

Безопасность жизнедеятельности

Электронный курс лекций

Глава 3

Чрезвычайные ситуации

3.1. Классификация чрезвычайных ситуаций

Потенциальность опасности означает её скрытость, неопределённость в пространстве и времени. Благодаря причинам, опасность реализуется в событие, называемое чрезвычайной ситуацией (**ЧС**).

ЧС - это внешне неожиданная, внезапно возникшая обстановка, характерная резким нарушением установившегося процесса, которая может привести к людским или материальным потерям.

ЧС подразделяют:

По причине возникновения.

По масштабу распространения

По природе возникновения

По возможности предотвращения

По скорости развития.

Классификация **ЧС** (продолжение 1)

По причине возникновения **ЧС** делят на преднамеренные (война, диверсия) и непреднамеренные (стихийные бедствия).

По природе возникновения **ЧС** делят:

1. Природные - стихийные бедствия (землетрясения, наводнения, цунами, извержения вулканов, сели, оползни, обвалы, лавины, снежные заносы, лесные и торфяные пожары, засухи, проливные дожди, эпидемии и др.).

2. Техногенные аварии и катастрофы (взрывы, пожары, выбросы ядовитых и радиоактивных веществ, обрушение зданий, аварии на системах жизнеобеспечения и др.).

Авария - это внезапная остановка процесса производства, приводящая к повреждению материальных ценностей, взрыву, пожару, радиационному или химическому заражению.

Катастрофа - авария, приводящая к человеческим жертвам.

Классификация **ЧС** (продолжение 2)

3. Антропогенные - являются следствием ошибочных действий людей.

4. Экологические - аномальные изменения состояния природной среды (качественное изменение биосферы, заражение почвы, воды, атмосферы, нарушение озонового слоя).

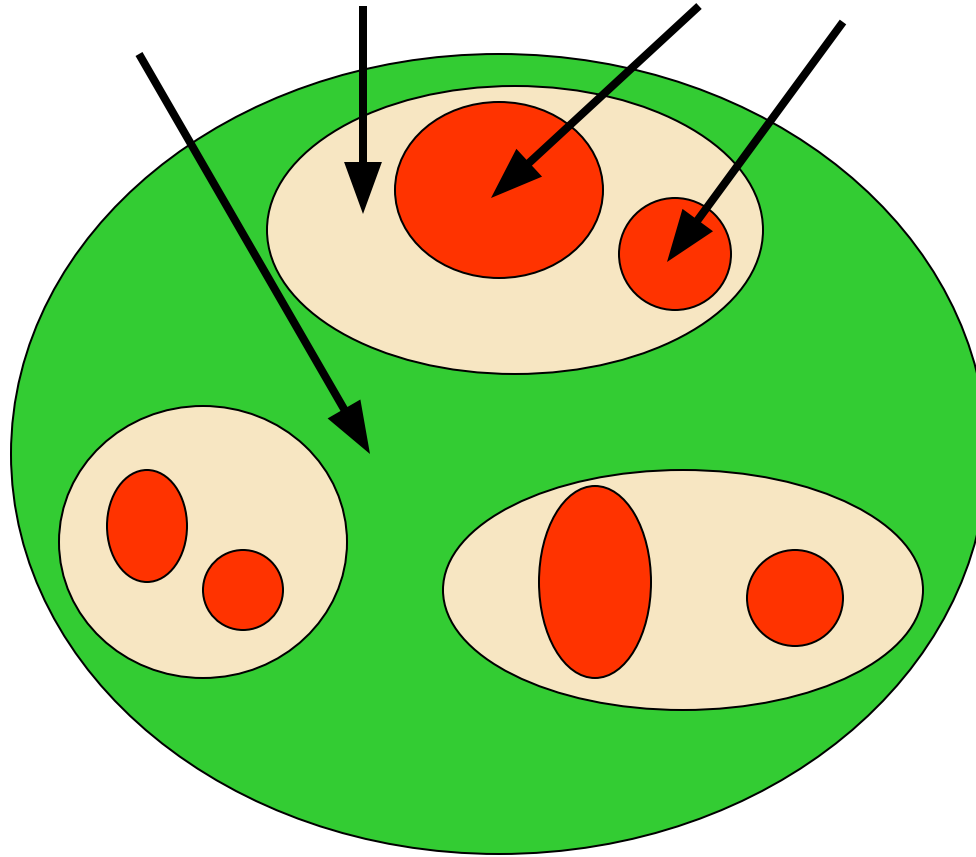
5. Социальные (мошенничество, бандитизм, разбой, террор, заложничество).

По скорости развития **ЧС** делят: внезапные (землетрясения), стремительные (пожары), умеренные (паводковые наводнения), плавные(засухи).

По масштабу распространения **ЧС** бывают: локальные - на хозяйственных объектах; местные, региональные, национальные, глобальные.

По возможности предотвращения **ЧС** делят: неизбежные (природные), предотвращаемые (техногенные, социальные).

Район - Очаг - Участок ЧС



Очаг ЧС - территория с находящимися на ней людьми, техникой, объектами, на которую воздействуют опасности ЧС.

Участки ЧС - территории, расположенные внутри очага, различающиеся по степени опасности. **Район ЧС** включает очаги.

3.2. Химически опасные объекты

3.2. Химически опасные объекты

Химически опасные объекты (ХОО) - это предприятия, лаборатории, хранилища, транспорт, имеющие или перевозящие сильнодействующие ядовитые вещества (**СДЯВ**). В настоящее время такие вещества называют - аварийно химически опасные вещества (**АХОВ**).

Эти вещества используют в химической, нефтегазовой, пищевой промышленности, при производстве пластмасс, удобрений, целлюлозы, в водоочистных и холодильных установках. Они обладают высокой токсичностью и относятся к 1 и 2 классу опасности.

Наиболее распространены следующие **АХОВ**:

