

Тема. АВАРИИ НА ХИМИЧЕСКИ И РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

Цель: Дать характеристику ХОО и РОО, содержание этапов развития аварий на них. Ознакомить с токсическими характеристиками и классификацией АХОВ, основными дозиметрическими характеристиками, радиационными эффектами облучения людей и классификацией аварий на АЭС

Учебные вопросы:

1. Аварии на химически опасных объектах
2. Аварии на радиационно опасных объектах

Химически опасные объекты

в России:

- общее количество – более 3600
- в зонах потенциальной химической опасности расположены 146 городов с населением более 100 тыс. чел. в каждом
- общая площадь, на которой может возникнуть химическое заражение, составляет около 300 тыс. км² с населением около 60 млн. чел.

в Северо-Западном регионе:

- общее количество – около 400
- в зонах потенциальной химической опасности расположено 30 городов и населенных пунктов
- в зонах заражения может оказаться до 70% населения (из 15 млн. чел.)

в Санкт-Петербурге:

- общее количество – около 70
- в результате аварий могут пострадать свыше 3,6 млн. чел.

Химически опасный объект (ХОО) – это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют аварийно химически опасные вещества, при разрушении которого могут произойти гибель или химическое поражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение ОПС

К химически опасным объектам относятся:

1. Предприятия химической, целлюлозно-бумажной, текстильной, металлургической и других отраслей промышленности, **производящие и хранящие АХОВ**
2. Предприятия, **потребляющие АХОВ** (станции водоподготовки, холодильники, овощебазы и т.п.)
3. Железнодорожные **станции, порты, терминалы и склады** на промежуточных или конечных пунктах перемещения АХОВ
4. Транспортные средства по **перевозке АХОВ**
5. Магистральные газо- и продукто**проводы**

Распределение ХОО и городов по степени химической опасности для населения

Распределение	Степень опасности ХОО для населения				Число химич. опасных городов	Степень опасности города**		
	I	II	III	IV		I	II	III
нормативное, тыс.чел.	>75	40-75	до 40	СЗЗ*		>50	30-50	10-30
Сев.-Зап. регион, %	10	7	74	9	11	82	-	18

Примечание: * СЗЗ – санитарно-защитная зона
 ** с населением более 100 тыс.чел.

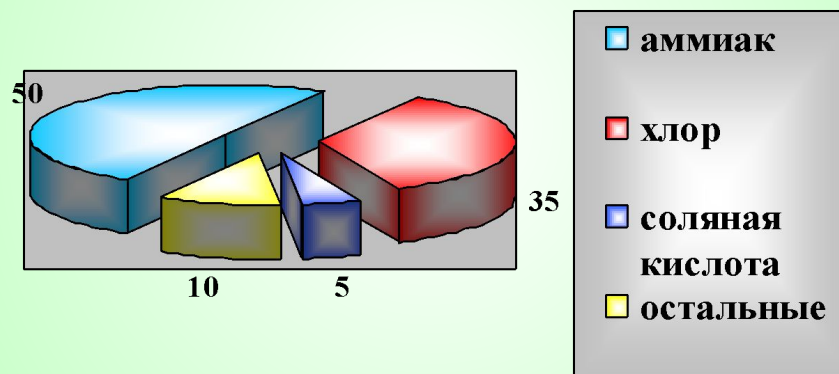
Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) – это опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах) (ГОСТ Р.22.9.05-95)

Вредные вещества.....≈ 60 тыс.

**Сильно действующие
ядовитые вещества
(СДЯВ).....107**

**Аварийно химически
опасные вещества
(АХОВ).....21**

**по широте применения и
используемому объему**



Токсическая концентрация – количество вещества, находящееся **в единице объема воздуха** и вызывающее токсический эффект (С, мг/л или мг/м³)

Предельно допустимая (безопасная) – максимальная концентрация, не оказывающая прямого или косвенного вредного воздействия на человека

Смертельная – вызывающая смертельный исход у 50% пораженных за время экспозиции 30...60 минут

Токсическая доза – количество вещества, **попавшее** в **организм** и вызвавшее определенный токсический эффект

