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. км^2 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

Распре-деление	Степень опасности ХОО для населения				Число химич. опасных городов	Степень опасности города**		
	I	II	III	IV		I	II	III
норма-тивное, 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.

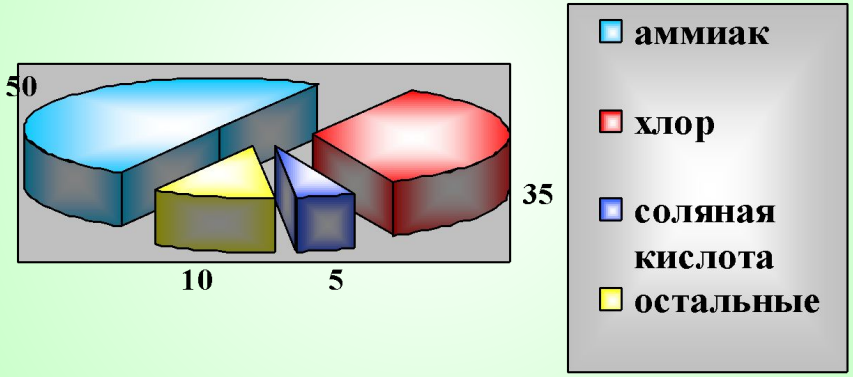
Аварийно химически опасное вещество **(АХОВ) – это опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в *поражающих* живой организм *концентрациях* (*токсодозах*) (ГОСТ Р.22.9.05-95)**

***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 (*C*, мг/л или мг/м^3)**

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 → ***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

Токсодоза

смертельная

(летальный исход)

непереносимая

(существенное нарушение дееспособности)

пороговая

(начальные проявления действия токсического вещества)

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
Окись 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						
Тетраэтисвинец	действуют на генерацию и передачу нервного импульса	***нейротропные яды***				
Сероуглерод			1,0	0,005	45	300
Фосфорорган. соед						
Гептил	вызывают отек легких с тяжелым поражением ЦНС	вещества совместного ***удушающего*** и ***нейротропного*** действия				
Аммиак			20	0,04	15	100
Гидразин						
Окись 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

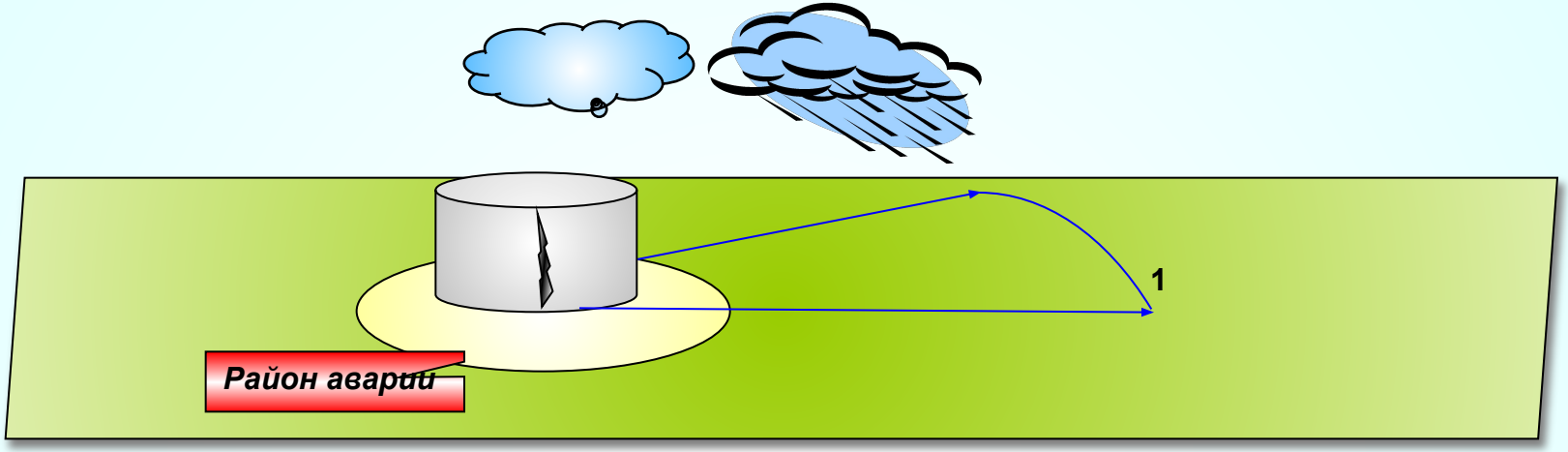
Авария на ХОО **- любые нарушения технологического процесса, повреждения емкостей, трубопроводов и транспортных средств, приводящие к выбросу (выливу) АХОВ в окружающую среду в опасных количествах**