Хлор

Фосген

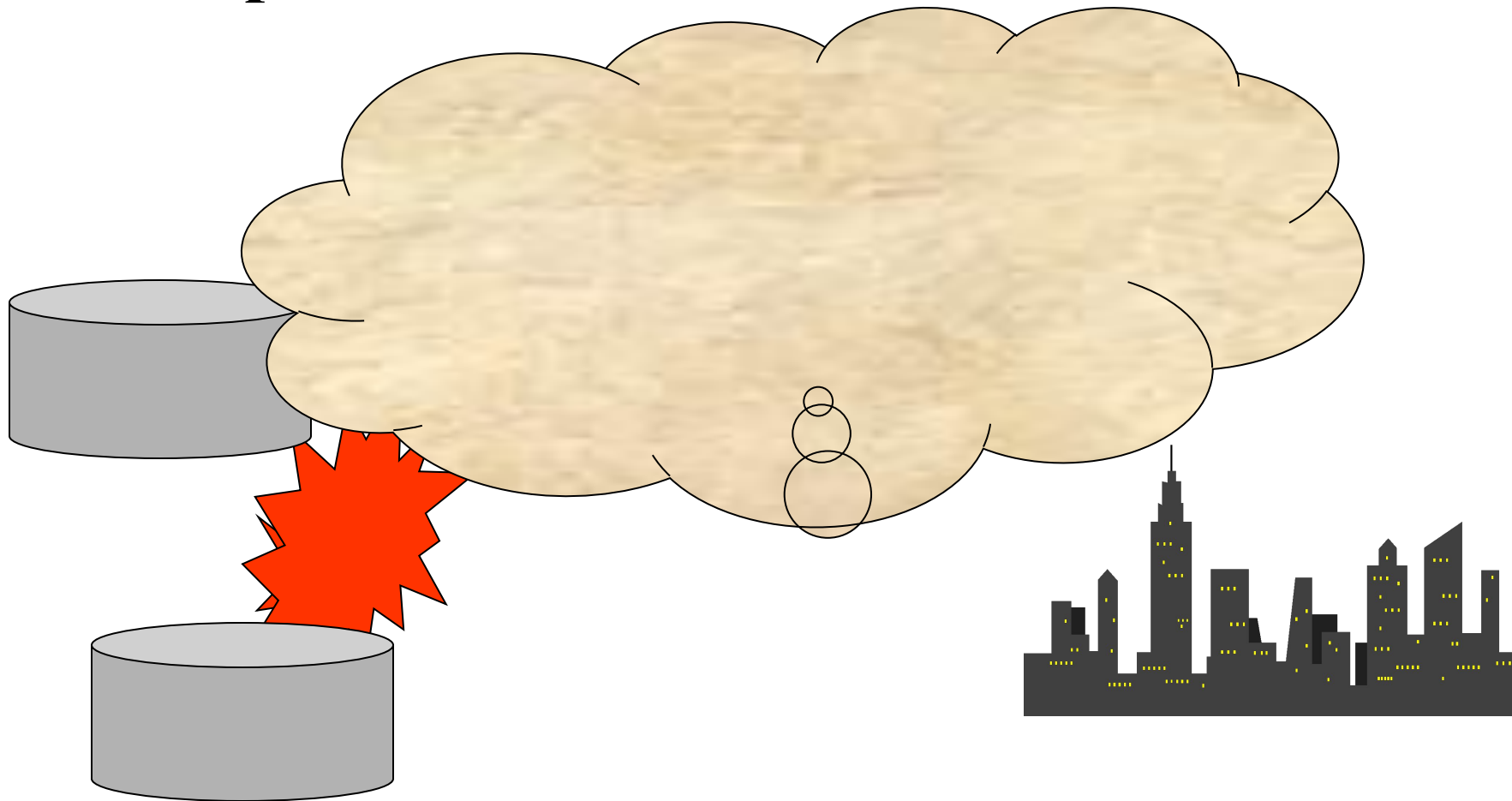
Цианистый водород

Аммиак

Сернистый ангидрид

Сероводород

Авария на химически опасном объекте



Справка

В **РФ** функционирует 3653 **ХОО**

Суммарный запас **СДЯВ** - 1 млн. т.

10^{12} смертельных токсодоз.

Количество аварий в год - 1000.

Ощущают последствия аварий 200 тыс. чел.

В Санкт-Петербурге - 85 **ХОО**.

В Ленинградской области - 29 **ХОО**.

Количество аварий в **США** в год - 5000

Ощущают последствия аварий - 350 тыс. чел.

Самая крупная авария 20 века произошла в г. Бхопала (Индия) в 1984 г. В окружающую атмосферу вытекло 40 т. ядовитого газа метилизоционата. Погибло 40 тыс. чел., а 350 тыс. получили отравления.

Степень опасности химических объектов

Опасность химического объекта оценивается по эквивалентному содержанию хлора:

Первая степень опасности (содержание хлора более 250 т.)

Вторая степень (хлора от 50 до 250 т.)

Третья степень (хлора от 1 до 50 т.)

Для пересчёта на другие виды **АХОВ** вводится коэффициент эквивалентности $K_{\text{экв.}}$:

$$K_{\text{экв.}} = \frac{\Gamma_{\text{хл.}}}{\Gamma_{\text{АХОВ}}},$$

где $\Gamma_{\text{хл.}}$ - глубина распространения паров хлора при разливе 1т с поражающей концентрацией;

$\Gamma_{\text{сд.яв}}$ - глубина распространения паров **АХОВ** при разливе 1т.

Для аммиака и сероводорода $K_{\text{экв.}} = 10$.

3.3. Зоны химического заражения

Район химического заражения делят следующим образом:

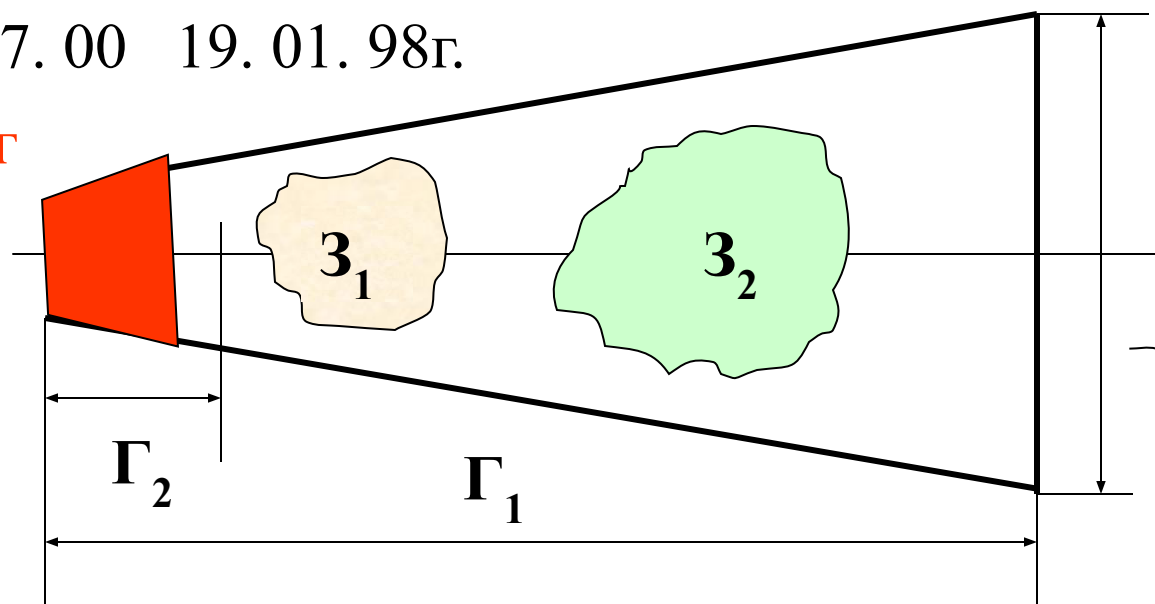
1. Чрезвычайно опасная зона (Z_1) со смертельной концентрацией

2. Опасная зона (Z_2) с поражающей концентрацией.

Хлор, $Q = 1$ т, $V = 1$ м/с

17.00 19.01.98г.

Очаг



Γ_1 - глубина
первичного
облака;

Γ_2 - глубина
вторичного
облака;

Π - ширина
облака.

Первичное и вторичное зараженное облако АХОВ

1. Зараженное облако, образовавшееся в момент разрушения ёмкости **АХОВ**, называется первичным и оно распространяется на значительные расстояния с поражающей концентрацией.
2. Оставшаяся часть **АХОВ** разливается по поверхности и испаряется, образуя вторичное облако.

Масштабы заражения **АХОВ** рассчитываются для:

- сжижённых газов по **первичному** и *вторичному* облаку;
- сжатых газов по **первичному** облаку;
- жидкостей, кипящих выше температуры окружающей среды, только по *вторичному* облаку.

Характеристики зоны заражения АХОВ

Глубина распространения АХОВ по первичному поражающему облаку обусловлена массой АХОВ, скоростью ветра и вертикальной устойчивостью атмосферы.

Ширина зоны Ш зависит от глубины распространения облака и коэффициента $K_{\text{атм.}}$, учитывающего вертикальную устойчивость атмосферы (изотермия, конвекция или инверсия).

$$Ш = Г \cdot K_{\text{атм.}}$$

Например, при разрушении ёмкости 60 т с хлором при вертикальной устойчивости - изотермия, и скорости ветра 1 м/с глубина распространения зараженного облака с поражающей концентрацией составляет 17 км, а ширина - 2,6 км .

Токсодоза

Степень поражения **АХОВ** характеризуется токсодозой $D_{пор}$ (мг*мин/л):

$$D_{пор} = C \cdot T ,$$

где C - поражающая концентрация **АХОВ**, мг/л;

T - время экспозиции, в течение которого человек, находясь на зараженной территории с концентрацией C , получает летальный исход, мин.

Например, поражающая токсодоза составляет:

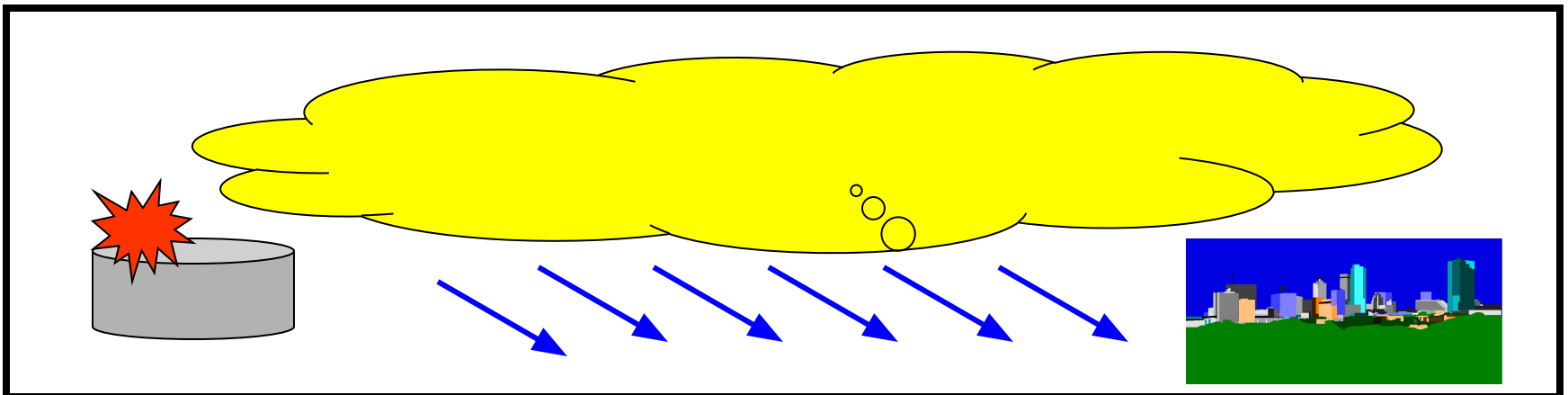
для хлора - 0,6 мг*мин/л;

для аммиака - 15 мг*мин/л.