органы дыхания \rightarrow **ингаляционная** ТОКСОДОЗА, D мг·мин/л

кожа

желудочно-
кишечный
тракт

удельная ТОКСОДОЗА, D мг/кг

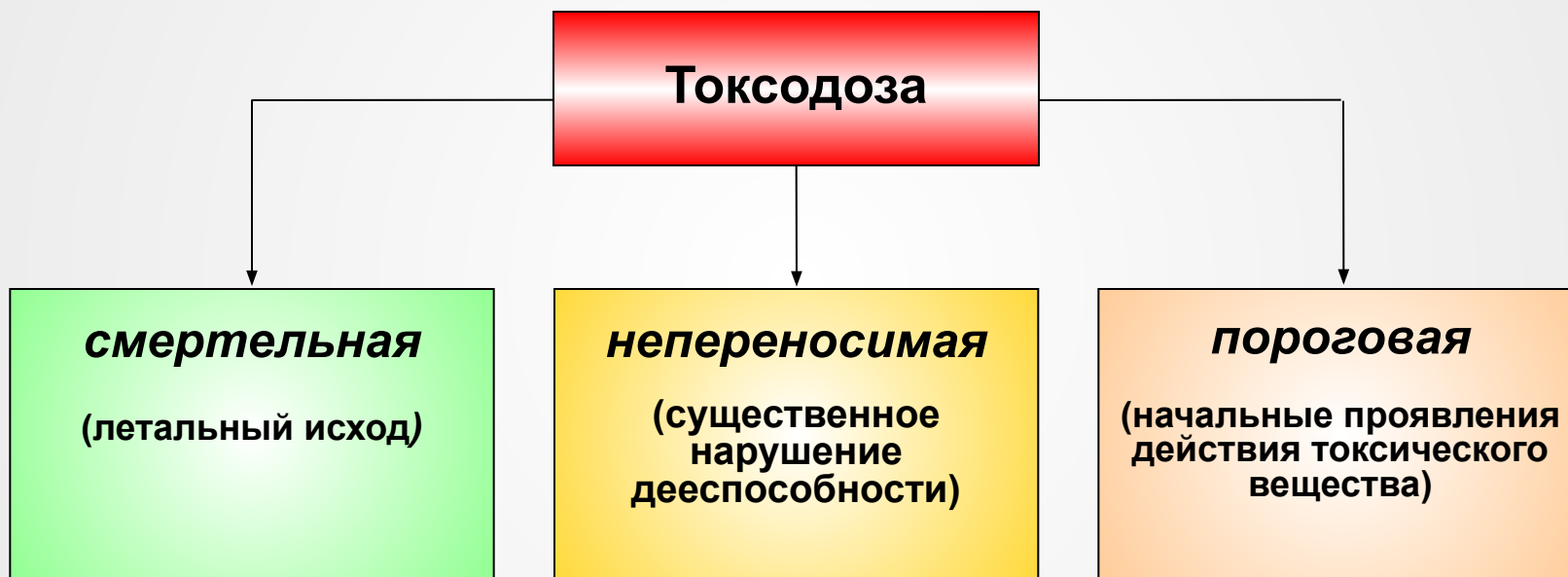
абсолютный этиловый спирт:

2,5...3,5 г/кг – сильное опьянение

4...5 г/кг – тяжелое опьянение

от 6 г/кг – смертельная доза

Последствия воздействия токсодозы



Классификация АХОВ

Наименование АХОВ	Характер действия	Наименование группы	ПДК в воздухе, мг/м ³		Токсодоза, мг·мин/л	
			рабочая зона	насел. пункт	пороговая	смертельная
Хлор	воздействуют на дыхательные пути человека	вещества с преимущественно удушающим действием	1,0	0,03	0,6	6,0
Фосген						
Соляная кислота			5,0	0,2	2,0	7,0
Оксид углерода	нарушают энергетический обмен	вещества преимущественно общеядовитого действия				
Синильная кислота			0,3	0,01	0,2	2,0
Фенол						
Амил	вызывают отек легких при ингаляционном воздействии и нарушают энергетический обмен при резорбции	вещества совместного удушающего и общеядовитого действия				
Акрилонитрил						
Азотная кислота			5,0	0,15	3,0	-
Сернистый ангидрид						
Тетраэтилсвинец	действуют на генерацию и передачу нервного импульса	нейротропные яды				
Серовуглерод			1,0	0,005	45	300
Фосфорорганич. соед						
Гептил	вызывают отек легких с тяжелым поражением ЦНС	вещества совместного удушающего и нейротропного действия				
Аммиак			20	0,04	15	100
Гидразин						
Оксид этилена	нарушают мета-		1,0	0,3	2,2	25

Классификация АХОВ

(по степени опасности)

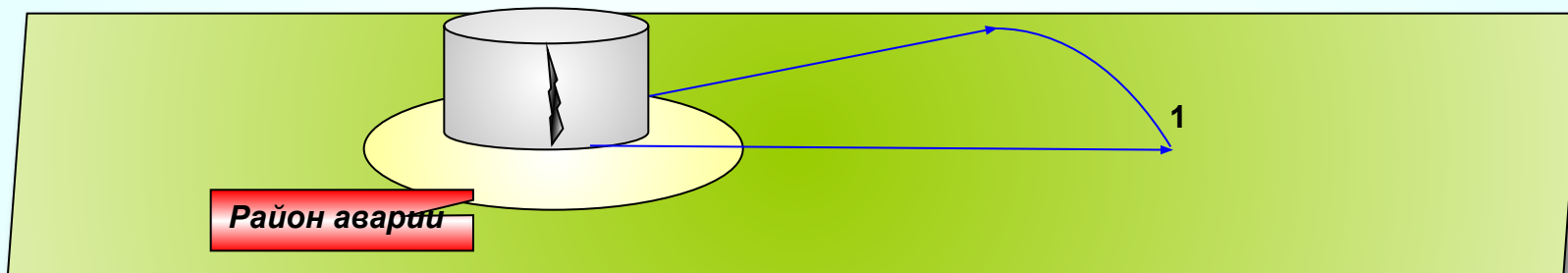
Показатель	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс
ПДК в воздухе рабочей зоны , мг/м ³	< 0,1	0,1...1,0	1...10	> 10
Средняя смертельная доза при попадании в желудок , мг/кг	< 15	15...150	150...5000	> 5000
Средняя смертельная доза при попадании на кожу , мг/кг	< 100	100...500	500...2500	> 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе , мг/м ³	< 500	500...5000	5000...50000	> 50000

