

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра экологии

М. М. Бражников, И. И. Кирвель, А. С. Калинович

***ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ***

Методическое пособие
для практических занятий по дисциплине
«Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях.
Радиационная безопасность»

Минск БГУИР 2010

УДК 355.58(076)
ББК 68.518я73
Б87

Р е ц е н з е н т
заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений
Белорусского государственного университета,
доктор химических наук, профессор Л. П. Круль

Бражников, М. М.

Б87 Оценка химической обстановки в чрезвычайных ситуациях : метод. пособие для практ. занятий по дисц. «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность» / М. М. Бражников, И. И. Кирвель, А. С. Калинович. – Минск : БГУИР, 2010. – 26 с. : ил.
ISBN 978-985-488-454-7.

Содержит методику оценки химической обстановки в чрезвычайных ситуациях. Приведены примеры решения задач с использованием изложенной методики и варианты задач для самостоятельной работы студентов. Даны все необходимые справочные материалы.

Предназначено для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР.

УДК 355.58(076)
ББК 68.518я73

ISBN 978-985-488-454-7

© Бражников М. М., Кирвель И. И.,
Калинович А. С., 2010
© УО «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Краткие сведения об аварийно химически опасном веществе	4
2. Хранение аварийно химически опасных веществ	7
3. Оценка химической обстановки при аварии на химическом объекте.....	9
4. Методика оценки химической обстановки при аварии с аварийно химически опасным веществом	10
4.1. Общие положения	10
4.2. Термины и определения	11
4.3. Оценка масштабов заражения аварийно химически опасным веществом	12
5. Практическая работа «Оценка химической обстановки»	19
6. Примеры решения типовых задач по прогнозированию химической обстановки.....	22
7. Контрольные вопросы.....	24
Литература.....	25

ВВЕДЕНИЕ

Ассортимент применяемых в промышленности, сельском хозяйстве и быту химических веществ непрерывно растет, что способствует более частому возникновению чрезвычайных ситуаций. К таковым следует относить взрывы, пожары, обрушения, железнодорожные и автомобильные происшествия, выбросы и разливы различных химических, в том числе и аварийно химически опасных веществ (АХОВ).

Крупными запасами ядовитых опасных химических веществ (ОХВ) располагают предприятия химической, целлюлозно-бумажной, оборонной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, черной и цветной металлургии. Создаваемые в них минимальные (неснижаемые) запасы в среднем рассчитаны на трое суток работы, а для предприятий по производству, например, минеральных удобрений – 10–15 суток. В результате на крупных предприятиях, расположенных в черте или вблизи городов, могут одновременно храниться тысячи тонн АХОВ.

Значительные запасы этих веществ также сосредоточены на объектах пищевой, мясомолочной промышленности, в холодильниках торговых баз, жилищно-коммунального хозяйства. Так, на овощебазах содержится до 150 т аммиака, используемого в качестве хладагента, а на станциях водопроводных сетей – от 10 до 400 т хлора. Причем эти объекты находятся, как правило, в непосредственной близости от жилых домов и районов.

Определенную опасность представляет железная дорога: здесь часто сходят вагоны с рельс и происходит их опрокидывание. В результате таких происшествий выливаются на землю хлор, аммиак, бензол, бутadiен, формалин, различные кислоты, бензин, керосин, дизельное топливо, моторные масла и другие химические вещества. При этом заражается вся окружающая среда.

Говоря о чрезвычайных ситуациях с АХОВ, нельзя не вспомнить катастрофу, которая произошла в 1984 г. в Бхопале (Индия). Из-за утечки ядовитого газа с химического предприятия пострадали 220 тыс. человек.

1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОМ ВЕЩЕСТВЕ

В 1987 г. в Республике Беларусь был утвержден «Временный перечень сильнодействующих ядовитых веществ для организации защиты населения от них», в который входило 103 опасных химических вещества. В дальнейшем этот перечень был пересмотрен: выделено 34 ОХВ, которым было дано наименование АХОВ.

Аварийно химически опасное вещество – опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном вы-

бросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах) [1].