3.4. Прогнозирование, выявление и оценка химической обстановки

Вертикальную устойчивость атмосферы оценивают тремя состояниями:

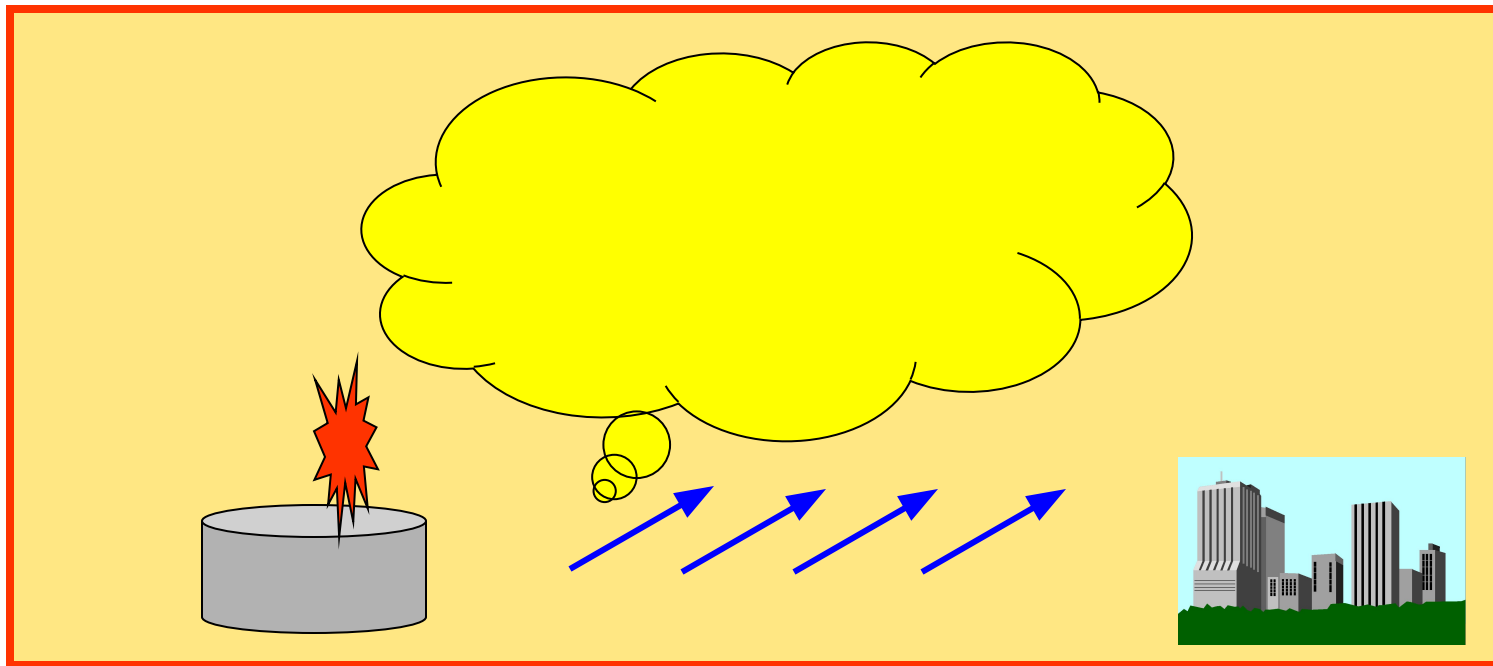
1. Инверсия, когда нижние слои воздуха имеют более низкую температуру, чем верхние, концентрация АХОВ в приземном слое увеличивается, и зараженное облако распространяется на значительное расстояние. Такое состояние наиболее часто бывает в ясную ночь.



Вертикальная устойчивость атмосферы

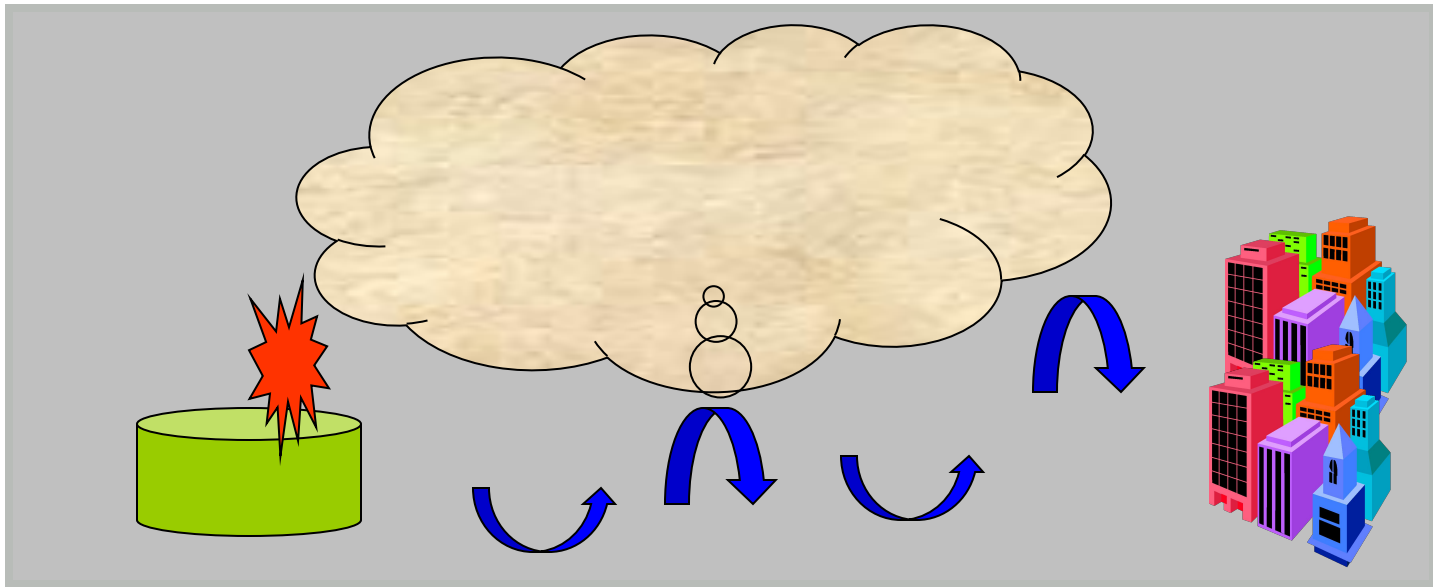
(продолжение 1)

2. **Конвекция**, при которой температура приземных слоёв воздуха более высокая, чем верхних, восходящие потоки воздуха рассеивают облако и некоторое количество АХОВ улетучивается. Такое состояние бывает при сухой солнечной погоде.



Вертикальная устойчивость атмосферы (продолжение 2)

3. Изотермия характерна безразличным состоянием атмосферы и хаотическим перемешиванием воздуха. Это характерно при облачной погоде днём и ночью.

