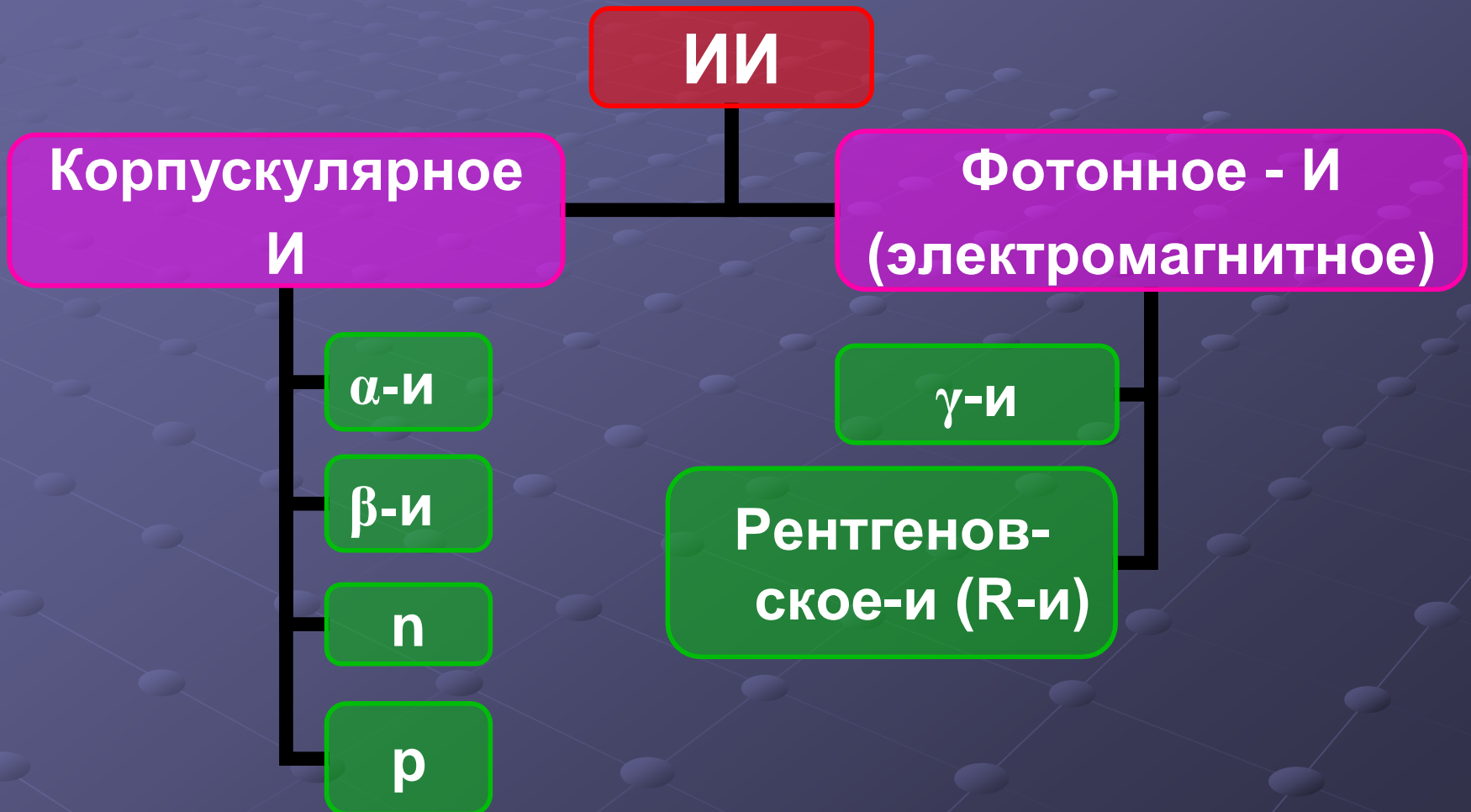


ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ И РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