Среди объектов, содержащих АХОВ, самыми многочисленными (более 90 %) являются хранилища хлора и аммиака, обладающие к тому же наиболее значительным потенциалом по химическим поражающим факторам. По другим АХОВ, сравнимыми с ними по токсичности и возможностям поступления в атмосферу, эти показатели в 10–100 раз ниже.

В отличие от АЭС большинство крупных производств АХОВ находятся вблизи и даже в границах крупных городов.

Выделение ОХВ в отдельную группу АХОВ, аварии с выбросами или утечками которых могут привести к массовым поражениям людей, было вызвано решением практических задач по обеспечению химической безопасности. Для определения перечня веществ следует учитывать:

- высокую токсичность АХОВ (греч. *toxikon* – яд, т.е. ядовитость) при действии через органы дыхания и кожные покровы;
- крупнотоннажность производства, потребления, хранения и перевозок;
- способность легко переходить в аварийных ситуациях в основное поражающее состояние.

Важной характеристикой АХОВ является их токсичность. Под **токсичностью** АХОВ понимается его способность вызывать патологические изменения в организме, которые приводят человека к потере дееспособности или к гибели.

Токсичность зависит от пути попадания в организм. Различают **ингаляционную, кожно-резорбтивную и пероральную токсичность**.

Количественно токсичность АХОВ оценивается дозой, вызывающей определенный токсический эффект, которая называется **токсической дозой (D)**.

Токсическая доза, вызывающая равные по тяжести поражения, зависит от свойств АХОВ, пути его проникновения в организм, вида организма и условий выброса.

Для веществ, проникающих в организм в жидком или аэрозольном состоянии через кожу, желудочно-кишечный тракт или через раны, поражающий эффект для конкретного вида организма в стационарных условиях зависит только от количества АХОВ.

Токсические свойства веществ определяют экспериментальным путем на различных лабораторных животных, поэтому чаще используют понятие **удельной токсодозы** – дозы, отнесенной к единице живой массы животного (мг/кг).

Различают пороговые, выводящие из строя и смертельные токсодозы.

Пороговая токсодоза (PD) – количество вещества, вызывающее начальные признаки поражения организма с определенной вероятностью или, что то же самое, у определенного процента (50 %) людей или животных. Вероятность проставляется внизу справа, например, PD_{50} – средняя пороговая токсодоза.

Выводящая из строя токсодоза (ID) – количество вещества, вызывающее при попадании в организм выход из строя определенного процента пораженных людей как временно, так и со смертельным исходом, например, ID_{50} – средняя выводящая из строя токсодоза.

Смертельная токсодоза (LD) – количество вещества, вызывающее при попадании в организм смертельный исход с определенной вероятностью, например, LD_{50} – средняя смертельная токсодоза. В дозах, меньших LD_{50} , АХОВ вызывают поражения различной степени тяжести: тяжелые – при $0,3 \dots 0,5 LD_{50}$, средние – при $0,2 LD_{50}$ и легкие – приблизительно при $0,1 LD_{50}$.

PD_{50} , ID_{50} , LD_{50} – являются кожно-резорбтивными токсодозами, кроме них используются также **ингаляционные токсодозы**, т.е. токсодозы для АХОВ, заражающих атмосферу паром или тонкодисперсным аэрозолем и вызывающих поражение человека и животных через органы дыхания. Для расчета этих токсодоз используется уравнение

$$D = C \cdot \tau \cdot V / G, \quad (1)$$

где C – концентрация АХОВ в воздухе, мг/л; τ – время вдыхания зараженного воздуха, мин; V – интенсивность дыхания, л/мин; G – масса человека, кг.

