

# **Оценка зон химического заражения при аварии на химически опасном объекте**

Справочные данные можно найти в Руководящем документе РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте»

# Основные понятия и определения

- ❑ **Аварийно химически опасные вещества (АХОВ)** – химические вещества, которые при выходе в окружающую среду способны заражать воздух (почву) с поражающей концентрацией (плотностью).
- ❑ **Химическая обстановка** – масштабы и степень заражения отравляющими веществами или АХОВ воздуха, местности, водоемов, сооружений, техники и т. п.
- ❑ **Оценка химической обстановки** — это определение масштабов и характера заражения АХОВ окружающей среды, а также анализ влияния АХОВ на деятельность объектов и сил ГО и установление степени опасности для населения.
- ❑ **Авария** – нарушения технологического процесса, повреждения трубопроводов, емкостей, хранилищ, транспортных средств при осуществлении перевозок, приводящие к выбросу АХОВ в атмосферу в количествах, представляющих опасность массового поражения людей.
- ❑ **Разрушение** – ситуация, связанная с полной разгерметизацией всех имеющихся на предприятии емкостей и нарушением технологических коммуникаций (наиболее вероятны при крупномасштабных землетрясениях, мощных взрывах или в результате военного воздействия).

# Методика расчёта.

## *Исходные данные и результаты*

### Исходные данные:

- метеорологические условия (степень вертикальной устойчивости воздуха, скорость приземного ветра и температура воздуха);
- виды, количество и способ хранения АХОВ, в ёмкостях на объекте;
- характер разлива АХОВ (свободно на подстилающую поверхность или в поддон, обваловку);
- время, на которое делается прогноз.

### Результаты (подлежат определению):

- глубина зоны заражения;
- площадь возможного заражения;
- площадь территории, над которой пройдет облако;
- время прихода зараженного облака к определенному рубежу;
- продолжительность заражения.

# Методика расчёта.

## *Принятые допущения*

### Допущения:

1. Внешние границы зон заражения рассчитываются по пороговой токсодозе АХОВ.
2. Определение глубины зоны заражения проводится по единой для всех АХОВ таблице (см. РД 52.04.253-90).
3. Для того, чтобы пользоваться единой таблицей для всех АХОВ, производится пересчет исходных данных и характеристик вещества к веществу, выбираемому эталоном.

*Эталоном веществом в используемой методике прогнозирования выбран хлор.*

4. Основная таблица составлена для аварий с выходом хлора при следующих метеоусловиях: инверсия, температура воздуха 20°C.

*Эквивалентное количество АХОВ - это такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии и температуре 20°C эквивалентен масштабу заражения данным АХОВ при конкретных метеоусловиях.*

# Методика расчёта.

## *Исходные данные: задание метеоусловий*

### Два случая задания метеоусловий:

1. при оценке по факту ЧС метеоусловия берутся реальные;
2. при оценке виртуальной ЧС (прогнозировании), поскольку метеоусловия неизвестны, то они предполагаются наихудшими с точки зрения возможных последствий, т.е. в наибольшей степени благоприятствующие распространению ядовитого облака:

*степень вертикальной устойчивости (СВУ) — инверсия,  $V = 1$  м/с,  
 $t^{\circ}\text{C}$  — максимальная в данной местности в данное время года.*

### *Степень вертикальной устойчивости (СВУ):*

- ✓ **инверсия** — температура воздуха в приземном слое возрастает с высотой;
- ✓ **конвекция** — температура воздуха в приземном слое понижается с высотой;
- ✓ **изотермия** — температура воздуха в приземном остаётся постоянной

# Методика расчёта.

*Исходные данные: учёт вида происшествия*

## Учёт вида происшествия

- **авария** – прогноз ведется исходя из объема наибольшей емкости;
- **разрушение** – прогноз ведется по совокупному объему всех емкостей с АХОВ на рассматриваемом химически опасном объекте (ХОО). Прогноз на разрушение объекта ведется для сейсмоопасных районов и для ЧС военного времени.

# Методика расчёта при аварии.

## I. Количество АХОВ, вышедшего при ЧС

При хранении (транспортировке) в газообразном состоянии:

$$m_0 = \frac{P}{98,1} \rho_{\Gamma} V \frac{n\%}{100}, \text{ Т}$$

$P$  – давление в резервуаре, кПа;

$\rho_{\Gamma}$  – плотность газа, т/м<sup>3</sup>;

$V$  – объем резервуара, м<sup>3</sup>;

$n$  – процентная концентрация АХОВ, если оно находится в смеси с другими газами, %.