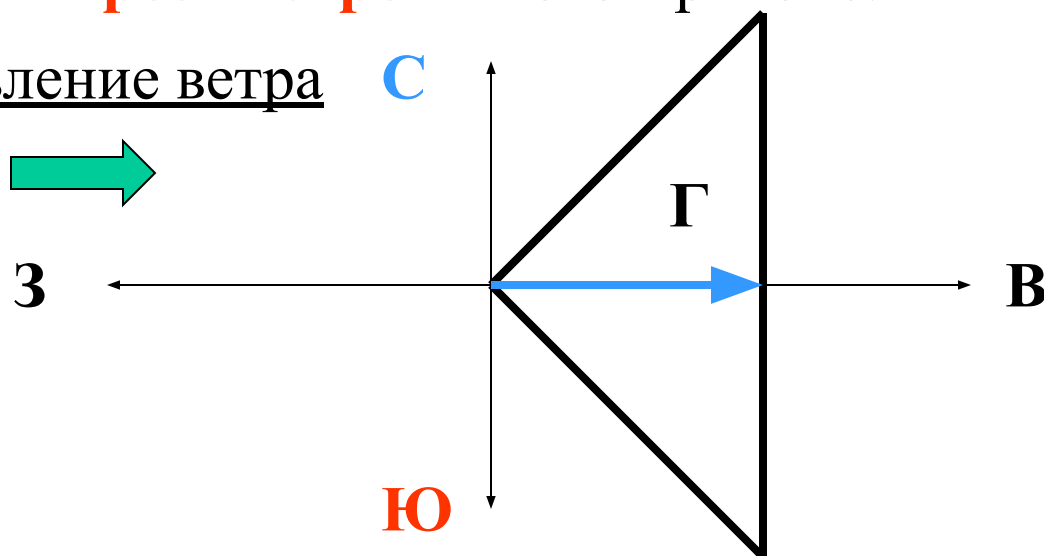


Влияние ветра на распространение **АХОВ**: при сильном ветре концентрация и плотность заражения уменьшаются.

Прогнозирование химической обстановки

Прогнозирование включает построение зоны заражения, определение максимально возможной глубины распространения зараженного облака и площади зоны заражения при наиболее неблагоприятных метеоусловиях: вертикальная устойчивость атмосферы - **инверсия**, скорость ветра 1 м/с. Принимается во внимания **«роза ветров»** в этом районе.

Направление ветра



Выявление и оценка химической обстановки

1. На этапе **выявления** химической обстановки постами радиационно-химического наблюдения производится разведка и определяется тип **АХОВ**. С учётом конкретных метеоусловий, направления и скорости ветра определяется зона химического заражения, её глубина, ширина и площадь. Зона заражения строится на плане.

2. **Оценка** химической обстановки включает определение возможности попадания объекта в зону заражения, времени подхода зараженного облака $t_{\text{под}}$ к объекту в зависимости от расстояния L до объекта и скорости переноса облака $V_{\text{п}}$, которая составляет (1,5-2) от скорости ветра.

$$t_{\text{под}} = L / V_{\text{п}}$$

Находят также время поражающего действия **АХОВ** и возможные потери среди населения.

3.5. Средства уменьшения опасности химических объектов

Для уменьшения вероятности возникновения аварии на **ХОО** проводят следующие инженерно-технические и организационные мероприятия:

1. Содержания в исправности оборудования, контрольно-измерительной аппаратуры и автоматизированных систем обнаружения **АХОВ**.
2. Контроль за выбросами в атмосферу, сбросом в водоёмы и содержанием **АХОВ** в рабочих помещениях.

Уменьшение опасности ХОО

(продолжение 1)

3. Создание и поддержание в постоянной готовности системы оповещения рабочих, служащих и населения, проживающего вблизи **ХОО**, об угрозе химического заражения.

4. Строгое соблюдение технологии режимов работы **ХОО**, проверка объёмов и правил хранения **АХОВ**.

5. Обеспечение рабочих и служащих простейшими средствами индивидуальной защиты, специальными промышленными противогазами, а также медицинскими средствами защиты.

Уменьшение опасности ХОО (продолжение 2)

6. Планирование и оборудование на определённых рубежах технических средств для постановки отсечных водяных завес.
7. Подготовка ХОО к переходу на режим работы в условиях аварии.
8. Разработка схемы с возможными зонами заражения и схемы оповещения при возникновении аварии.
9. Определение потребности в силах и средствах для оказания помощи пострадавшим.

3.6. Действия населения в зоне химического поражения

Примерный текст речевого сообщения об аварии на химически опасном объекте

Внимание! Внимание! Граждане!

Внимание! Внимание! Граждане!

Произошла авария на станции переливания жидкого хлора. Облако зараженного воздуха распространяется в юго-западном направлении. В связи с этим населению, проживающему на улицах...., немедленно покинуть жилые дома, здания учреждений и предприятий и выйти в район.... О получении информации сообщить соседям. В дальнейшем действовать в соответствии с указаниями администрации города (района).

Действия населения в зоне химического поражения (продолжение 1)

1. Получив информацию об аварии на химически опасном объекте, прежде всего, необходимо использовать средства индивидуальной защиты (простейшие и специальные) для выхода из зоны заражения. Двигаться надо перпендикулярно направлению ветра.
2. При защите от хлора используют противогазы **ГП-5, 7** или ватно-марлевые повязки, смоченные 2% раствором пищевой соды, а при защите от аммиака - противогазы **ГП-5, 7** с **ДПГ-3**, патрон защитный универсальный (**ПЗУ**), промышленные противогазы **К, КВ** или ватно-марлевые повязки, смоченные 2% раствором лимонной кислоты. При выбросе хлора, который тяжелее воздуха, можно уменьшить опасность поражения, находясь на возвышенных местах, а при выбросе аммиака - в низинах.

Действия населения в зоне химического поражения (продолжение 2)

3. Эффективную защиту от **АХОВ** обеспечивает убежище в режиме фильтровентиляции (для защиты от аммиака необходим режим полной изоляции).
4. После выхода из зоны заражения необходимо принять антидот, снять одежду и провести санитарную обработку.
5. Для обеззараживания попавших на кожу **АХОВ** используют индивидуальный противохимический пакет. При отсутствии пакета следует обильно обмывать поражённые участки кожи тёплой водой с использованием мыла.
6. При подозрении на поражение **АХОВ** необходимо исключить любые физические нагрузки и принимать обильное тёплое питьё.

Действия населения в зоне химического поражения (продолжение 3)

7. Если отсутствуют средства индивидуальной защиты, нет поблизости убежища и выйти из района аварии невозможно, то необходимо остаться в помещении и включить средства информации.

8. Очень важно провести тщательную герметизацию помещения. Плотно закрыть окна, двери, вентиляционные жалюзи. Провести герметизацию входной двери, зашторить её, используя одеяла и любые плотные ткани. Заклеить щели в окнах и стыки рам плёнкой, лейкопластырем или обычной бумагой.

