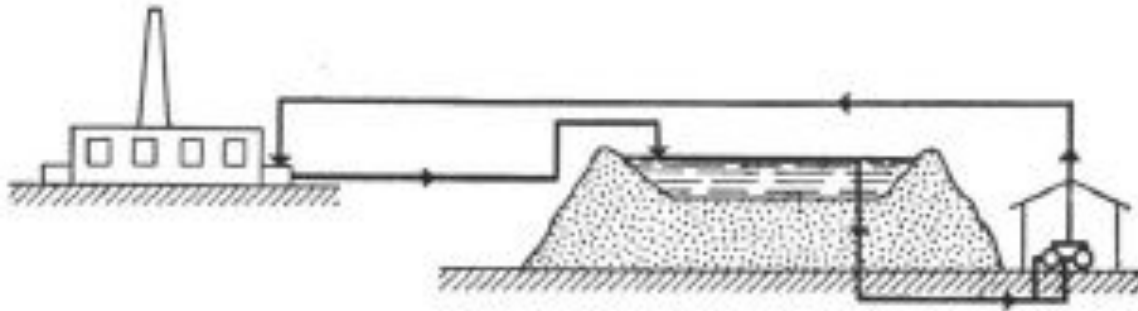
## Респиратор ШБ-1 («Лепесток»)



Динамика накопления Sr 90 у младенцев Москвы в зависимости от возраста – средние значения