При хранении (транспортировке) в жидком состоянии:

$$m_0 = c_{\text{зап}} V \rho_{\text{ж}}, \text{ Т}$$

$c_{\text{зап}}$  – коэффициент стандартного заполнения резервуара;

$V$  – объем резервуара, м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{ж}}$  – плотность жидкости, т/м<sup>3</sup>;

# Методика расчёта при аварии.

## II. Высота слоя жидкости (в зависимости от условий хранения)

**При свободном разливе АХОВ** на подстилающую поверхность (земля, бетон, асфальт и т.п.) высота слоя жидкости принимается равной  **$h = 0,05$  м.**

**При стандартно залитом резервуаре** высоту слоя жидкости в поддоне или обваловке принимают равной

$$h = H - 0,2, \text{ м}$$

$H$  – высота поддона или обваловки, м;

$h$  – высота слоя испарения, м

**В случае общей обваловки для нескольких резервуаров** при виртуальной аварии высота слоя жидкости вычисляется по формуле

$$h = (H - 0,2) \frac{\max(m_{0i})}{\sum_i m_{0i}}, \text{ м}$$

$m_{0i}$  – масса АХОВ в каждом резервуаре, т.



# Методика расчёта при аварии.

## III. Расчет эквивалентного количества АХОВ.

Расчёт эквивалентного количества  
АХОВ в первичном облаке в тоннах

$$m_{\text{э1}} = K_1 K_3 K_5 K_{7\text{п}} m_0$$

Расчёт эквивалентного количества АХОВ во вторичном облаке (за счёт испарения жидкой фазы АХОВ) в тоннах

Время испарения

При  $T_{\text{исп}} < 1$  во всех дальнейших  
расчетах принимаем  $T = 1$  ч.

$$T_{\text{исп}} = h \rho_{\text{ж}} / K_2 K_4 K_{7\text{в}}, \text{ ч}$$

Эквивалентное количество

$$m_{\text{э2}} = (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_{7\text{в}} m_0 / h \rho_{\text{ж}},$$

# Методика расчёта при аварии.

## Коэффициенты

$K_1$  – коэффициент, определяющий относительное количество АХОВ, переходящее при аварии в газ;

Способ хранения	Вещество, агрегатное состояние	$K_1$
1	Все низкокипящие вещества, хранящиеся под давлением в виде жидкости	См. таблицу (РД 52.04.253-90)
2	Аммиак, хранящийся изотермически в виде жидкости	См. таблицу (РД 52.04.253-90)
	Другие АХОВ, хранящиеся изотермически в виде жидкости	0
3	Низкокипящие АХОВ, хранящиеся под давлением в виде газа	1
4	Высококипящие жидкости, хранящиеся при нормальных условиях	0

# Методика расчёта при аварии.

$K_2$  – удельная скорость испарения вещества – количество испарившегося вещества в тоннах с площади 1 м. кв. за 1 час, (т/м<sup>2</sup> ч);

$K_3$  – отношение пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе данного АХОВ;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий влияние скорости ветра на интенсивность испарения АХОВ;

$K_5$  – коэффициент, учитывающий влияние степени вертикальной устойчивости воздуха на интенсивность рассеивания АХОВ :

для инверсии	$K_5 = 1,$
для изотермии	$K_5 = 0,23,$
для конвекции	$K_5 = 0,08$

# Методика расчёта при аварии.

$K_6$  – коэффициент, учитывающий соотношение времени, на которое осуществляется прогноз ( $T_{\text{прог}}$ ) и продолжительности испарения АХОВ ( $T_{\text{исп}}$ ):

$$\text{при } T_{\text{исп}} \geq 1 \text{ часа} \quad K_6 = \min \{ T_{\text{исп}} ; T_{\text{прог}} \}^{0,8},$$

$$\text{при } T_{\text{исп}} < 1 \text{ часа} \quad K_6 = 1.$$

Если необходимо рассчитать максимальные размеры зон заражения, то  $T_{\text{прог}}$  условно принимается бесконечно большим.

$K_7$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха в момент аварии на интенсивность испарения АХОВ при формировании первичного ( $K_{7\text{п}}$ ) и вторичного облака ( $K_{7\text{в}}$ ):

для газообразных АХОВ

$$K_7 = 1,$$

для жидкостей и сжиженных газов  $K_{7\text{п}}, K_{7\text{в}}$

из таблицы (РД 52.04.253-90)

# Методика расчёта при аварии.

## IV. Расчёт глубины зоны заражения при аварии на ХОО

В основной таблице приведены значения глубин зон заражения первичным  $\Gamma_1$  или вторичным  $\Gamma_2$  облаком АХОВ в зависимости от эквивалентного количества вещества и скорости ветра. Соотношение между значениями  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  для каждого АХОВ индивидуально.

Глубина зоны заражения, обусловленная первичным и вторичным облаками, определяется формулой:

$$\Gamma_{об} = \max \{ \Gamma_1; \Gamma_2 \} + 0,5 \min \{ \Gamma_1; \Gamma_2 \} , \text{ км.}$$

Глубина переноса облака  $\Gamma_{пер} = V_{пер} T_{прог}$ , км

где:  $V_{пер}$  – средняя скорость ветра на высоте переноса облака км/ч;

$T_{прог}$  – время прогноза.