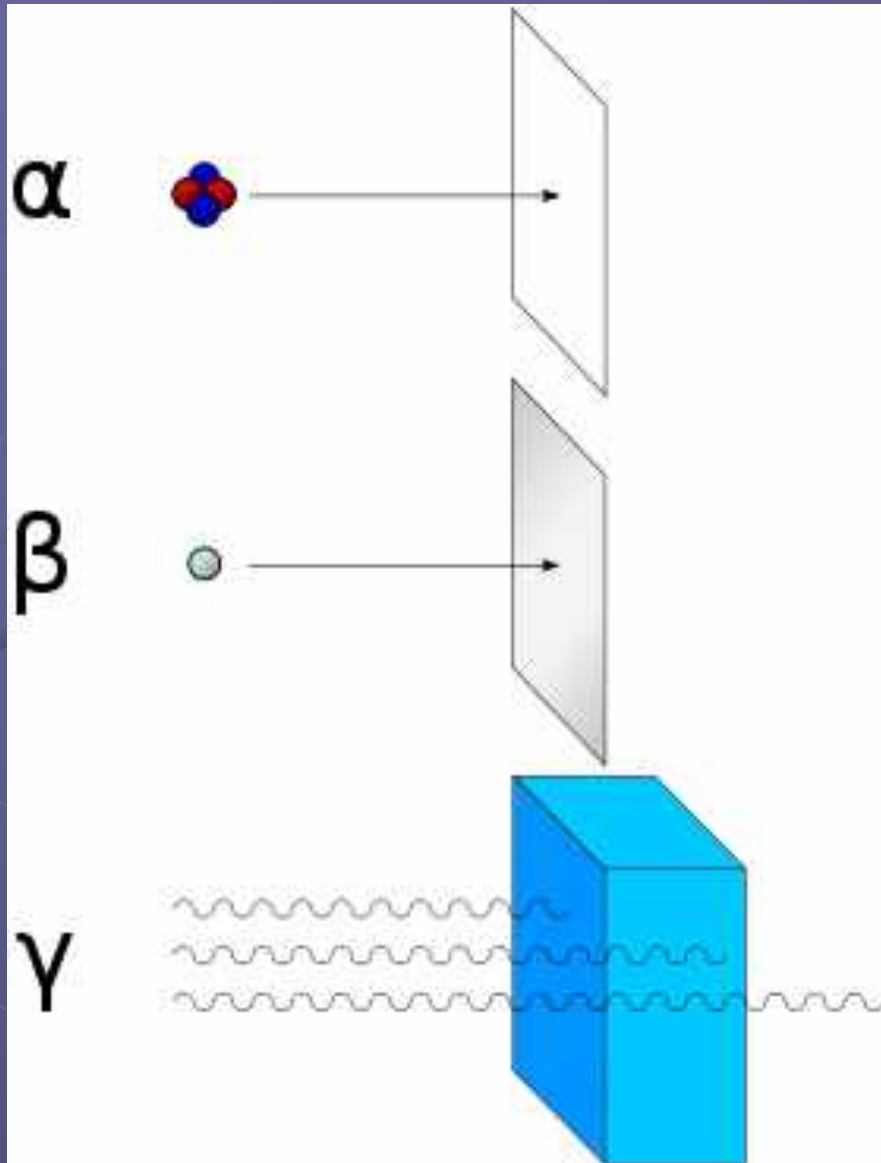
Основные нормативные документы

1. ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 года № 68-ФЗ.
2. ФЗ «Об использовании атомной энергии» от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ
3. ФЗ «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 года N3-ФЗ.
4. ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ
5. Закон РФ от 15.05.1991 г. О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС
6. О подготовке населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера постановление Правительства РФ от 4 сентября 2003 г. № 547
7. Порядок разработки радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий, утвержденный постановлением Правительства РФ от 28 января 1997 г. № 93.
8. Нормы радиационной безопасности СП 2.6.1.758-99 (НРБ-99), утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 2 июля 1999 года.
9. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности СП 2.6.1.799-99 (ОСПОРБ-99), утвержденные Главным гос. сан. Врачом РФ 27 декабря 1999 года.
10. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (Минздрав России, 2002)
11. Руководство по организации санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий при крупномасштабных авариях. Утв. Министром здравоохранения России, согл. Главным гос. сан. Врачом РФ и руководством МЧС России. Приказ Минздрава России от 24.01.2000 № 20.

ВИДЫ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ



ВИДЫ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ



- Альфа-излучение представляет собой поток альфа-частиц — ядер гелия-4. Альфа-частицы, рождающиеся при радиоактивном распаде, могут быть легко остановлены листом бумаги.
- Бета-излучение — это поток электронов, возникающих при бета-распаде; для защиты от бета-частиц энергией до 1 МэВ достаточно алюминиевой пластины толщиной несколько мм.
- Гамма-излучение обладает гораздо большей проникающей способностью, поскольку состоит из высокоэнергичных фотонов, не обладающих зарядом; для защиты эффективны тяжёлые элементы (свинец и т.д.), поглощающие МэВ-ные фотоны в слое толщиной несколько см.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

Параметры	Вид излучения			
	α -излучение	β -излучение	γ -излучение	n -излучение
Природа излучения	Положительные ядра гелия ${}^4_2\text{He}$	Электроны ${}_{-1}e$, позитроны ${}_{+1}e$	Электромагнитное излучение с $\lambda = 10^{-10} \dots 10^{-14}$	Нейтроны ${}_0n^1$
Энергетический диапазон, МэВ	2,0...8,0	0,01...8,0	0,01...5,4	0...20 >20
Пробег в воздухе, м	$10^{-2} \dots 7,4 \cdot 10^{-2}$	0,13...30,0	50...100	
Пробег в биоткани, м	$3 \cdot 10^{-5} \dots 9,1 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-5} \dots 3 \cdot 10^{-5}$	0,2...36 (для воды)	
Взвешив. коэфф. вида излучения	20	1	1	5...20

ИСТОЧНИКИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

ИИИ

Естественные

Солнце
(космическое излучение)