## Схема оборотного водоснабжения

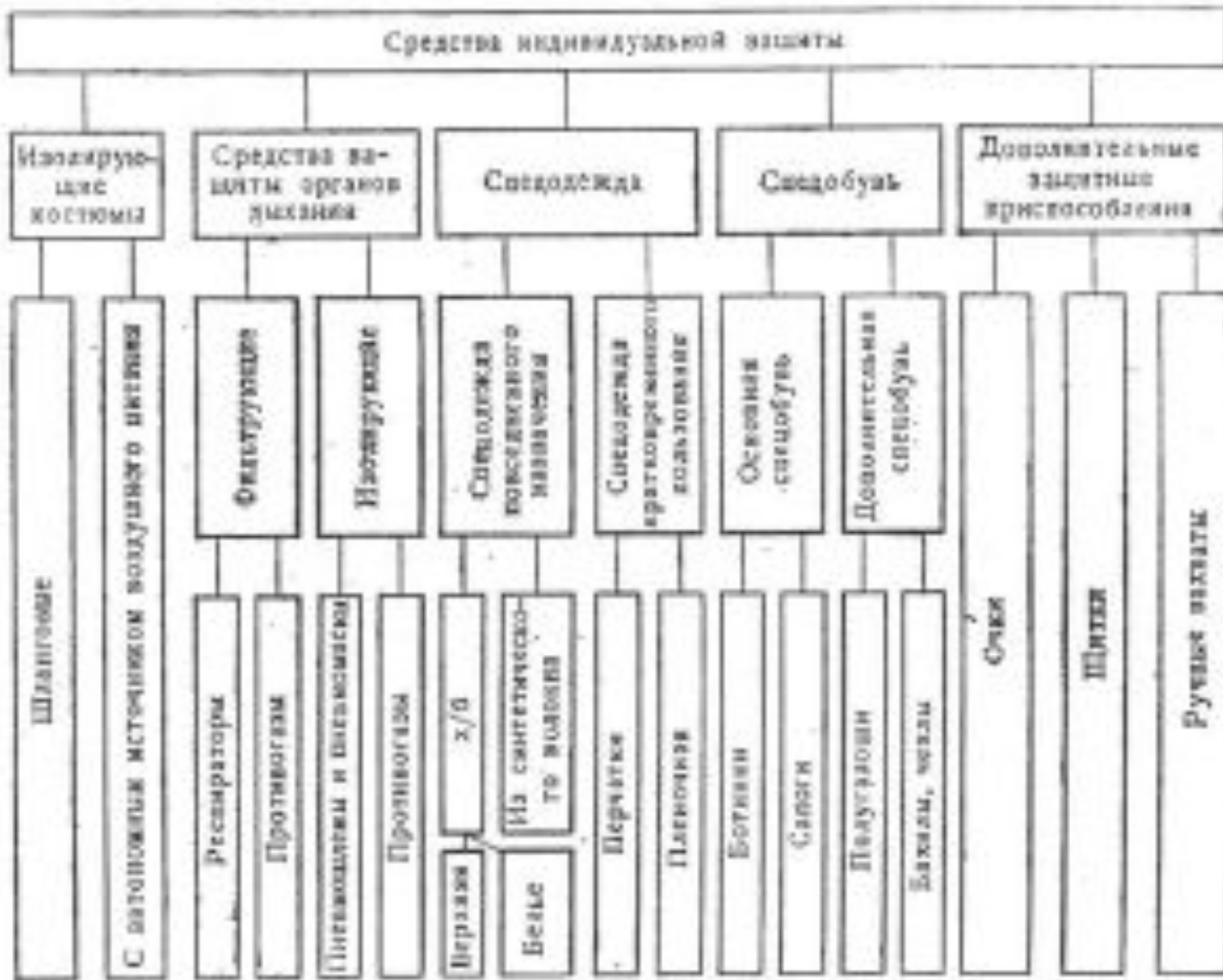




# Механический комплекс защитного технологического оборудования



# Классификация средств индивидуальной защиты, применяемых при работе с радиоактивными веществами (по С.М.Городинскому)



## По радиотоксичности РВ делятся на 5 групп:



**Группа А** – элементы с особо высокой радиотоксичностью  
( $P_{и}^{239}$ ,  $P_{о}^{210}$ ,  $R_{а}^{226}$  и др.)


**Группа Б** – элементы с высокой радиотоксичностью. ( $R_{а}^{223}$ ,  $Sr^{90}$ ,  $I^{131}$  и др.)

**Группа В** - элементы со средней радиотоксичностью. ( $Cs^{137}$ ,  $Ir^{192}$ ,  $Sr^{89}$ ,  $P^{32}$  и др.)

**Группа Г** - элементы с малой радиотоксичностью ( $C^{14}$ ,  $Be^7$ )

**Группа Д** - элементы с наименьшей радиотоксичностью ( $H^3$ ).

При планировке помещений соблюдается принцип зональности.



**Критический орган** – это орган или ткань, часть тела или всё тело, облучение которых в данных условиях наиболее существенно в отношении возможного ущерба здоровью (с учетом радиочувствительности отдельных органов и распределения отдельных органов и распределения эквивалентной дозы по телу).

В зависимости от радиочувствительности и степени опасности выделены три группы критических органов:

*1 группа* – всё тело, гонады, красный костный мозг;

*2 группа* – мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт, лёгкие, хрусталик глаза и др. органы, за исключением тех, которые относятся к 1 и 3.

*3 группа* – костная ткань, кожный покров, кисти, предплечья, лодыжки и стопы.

## Радиотоксичность изотопов зависит от ряда моментов, главными из которых являются следующие:

1. вид радиоактивного превращения;
2. средняя энергия одного акта распада;
3. схема радиоактивного распада;
4. пути поступления радиоактивного вещества в организм;
5. распределение радиоактивных веществ по органам и системам;
6. время пребывания излучателя в организме;
7. продолжительность времени поступления радиоактивного вещества в тело человека.





**Помещения для работы I класса размещает в отдельном здании и изолированной части здания с отдельным входом только через санпропускник и разделяют на 3 зоны :**

