

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СИЛЬНОДЕЙСТВУЮ-
ЩИХ ЯДОВИТЫХ И ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Краткие сведения о сильнодействующих ядовитых веществах	3
2. Сущность выявления и сценки химической обстановки.....	4
3. Методика оценки химической обстановки	6
4. Варианты задач для самостоятельной работы.....	Ошибка! Закладка не определена.
Контрольные вопросы	12
Литература.....	Ошибка! Закладка не определена.

1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СИЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИХ ЯДОВИТЫХ ВЕЩЕСТВАХ

В настоящее время на хозяйственных объектах народного хозяйства используется большое количество сильнодействующих ядовитых веществ. При их использовании нередко возникают аварии. Причинами аварии являются: нарушение правил хранения, перевозки, техники безопасности при работе, стихийные бедствия. Сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ) - это токсические химические соединения, способные при аварии на объектах легко переходить в атмосферу и вызывать массовые поражения людей. Основными параметрами, характеризующими СДЯВ, являются степени токсичности и стойкости.

Степень токсичности СДЯВ характеризует их воздействие на организм человека. Для характеристики токсичности СДЯВ используются: пороговая концентрация, предел переносимости, смертельная концентрация и смертельная доза.

Пороговая концентрация - это наименьшее количество вещества, которое может вызвать ощутимый физиологический эффект. При этом пострадавшие сохраняют работоспособность и ощущают лишь первичные признаки поражения.

Предел переносимости - это максимальная концентрация, которую человек может выдерживать определенное время без устойчивого поражения. В промышленности в качестве предела переносимости используется предельно допустимая концентрация.

Однако пороговая и предельно допустимая концентрации не могут служить полной характеристикой токсичности СДЯВ, так как не позволяют оценить возможный физиологический эффект в зависимости от времени их воздействия. Кроме того, токсичность СДЯВ в значительной степени зависит от пути попадания в организм человека. Основными путями попадания СДЯВ в организм человека являются органы дыхания и кожные покровы.

Для характеристики токсичных веществ при воздействии на организм человека через органы дыхания применяются следующие токсические дозы:

средняя смертельная токсодоза, вызывающая смертельный исход у 75% пораженных;

средняя выводящая из строя токсодоза, вызывающая выход из строя 50% пораженных;

средняя пороговая токсодоза, вызывающая начальные симптомы поражения у 50% пораженных.

Ингаляционные токсодозы измеряются в г/мин на 1 м³ или в мг/мин на 1 л.

Степень токсичности СДЯВ при воздействии на организм человека через кожный покров оценивается также средней смертельной, средней выводящей и пороговой дозами. Они измеряются количеством вещества, приходящегося на единицу поверхности тела человека или на единицу его массы (мг/см² или мг/кг).

По степени токсичности СДЯВ делят на шесть групп: чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, сильно токсичные, умеренно токсичные, токсичные и нетоксичные.

По степени стойкости СДЯВ подразделяются на стойкие и нестойкие. Стойкость - это способность вещества сохранять свои поражающие действия в воздухе или на местности в течение определенного времени. Стойкость СДЯВ зависит в основном от их физико-химических свойств, рельефа местности, метеорологических условий, состояния атмосферы в приземном слое.

У поверхности Земли различают три состояния атмосферы: инверсию, конвекцию и изотермию.

Инверсия - устойчивое состояние, восходящие потоки отсутствуют; температура поверхности почвы ниже температуры воздуха.

Конвекция - неустойчивое состояние, сильно развиты восходящие потоки; температура почвы выше температуры воздуха. Она вызывает сильное рассеивание зараженного воздуха. В результате этого концентрация паров в воздухе сильно снижается.

Изотермия - промежуточное состояние: температура почвы и воздуха примерно равны.

Инверсия и изотермия способствуют сохранению высоких концентраций СДЯВ в приземном слое воздуха, распространению зараженного воздуха на большие расстояния.