Почва, вода,
воздух

Природные
вещества

Искусственные

Источники с
ядерной
технологией

Источник с
радиационной
технологией

Радиохимзаводы,
переработка и
отработка
ТВЭЛов

АЭС

Переработка
урановой руды

Транспортировка
ядерных объектов

Лабораторные
установки
исследования

Контрольные,
медицинские
приборы

ТЭЦ

ПАРАМЕТРЫ ИОНИЗИРУЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ



КРИТЕРИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

п/н	Наименование	Содержание, символ, формула	Единицы измерения		Соотношение	Предельно допустимые показатели
			СИ	В/с		
I Критерии источника излучения						
1	Вид излучения	- Фотонное (гамма- и рентген.) - Корпускулярное (α , β , нейтрон., протон. и др.)				
2	Активность	Мера радиоактивности, определяемая числом распадов в единицу времени: $A = \frac{dN}{dt}$	Беккерель Бк	Кюри Ки	$1\text{Ки} = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк	
3	Энергия излучения (энерг. спектр излучения)	Разность между суммарной энергией всех заряженных и незаряженных частиц, входящих в объём вещества, и суммарной энергией частиц, выходящих из этого объёма, E	Джоуль	Электрон-вольт	$1\text{эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж	
4	Период полураспада	Время, в течение которого распадается половина радионуклидов. 1. Маложивущие: $T_{1/2} < 1$ года 2. Среднеживущие: $T_{1/2} < 100$ лет 3. Долгоживущие: $T_{1/2} > 100$ лет				

II Критерии ионизирующего поля

Критерии концентрации радиоактивности

1	Поверхностная активность	Активность источника на единицу площади: $A_S = \frac{A}{S}$ Для определения степени загрязнения больших площадей	кБк/м ² Ки/км ²		
2	Объёмная активность	Активность источника на единицу объёма: $A_V = \frac{A}{V}$	Бк/л, Бк/м ³	Ки/л, Ки/м ³	Загрязн. продуктов (ВДУ-93) 1. Молочные, хлеб, крупы, мука, сахар, жиры, сыры: $A_{V,m} = 370$ Бк/л, кг 2. Детские продукты: $A_{V,m} < 185$ Бк/л, кг Остальные продукты $A_{V,m} < 600$ Бк/л, кг Загрязн. помещений: $A_V = 200$ Бк/м ³
3	Удельная активность	Активность источника на единицу массы: $A_m = \frac{A}{m}$	Бк/кг	Ки/кг	
4	Плотность потока частиц	Количество частиц на единицу площади в единицу времени: Φ Для определения степени загрязнения малых поверхностей		Частицы/ см ² ? мин	Для персонала РОО: -кожа, СИЗ – 200 -поверх. помещений -пост. преб. - 2000 -врем. преб. - 10000

Дозовые критерии

1	Поглощённая доза (основная дозиметрическая величина)	Средняя энергия, переданная источником излучения веществу, находящемуся в элементарном объёме: $D = \frac{dE}{dm}$	Грей (Дж/кг)	Гр	рад	1Гр=100 рад
	Керма	К - отношение суммы начальных кинетических энергий всех заряженных ионов, образовавшихся под действием косвенно ионизирующего излучения в элементарном объёме вещества, к массе вещества в этом объёме.	Керма =Грей		рад	
	Мощность дозы	Приращение дозы в единицу времени: $P = \frac{dD}{dt}$	Гр/с, Гр/ч	Рад/с, Рад/ч		
2	Экспозиционная доза (поглощённая доза по воздуху)	Отношение приращения суммарного заряда фотонного излучения в элементарном объёме воздуха к массе воздуха в этом объёме: $X = \frac{dQ}{dm}$	Кулон/кг	Рентген		1Керма = 1,01 Кл/кг при $\epsilon >$ 3 МэВ 1 Кл/кг =3880Р

Дозовые критерии

	<p>Мощность дозы</p>	<p>Приращение дозы в единицу времени: $\dot{X} = \frac{dX}{dt}$</p>	<p>$\frac{Кл/кг}{с}$</p>	<p>Р/ч</p>	<p>Радиационный фон 60 мкР/ч</p> <p>$\dot{X}_{П} - \dot{X}_{ВП} < 30 \text{ мкР/ч}$</p> <p>Где П – помещения, ВП – вне помещения</p>
<p>3</p>	<p>Эквивалентная доза</p>	<p>Для определения степени ионизации биологической ткани с учётом характера вида излучения: $H_{T,R} = W_R \cdot D_{T,R}$</p> <p>$W_R$ - взвешивающий коэффициент вида излучения ($\gamma, R=1, \alpha=20, n=5-20$)</p> <p>При нескольких видах излучений: $H_T = \sum_R W_R \cdot D_{T,R}$</p>	<p>Зиверт</p> <p>Зв</p>	<p>Бэр</p> <p>13в=100 бэр,</p>	

Дозовые критерии

Мощность дозы	Приращение дозы в единицу времени: $\dot{H} = \frac{dH}{dt}$	Зв/с, Зв/ч	Бэр/ч	Радиационный фон 0,6 мкЗв/ч
<p>4</p> <p>Эффективная эквивалентная доза (эффективная доза)</p>	<p>Величина, используемая как мера риска возникновения отдалённых последствий облучения всего тела и отдельных его органов с учётом их радиочувствительности:</p> $H_{эф} = \sum_T W_T \cdot H_{\tau,T}$ <p>$H_{\tau,T}$ - эквивалентная доза в ткани Т за время τ W_T - взвешивающий коэффициент по ткани Т (гонады – 0,20, кост. мозг, толст. кишечник, лёгкие, желудок – 0,12, моч. пузырь, пр. железа, печень, пищевод, щит. железа – 0,05.; ост. коэфф. см. в НРБ-99)</p>	Зиверт	Бэр	
Мощность дозы	Приращение дозы в единицу времени: $\dot{H}_{эф} = \frac{dH_{эф}}{dt}$	Зв/с, Зв/ч, Зв/год	Бэр/ч, Бэр/год	1мЗв в год в среднем за любые последов. 5 лет, но не более 5 мЗВ в год

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВСЕХ ВИДОВ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ

Заряженные частицы теряют энергию вследствие электрических взаимодействий с электронами тех атомов, близ которых они проходят

Электрические взаимодействия

За время порядка десяти триллионных секунды происходит ионизация атомов и молекул

Физико-химические изменения

в течение следующих десяти миллиардных долей секунды участвуют в сложной цепи реакций, в результате которых образуются новые молекулы, включая свободные радикалы.

