

Принципы радиационной защиты населения

Асс. Гресь С.Н.

Основные принципы защиты населения от ионизирующего облучения:

- **- Принцип нормирования** (непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения населения от всех источников излучения)
- **- Принцип обоснования** (запрещение использования источников излучения, при которых полученная для человека польза не превышает риск возможного вреда, причиненного облучением)
- **- Принцип оптимизации** (поддержание на возможно низком и достижимом уровне индивидуальных доз облучения)

Классификация источников излучения:

- ***Открытые источники***

(когда радиоактивные вещества распространяются в окружающей среде и могут попасть внутрь организма. Возможно как внешнее, так и внутреннее облучение тела человека)

- ***Закрытые источники***

(не создают опасности загрязнения окружающей среды радионуклидами. Человек может подвергаться только внешнему облучению)

Закрытые источники подразделяют на:

а) источники непрерывного излучения

(изолированные радиоактивные вещества или установки непрерывного действия)

γ -, β - и нейтронные излучатели

б) источники прерывистого действия

(рентгеновские аппараты, ускорители заряженных частиц)

γ -излучатели, используют изотопы: ^{60}Co , ^{75}Se , ^{109}Cd , ^{104}Cs , ^{107}Cs и другие

β -излучатели- ^{32}P , ^{90}Sr , ^{134}Ce , ^{198}Au и нейтроны
-Ra+Be, Po+Be, Po+B

Принципы защиты от внешнего облучения

- **«Защита количеством»**

(отсутствие источников излучения высокой активности и мощности или замена их на менее активные)

- **«Защита временем»**

(ограничения времени пребывания в зоне повышенного излучения)

- **«Защита расстоянием»**

(удаление от источников ионизирующей радиации)

- **«Защита экранами»**

(материалы, поглощающие ИИ (стены зданий, экранирующих прослоек из свинца))

Виды экранов

- От γ - или R-изл. используют (свинец, железо, железобетон)
- От внешнего β -излучения используют (алюминий, стекло, пластмассу, резину)
- От нейтронного излучения (материалы, в составе которых есть атомы H- вода, парафин, бетон)
- α -Излучатели (лист бумаги)

Радиотоксичность

- свойство радиоактивных веществ вызывать определенные патологические изменения при попадании их внутрь организма как в результате воздействия

Факторы, определяющие радиотоксичность веществ:

1. вид радиоактивного распада
2. средняя энергия одного распада
3. пути поступления в организм
4. распределение в организме
5. время пребывания в организме

3. Пути поступления в организм:

- Ингаляционный
- Резорбция из ЖКТ
- Перкутанный (резорбция через неповрежденную кожу)
- Ингаляционный (через дыхательные пути)

4. Распределение в организме (депонирование)

- остеотропные (кальций, стронций, барий, радий)
- гепатотропные (церий, лантан, нитрат плутония)
- равномерное распределение (калий, тритий, углерод, цезий, инертные газы)
- накопление в мышцах (рубидий)
- в селезенке
- лимфатических узлах
- надпочечниках (ниобий, рутений)

5. Время пребывания в организме

Эффективный период ($T_{эфф}$) - время, в течение которого активность инкорпорированного изотопа в организме снижается в 2 раза как за счет распада ядер атомов («физический» период полураспада - $T_{ф}$), так и за счет выведения из организма («биологический» период полувыведения - $T_{б}$)

$$T_{эфф} = T_{ф} * T_{б} / (T_{ф} + T_{б})$$

Ограничение природного облучения населения

Установление ограничений излучения *отдельных* природных источников и сред –

- строительных материалов
- радиоактивных газов радона
- питьевой воде
- пищевых продуктов
- удобрениях, применяемых в сельской местности