Авария на ХОО - любые нарушения технологического процесса, повреждения емкостей, трубопроводов и транспортных средств, приводящие к выбросу (выливу) АХОВ в окружающую среду в опасных количествах

Степень опасности и возможный ущерб при ЧС на ХОО зависят от:

1. **Характеристик ХОО** (типа АХОВ, его массы, способов хранения и др.)
2. **Метеоусловий в районе ХОО** (скорость и направление ветра в приземном слое воздуха, температура и др.)
3. **Физико-географических условий в районе ХОО** (тип рельефа местности, тип растительности, характер застройки жилых районов и др.)
4. **Времени** возникновения ЧС на ХОО

Первый тип ЧС с образованием только *первичного* облака

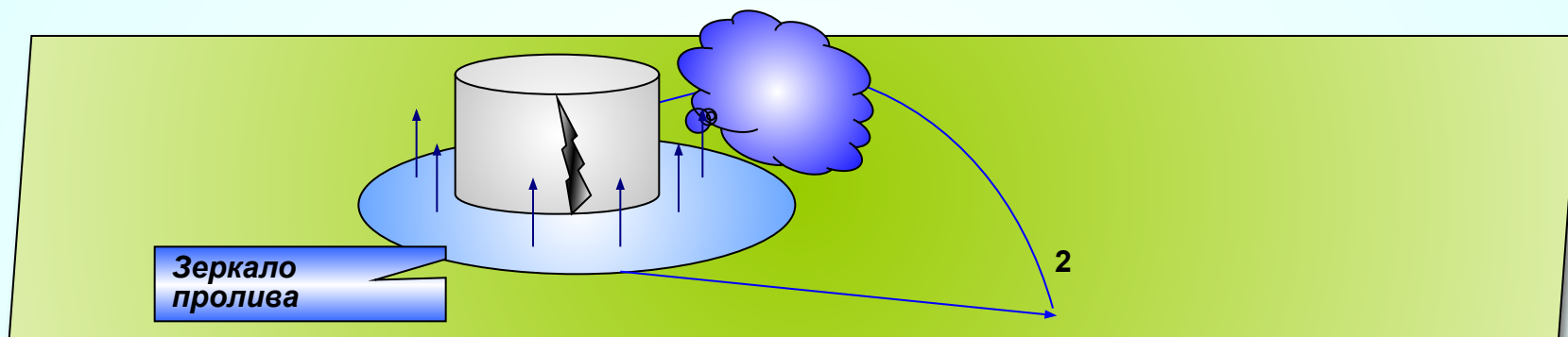


Первичное облако:

1. **Образуется** непосредственно в момент аварии за счет бурного испарения АХОВ
2. **Характерно** для низкокипящих (температура кипения ниже $+20^{\circ}\text{C}$) АХОВ, хранящихся под давлением
3. Перенос ветром **сопровождается** гравитационным **оседанием** мелких **капель** АХОВ, в результате чего происходит заражение местности и объектов
4. **Глубина распространения** от единиц до нескольких десятков километров например: хлор - 0,5...2,5км; аммиак - 1,5...30км)
5. **Граница зоны распространения** определяется пороговой токсодозой для времени воздействия 40...60мин

Второй тип ЧС

с образованием *пролива* и *только вторичного облака*

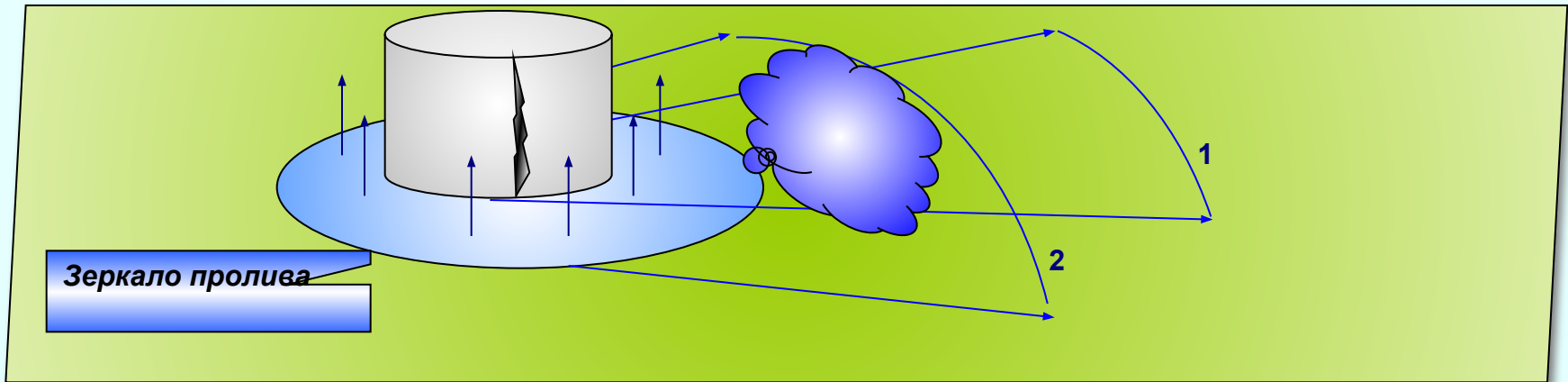
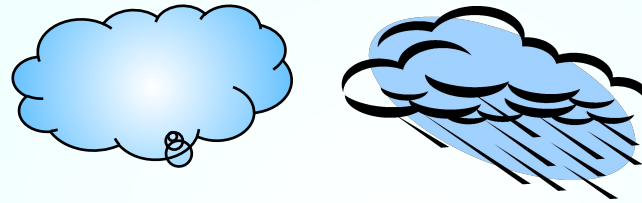