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

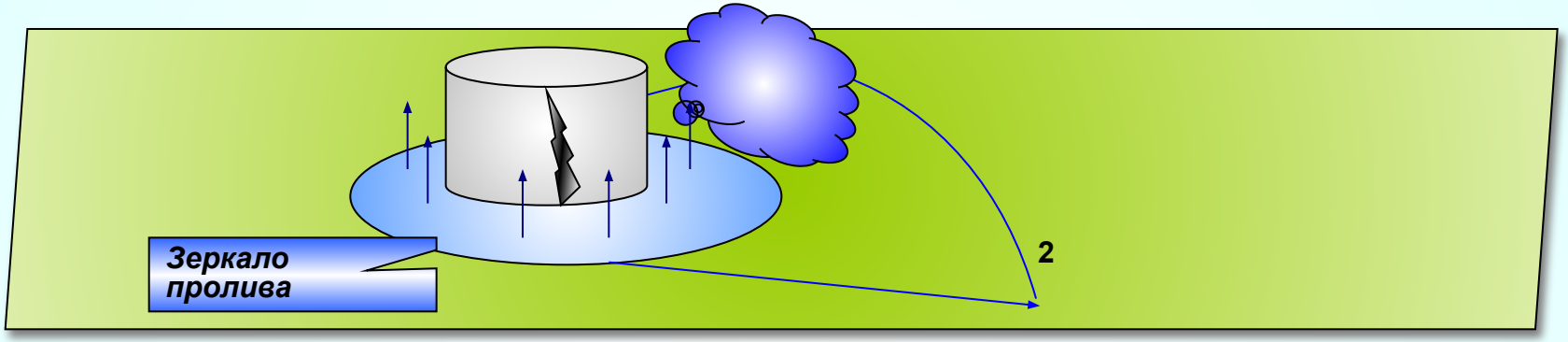


Первичное облако:

1. ***Образуется*** непосредственно в момент аварии за счет бурного испарения АХОВ
2. ***Характерно*** для низкокипящих (температура кипения ниже +20^{0}С) 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

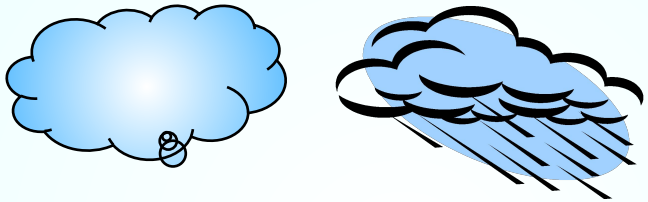


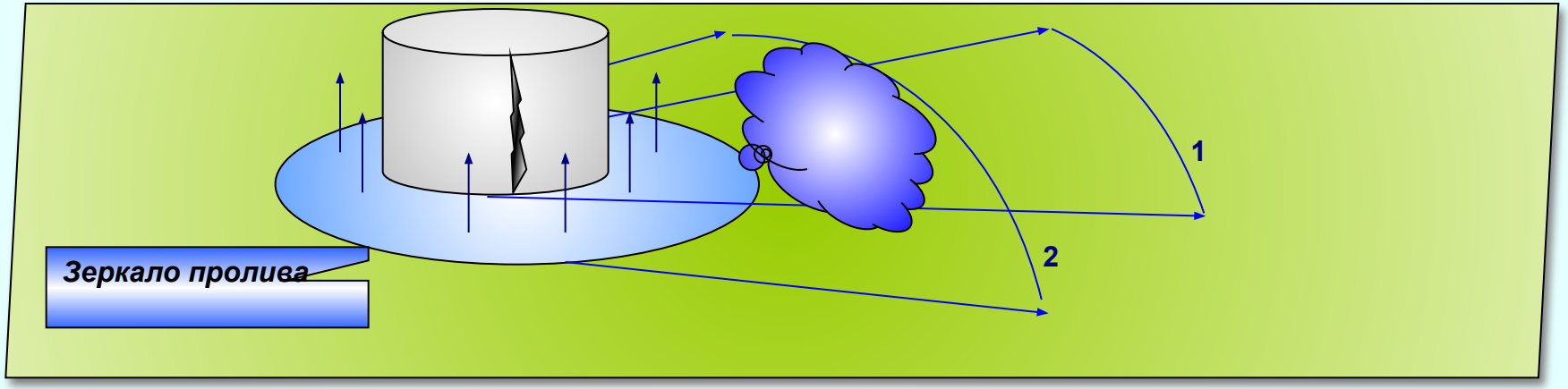
Вторичное облако:

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

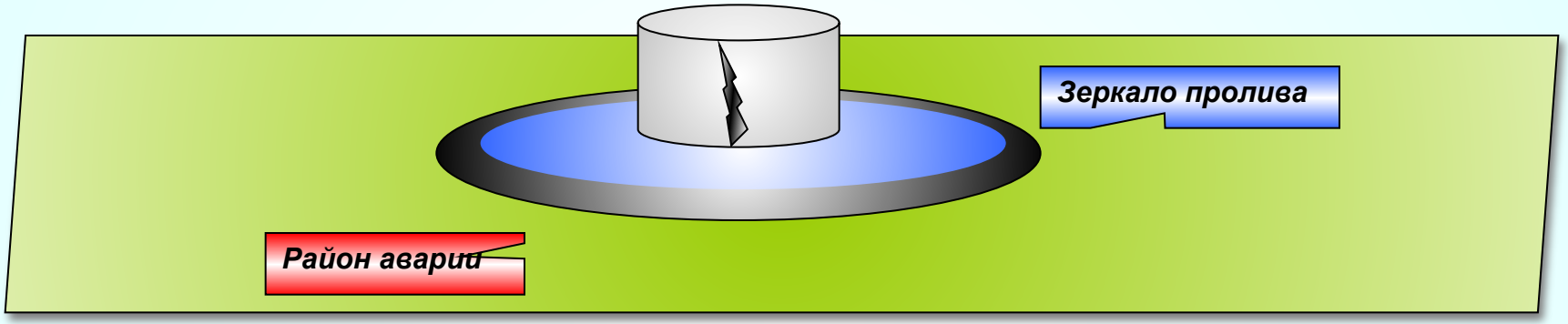
с образованием пролива, первичного и вторичного облаков





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)

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

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

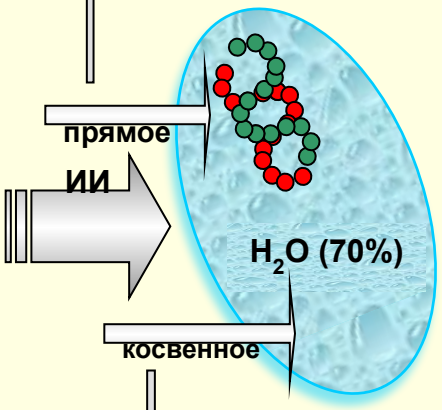
вода, воздух:
объемная активность, *Ки*/м^3, *Ки*/л

продукты питания:
удельная активность, *Ки*/кг

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

ПДК РВ в воздухе, питьевой воде и продуктах питания

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ



Нарушение структуры макромолекул

- расщепление молекул белка
- разрыв наименее прочных связей
- образование свободных радикалов

Изменения в клетках:

- повреждение механизма деления
- блокирование процессов регенерации
- нарушение обмена веществ

Гибель клеток → Нарушение функций отдельных органов и организма в целом → **Лучевая болезнь**

Изменение биологической активности клетки

Радиолиз воды:

- ***образование ионов***

$H_2O \rightarrow H_2O^+ + e^-$

$H_2O + e^- \rightarrow H_2O^-$

- ***распад ионов и образование свободных радикалов***

$H_2O^+ \rightarrow H^+ + OH^*$

$H_2O^- \rightarrow H^* + OH^-$

- ***взаимодействие радикалов***

$OH^* + OH^* \rightarrow H_2O_2^*$ (перекись водорода)

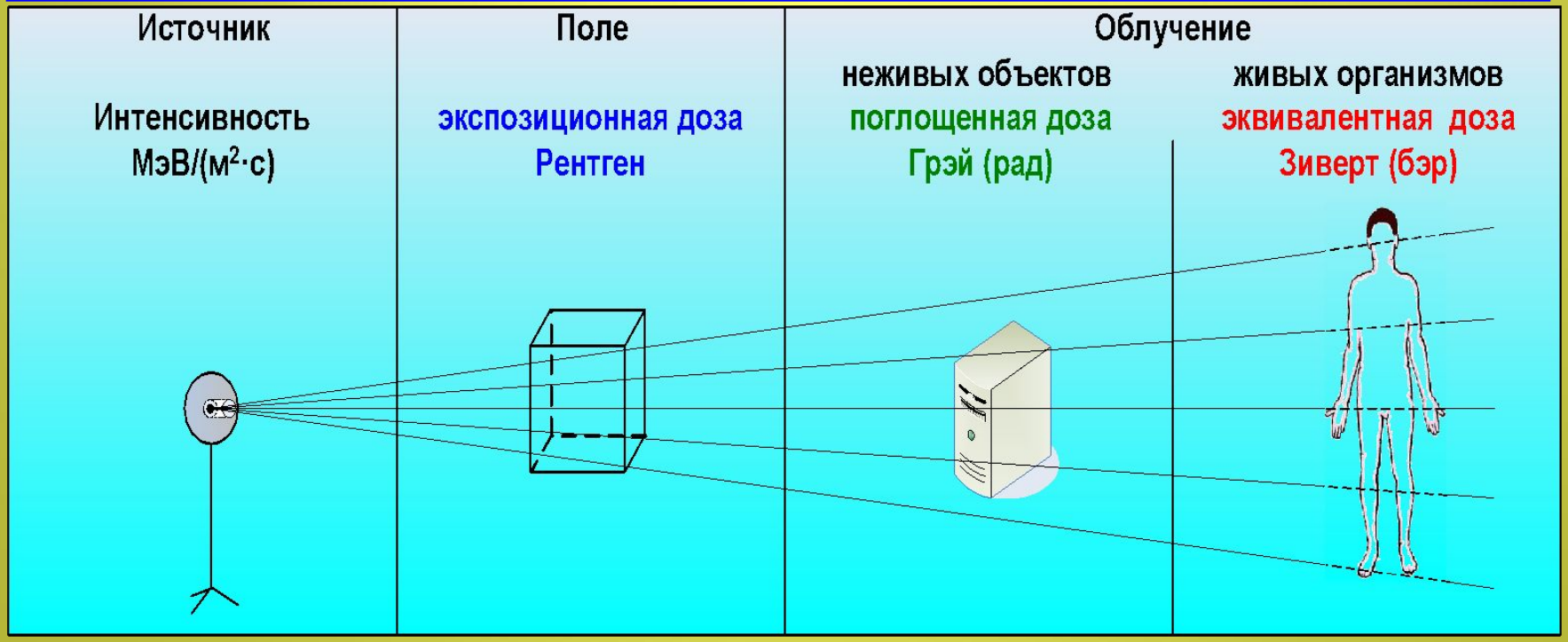
$H_2O_2^* + OH^* \rightarrow H_2O + HO_2^*$ (гидропероксид)

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 ($D_п = D$).