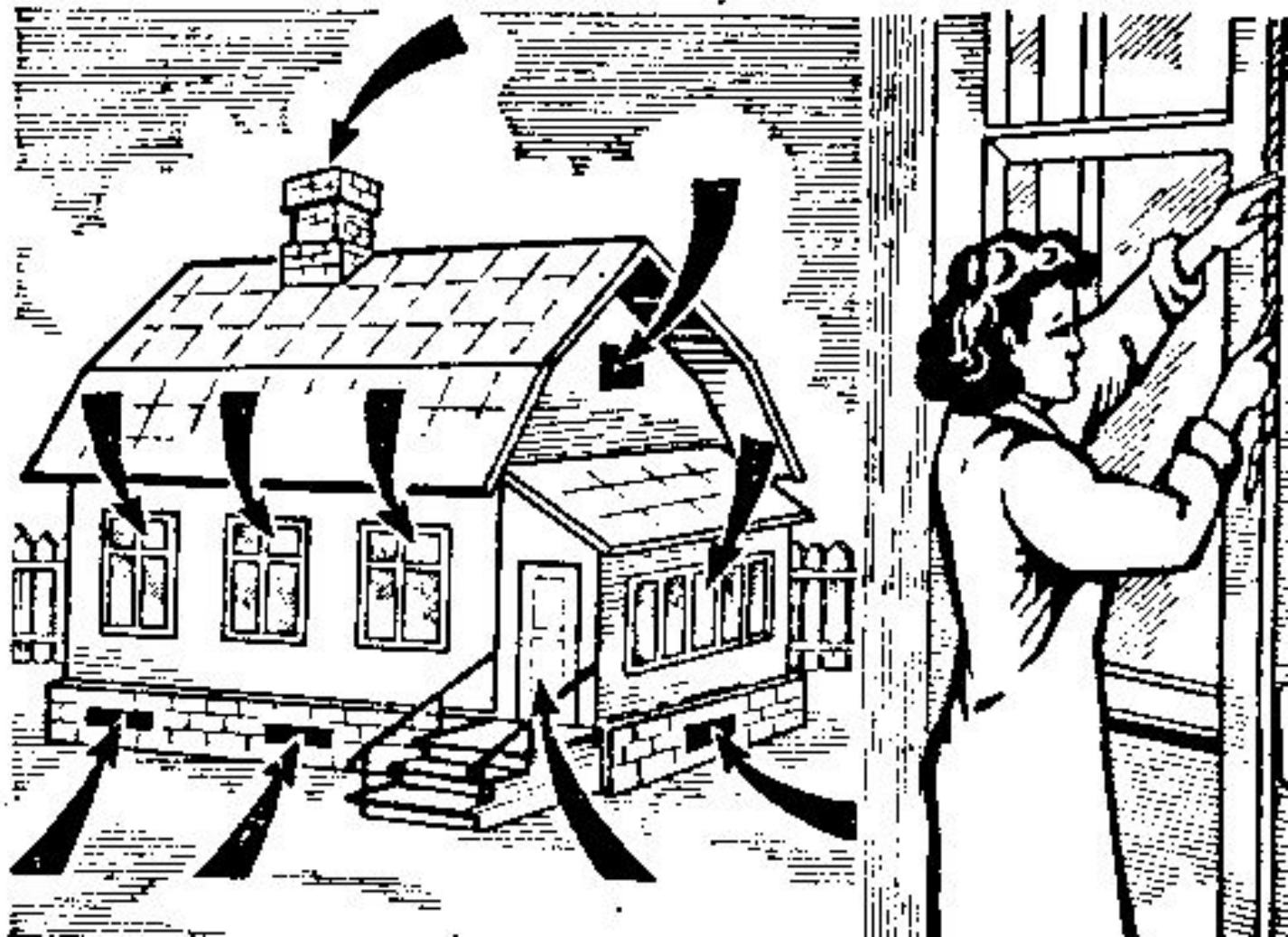


Рис. Места слабой герметизации жилого дома, которые необходимо заделать от проникновения **АХОВ**

3.7. Радиационно опасные объекты

3.7. Радиационно опасные объекты

Радиационно опасные объекты (РОО) - это АЭС, испытательные ядерные взрывы; атомные суда, корабли, подводные лодки, реакторы в научно-исследовательских центрах, промышленные установки по дефектоскопии.

За период с 1971 года в мире на АЭС произошло около 200 аварийных ситуаций различного уровня.

В соответствии с рекомендациями МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии) шкала аварийных ситуаций разделена на две части. Нижние три уровня относятся к *происшествиям*, а верхние четыре уровня соответствуют **авариям**.

Уровень 7 - Глобальная авария. Чернобыль, СССР, 1986г.

Уровень 6 - Тяжёлая авария. Виндскейл, Англия, 1957г.

Уровень 5 - Авария с риском для окружающей среды
Три-Майл-Айленд, США, 1979г.

Уровень 4-Авария в пределах АЭС. Сант-Лоурент, Франция, 1980г.

Справка

За 5 лет до Чернобыльской катастрофы на АЭС в СССР было более 1000 аварийных остановок энергоблоков.

На Чернобыльской АЭС таких остановок было - 104, из них 35 - по вине персонала.

После катастрофы на Чернобыльской АЭС:

госпитализировано - **500** человек;

погибло сразу после аварии - **28** человек;

заболели тяжёлой формой лучевой болезни - **272** человека.

За 10 лет умерло **4000** ликвидаторов, **70000** человек стали инвалидами, **3 млн.** человек испытали влияние этой катастрофы.

Уровень радиоактивного загрязнения в Брянской области составил - до **40** Ки/кв. км.

В четырёх областях, примыкающих к опасной зоне - **5 Ки/км²**

В 16 областях **РФ** уровень загрязнения - более 1 Ки/кв. км.

Ядерный реактор

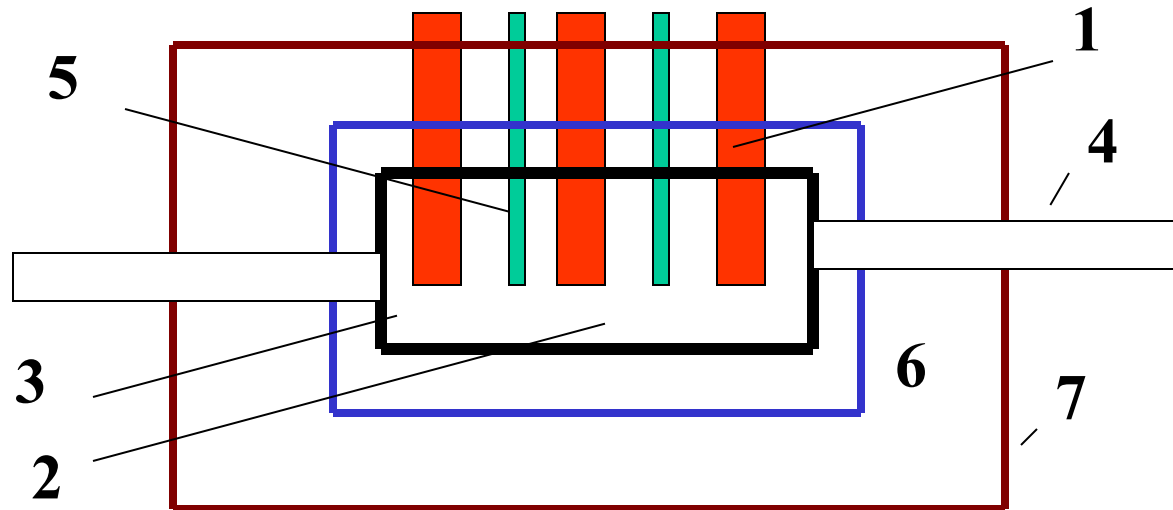
Ядерные реакторы - это устройства, в которых осуществляется управляемая реакция деления ядер урана и при этом кинетическая энергия превращается в тепловую. При делении ядер урана высвобождается огромная энергия:

<i>1 кг урана $\cong$ 250000 т. тротила</i>
--

Образование критической массы в реакторе исключено, поэтому атомный взрыв реактора практически невозможен. Однако может произойти тепловой взрыв, вызывающий разрушение реактора и радиоактивный выброс с последующим заражением местности. Загрузка реактора на три года составляет 100 и более кг урана.

Авария на реакторе наиболее вероятна при неустойчивом режиме работы (при пуске и остановке.)

Ядерный реактор (продолжение)



Ядерный реактор **АЭС** содержит ядерное горючее (1)- урановые тепловыделяющие элементы (ТВЛЭы), распределённые в активной зоне (2); замедлитель (3)- графит, беррилий; (4)- тепловую колонку; управляющие стержни (5), поглощающие нейтроны (кадмий, бористая сталь); отражатель нейтронов (6); внешнюю защиту (7).

Работа АЭС

За счёт ядерной энергии урановые стержни разогреваются и отдают своё тепло прямому или промежуточному теплоносителю, который превращается в пар. Пар подаётся на турбогенератор и вырабатывается электроэнергия.

В одноконтурной АЭС контура теплоносителя (вода) и рабочего тела (пар) не разделены. Такая схема осуществлена на Курской, Смоленской, Чернобыльской, Ленинградской АЭС. В двухконтурных АЭС контура теплоносителя и рабочего тела разделены (Кольская, Калининская АЭС, а также АЭС Болгарии, Финляндии, Канады).

Радиационная авария - это непредвиденная ситуация, вызванная нарушением нормальной работы АЭС с выбросом радиоактивных веществ (РВ) и ионизирующих излучений (ИИ).