Вторичное облако:

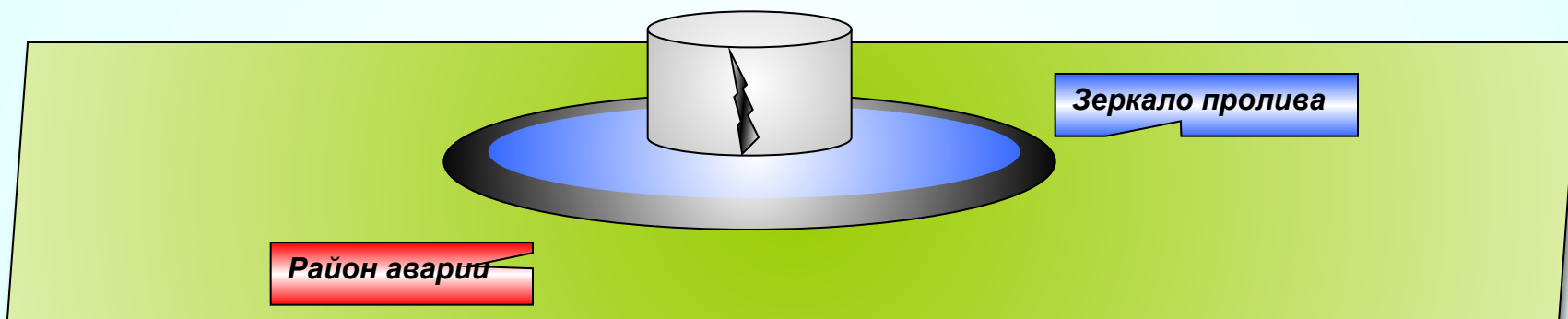
1. **Формируется** за счет испарения жидких АХОВ из зоны разлива в районе аварии
2. **Время испарения** от нескольких часов до нескольких суток
3. **Поражающее действие** оказывают только пары АХОВ через органы дыхания
4. **Глубина распространения** от единиц до десятка километров (например: хлор - 0,5...9км; аммиак - 0,5...4км)
5. **Граница зоны распространения** определяется пороговой токсодозой для времени воздействия 40...60мин

Третий тип ЧС

с образованием *пролива*, *первичного* и *вторичного* облаков



Четвертый тип ЧС с заражением только *территории*



Заражение территории:

1. **Зона** заражения, как правило, **ограничена районом аварии**
2. **Радиус** - несколько сотен метров
3. **Максимальная концентрация АХОВ**
4. **Поражение** возможно как при вдыхании зараженного воздуха, так и при соприкосновении с зараженными поверхностями

Радиация - ионизирующие излучения (ИИ), превращающие электрически нейтральные атомы в заряженные частицы - ионы

Ионизирующие излучения:

заряженные частицы (α , β)

γ - излучение

рентгеновское излучение

нейтроны

Радиоактивность - способность какого-либо источника в результате его радиоактивного распада испускать ИИ

мощность

относительная опасность

Источник ИИ

Активность -
количество радиоактивных ядер, распадающихся в единицу времени (количество ионизирующих частиц, испускаемых источником в одну секунду)

$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ расп/с}$
 $1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп/с}$

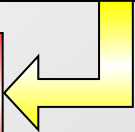
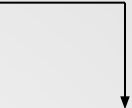
продукты питания:
удельная активность, Ки/кг

Период полураспада -
время, в течение которого распадается половина ядер источника ИИ
(U^{238} - 4470 тыс. лет
 I^{131} - суток)