Химические изменения:

В течение следующих миллионных долей секунды образовавшиеся свободные радикалы реагируют как друг с другом, так и с другими молекулами могут вызвать химическую модификацию молекул, необходимых для нормального функционирования клетки.

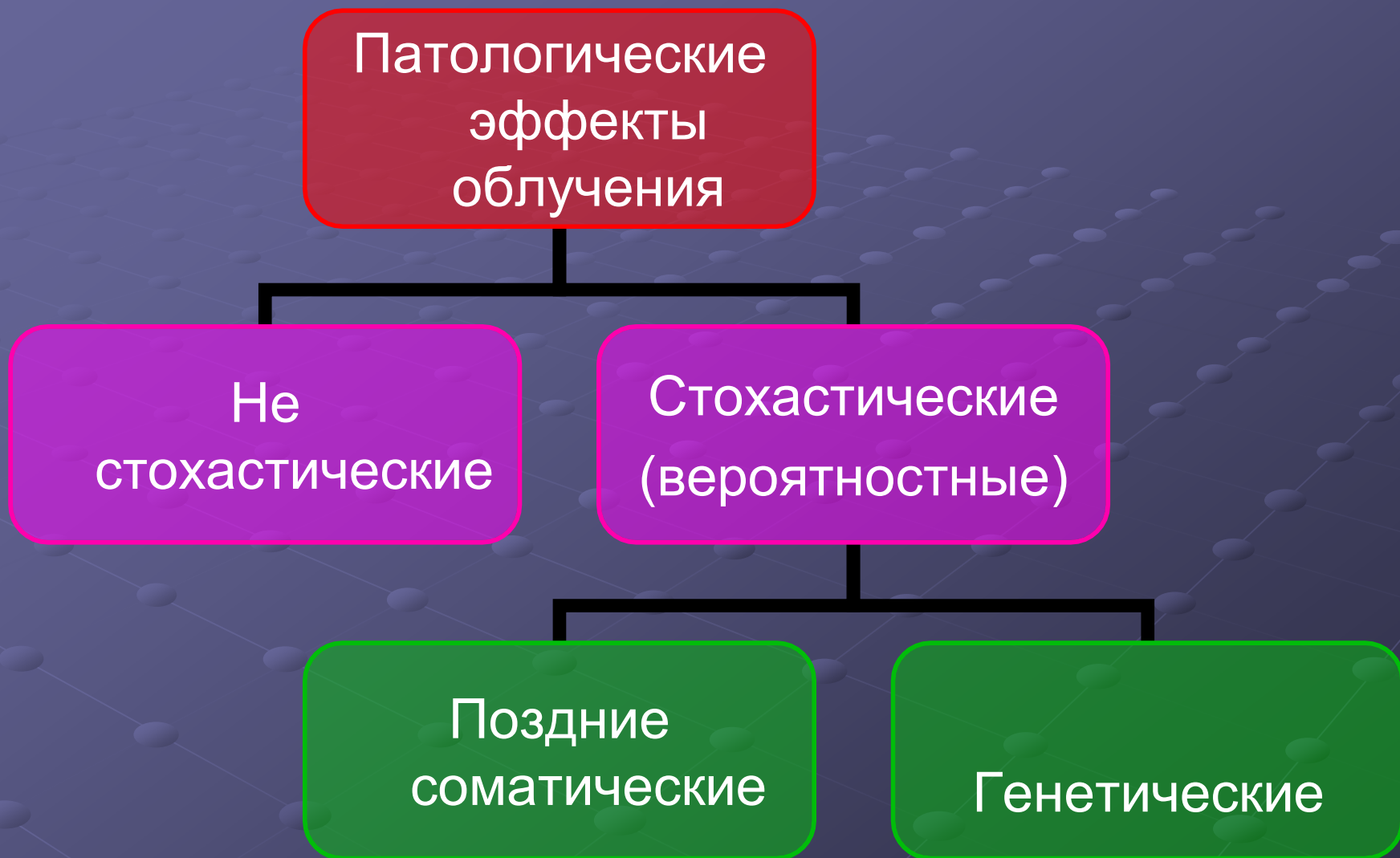
Биологические эффекты:

Биохимические изменения могут произойти как через несколько секунд, так и через десятилетия после облучения и явиться причиной немедленной гибели клеток