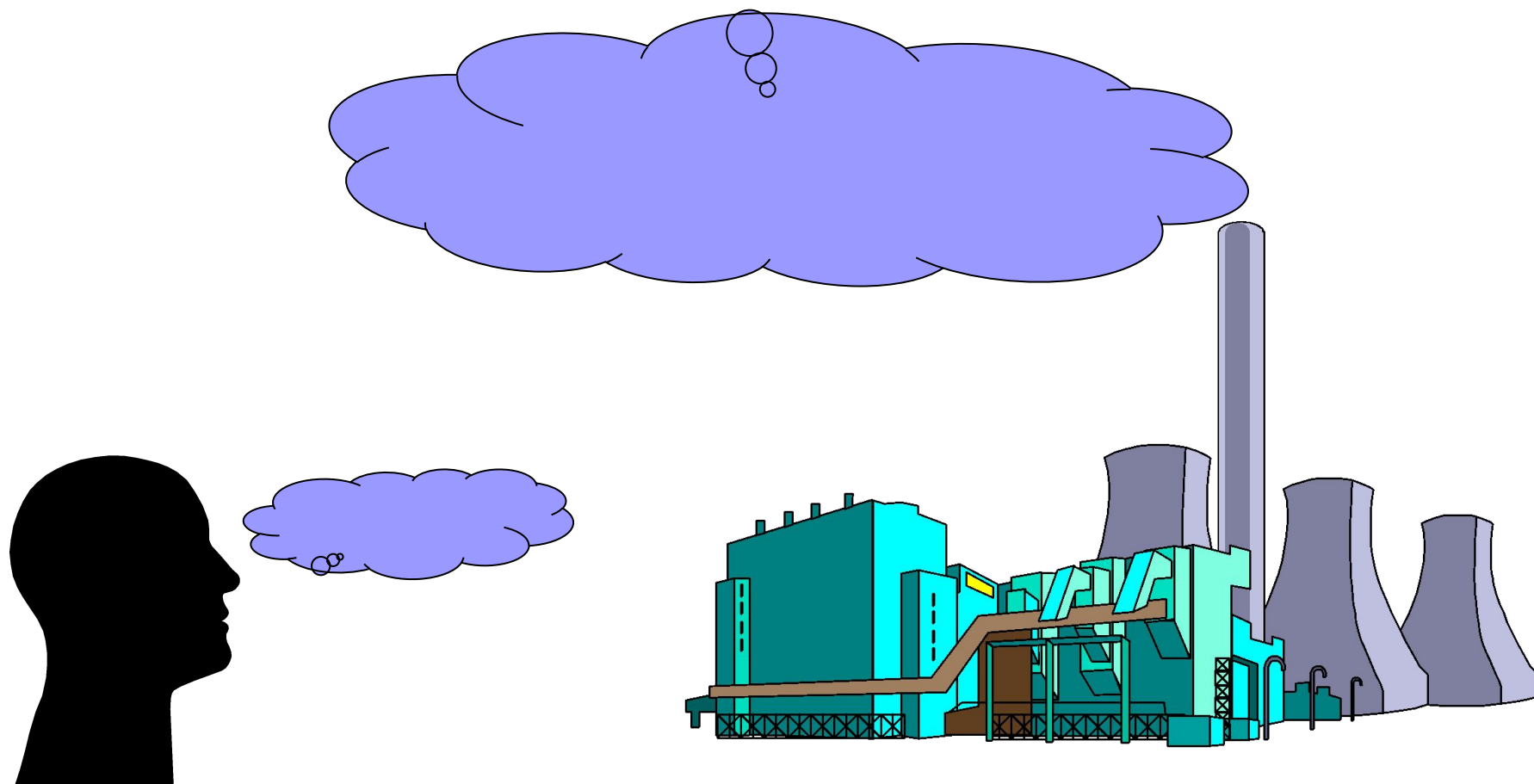
3.8. Особенности аварий на АЭС

Авария с выходом радиоактивных веществ за пределы АЭС может возникнуть без разрушения реактора и с разрушением реактора (катастрофическая).

1. Авария без разрушения реактора возникает в результате оплавления тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) и выброса пара с аэрозольными радиоактивными веществами (ксенон, криптон, йод и др.) через высокую вентиляционную трубу АЭС. Время выброса составляет примерно 20 - 30 мин.

Происходит заражение не только воздуха, но и местности по пути распространения радиоактивного облака (мелкодисперсные РВ). Основную дозу облучения люди получают за счёт внутреннего облучения (99%), а от внешнего облучения - 1%. Накопление дозы происходит примерно в течение одного часа за время прохождения радиоактивного облака.

Авария на АЭС с выбросом радиоактивных веществ без разрушения реактора



Особенности аварий на АЭС (продолжение)

2. Катастрофическая авария с разрушением реактора

происходит вследствие теплового взрыва. Продукты деления выбрасываются от реактора на высоту до 1,5 км.

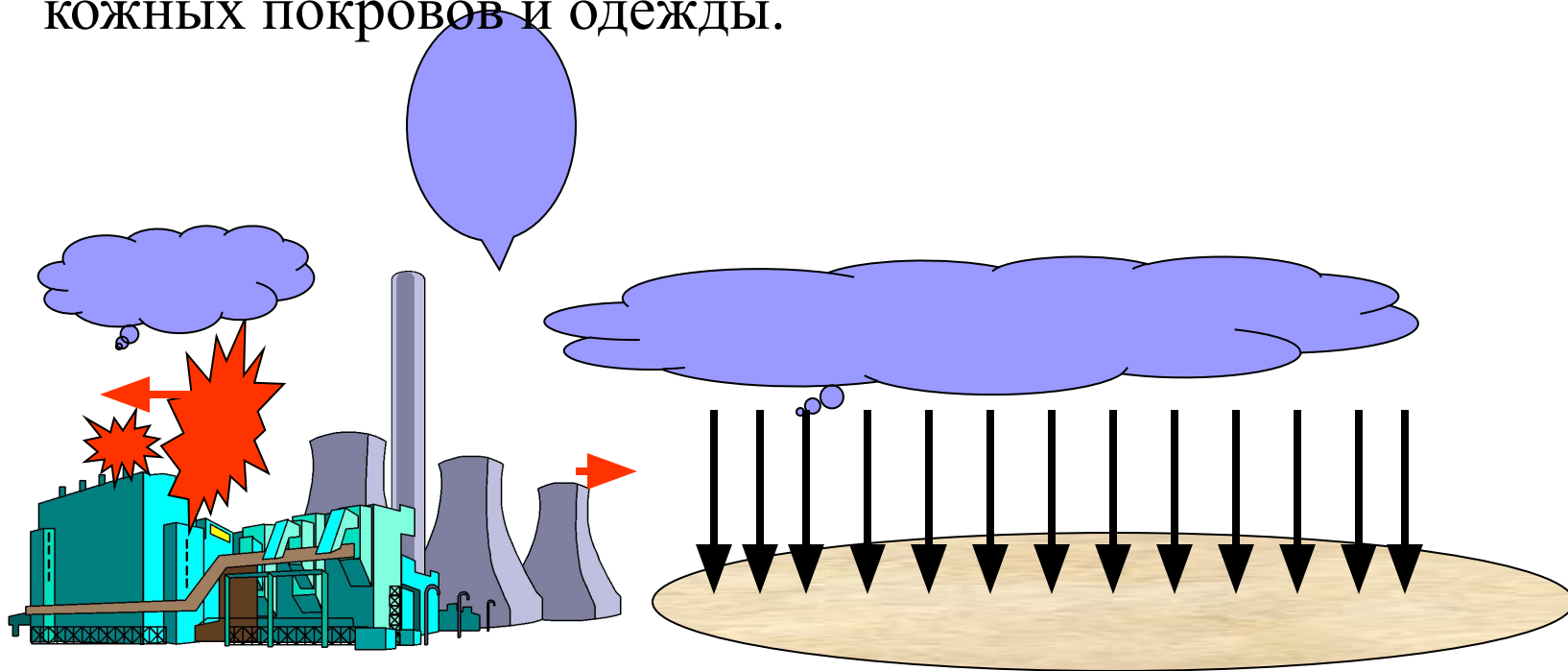
В связи с тем, что при работе реактора в нём происходит накопление долгоживущих радионуклидов, заражение ими местности происходит на очень длительное время. Например, период полураспада стронция 90 составляет 26 лет, цезия 137 - 30 лет, а углерода 14 - 5700 лет.

Основную роль в формировании радиационной обстановки будут играть изотопы инертных газов - криптона и ксенона, а также изотопы йода, цезия и др.

В результате такой аварии на местности формируется радиоактивный след, причём заражение местности происходит неравномерно и носит пятнистый характер.

Катастрофическая авария на АЭС (продолжение)

На сформированном радиоактивном следе основной источник радиационного воздействия - **внешнее облучение** от выпавших радиоактивных веществ. Поступление радиоактивных веществ **внутрь** организма возможно с радиоактивно загрязнёнными продуктами питания и водой. **Контактное облучение** происходит за счёт заражения кожных покровов и одежды.



3.9. Зоны радиоактивного заражения

3.9. Зоны радиоактивного заражения

По степени опасности заражённую местность при аварии на АЭС с разрушением реактора принято делить на пять зон внешнего радиоактивного заражения:

М - слабого заражения.

А - умеренного заражения.