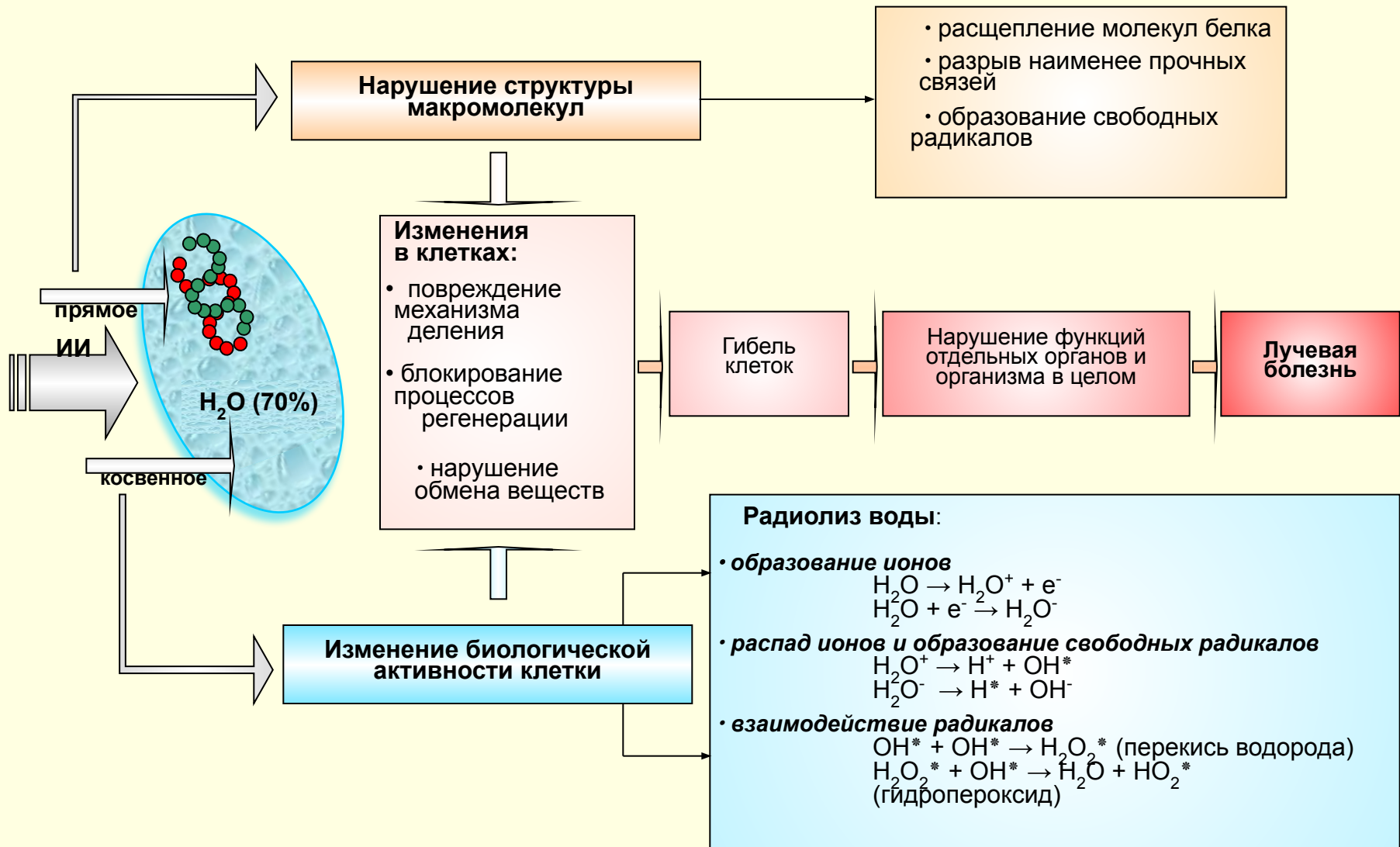
вода, воздух:
объемная активность, Ки/м³, Ки/л

«Нормы радиационной безопасности» (1999г.)
Допустимое содержание РВ в органах человеческого организма