2. СУЩНОСТЬ ВЫЯВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

Химическая обстановка может возникнуть в результате аварии на химически опасном объекте и при применении химического оружия.

Под химической обстановкой понимают масштабы и степень химического заражения воздуха (местности), оказывающие влияние на жизнедеятельность человека и работу хозяйственных объектов.

Разрушенные или поврежденные емкости (коммуникации) с СДЯВ

служат источниками образования зон химического заражения и очагов химического поражения.

Зона химического заражения включает место непосредственного разлива ядовитых веществ и территорию, над которой распространялись пары этих веществ в поражающих концентрациях. Такая зона характеризуется глубиной распространения облака, зараженного ядовитыми веществами воздуха с поражающими концентрациями, (Γ), шириной (Π), и площадью S_z . Кроме того, в зоне химического заражения может быть один или несколько очагов химического поражения, которые характеризуются своими площадями. Под очагом химического поражения понимают населенный пункт, попавший в зону химического заражения, где имеет место гибель людей, сельскохозяйственных животных и растений.

Выявлением и оценкой химической обстановки занимаются штабы гражданской обороны и командиры невоенизированных формирований. Оценке химической обстановки предшествует ее выявление. Выявить химическую обстановку - это значит определить зоны химического заражения и нанести их на карту (схему или план),

Оценка химической обстановки осуществляется методом прогнозирования и по данным химической разведки. Первый метод, как правило, используют штабы гражданской обороны, а второй - командиры невоенизированных формирований гражданской обороны.

На всех химически опасных объектах оценка химической обстановки производится методом прогнозирования. При этом в основу положены данные по одновременному выбросу в атмосферу всего запаса СДЯВ, имеющихся на объекте, при благоприятных условиях для распространения зараженного воздуха. Такими условиями являются инверсия и скорость ветра, равная 1 м/с.

При аварии на химически опасном объекте оценка производится по конкретно сложившейся обстановке, т.е. берется реальное количество выброшенного (вылившегося) ядовитого вещества и реальные метеоусловия.

Для определения зон химического заражения необходимы следующие исходные данные:

- а) тип и количество СДЯВ в емкости, где произошла авария;
- б) условия хранения;
- в) характер выброса (вылива) ядовитых веществ;
- г) топографические условия местности ;
- д) метеоусловия;
- е) степень защищенности рабочих, служащих объекта и населения.

Исходные данные добываются:

постами радиационного и химического наблюдения;
 звеньями (группами) радиационной и химической разведки;
 из информации, поступающей от вышестоящих штабов гражданской обороны и соседей.

Оценка химической обстановки включает решение задач по определению:

- 1) размеров и площади зоны химического заражения;
- 2) времени подхода зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту);
- 3) времени поражающего действия СДЯВ ;
- 4) границ возможных очагов химического поражения;
- 5) возможных потерь в очаге химического поражения.

3. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

3.1 Определение размеров и площади зоны химического заражения

По табл. 1.1. и 1.2. определяются ориентировочные расстояния, на которых могут создаваться в воздухе поражающие концентрации некоторых видов СДЯВ для определенных условий.

3. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

3.1 Определение размеров и площади зоны химического заражения

По табл. 1.1. и 1.2. определяются ориентировочные расстояния, на которых могут создаваться в воздухе поражающие концентрации некоторых видов СДЯВ для определенных условий.