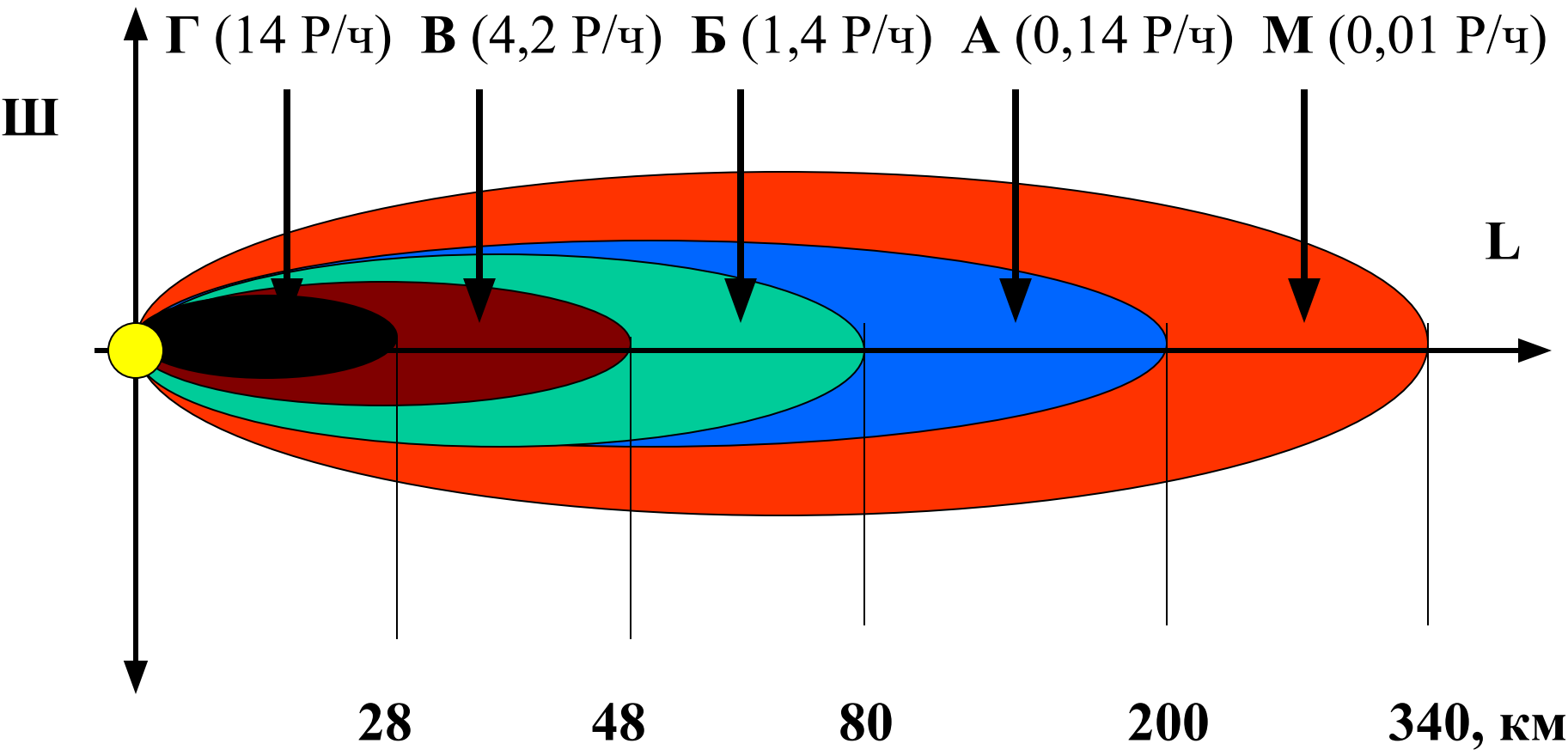
Б - сильного заражения.

В - опасного заражения.

Г - чрезвычайно опасного заражения.

Зоны радиоактивного заражения на 1 час после аварии на ЧАЭС с разрушением реактора

Уровни радиации на границах зон, Р/ч



Очаг ЧС

L, Ш - глубина и ширина зоны

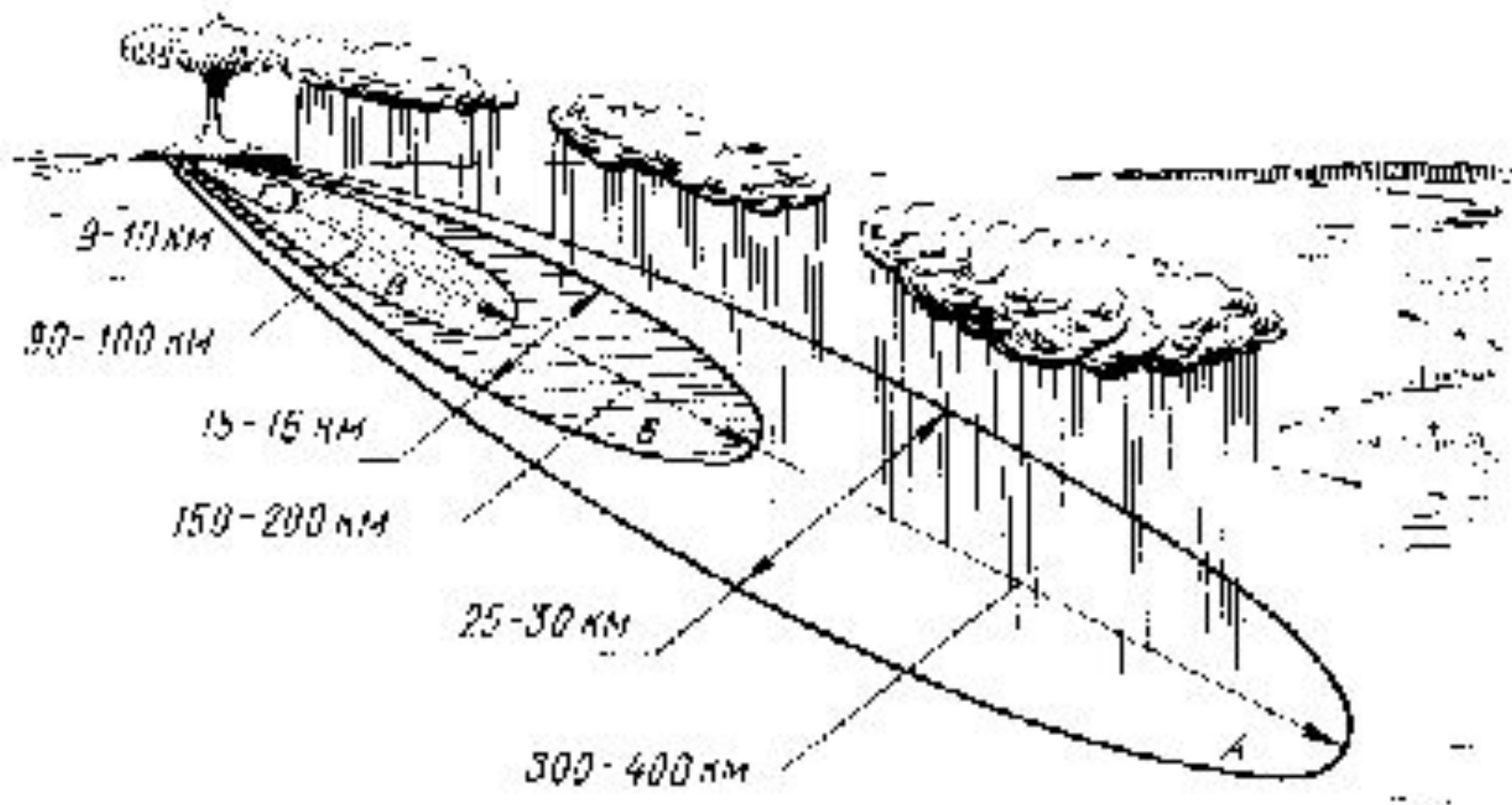


Рис. 55 Зоны радиоактивного заражения при ядерном взрыве

Фазы протекания аварии на АЭС

1. Ранняя фаза

Это период от начала аварии до момента прекращения выброса радиоактивных веществ. При Чернобыльской аварии эта фаза составляла две недели. Доза внешнего облучения обусловлена гамма и бета-излучением. Внутреннее облучение - от ингаляционного попадания в организм радиоактивных продуктов.

2. Средняя фаза

Период от момента завершения формирования радиоактивного следа до принятия мер защиты населения. Источник внешнего облучения - радиоактивные вещества, осевшие из облака. Внутреннее заражение возникает от употребления загрязнённых продуктов и воды.

3. Поздняя фаза

Период от момента прекращения ведения работ по защите до отмены ограничений на жизнедеятельность в этом районе.