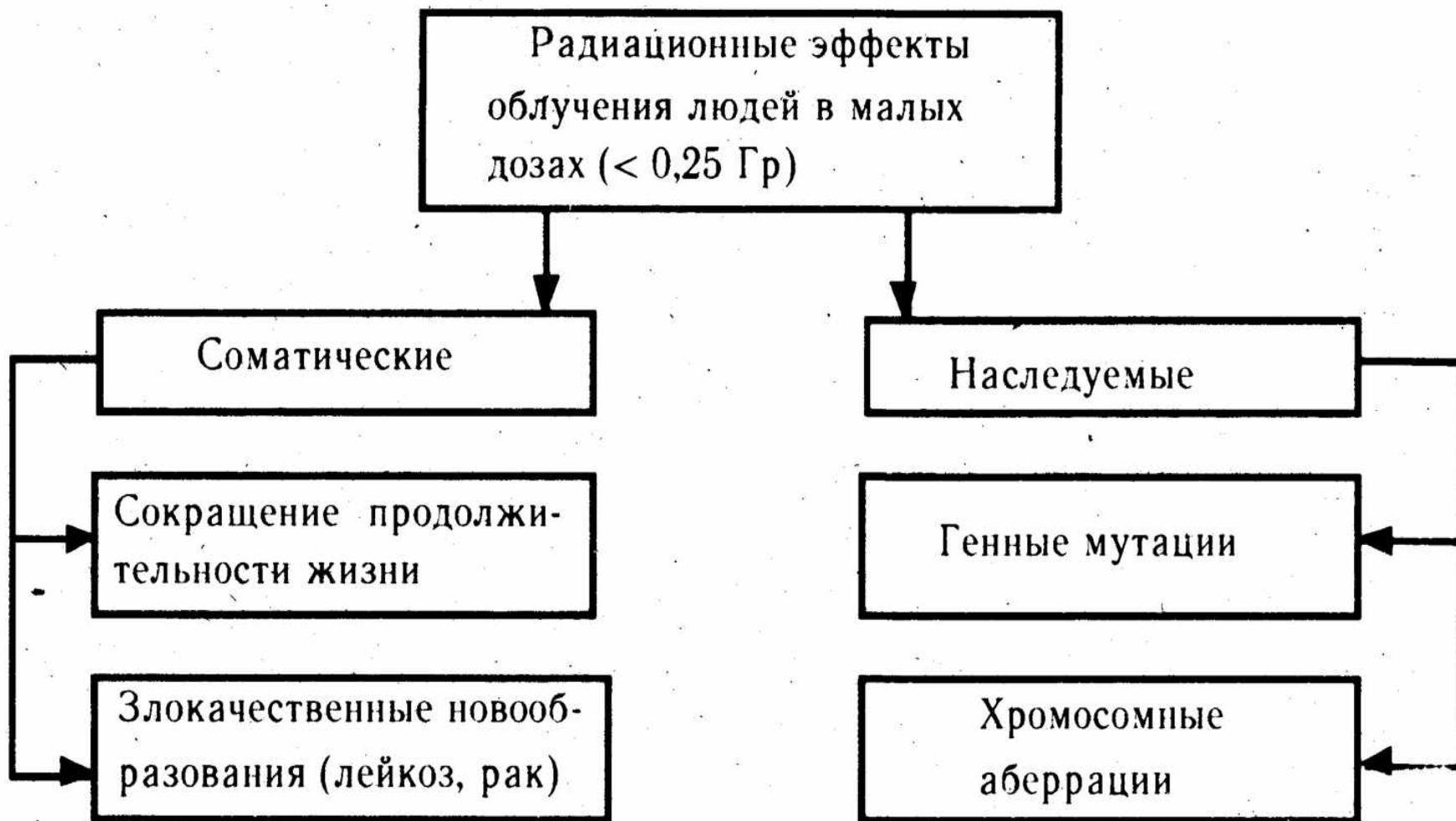


Смертельные поглощённые дозы
для отдельных частей тела
следующие:
голова - 20 Гр;
нижняя часть живота - 50 Гр;
грудная клетка - 100 Гр;
конечности - 200 Гр.

Патологические эффекты облучения



РАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ДОЗАХ $< 0,25$ Гр



РАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ДОЗАХ >0,25Гр



Лучевая болезнь

- Если $D > 1 \text{ Гр}$ – Это квалифицируется как лучевая болезнь
- $D < 0.25 \text{ Гр}$ – Видимых нарушений нет
- $0,25 \dots 0,5 \text{ Гр}$ – Возможны изменения в крови
- $0,5 \dots 1,0 \text{ Гр}$ – Изменения в крови, нормальное состояние нарушается
- $1,0 \dots 2,0 \text{ Гр}$ – Временная потеря трудоспособности
- $2,0 \dots 4,0 \text{ Гр}$ – Возможен смертельный исход
- $4,0 \dots 5,0 \text{ Гр}$ – 50% смертельные случаи
- $D > 6.0 \text{ Гр}$ – смерть 100%

Нормирование радиационной безопасности при нормальной эксплуатации радиационно опасных объектов по НРБ-99(2009)



Основные пределы доз

Нормируемые величины	Пределы доз	
	Персонал (группа А)**	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза - хрусталик	150 мЗв	15 мЗв
Эквивалентная доза - руки, ноги, кожа	500 мЗв	50 мЗв