Таблица 1.1 – Данные для определения глубины распространения облаков зараженного воздуха с поражающими концентрациями СДЯВ на открытой местности, км (емкости не обвалованы, скорость ветра 1 м/с)

Наименование СДЯВ	Количество СДЯВ в емкостях, т					
	5	10	20	50	75	100
При инверсии						
Хлор, фосген	23	49	80	Более 80		
Аммиак	3,5	4,5	6,5	9,5	12	15
Сернистый ангидрид	4	4,5	7	10	12,5	17,5
Сероводород	5,5	7,5	12,5	20	25	61,6
При изотермии						

Хлор, фосген	4,6	7	11,5	16	19	21
Аммиак	0,7	0,9	1,3	1,9	2,4	3
Сернистый ангидрид	0,8	0,9	1,4	2	2,5	3,5
Сероводород	1,1	1,5	2,5	4	5	8,8

окончание таблицы 1.1

Наименование СДЯВ	Количество СДЯВ в емкостях, т					
	5	10	20	50	75	100
При конвенции						
Хлор, фосген	1	1,4	1,96	2,4	2,85	3,15
Аммиак	0,21	0,27	0,39	0,5	0,62	0,66
Сернистый ангидрид	0,24	0,27	0,42	0,52	0,65	0,77
Сероводород	0,33	0,45	0,65	0,88	1,1	1,5

Примечания: 1. При скорости ветра более 1 м/с применяются поправочные коэффициенты, определяемые по табл. 1.3.

2. Для обвалованных емкостей со СДЯВ глубина распространения облака зараженного воздуха уменьшается в 1,5 раза.

3. Глубина для емкостей не указанных в таблице вычисляется от ближайшего в процентном соотношении.

Таблица 1.2 – Данные для определения глубины распространения облаков зараженного воздуха с поражающими концентрациями СДЯВ на закрытой местности, км (емкости не обвалованы, скорость ветра 1 м/с)

Наименование СДЯВ	Количество СДЯВ в емкостях, т					
	5	10	20	50	75	100
При инверсии						
Хлор, фосген	6,57	14	22,85	41,14	48,85	54
Аммиак	1	1,28	1,85	2,71	3,42	4,28
Сернистый ангидрид	1,14	1,28	2	2,85	3,57	5
Сероводород	1,57	2,14	3,57	5,71	7,14	17,6
При изотермии						
Хлор, фосген	1,31	2	13,28	14,57	5,43	6
Аммиак	0,2	0,26	0,37	0,54	0,68	0,86
Сернистый ангидрид	0,23	0,26	0,4	0,57	0,71	1,1
Сероводород	0,31	0,43	0,71	1,14	1,43	2,51
При конвенции						

Хлор, фосген	0,4	0,52	0,72	1	1,2	1,32
Аммиак	0,06	0,08	0,11	0,16	0,2	0,26
Сернистый ангидрид	0,07	0,08	0,12	0,17	0,21	0,3
Сероводород	0,093	0,13	0,21	0,34	0,43	0,65

Примечания: 1. При скорости ветра более 1 м/с применяются поправочные коэффициенты, определяемые по табл. 1.3.

2. Для обвалованных емкостей со СДЯВ глубина распространения зараженного воздуха уменьшается в 1,5 раза.

3. Глубина для емкостей не указанных в таблице вычисляется от ближайшего в процентном соотношении.

Таблица 1.3 – Данные для определения поправочного коэффициента на скорость ветра

Устойчивость воздуха	Скорость ветра, м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Инверсия	1	0,6	0,45	0,38	-	-	-	-	-	-
Изотермия	1	0,71	0,55	0,5	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
Конвекция	1	0,7	0,62	0,55	-	-	-	-	-	-

Ширина зоны химического заражения (Ш) определяется по следующим соотношениям :

$Ш = 0,03 \cdot Г$ - при инверсии ;

$Ш = 0,15 \cdot Г$ - при изотермии ;

$Ш = 0,8 \cdot Г$ – при конвенции,

Где Г – глубина распространения облака зараженного воздуха с поражающей концентрацией, км.