Немецкий химик Ф. Габер предложил упростить это выражение. Приняв допущение, что для людей, находящихся в одинаковых условиях, отношение V/G постоянно, и разделив на него обе части уравнения, он получил выражение

$$T = C \cdot \tau. \quad (2)$$

Произведение $C \cdot \tau$ Ф. Габер назвал **коэффициентом токсичности** и принял его за постоянную величину. Эта величина позволяет сравнивать различные АХОВ по ингаляционной токсичности. Часто этот коэффициент называют ингаляционной токсодозой и обозначают $PC\tau_{50}$, $IC\tau_{50}$, $LC\tau_{50}$, хотя более правильно его называть относительной токсичностью при ингаляции. Относительная токсичность АХОВ при ингаляции зависит от физической нагрузки человека. Для людей, занятых физической работой ($V = 40$ л/мин), она будет меньше, чем для людей, находящихся в состоянии покоя ($V = 10$ л/мин).

Средняя смертельная доза при введении в желудок ($LC\tau_{50}$) – доза вещества, вызывающего гибель 50 % животных при 2 – 4-часовом ингаляционном воздействии.

Средняя смертельная доза при нанесении на кожу ($PC\tau_{50}$) – доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном нанесении на кожу. Токсодозы некоторых АХОВ приведены в табл. 1 [1].

Таблица 1

Токсические дозы АХОВ

Показатель	Аммиак	Хлор	Окислы азота	Сернистый ангидрид	Фосген	Сероводород	Цианистый водород
$LC\tau_{50}$	150,0	6,0	8,0	5,0	3,2	30,0	2,0
$IC\tau_{50}$	15,0	0,6	1,5	12,0	0,6	6,0	0,2
$PC\tau_{50}$	5,0	0,3	0,5	0,5	0,2	2,0	0,1

Кроме токсодоз, для характеристики токсичности АХОВ используют такой показатель, как **предел переносимости** – это максимальная концентрация

АХОВ, которую человек может выдержать определенное время без устойчивого поражения.

В промышленности в качестве предела переносимости используется **предельно допустимая концентрация (ПДК)** – это максимально допустимая концентрация, которая при воздействии на человека в течение 8-часового рабочего дня на протяжении всего рабочего стажа не может вызвать через длительный промежуток времени патологических изменений или заболеваний, обнаруживаемых при помощи современных методов диагностики. ПДК тем не менее может использоваться для оценки опасности аварийных ситуаций из-за малого интервала воздействия АХОВ.

По степени стойкости АХОВ подразделяются на стойкие и нестойкие. **Стойкость** – это способность вещества сохранять свои поражающие действия в воздухе или на местности в течение определенного времени. Стойкость в основном зависит от физико-химического состава вещества, метеорологических условий, рельефа местности, степени вертикальной устойчивости воздуха или состояния атмосферы в приземном слое.

По степени воздействия на организм человека химические вещества делятся на четыре класса (табл. 2): чрезвычайно опасные (I), высокоопасные (II), умеренно опасные (III) и малоопасные (IV) [2].

Таблица 2

Классификация опасности веществ
по степени воздействия на организм человека

Показатель	Класс опасности веществ			
	I	II	III	IV
Предельно допустимая концентрация в воздухе, мг/м ³	Менее 0,1	0,1 – 1	1,1 – 10	Больше 10
Средняя смертельная доза при попадании внутрь через желудок, мг/кг	Менее 5	5 – 150	151 – 500	Больше 500
Средняя смертельная доза при попадании внутрь через кожу, мг/кг	Менее 100	100 – 500	501 – 2500	Больше 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе (при 30–60 мин экспозиции), мг/м ³	Менее 500	500 – 5000	5001 – 50 000	Больше 50 000

2. ХРАНЕНИЕ АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

Характерной особенностью химически опасных предприятий является наличие на них крупнотоннажных складов хранения сырья и готовой продукции с большим количеством сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ), которые при возгорании образуют токсичные продукты.

Количество АХОВ, хранящихся на складах предприятий, различно и может составлять от нескольких тонн до нескольких десятков тысяч тонн. Так, на предприятиях азотной промышленности в отдельные периоды времени на хранении может находиться более 100 тыс. тонн жидкого аммиака, на предприятиях по производству средств химической защиты растений (ХЗР) – более 300 т хлора.

Хранение больших количеств АХОВ на предприятиях обычно осуществляется в емкостях различной формы и объема, изготавливаемых из алюминия, стали или железобетона. В зависимости от физико-химических свойств АХОВ могут храниться в газообразном, жидком состоянии в резервуарах цилиндрической, сигарообразной или шаровой формы.