**Для группы Б – 25% от группы А

Радиационная авария

КЛАССИФИКАЦИЯ АВАРИЙ ПО ШКАЛЕ INES

- 1 уровень** (незначительное происшествие)
- 2 уровень** (происшествие средней тяжести)
- 3 уровень** (серьёзное происшествие)
- 4 уровень** (авария в пределах АЭС)
- 5 уровень** (авария с риском для окружающей среды)
- 6 уровень** (тяжелая авария)
- 7 уровень** (глобальная авария)

Четыре категории объектов

1 категория – меры по защите населения

2 категория – территория СЗЗ

3 категория – территория объекта

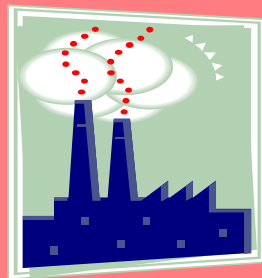
4 категория – помещения, в которых
проводятся работы с источниками ИИ

Зона радиационного
контроля (от 1 до 5 мЗв)

Зона ограниченного
проживания (от 5 до
20 мЗв)

Зона отселения
(от 20 до 50 мЗв)

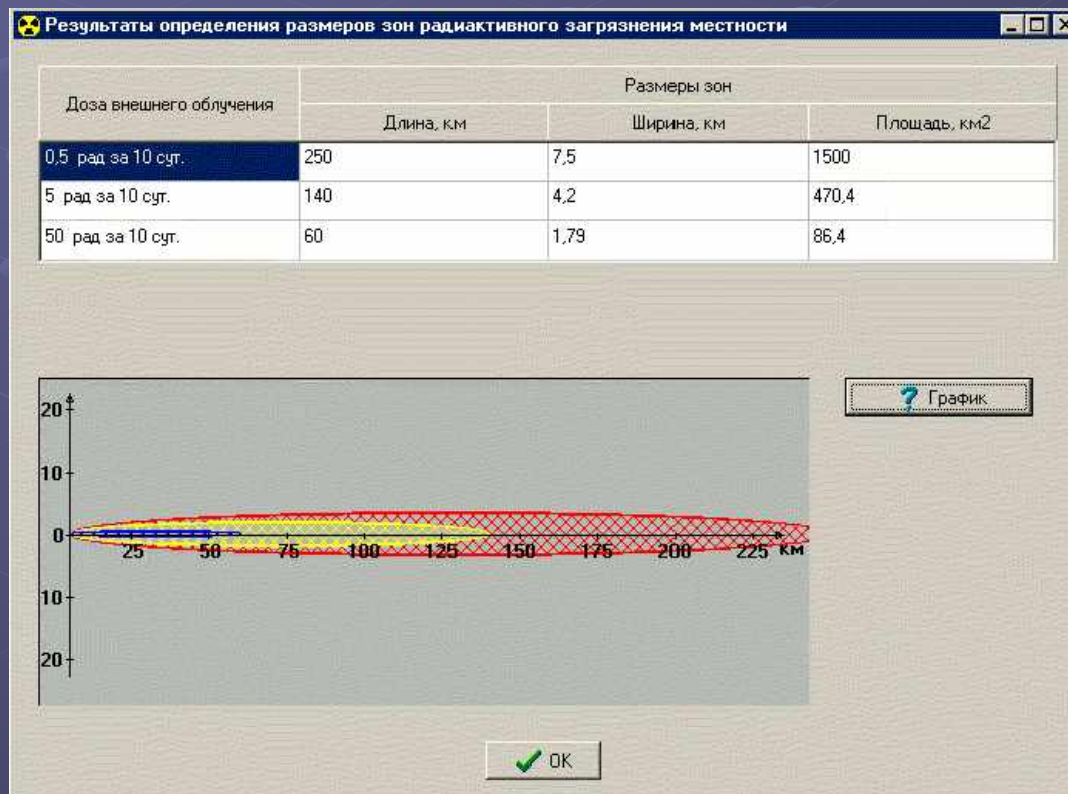
Зона отчуждения
(более 50 мЗв)



ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ РЗН

Радиационная защита - это комплекс мер, направленных на ослабление или исключение воздействия ИИ на население, персонал РОО, природную среду, а также на предохранение природных и техногенных объектов от загрязнения РВ и удаление этих загрязнений (дезактивацию).

Прогнозирование



Оповещение

Укрытие

Ограничение пребывания населения на открытой местности путем временного укрытия в зданиях с герметизацией жилых и производственных помещений

- Укрытие населения в защитных сооружениях ГО (ЗС ГО) – основной способ защиты населения в условиях ЧС военного характера и один из способов его защиты от ЧС природного и техногенного характера.
- Укрытие населения в ЗС ГО осуществляется в тех случаях, когда несмотря на применяемые меры превентивного характера, возникает реальная угроза жизни и здоровья людей, а использование других способов защиты невозможно или малоэффективно (нерационально).