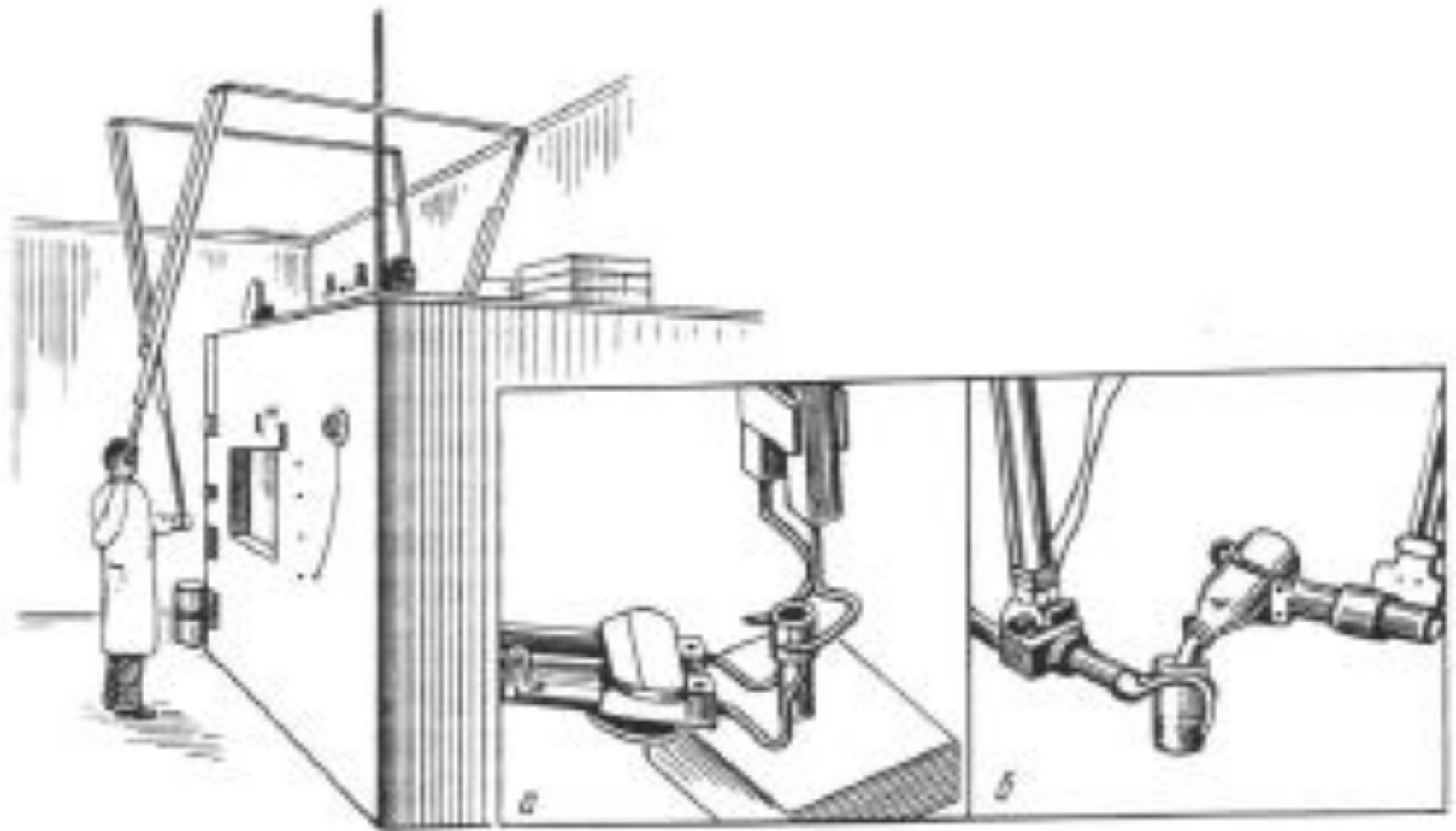


1 зона ("горячая") - камеры, боксы и другие герметические устройства, необслуживаемые помещения, где размещаются технологическое оборудование и коммуникации, являющиеся основными источниками радиоактивного загрязнения.

2 зона - периодически обслуживаемые ремонтно-транспортные помещения, служат для вскрытия и ремонта оборудования, загрузки и разгрузки РВ.