# Методика расчёта при аварии.

- за окончательную расчетную глубину зоны заражения ( $\Gamma_{ок}$ ) принимается минимальная из величин  $\Gamma_{об}$  и  $\Gamma_{пер}$ :

$$\Gamma_{ок} = \min \{ \Gamma_{об}; \Gamma_{пер} \}, \text{ км}$$

время формирования зоны

$$T_{ф} = \Gamma_{ок} / V_{пер}, \text{ ч}$$

# Методика расчёта при аварии.

## У. Определение площади зоны заражения и нанесение её на карту

Зона возможного заражения – это пространство, в котором может распространиться АХОВ при данных метеорологических условиях.

На картах зона возможного заражения изображается в виде секторов окружности радиуса  $\Gamma_{ок}$ . Биссектриса секторов ориентирована по направлению ветра и проходит через центр аварии.

Скорость ветра в приземном слое, $v$ м/с	Форма и размеры зоны возможного заражения
$V < 0,5$	Сектор с центральным углом $360^0$ (окружность)
0,6 - 1	Сектор с центральным углом $180^0$
1,1 - 2	Сектор с центральным углом $90^0$
$V > 2$	Сектор с центральным углом $45^0$

Площадь зоны возможного заражения облаком АХОВ:

$$S_{в} = 8,73 \cdot 10^{-3} \Gamma_{ок}^2 \varphi = \pi \Gamma_{ок}^2 \varphi / 360, \text{ км}^2$$

$\varphi$  – угловые размеры зоны, град

# Методика расчёта при аварии.

Зона фактического заражения – это территория, воздушное пространство которой заражено АХОВ в опасных для жизни пределах

Конфигурация зоны фактического заражения близка к эллипсу, который не выходит за пределы зоны возможного заражения и может перемещаться в ее пределах под воздействием ветра.

Из-за возможного перемещения зоны фактического заражения на карту ее не наносят. Ее размеры используют для определения возможной численности пораженного населения и необходимого запаса сил и средств, необходимых для проведения спасательных работ.

При расчетах зоны используется коэффициент  $K_8$ , учитывающий влияние степени вертикальной устойчивости воздуха на интенсивность рассеивания АХОВ:

для инверсии  $K_8 = 0,081$ ,

для изотермии  $K_8 = 0,133$ ,

для конвекции  $K_8 = 0,235$ .



# Методика расчёта при аварии.

Скорость ветра в приземном слое, $v$ м/с	Форма и размеры зоны возможного заражения
$V < 0,5$	Сектор с центральным углом $360^0$ (окружность)
0,6 - 1	Сектор с центральным углом $180^0$
1,1 - 2	Сектор с центральным углом $90^0$
$V > 2$	Сектор с центральным углом $45^0$

Площадь зоны возможного заражения облаком АХОВ:

$$S_{\text{в}} = 8,73 \cdot 10^{-3} \Gamma_{\text{ок}}^2 \varphi = \pi \Gamma_{\text{ок}}^2 \varphi / 360, \text{ км}^2$$

$\varphi$  – угловые размеры зоны, град

# Методика расчёта при аварии.

Площадь зоны фактического заражения облаком АХОВ:

$$S_{\phi} = K_8 \Gamma^2 N^{0,2}, \text{ км}^2$$

$N$  – время формирования зоны на момент прогноза

$$N = \min\{T_{\phi}; T_{\text{прог}}\}$$

Определение времени подхода заражённого облака к заданной границе (объекту)

$$T_{\text{под}} = R/V_{\text{пер}}, \text{ ч}$$

где  $R$  – расстояние от источника заражения до выбранного рубежа, км;

Примечание.

При скорости ветра  $>15$  м/с размеры зон заражения принимать как при скорости 15 м/с;

при скорости ветра  $< 1$  м/с как при скорости 1 м/с.

# Методика расчёта при аварии.

## УІ. Определение продолжительности заражения

Время поражающего действия АХОВ (продолжительность заражения)  $T_{\text{зар}}$  определяется максимальным временем испарения из всех вышедших АХОВ.

$$T_{\text{зар}} = \frac{h\rho}{K_2 K_4 K_7}, \text{ ч}$$

для газообразных АХОВ -

$$K_7 = 1,$$

для жидкостей и сжиженных газов -

$K_{7п}, K_{7в}$  из таблицы (РД 52.04.253-90)

# Методика расчёта при разрушении

## Допущения

- 1) Все вещества находятся в жидком агрегатном состоянии.
- 2) Все вещества не вступают между собой в химические реакции.

Расчет включает:

- 1) Расчет  $T_i$  для  $i$  от 1 до  $n$ , где  $n$  – число различных АХОВ в ЧС.
- 2) Определение наборов коэффициентов ( $K_1 – K_8$ ) для каждого  $i$ -го АХОВ.
- 3) Определение обобщенного эквивалентного количества АХОВ:

$$m_э = 20K_4K_5 \sum_i \frac{K_2K_3K_6K_7m_0}{\rho_{ж}}$$

(При расчете первичными облаками пренебрегаем,  $k_7$  берем для вторичного облака).

- 4) Расчет глубин зон —аналогично расчету при авария

# Методика расчёта при разрушении

- 5) Расчет площадей возможного и фактического заражения.
- 6) Расчет продолжительности заражения по формуле

$$T_{\text{зар}} = \max \{T_{\text{исп}i}\}.$$