3.10. Прогнозирование, выявление и оценка радиационной обстановки

3.10. Прогнозирование, выявление и оценка радиационной обстановки

Прогнозирование выполняется с целью определения масштабов и степени заражения местности посредством построения возможных зон радиоактивного заражения. Рассматривается наиболее неблагоприятный случай, учитывается состояние атмосферы, скорость и направление ветра. Зоны радиоактивного заражения строятся по известным данным подобных аварий.

Определяется возможное время начала выпадения радиоактивных веществ на территории населённого пункта:

$$t_{\text{вып.}} = \frac{R}{60 \cdot V_{\text{в}}},$$

где R - расстояние от места аварии до населённого пункта, м
 $V_{\text{в}}$ - средняя скорость ветра, м/с.

Выявление радиационной обстановки

Производится силами радиационной разведки после окончания формирования радиационного следа на местности и включает:

- Измерение уровней радиации на местности - измерение мощности дозы.
- Перевод измеренных уровней радиации к единому времени - к одному часу после начала аварии.
- Нанесение уровней радиации на схему и определение зон заражения по отношению к населению.

Зоны заражения

1. **Зона отчуждения**, $P > 20$ мР/ч, запрещается пребывание людей, простирается примерно на 40 км от места аварии.
2. **Зона ограниченного нахождения**, P составляет от 5 до 20 мР/ч, простирается от 40 до 50 км.
3. **Зона временного пребывания** и жёсткого радиационного контроля, $P = 3 - 5$ мР/ч, простирается от 50 до 100 км.

Выявление радиационной обстановки

(продолжение)

Спад радиации при аварии на АЭС идёт значительно медленнее, чем при ядерном взрыве, так как в реакторе АЭС происходит накопление долгоживущих радиоизотопов. Например, за 30 суток после аварии на АЭС уровень радиации уменьшается в **5** раз, а при ядерном взрыве - в **2000** раз.

Перевод измеренных уровней радиации к единому времени - к одному часу после аварии производится по формулам:

Ядерный взрыв

$$P_1 = P_t \cdot t^{1.2}$$

Авария на АЭС

$$P_1 = P_t \cdot \sqrt{t}$$

где P_1 - уровень радиации на 1 час после аварии, Р/ч;
 P_t - уровень радиации на время t , Р/ч;
 t - разность между временем измерения уровня и началом аварии.

Оценка радиационной обстановки

1. Определение степени опасности радиоактивного заражения производится на основании данных радиационной разведки.

Средний уровень радиации определяется по формуле:

$$P_{cp.} = \frac{P_n + P_k}{2},$$
 где P_n, P_k - уровни радиации в начале входа в зону заражения и в конце при выходе, Р/ч.

2. Полученная доза радиоактивного излучения (Р):

$$D = \frac{P_{cp.} \cdot (t_k - t_n)}{K_{oc.}},$$
 где $K_{oc.}$ - коэффициент ослабления радиации, который равен для открытого окопа 3, специального укрытия - 100, здания - 10;
 t_n, t_k - время входа и выхода из зоны заражения.

3. Допустимое время пребывания на заражённой местности $t_{доп.}$:

$$t_{доп.} = \frac{D_{доп.} \cdot K_{oc.}}{P_{cp.}},$$
 где $D_{доп.}$ - заданное значение допустимой дозы облучения, Р.

3.11. Радиационная защита при ЧС на РОО

1. При размещении **РОО** должны учитываться факторы безопасности. Минимально допустимое расстояние от **АЭС** до города с населением до 1 млн. человек - 30 км, а с населением более 2 млн. человек - 100 км.

2. Специальные меры по ограничению распространения выброса **РВ** включают:

- Конструктивные способы предотвращения выброса и локализация реактора.
- Установление санитарно-защитных зон, которое производится с учётом данных прогнозирования радиационной обстановки.

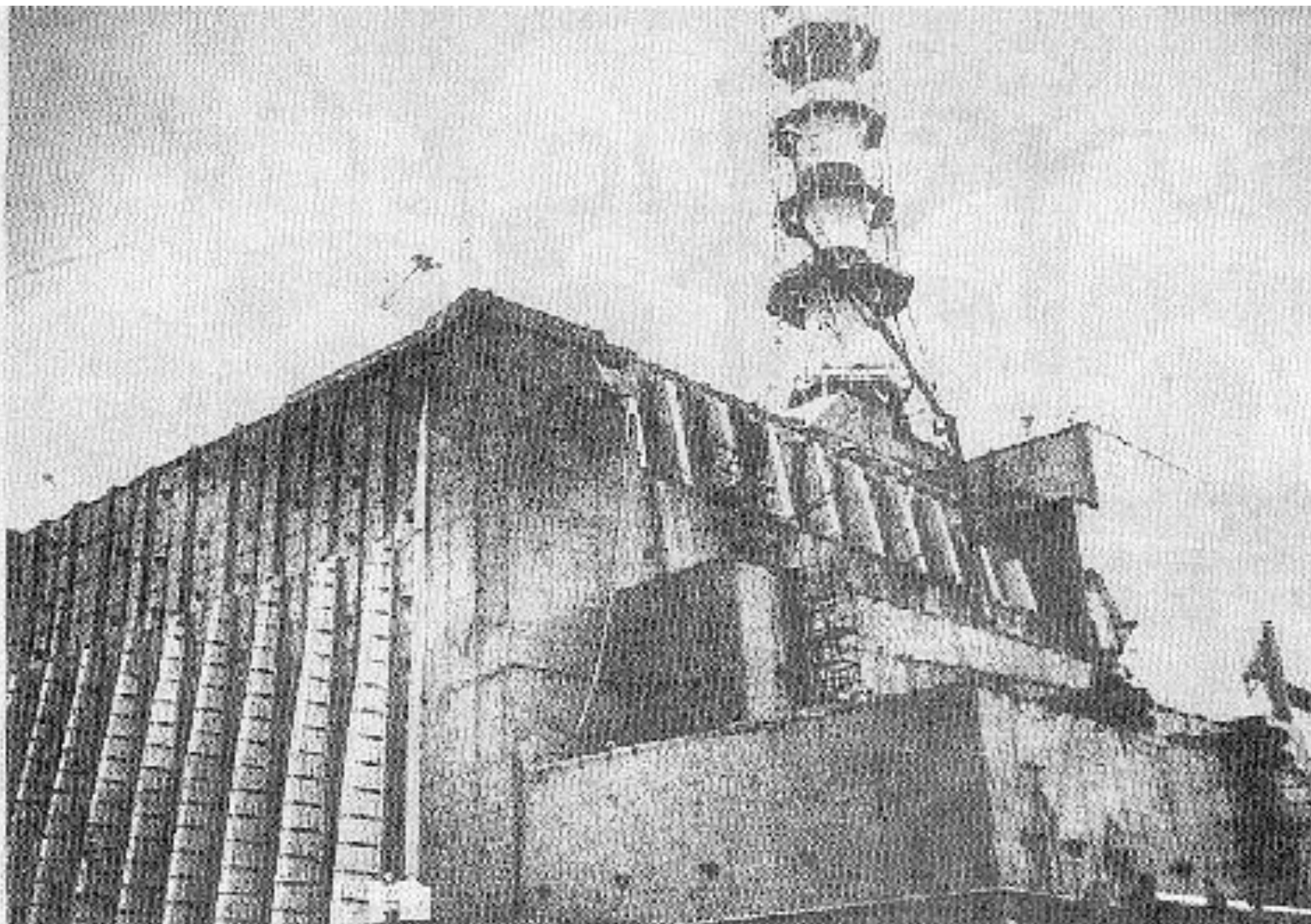


Рис. Саркофак на четвёртом блоке Чернобыльской АЭС

Радиационная защита при ЧС на РОО (продолжение)

3. Меры по защите персонала и населения включают:

- Выполнение требований руководящих документов по эксплуатации АЭС.

- Создание автоматизированной системы контроля радиационной обстановки.

- Создание надёжной локальной системы оповещения населения в 30-километровой зоне.

- Строительство и приведение в готовность защитных сооружений в радиусе 30 км вокруг АЭС, переоборудование подвальных помещений для этих целей.

Радиационная защита при ЧС на РОО (продолжение)

- Определение перечня населённых пунктов и численности населения, подлежащих защите на месте или эвакуации, разработка плана эвакуации, расчёт количества транспортных средств.

- Создание запасов медикаментов, средств индивидуальной защиты, необходимых для населения.

- Создание на АЭС специальных формирований.

- Организация радиационной разведки.

- Периодическое проведение учений ГО на АЭС и прилегающей территории.