Площадь зоны химического заражения (S_3) принимается как площадь равнобедренного треугольника, которая равна половине произведения глубины распространения зараженного воздуха на ширину зоны заражения

$$S_3 = 0,5 \cdot Г \cdot Ш.$$

В ходе оценки химической обстановки требуется определение степени вертикальной устойчивости воздуха (СВУВ). Это можно делать двумя способами:

- с помощью графика оценки СВУВ по данным метеопрогноза:

Таблица 1.4 – Оценка степени вертикальной устойчивости воздуха по данным прогноза погоды

Скорость ветра, м/с	Ночь			День		
	ясно	полужасно	пасмурно	ясно	полужасно	пасмурно
0,5	инверсия			конвекция		
0,6-2,0						
2,1-4,0						
Более 4,0	изотермия			изотермия		

- с помощью термодинамического критерия D_k .

$$D_k = \frac{\Delta t^\circ}{V_I^2} = \frac{t_{50}^\circ - t_{200}^\circ}{V_I^2},$$

где Δt° – температурный градиент, характеризующий разность температур воздуха в приземном слое измеренный на высотах 50 см и 200 см от поверхности земли;

V_I – скорость ветра, измеренная на высоте 1 метра от поверхности земли.

Из формулы (1) видно, что знак термодинамического критерия определяется знаком температурного градиента. Это позволяет определить СВУВ.

При $D_k > (+0,1)$ СВУВ соответствует конвекции.

При $(+0,1) \geq D_k \geq (-0,1)$ СВУВ соответствует изотермии.

При $D_k < (-0,1)$ СВУВ соответствует инверсии.

Пример.

На объекте разрушилась необвалованная емкость, содержащая 10т аммиака. Определить размеры и площадь зоны химического заражения в ночное время. Местность открытая. Метеоусловия - ясно, скорость ветра 3 м/с.

Решение.

1. По табл. 1.4 определяем степень вертикальной устойчивости воздуха. Находим, что при указанных метеоусловиях степень вертикальной устойчивости воздуха - инверсия.

2. По табл. 1.1 для 10т аммиака находим глубину распространения зараженного воздуха при скорости ветра 1 м/с; она равна 4,5 км для поражающей концентрации. По табл. 1.3 для скорости ветра 3 м/с определяем поправочный коэффициент, равный для инверсии 0,45. Глубина распространения облака зараженного воздуха с поражающей концентрацией составит: $\Gamma = 4,5 \cdot 0,45 = 2,02$ км.

3. Определяем ширину зоны химического заражения при инверсии. Ширина зоны:

$$\Gamma = 0,03 \Gamma = 0,03 \cdot 2,02 = 0,06 \text{ км.}$$

4. Определяем площадь зоны химического заражения:

$$S_3 = 0,5 \Gamma \Gamma = 0,5 \cdot 2,02 \cdot 0,06 = 0,06 \text{ км}^2.$$

3.2. Определение времени подхода зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту)

Время подхода облака зараженного воздуха (t) к определенному рубежу (объекту) определяется делением расстояния (R) от места разлива СДЯВ до данного рубежа (объекта) на среднюю скорость переноса облака (W) воздушным потоком. Средняя скорость переноса облака зараженного воздуха определяется по табл. 1.5. Облако зараженного воздуха распространяется на высоты, где скорость ветра больше, чем у поверхности Земли. Вследствие этого средняя скорость распространения будет больше, чем скорость ветра на высоте 1 м.

Таблица 1.5 – Данные для определения средней скорости переноса облака зараженного воздуха, м/с

Скорость ветра, м/с	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	R<10км	R>10км	R<10км	R>10км	R<10км	R>10км
1	2	2,2	1,5	2	1,5	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	5
4	—	—	6	8	—	—
5	—	—	7,5	10	—	—
6	—	—	9	12	—	—
7	—	—	10,5	14	—	—

Примечание: Инверсия и конвекция при скорости ветра более 3 м/с наблюдаются в редких случаях.

Пример.

В результате аварии на объекте, расположенном на расстоянии 9 км от населенного пункта, разрушены коммуникации со сжиженным аммиаком. Метеоусловия: изотермия, скорость ветра 5 м/с. Определить время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту.

Решение.

По табл. 1.5 для изотермии и скорости ветра $V_v = 5 \text{ м/с}$ находим среднюю скорость переноса облака зараженного воздуха $W = 7,5 \text{ м/с}$.