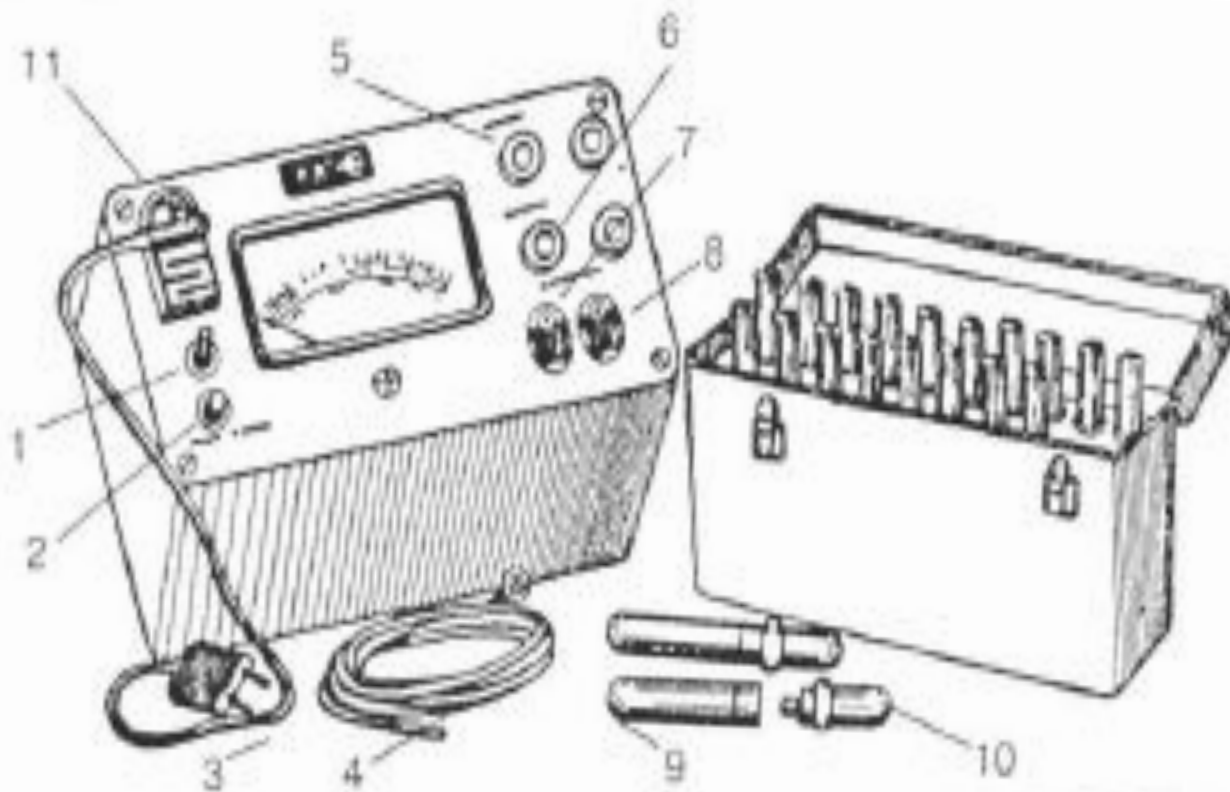
3 зона - чистая, помещения постоянного прерывания персонала, 2 и 3 зоны связаны между собой санитарным шлюзом с пунктом дозиметрического контроля.

# Действие механических рук ( манипуляторов )



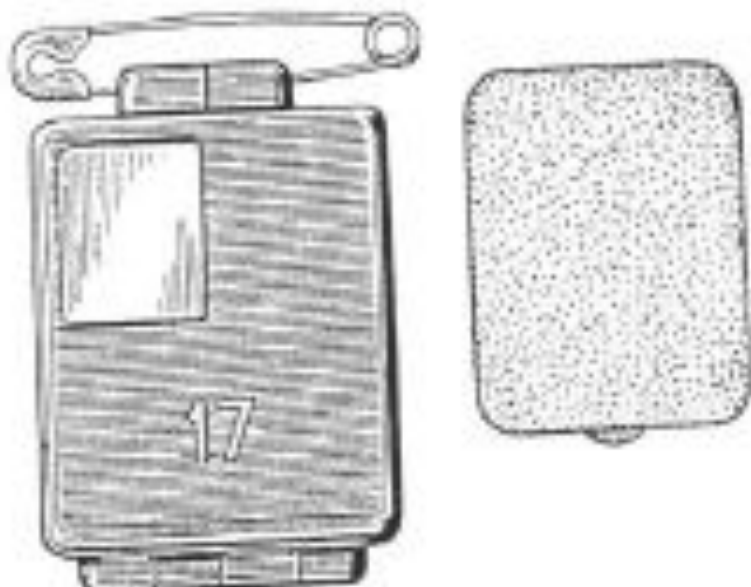
**а – разъединение деталей, б – переливание жидкости**