ПДК РВ в воздухе, питьевой воде и продуктах питания



БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

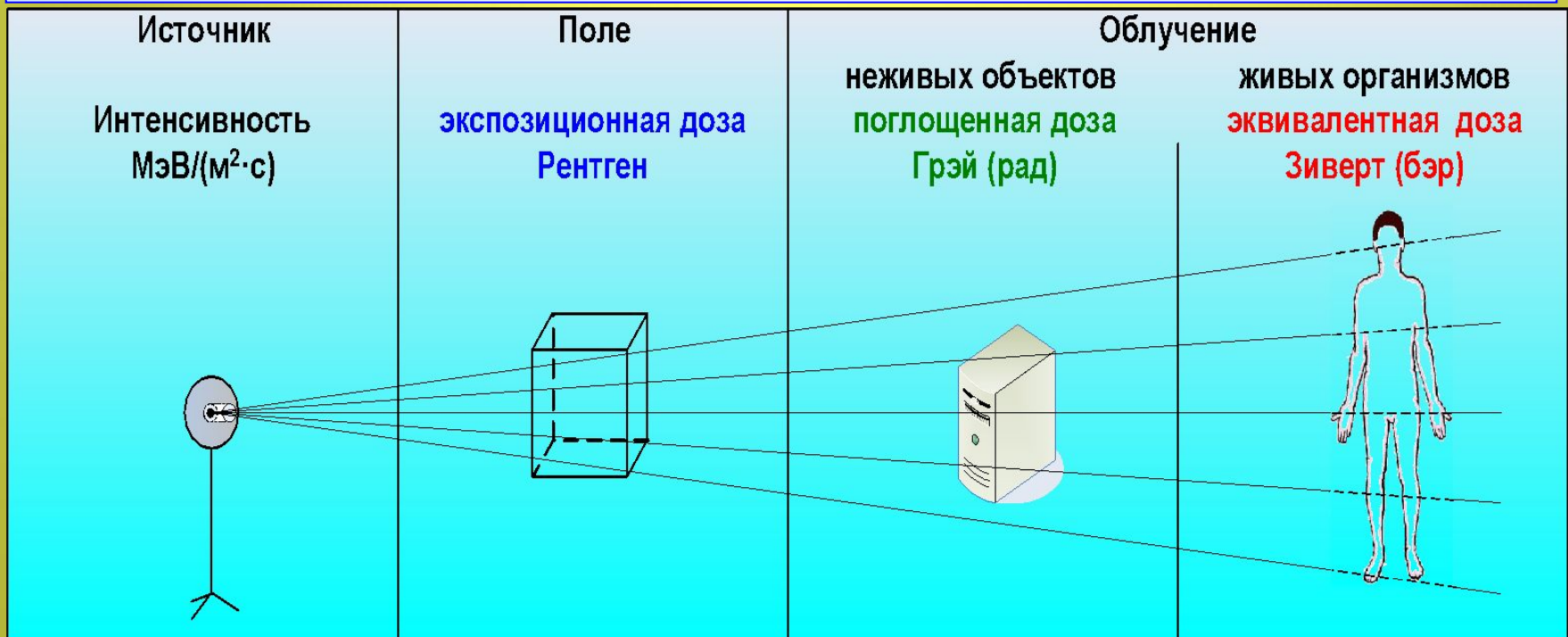


ДОЗОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

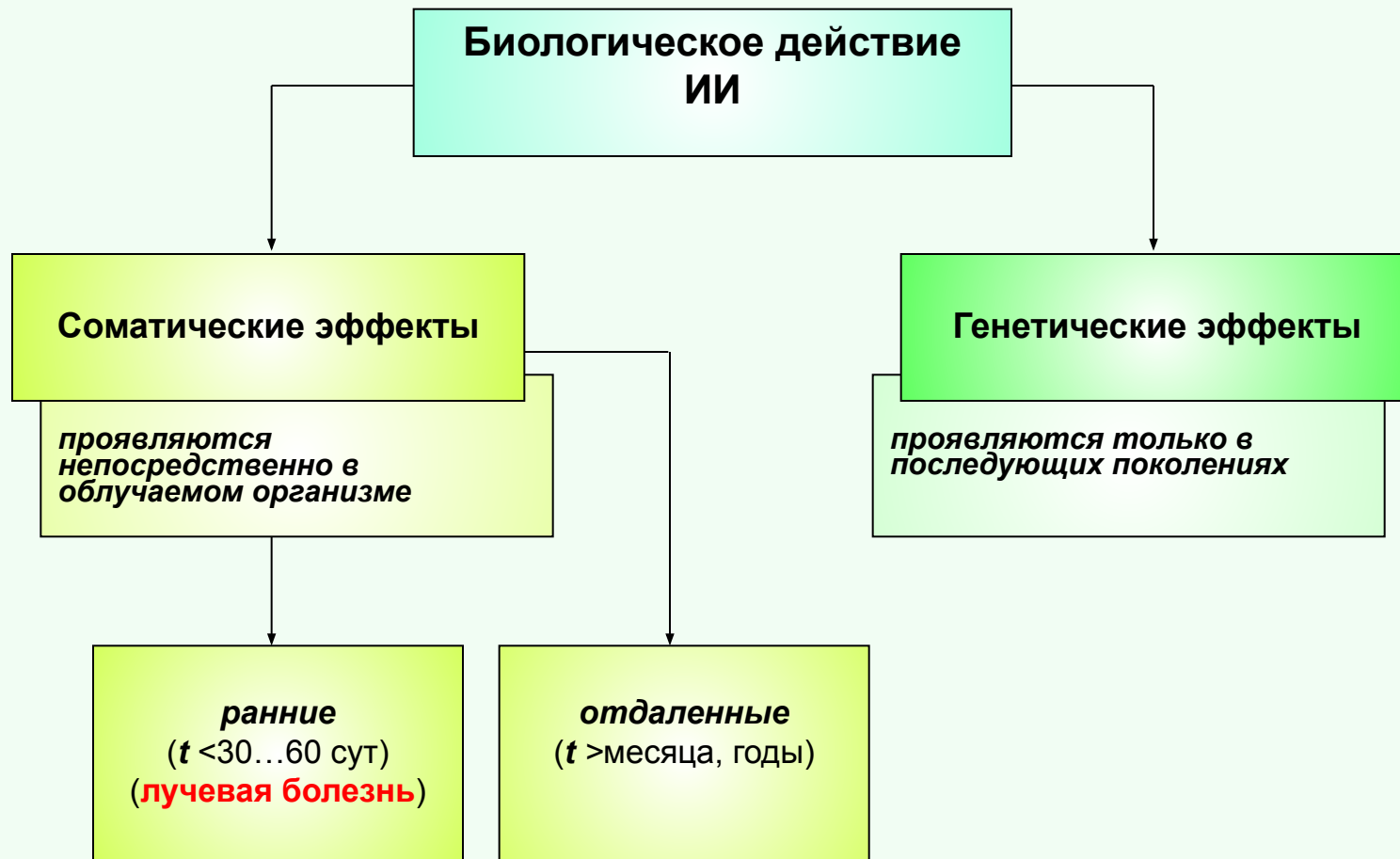
Поглощенную дозу используют для определения радиационных эффектов от любых видов ИИ в любых объектах неживой природы, а также при оценке действия гамма-рентгеновского излучения на биоткань ($D_{\text{п}} = D$).

Экспозиционная доза характеризует поле гамма-рентгеновского излучения по его ионизирующей способности в воздухе, а также определяет воздействие этих ИИ на биоткань.