Время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту определяется из выражения:

$$t=R/W=9000/(7,5\cdot60) = 20 \text{ мин.}$$

3.3. Определение времени поражающего действия СДЯВ

Время поражающего действия СДЯВ ($t_{\text{пор}}$) определяется временем испарения ядовитого вещества с поверхности его выброса (разлива).

Таблица 3.15. Время испарения некоторых АХОВ, в часах (при скорости ветра 1 м/с)

Наименование АХОВ	Вид емкости	
	Необвалованная	Обвалованная
Хлор	1,3	22
Фосген	1,4	23
Цианистый водород	3,4	57
Аммиак	1,2	20
Сернистый ангидрид	1,3	20
Сероводород	1	19

Примечание: При скорости ветра более 1 м/с вводятся поправочные коэффициенты (**табл. 3.16**)

Таблица 3.16. Поправочные коэффициенты.

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поправочный коэффициент	1	0,7	0,55	0,43	0,37	0,32	0,28	0,25	0,22	0,2

3.4 Определение границ возможных очагов химического поражения

Для определения границ очага поражения необходимо на карту (схему или план) нанести зону химического заражения. Затем выделить населенные пункты или части их, которые попадают в зону химического заражения. Расчетными границами очагов химического поражения и будут границы этих населенных пунктов или районов.

3.5 Определение возможных потерь населения в очаге химического поражения

Потери населения будут зависеть от численности людей, оказавшихся на площади очага, степени защищенности их и своевременного использования средств индивидуальной защиты. При этом количество рабочих и служащих подсчитывается по их наличию на территории объекта (по зданиям цехов, площадок), а количество населения – по жилым кварталам. Возможные потери

населения в очаге химического поражения определяется по табл. 1.7.

Пример.

На химическом заводе в результате аварии разрушена емкость, содержащая 15т хлора. Рабочие и служащие завода (500 человек) обеспечены противогазами на 100%. Определить возможные потери рабочих и служащих завода и их структуру.

Решение.

1. По табл. 1.7 определяем потери рабочих и служащих при условии, что они обеспечены противогазами на 100 %.

$$500 \cdot 0,04 = 20 \text{ чел.}$$

2. Определяем структуру потерь (руководствуясь прим. к табл. 1.7) со смертельным исходом – $20 \cdot 0,35 = 7$ чел.; средней и тяжелой степени – $20 \cdot 0,4 = 8$ чел.; легкой степени – $20 \cdot 0,25 = 5$ чел.

Всего со смертельным исходом и потерявших работоспособность будет 15 человек.

Таблица 1.7 – Данные для определения возможных потерь рабочих, служащих и населения от СДЯВ в очаге поражения, %

Условия нахождения людей	Без противогазов	Обеспеченность противогазами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
На открытой местности	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В простейших укрытиях, зданиях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Примечание. Ориентировочная структура потерь людей в очаге поражения составит, % : легкой степени - 25, средней и тяжелой степени (с выходом из строя не менее чем на 2-3 недели и нуждающихся в госпитализации) - 40, со смертельным исходом - 35.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое токсичность ядовитого вещества?
2. Назовите пути проникновения ядовитых веществ в организм человека и единицы измерения токсической дозы при разных путях проникновения.
3. Что такое стойкость СДЯВ и на какие группы подразделяются ядовитые вещества по степени стойкости?

4. От чего зависит степень стойкости ядовитых веществ?
5. Поясните, в чем сущность инверсии, конвекции и изотермии.
6. Назовите способы оценки химической обстановки и поясните их сущность.
7. Поясните, в чем смысл выявления и оценки химической обстановки.
8. Назовите источники добывания сведений, необходимых для оценки химической обстановки.
9. Назовите Параметры зоны химического поражения и поясните их сущность.
10. Назовите перечень исходных данных, необходимых для оценки химической обстановки.