Твердые и сыпучие продукты и полупродукты веществ, способных при возгорании образовать АХОВ, хранятся в железобетонных приямках или полузаглубленных резервуарах.

Хранение АХОВ в газообразном состоянии осуществляется в баллонах, резервуарах и газгольдерах различной конструкции и емкости.

В зависимости от физико-химических свойств АХОВ и объема производства для их хранения применяются резервуары различной емкости. Например, хлор хранится в емкостях объемом от 1 до 1000 т, аммиак – от 30 до 30 тыс. т, синильная кислота – от 1 до 200 т, окись этилена – в шаровых резервуарах объемом от 800 м и более, окись углерода, двуокись серы, сероуглерод и ряд других – в емкостях от 1 до 100 т.

Хранение жидких и газообразных АХОВ осуществляется как при обычном атмосферном, так и повышенном давлении. Жидкий аммиак в изотермических хранилищах объемом 10 тыс. т и 30 тыс. т хранится под давлением, близким к атмосферному, а в сферических – емкостью 2000 т и 1000 т – под давлением до 10 атм. В емкостях 250 и 500 т до 20 атм. Хранилища на трассе аммиакопровода емкостью 50 т находятся под давлением 20 атм. Жидкий хлор хранится также под давлением от 2 до 12 атм.

На складской территории хранилища (танки, резервуары, баллоны и др.) располагаются группами. В каждой группе может быть несколько резервуаров одинаковой или различной емкости.

Каждый отдельно стоящий резервуар и каждая группа таких резервуаров обвалованы, т. е. огораживаются сплошным земляным валом или железобетонными ограждающими стенками (стаканами).

Высота обваловки резервуаров землей должна быть не более 3,5 м, но не меньше 1 м, а для резервуаров емкостью 10 тыс. т и больше – не меньше 1,5 м. Ширина верха земляного вала – не менее 1 м.

Территория в ограждении резервуаров выравнивается и делается с уклоном 0,3 – 1,5 % внутрь.

3. ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИИ НА ХИМИЧЕСКОМ ОБЪЕКТЕ

Под **химической обстановкой** понимают масштабы и степень химического заражения воздуха или местности, оказывающие влияние на жизнедеятельность людей и работу хозяйственных объектов. Химическая обстановка может возникнуть в результате аварии на химически опасном объекте или при транспортировке АХОВ. **Химически опасный объект (ХОО)** – объект, при аварии на котором может произойти массовое поражение людей, сельскохозяйственных животных или растений.

Разрушенные или поврежденные емкости (коммуникации) с АХОВ являются источниками образования зон химического заражения и очагов химического поражения (рис. 1) [3].