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-рентгеновскогоизлучения на биоткань $D_э = D_п = D$



ПОСЛЕДСТВИЯ ОБЛУЧЕНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Биологическое действие ИИ

Соматические эффекты

проявляются непосредственно в облучаемом организме

ранние
(***t*** <30…60 сут)
(**лучевая болезнь**)

отдаленные
(***t*** >месяца, годы)

Генетические эффекты

проявляются только в последующих поколениях

На конечный результат биологического действия ИИ влияют:

1. Продолжительность облучения:

- однократное
- многократное
- хроническое

2. Величина общей дозы

3. Характер облучения:

- внешнее – внутреннее
- общее – местное

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ОБЛУЧЕНИЯ

Виды облучения

Однократное

($t_{обл}$ ≤ 4 суток)

Многократное

($t_{обл}$ > 4 суток)

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

Хроническое

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

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	110	130	150	50	0	0	0	0
(100…250 рад)	200	220	250	300	80	20	0	0	0…3
II ст. – средняя	300	330	380	450	20	70	10	0	15…25
(250…400 рад)	400	450	500	600	0	50	50	0	30…50
III ст. – тяжелая	500	600	700	800	0	20	70	10	60…80
(400…600 рад)	600	700	900	1000	0	0	50	50	95…100
IV ст. – крайне	800	1000	1200	1300	0	0	20	80	100
тяжелая	1000	1200	1400	1600	0	0	0	100	100
(более 600 рад)									

ХАРАКТЕР ОБЛУЧЕНИЯ

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, рентгено-диагностика)

$D_{см}^{орг} >> D_{см}^{общ}$

голова – 2000 рад

живот – 4000 рад

грудная клетка – 10000 рад

конечности – 20000 рад

внешнее

Источник ИИ вне организма

γ, $_0n^1$ → воздействие по всему объему тела

β → лучевые ожоги кожи

внутреннее

Источник ИИ внутри организма

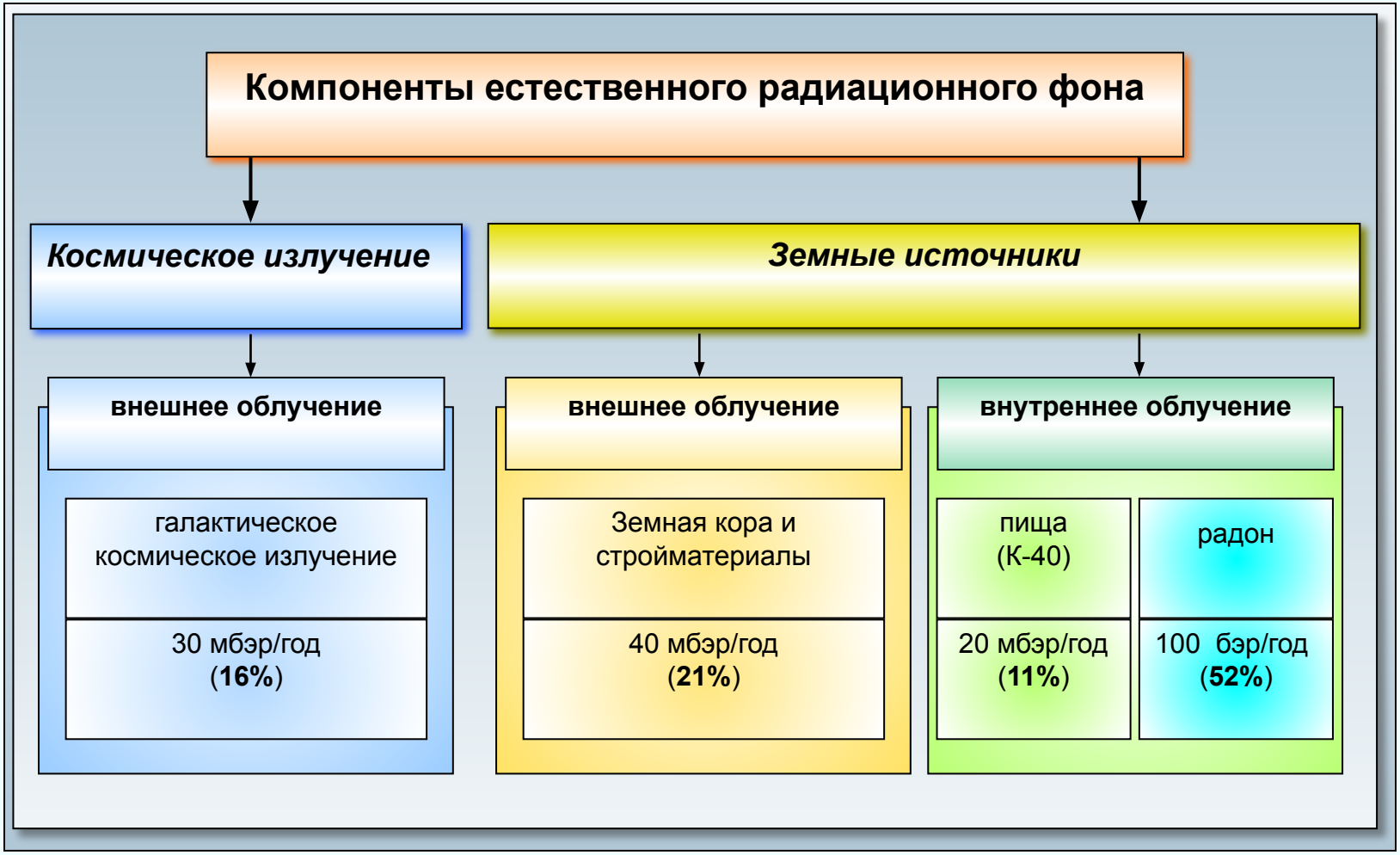
(попадание РВ при вдыхании зараженного воздуха, с зараженной пищей или водой)