Для оценки **раздельного действия** любых видов ИИ, а также их **совместного действия** на живые организмы (человека) применяют **эквивалентную дозу**. При действии гамма-рентгеновского излучения на биоткань $D_{\text{э}} = D_{\text{п}} = D$



ПОСЛЕДСТВИЯ ОБЛУЧЕНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА



На конечный результат биологического действия ИИ влияют:

1. Продолжительность облучения:

- однократное
- многократное
- хроническое

2. Величина общей дозы

3. Характер облучения:

- внешнее – внутреннее
- общее – местное

Виды облучения

Однократное

$(t_{\text{обл}} \leq 4 \text{ суток})$

Многократное

$(t_{\text{обл}} > 4 \text{ суток})$

$$D_{\text{ЭОД}} = D_1 (0,1 + 0,9e^{-t/\tau_B})$$

Хроническое

$$D_{\text{ЭОД}}^{\text{хр}} = D_{\text{н}} (7,2 + 0,1t)$$

ВЕЛИЧИНА ОБЩЕЙ ДОЗЫ

Степени лучевой болезни

Степень лучевой болезни	Доза излучения, рад, при облучении длительностью				Количество пораженных со степенью тяжести острой лучевой болезни, %				Количество смертельных исходов, %
	одно- кратно	15 сут.	30 сут.	60 сут.	I	II	III	IV	
I ст. – легкая (100...250 рад)	100	110	130	150	50	0	0	0	0
	200	220	250	300	80	20	0	0	0...3
II ст. – средняя (250...400 рад)	300	330	380	450	20	70	10	0	15...25
	400	450	500	600	0	50	50	0	30...50
III ст. – тяжелая (400...600 рад)	500	600	700	800	0	20	70	10	60...80
	600	700	900	1000	0	0	50	50	95...100
IV ст. – крайне тяжелая (более 600 рад)	800	1000	1200	1300	0	0	20	80	100
	1000	1200	1400	1600	0	0	0	100	100

Характер облучения

общее

Облучение *всего тела*, но тяжесть лучевых поражений определяется *критическими органами*

Критические органы:

костный мозг (600...800 рад)
желудочно-кишечный тракт (800...5000 рад)

местное

Облучение *отдельных органов* или *участков тела* (например, рентгенодиагностика)

$$D_{\text{см}}^{\text{орг}} \gg D_{\text{см}}^{\text{общ}}$$

голова – 2000 рад
живот – 4000 рад
грудная клетка – 10000 рад
конечности – 20000 рад