# Индивидуальный дозиметр «КИД-2»

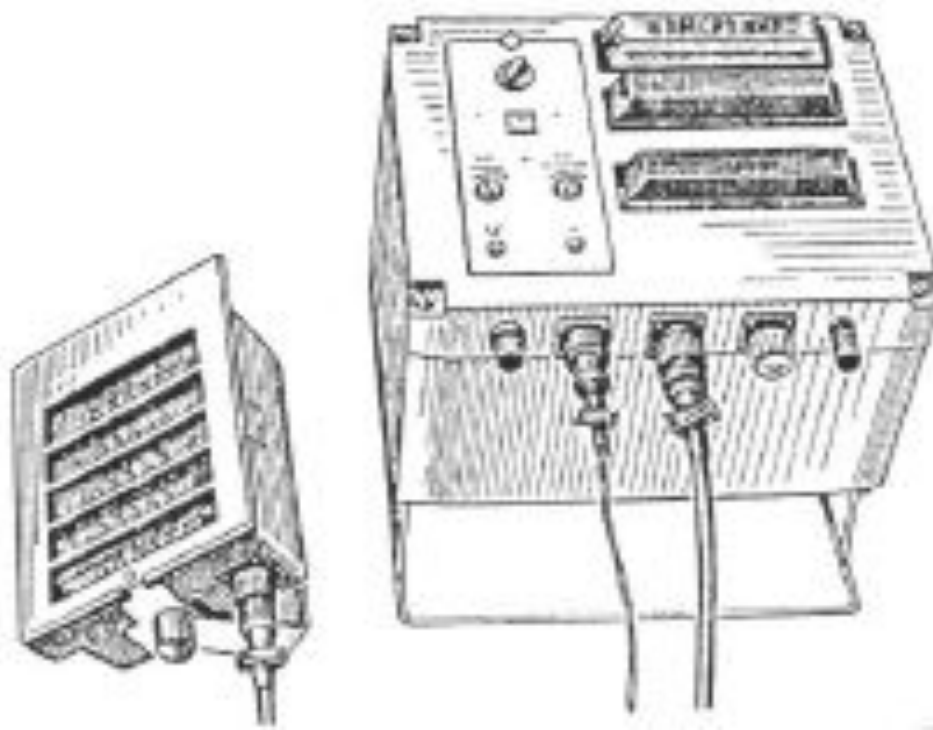


Индивидуальный дозиметр «КИД-2»: 1 – тумблер; 2 – ручка «уст. тока»; 3 – шнур сетевой; 4 – шнур батарейный; 5 – гнездо «измерения»; 6 – гнездо «заряд»; 7 – «чувствительность 0,05 Р» (R<sub>0</sub>); 8 – чувствительность 1Р (R<sub>1</sub>); 9 – дозиметр 0,05 Р; 10 – дозиметр 1Р; 11 – предохранитель

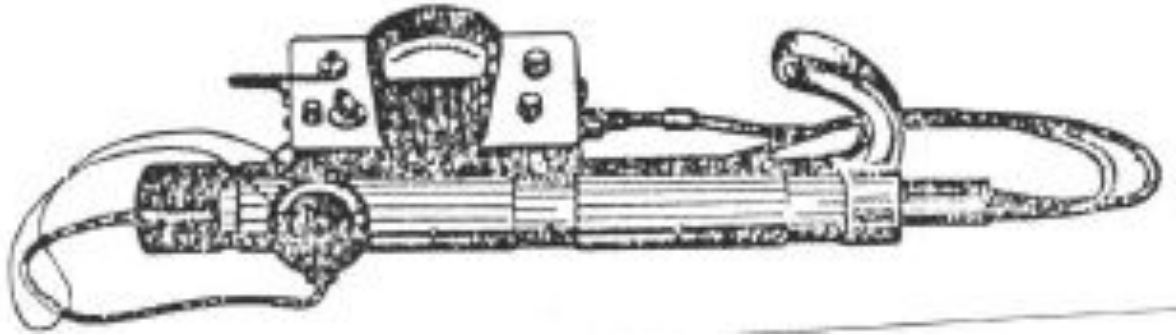
## Фотодозиметр ИФК-2,3



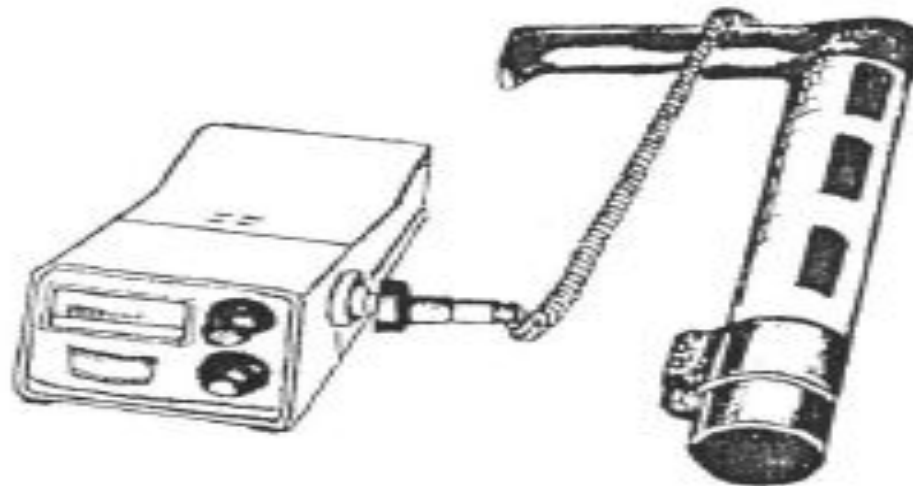
**Сигнализатор загрязнения  
бета-излучаемыми  
радионуклидами СЗБ-03**