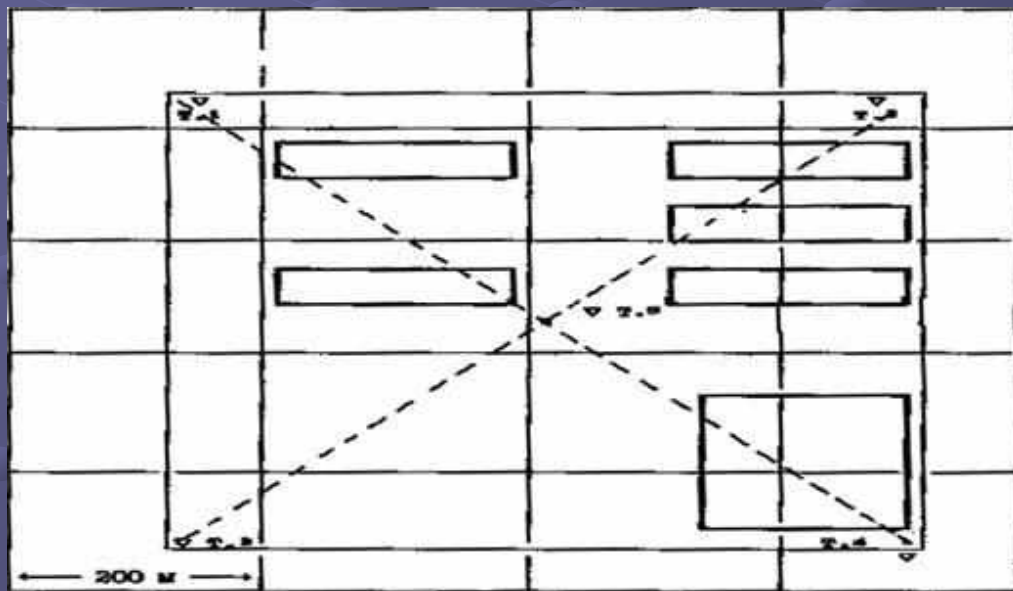
Эвакуация населения

Меры защиты	Прогнозируемая поглощенная доза за первые 10 суток, мГр			
	на все тело		щитовидная железа,	легкие, кожа
	уровень А	уровень Б	уровень А	уровень Б
Укрытие	5	50	50	500

Выявление и оценка радиационной обстановки

Выявление и оценка радиационной обстановки достигается методом прогнозирования и действиями сил и средств радиационной разведки и заключается в определении границ РЗ и оценке количества выброшенных РВ.

Радиационная разведка представляет собой совокупность мероприятий по получению путем непосредственных измерений информации о фактическом РЗМ, а также по сбору и обработке полученной информации с целью последующей выработки предложений по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения.



В контрольных точках проводят измерения:

- мощности дозы γ -излучения;
- плотности потока β -частиц;
- плотности потока α -частиц.

Местность или объект считаются незагрязненными:

1. γ -излучение (на высоте 1 м) не превышает 28 мкрад/ч;
2. β -излучение (по Sr-90) - плотность потока β -частиц с поверхности не превышает 10 част/см²×мин (для остальных β -излучающих РН – 50 част/см²×мин);
3. α -излучение (трансурановые элементы) - плотность потока α -частиц с поверхности не превышает 0,2 част/см²×мин.

По данным радиационной разведки оформляют **Акт радиационного обследования объекта** и проводят анализ состояния его радиоактивного загрязнения. По результатам анализа оценивают истинное состояние радиационной обстановки объекта в целом.

Средства радиационной разведки классифицируются

- По измеряемой величине (Р, рад, Гр, Зв, Бк, Ки и т.д)
- По расположению (носимые, бортовые, стационарные)
- По принципу действия (ионизационные, люминесцентные, сцинтилляционные, химические, фотографические и т.д)

Носимые

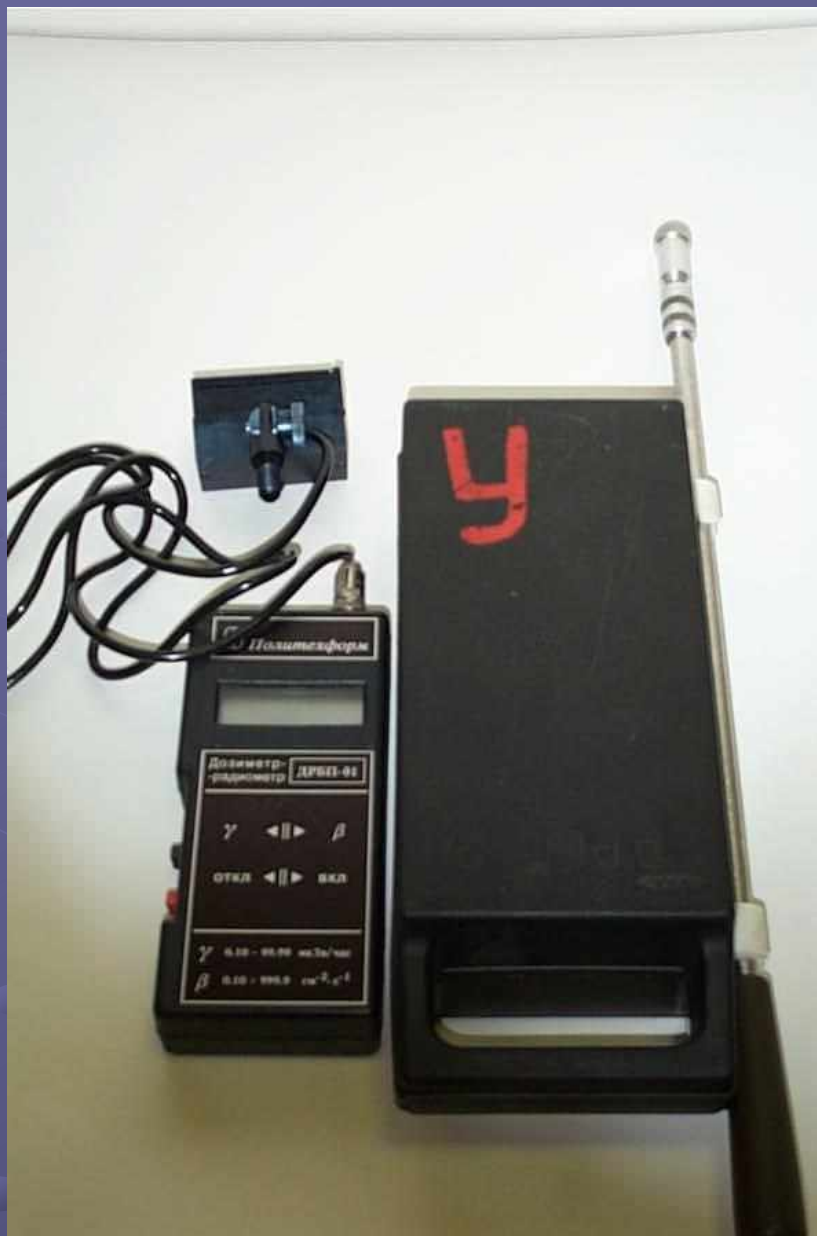
- ДП-5в (ИМД-5);
- ИМД-1
- КДГ-1, КРБ-1;
- ДРБП-01;
- ДРБП-03;
- СРП-88;
- ДРГ-01т1