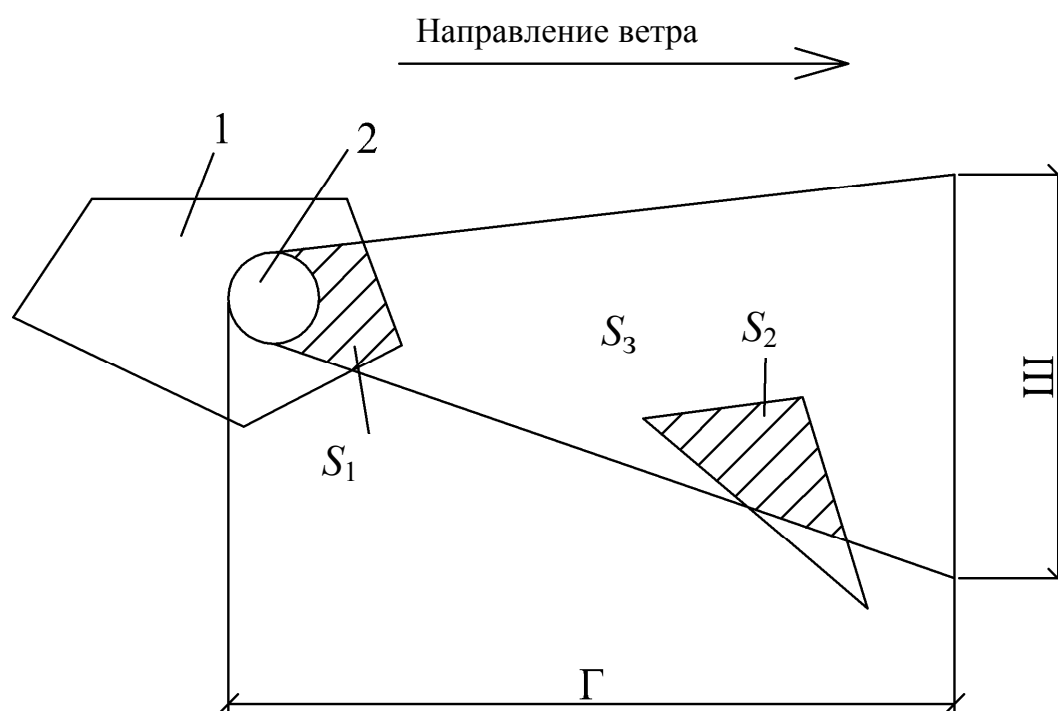


Рис. 1. Схема зоны химического заражения:

1 – город; 2 – объект; S_1 , S_2 – площади химического поражения, км^2 ;

S_3 – площадь зоны химического заражения, км^2 ;

Γ – глубина химического заражения, км; Π – ширина зоны химического заражения, км

Зоной химического заражения называется территория, подвергшаяся непосредственному воздействию АХОВ или ОВ, и территория, над которой распространился зараженный воздух с поражающими концентрациями.

Зона химического заражения характеризуется глубиной распространения зараженного воздуха Γ , где возможно поражение людей без средств защиты, шириной Π , площадью зоны S_3 . Кроме того, в зоне химического заражения

может быть один или несколько очагов химического поражения, характеризующихся своими площадями. Под **очагом химического поражения** понимают населенный пункт, попавший в зону химического заражения [4].

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

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

На всех химически опасных объектах оценка химической обстановки производится методом прогнозирования. При этом в основу положены данные по одновременному выбросу в атмосферу всего запаса АХОВ, имеющихся на объекте, при благоприятных условиях распространения зараженного воздуха. Такими условиями являются инверсия и скорость ветра 1–2 м/с в приземном слое, температура окружающей среды +20 °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.

4. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИИ С АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫМ ВЕЩЕСТВОМ

4.1. Общие положения

При оценке химической обстановки рельеф местности принимают открытым или закрытым. К закрытому рельефу местности относят крупные города, горы, лес в возрасте от 30 лет и старше [5].

Методика оценки позволяет решать следующие задачи:

- рассчитывать глубину и площадь зоны возможного заражения;
- рассчитывать время подхода облака зараженного воздуха к производственным участкам, жилым кварталам и населенным пунктам;
- определять продолжительность действия источника заражения;
- производить ориентировочную оценку количества пораженных и их структуру среди производственного персонала объекта, на котором произошла авария, и населения, оказавшегося в очаге поражения.

Методика оценки рассчитана на получение информации в оперативных целях. Прогнозирование и оценка обстановки производятся с использованием усредненных данных, приведенных в таблицах, и несложных математических формул, что упрощает проведение расчетов и допускает при этом незначительный процент ошибки результатов.

Глубина и площадь зоны возможного заражения при разрушении (повреждении) емкостей, находящихся под давлением, рассчитываются с учетом наложения полей концентраций опасного химического вещества, создаваемых первичным и вторичным облаками.

Оценка количества пораженных производится исходя из среднесуточного места пребывания людей (в производственных, жилых и общественных зданиях, находящихся открыто на местности и в транспорте), а также с учетом использования табельных средств индивидуальной защиты и защитных сооружений.

При заблаговременном прогнозировании масштабов заражения в случае производственных аварий в качестве исходных данных рекомендуется принимать: за величину выброса АХОВ – его количество в одной максимальной емкости (технологической, складской, транспортной); метеоусловия – инверсия, скорость приземного ветра 1–2 м/с, температура окружающего воздуха +20 °С.