внешнее

Источник ИИ вне организма

$\gamma, \text{}^0n^1$

воздействие по всему объему тела

β

лучевые ожоги кожи

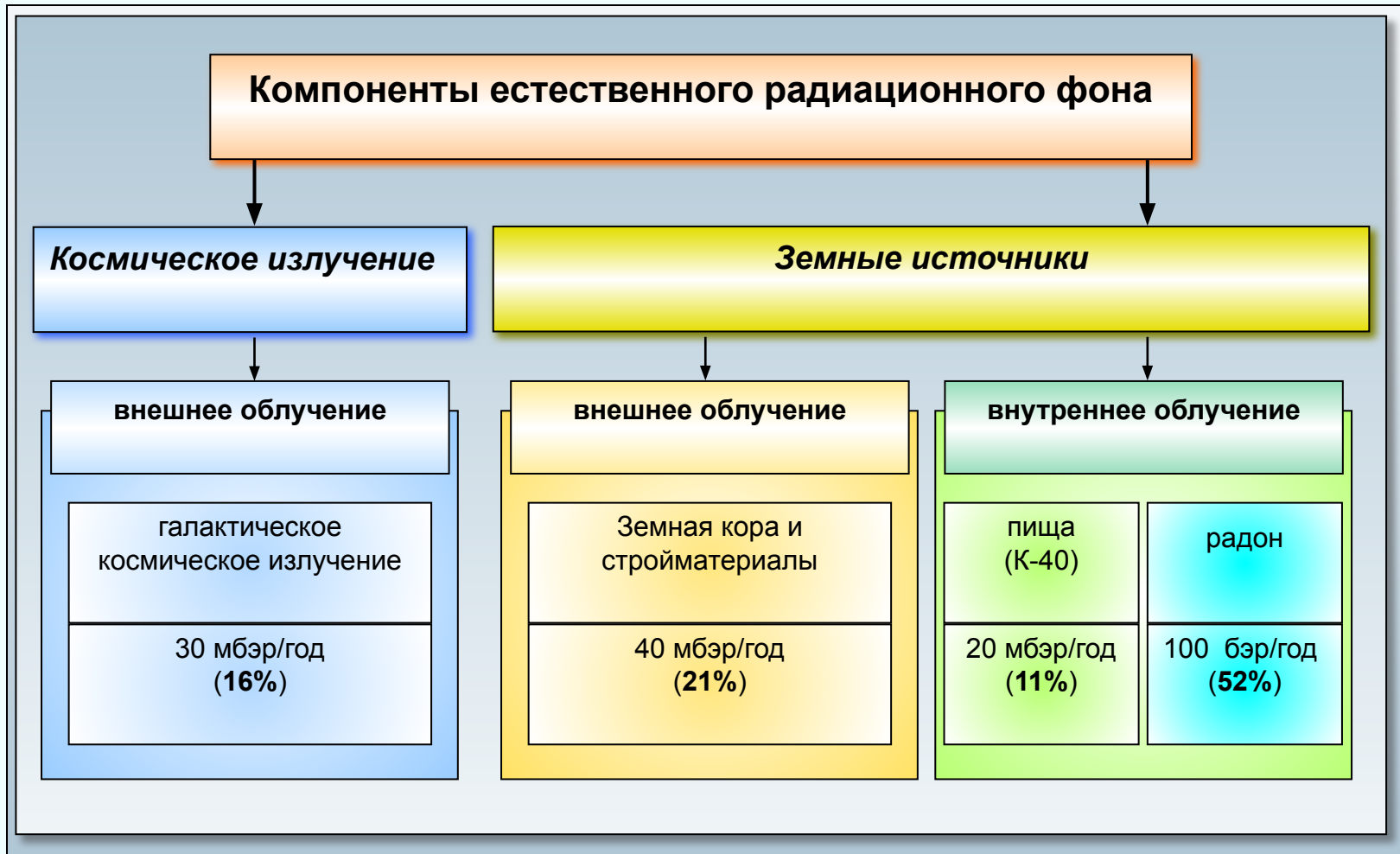
внутреннее

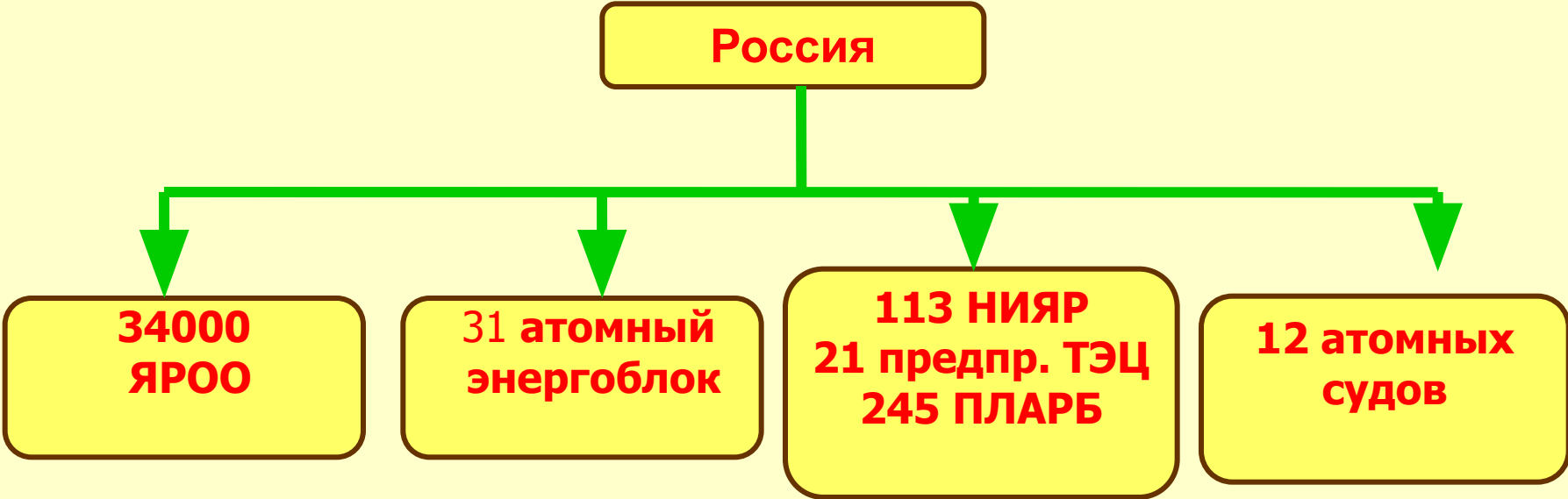
Источник ИИ внутри организма (попадание РВ при вдыхании зараженного воздуха, с зараженной пищей или водой)

α, β

I^{131} – щитовидная железа
 Sr, Ba – кости

ЕСТЕСТВЕННЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ ФОН





Предпосылки и причины возникновения аварий на АЭС

Характерные предпосылки аварийных ситуаций

1. Потери теплоносителя
2. Непредвиденный переход ЦРД в надкритический режим

Причины возникновения аварий:

1. Отказ оборудования
2. Ошибочные действия персонала
3. Стихийные бедствия
4. Случайные или преднамеренные воздействия различными видами оружия

ВЕЛИЧИНА ОБЩЕЙ ДОЗЫ

Допустимые дозы облучения

Военное время

- однократная доза (до 4-х суток) – 50 рад;
- в течении 30 суток – 60 рад;
- в течении 3-х месяцев – 80 рад;
- в течении 1 года – 100 рад.

(«Рекомендации по оценке последствий воздействия ПФ ЯВ на личный состав ВС РФ» – Утв. НГШ ВС РФ 04.02.2004г.)

Мирное время

Персонал группы «А»	Персонал группы «Б»	Население
20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более мЗв в год	$\frac{1}{4}$ для персонала группы «А» (5 мЗв в год в среднем за 50 любые последовательные 5 лет, но не более мЗв в год)	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 12,55 лет, но не более 5 мЗв в год

(«Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)» – Утв. 02.07.2009г.)