## Сцинтилляционный радиометр переносной (СРП-68-01)

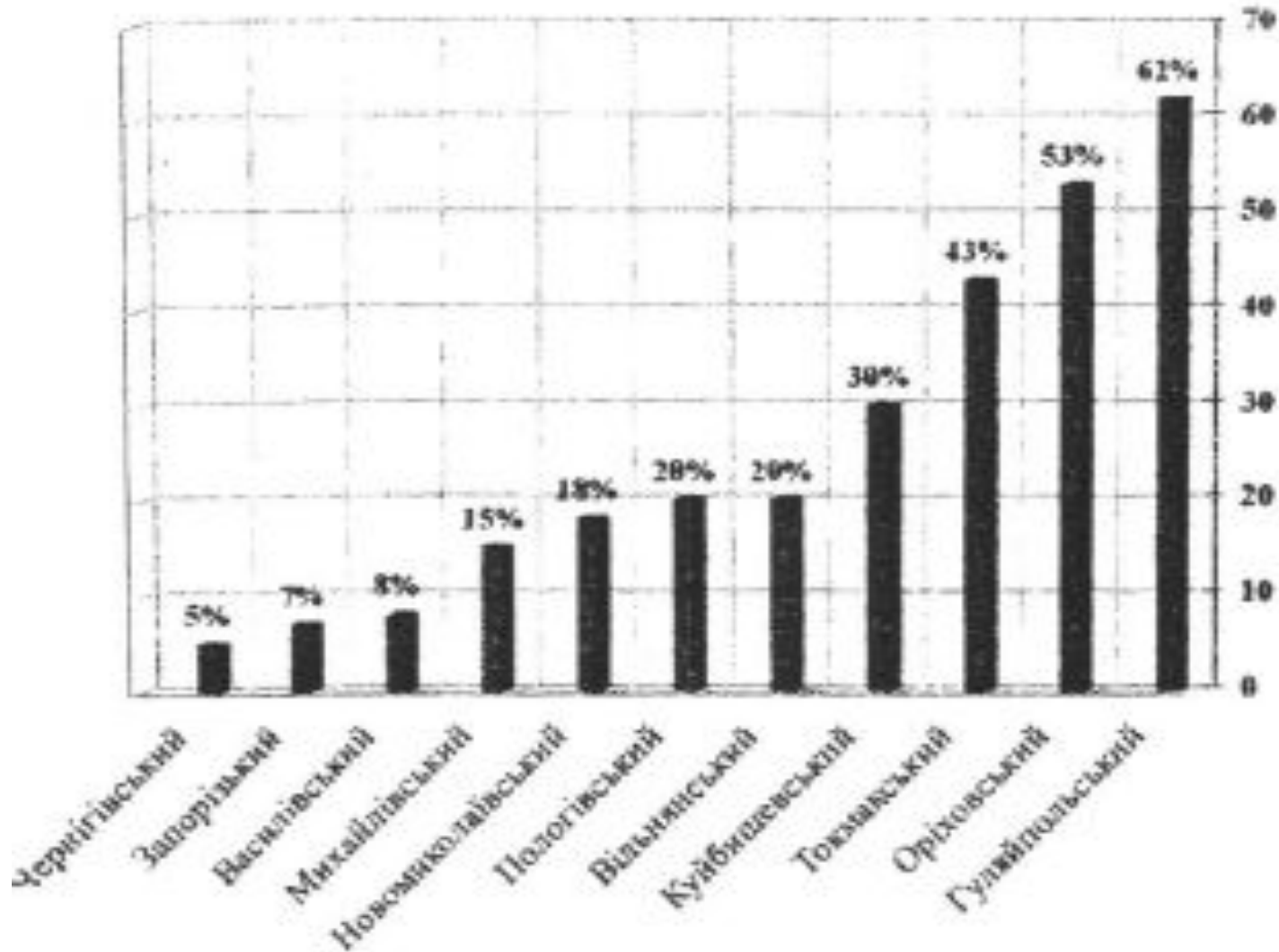


## Сцинтилляционный радиометр (СРП-88 Н)





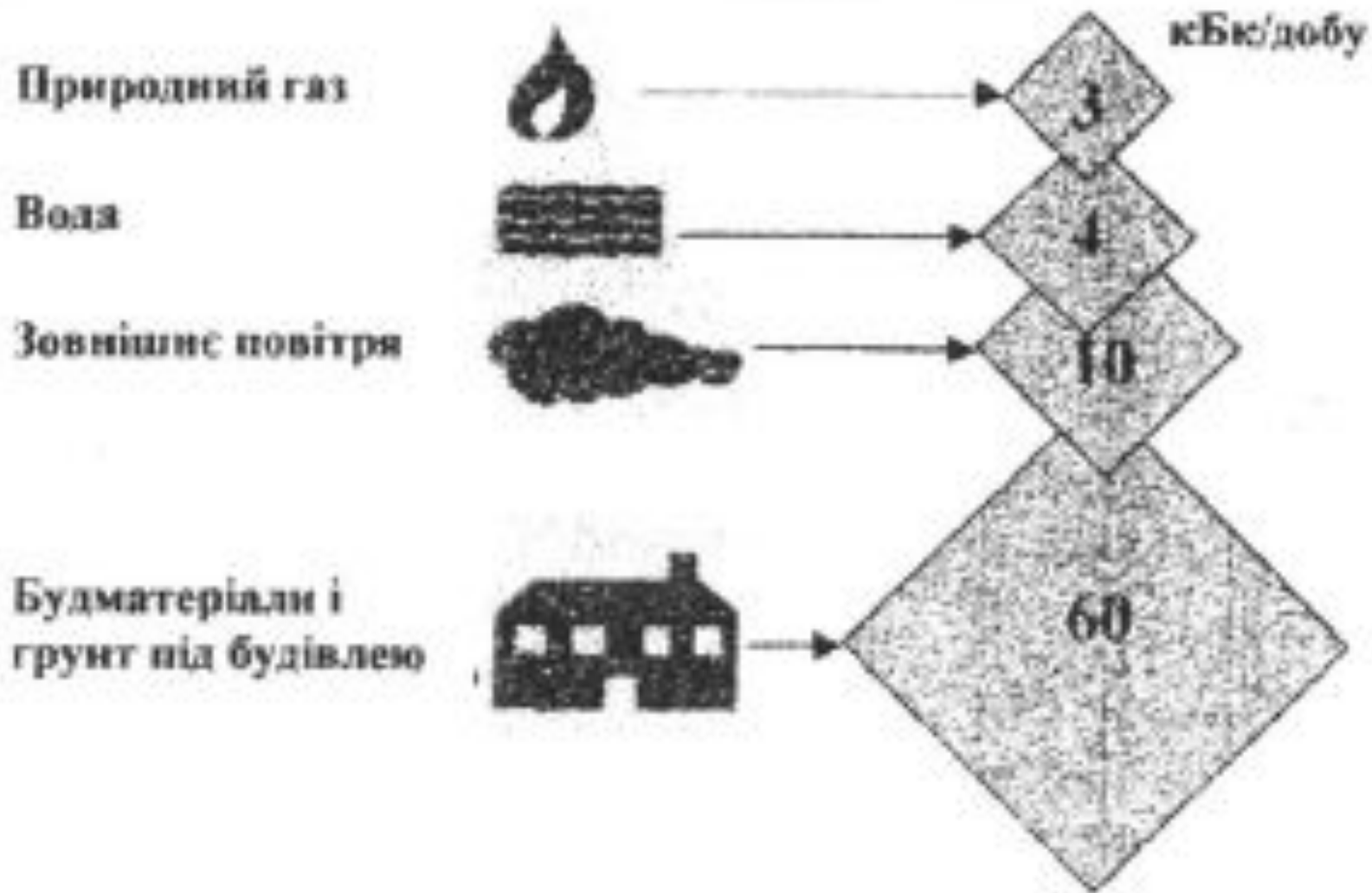
# Перевищення нормативу вмісту радону-222 в повітрі для існуючих житлових приміщень Запорізької області (%)



**ЕФЕКТИВНІ ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ  
ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ, ОБУМОВЛЕННІ  
РАДІОАКТИВНІСТЮ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ  
(мкЗв·рік<sup>-1</sup>)**

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



**Спасибо за внимание**