Ограничение техногенного облучения населения

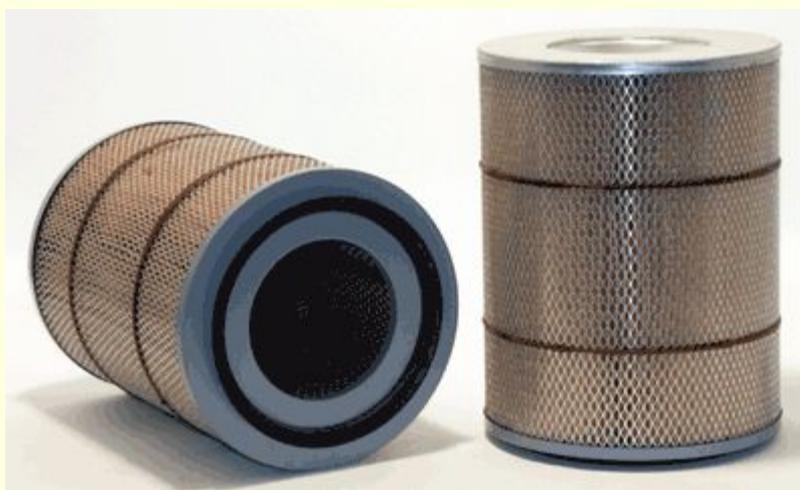
- обеспечение сохранности техногенных источников
- контроль технологических процессов
- ограничение выброса радионуклидов в окружающую среду

Удельная радиоактивность ^{40}K и ^{226}Ra в некоторых продуктах

Продукт	^{40}K , Бк/кг	^{226}Ra , мБк/кг	Продукт	^{40}K , Бк/кг	^{226}Ra , мБк/кг
Пшеница	150	8,5	Говядина	84	5,8
Горох	274	60	Свинина	333	
Гречка	41		Рыба	78	2,1
Картофель	130	4,3	Яйца		22
Морковь	84	16	Молоко	44	0,1
Лук	44		Масло		
Огурцы	100		сливочное	3,7	0,7

Обезвреживание радиоактивных отходов

- **Газообразные отходы-** используются фильтры. По мере загрязнения заменяются новыми



■ Твердые и жидкие отходы

с $T_{1/2} \leq 15$ суток (^{131}I , ^{24}Na , ^{27}Mg , ^{31}Si , ^{32}P)
выдерживают в бетонных резервуарах в течение
времени $= 10 T_{1/2}$ (~150 дней)



■ Твердые отходы

помещают в полиэтиленовые мешки или металлические контейнеры-сборники и отправляют на переработку (измельчение, прессование, сжигание, цементирование).
Цель- уменьшение V



■ Жидкие отходы

- разбавляют чистой водой, после сливают их в водоемы



- **Транспортировка отходов**

осуществляется в герметично закрытых свинцовых контейнерах при условии их скрепления цементом или жидким стеклом.



- Удаление и захоронение радиоактивных отходов

в России производится в могильники, которые устраивают на расстоянии не менее 1 км от сельских и 4 км от городских населенных пунктов, в равнинной местности с песчаным грунтом и низким стоянием подземных вод.



-
- В ряде стран практикуется удаление радиоактивных отходов в океанические впадины, пещеры необитаемых островов и ближнее космическое пространство.

Ограничение медицинского облучения для 3 категорий пациентов

- АД – Rg в связи с онкологическим заболеванием и при ургентных состояниях
- БД - Rg в связи с неонкологическим заболеванием (затяжная пневмония, туберкулез легких, желудочно-кишечное кровотечение)
- ВД - Rg с целью профилактики заболеваний или после радикального лечения злокачественных опухолей

Дозовые контрольные уровни облучения за год, рекомендуемые для пациентов при рентгенологических обследованиях

№ п/п	Категория пациентов	Эффективная доза, мЗв/год
1	АД	300
2	БД	30
3	ВД	3

Эффективные дозы, получаемые пациентами при разных рентгенологических обследованиях, мЗв

Обследование	Гонады	Красный костный мозг	Легкие	Желудок	Молочная железа
Р-скопия ОГК	0,06	6,0	6,0	0,7	1,5
Р-скопия желудка	0,30	7,0	4,0	11,0	2,0
Р-скопия кишечника	11,0	4,0	0,25	3,0	0,25
Флюорография	0,01	0,75	1,5	0,3	0,25
Р-графия ОГК	0,006	0,3	1,0	0,3	0,26
Р-графия черепа	0,003	0,4	0,02	0,003	0,008
Р-графия шейных позвонков	0,002	0,1	0,04	-	0,01
Р-графия грудных позвонков	0,2	0,3	1,0	0,5	5,0
Р-графия поясничных позвонков	0,4	0,2	0,3	3,0	0,25
Р-графия мочевой системы	3,0	0,2	0,3	1,0	0,2

Лабораторная работа

«Меры защиты населения от ионизирующего облучения»