Бортовые

- ДП-3б;
- ИМД-21б,с;
- ИМД-31;
- ИМД-2б,н,с;



ИМД-1



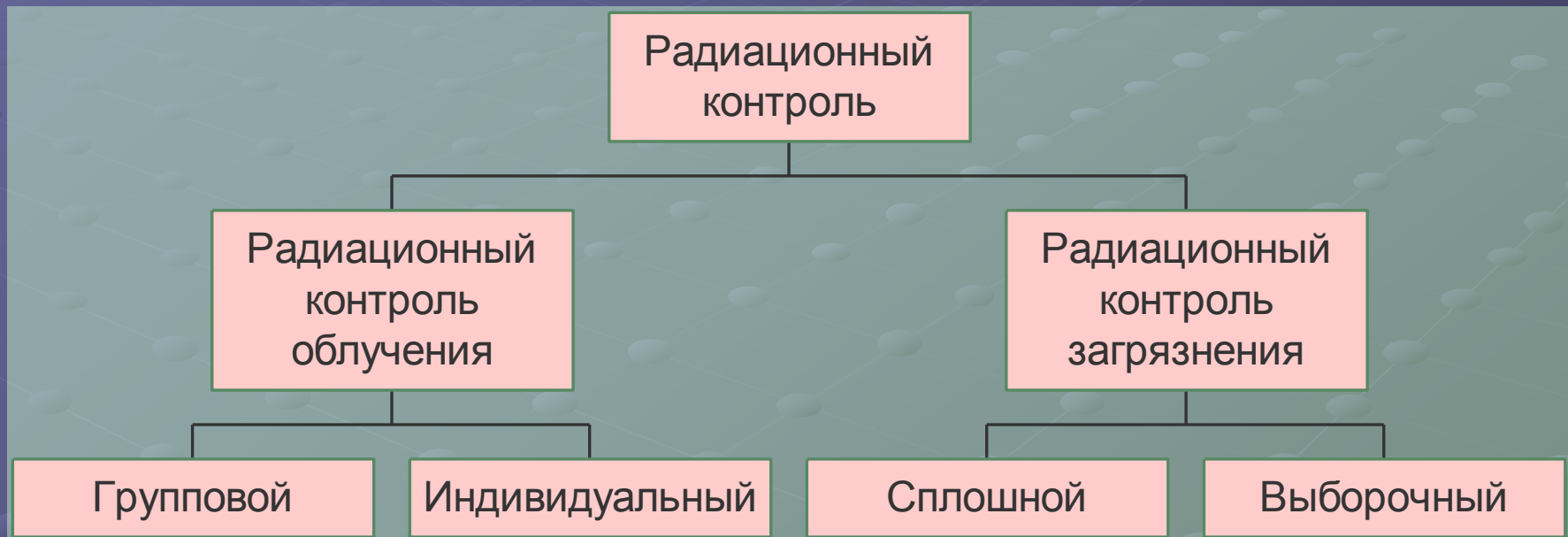
ДРБП-01



ДРБП-03

Радиационный контроль

Радиационный контроль представляет собой комплекс мероприятий организуемых для контроля облучения л/с формирований и населения и определения степени РЗ объектов внешней среды. Он проводится с целью соблюдения допустимого времени пребывания людей в зоне загрязнения, контроля доз облучения и уровней РЗ



Индивидуальный дозиметрический контроль включает: индивидуальный контроль за дозой облучения внешнего гамма-, бета- нейтронного излучения с использованием индивидуальных измерителей дозы и расчетных методов и индивидуальный контроль за поступлением в организм и содержанием радионуклидов в организме.

- <http://www.radiation.ru/begin/begin.htm>
- <http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/soderkanie.htm>