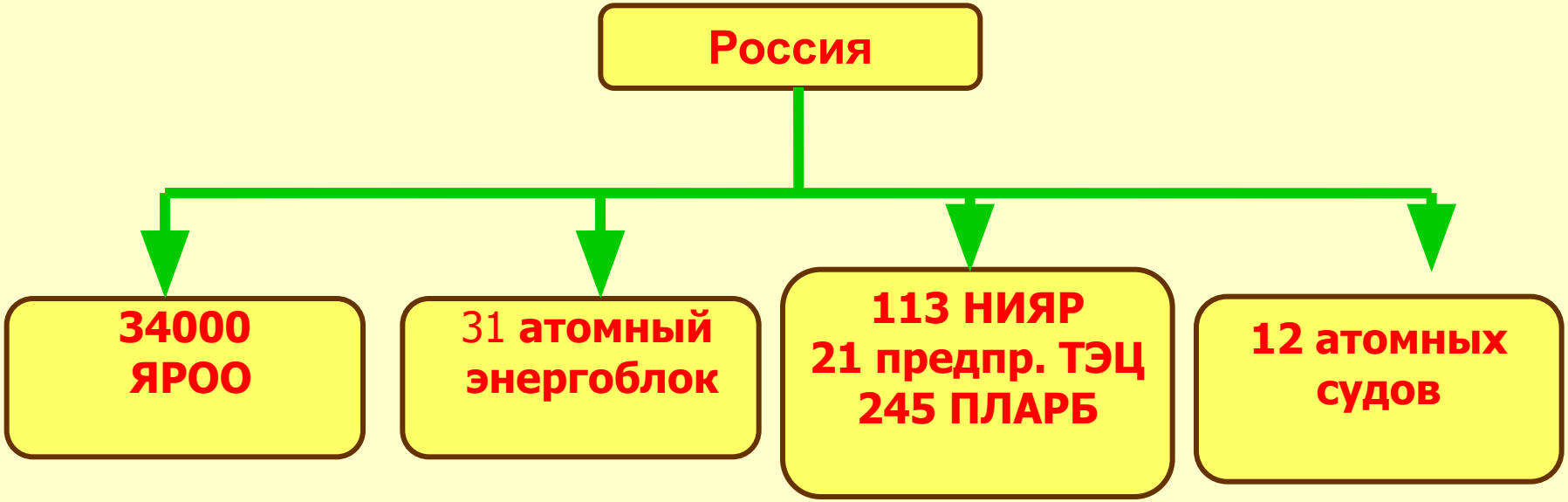
α, β

I^{131} – щитовидная железа

Sr, Ba – кости

ЕСТЕСТВЕННЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ ФОН




Россия
34000 ЯРОО
31 атомный энергоблок
113 НИЯР
21 предпр. ТЭЦ
245 ПЛАРБ
12 атомных судов

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 50 мЗв в год	¼ для персонала группы «А» (5 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 12,5 мЗв в год)	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год

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