- **Методика работы:**
- **Задание №1 (защита населения при техногенном облучении).**
- 1. Рассчитайте годовую дозу облучения населения на основе известных доз облучения, получаемых за сутки населением в разных зонах относительно источника.
- 2. Сравните полученный результат с гигиеническим нормативом – предел дозы ПД, полученной в среднем за любые последовательные 5 лет для населения категории В (табл. 24), и сделайте заключение, допустима ли данная доза для населения.
- 3. Установите условия (активность источника, расстояние до него и пр., при которых получаемая населением в течение года доза не будет превышать ПД, используя принципы защиты от внешнего облучения

■ Пример №1. На расстоянии 400 м от АЭС планируется построить жилой поселок. Доза гамма-излучения у наружной стены здания АЭС составляет 6,5 мкЗв/сутки, а на границе территории, отведенной для строительства поселка - 5,0 мкЗв/сутки. 1)

Допустима ли эта доза для жителей планируемого поселка? 2) На каком расстоянии от АЭС доза гамма-излучения была бы допустимой (1 мЗв/год)? 3) Какая доза на наружной поверхности стен АЭС была бы безопасна для будущих жителей указанного микрорайона?

■ Решение. 1) Доза облучения на границе планируемого микрорайона составляет $5,0 \times 365 = 1825$ мкЗв/год = 1,825 мЗв/год, что превышает ПД облучения населения почти в 2 раза. 2) Для определения минимально допустимого расстояния можно применить принцип защиты расстоянием. Из приведенной выше формулы видно, что доза обратно пропорциональна квадрату расстояния, поэтому для снижения дозы в 2 раза надо увеличить расстояние от АЭС до поселка в $\sqrt{2}$, т.е. в 1,4 раза; $400 \times 1,4 = 560$ м. 3) Для снижения дозы можно использовать также защиту экранами. Для этого надо увеличить толщину наружных стен или укрепить их прослойкой свинца, чтобы доза на наружной стене здания АЭС была в 2 раза ниже, т.е. $6,5/2 = 3,25$ мкЗв/сутки.

- **Задание №2 (защита пациента при медицинском облучении).**
- 1. Рассчитайте годовую дозу облучения пациента как сумму доз, полученных при различных манипуляциях, пользуясь данными табл. 29.
- 2. Оцените, была ли передозировка при каких-либо процедурах и суммарно, сравнив полученные данные с дозовыми контрольными уровнями облучения для пациентов (табл. 28).
- 3. Установите, возможно ли снижение дозы облучения.

- Пример №2. Пациент, страдающий туберкулезом легких, прошел 2-кратное диагностическое рентгенологическое обследование (флюорографию, затем рентгеноскопию органов грудной клетки), после чего был помещен в стационар, где находился 10 месяцев, проходя лечение и 1 раз в месяц (всего 10 раз) – рентгенографию легких. 1) Подсчитайте дозу рентгеновского излучения, полученного пациентом за год болезни. 2) Испытывал ли он разовое переоблучение легких и красного костного мозга грудины во время каких-либо рентгенодиагностических процедур? 3) Не была ли превышена рекомендуемая эффективная доза для лиц данной категории пациентов за год (см. табл. 26)? 4) Можно ли было, по Вашему мнению, снизить годовую дозу облучения пациента?

- *Решение.* 1) Доза облучения, полученная пациентом, перед госпитализацией и в стационаре составляет: $1,5+6,0+1,0\times 10 = 17,5$ мЗв. 2) Максимальная разовая доза, полученная больным при рентгеноскопии легких, составила 6,0 мЗв. Больной туберкулезом легких относится к категории БД, для которой ПД при однократном воздействии = 0,05 Зв = 50 мЗв. Следовательно, больной не подвергался переоблучению. 3) Рекомендуемый дозовый контрольный уровень для категории БД = 30 мЗв/год. Больной получил дозу 17,5 мЗв, что ниже указанного норматива. 4) Наибольшие дозы облучения больные получают при процедурах рентгеноскопии внутренних органов. В данном случае эта процедура выполнялась лишь 1 раз перед госпитализацией, т.е. была, по-видимому, вызвана необходимостью уточнения диагноза. Других способов снижения дозы облучения, кроме замены Р-скопии Р-графией в данном случае не было, да в этом не было и необходимости.