При прогнозе масштабов заражения по факту аварии используются реальные исходные данные.

При прогнозировании применяются следующие допущения:

- емкость, содержащая АХОВ, разрушается полностью;
- толщина слоя жидкости для АХОВ, разлившейся свободно на подстилающей поверхности, принимается равной 0,05 м по всей площади разлива;
- при проливе АХОВ в поддон или обваловку толщина слоя жидкости (h) принимается равной

$$h = H - 0,2,$$

где H – глубина поддона (высота обваловки), м;

- для емкостей, расположенных группой с одним поддоном (в одной обваловке), толщина слоя жидкости принимается равной

$$h = \frac{Q}{F \cdot d}, \quad (3)$$

где Q – количество разлившегося АХОВ, т; F – площадь разлива, м²; d – плотность АХОВ, т/м³.

- предельное время пребывания людей в зоне заражения и продолжительность сохранения неизменными метеорологических условий (степень вертикальной устойчивости воздуха (СВУВ), направление и скорость ветра, температура воздуха) составляет не более четырех часов. По истечении указанного времени метеорологическая обстановка уточняется.

4.2. Термины и определения

Под **разрушением химически опасного объекта** следует понимать его состояние после катастрофы или стихийного бедствия, приведшего к полной разгерметизации всех емкостей, содержащих аварийно химически опасные вещества.

Первичное облако – облако зараженного воздуха, образующееся в результате мгновенного (1–3 мин) перехода в атмосферу всего объема или части содержимого емкости с опасным химическим веществом при ее разрушении.

Вторичное облако – облако зараженного воздуха, образующееся в результате испарения с подстилающей поверхности разлившейся ядовитой жидкости.

Инверсия – состояние приземного слоя воздуха, при котором температура нижнего слоя меньше температуры верхнего слоя (устойчивое состояние атмосферы).

Изотермия – состояние приземного слоя воздуха, при котором температура нижнего и верхнего слоев одинаковы (безразличное состояние атмосферы).

Конвекция – состояние приземного слоя воздуха, при котором температура нижнего слоя воздуха выше температуры верхнего слоя (неустойчивое состояние атмосферы).

Пороговая токсодоза – ингаляционная токсодоза, вызывающая начальные симптомы поражения.

Площадь зоны возможного заражения – площадь территории, в пределах которой под воздействием изменения направления ветра может перемещаться облако зараженного воздуха.

Площадь зоны фактического заражения – площадь территории, приземный слой воздуха на которой заражен парами (аэрозолем) ядовитого вещества в опасных концентрациях для жизни или здоровья людей.

4.3. Оценка масштабов заражения аварийно химически опасным веществом

При оперативном прогнозе масштабов заражения непосредственно после аварии должны браться конкретные данные о количестве выброшенного (разлившегося) АХОВ и реальные метеоусловия, а также учитываться рельеф местности. В случае распространения зараженного воздуха на закрытой местности глубины зон заражения Γ_{Σ} (общая или фактическая глубина зоны заражения) и Γ_{Π} (глубина зоны возможного поражения) уменьшаются в 3 раза.

Время, на которое прогнозируется возможная обстановка после аварии, принимается, как правило, через один час после аварии или к моменту подхода зараженного воздуха к объекту [6].

Выявление химической обстановки методом прогнозирования производится:

- для сжатых газов – только для первичного облака;
- для жидких АХОВ, кипящих при температуре выше окружающей среды ($t_{\text{кип}} = 20^{\circ}\text{C}$) – только для вторичного облака;
- для сжиженных газов (изотермическое хранение жидкости) – для первичного и вторичного облаков.

Оценка масштабов заражения АХОВ при аварии производится в следующей последовательности:

1. По формуле (4) вычисляется эквивалентное количество АХОВ, перешедшее в первичное облако:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (4)$$

где $Q_{\text{э1}}$ – эквивалентное количество АХОВ в первичном облаке, т; K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (для сжатых газов $K_1 = 1$); K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе АХОВ (табл. 3); K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха (СВУВ) и равный 1 – для инверсии; 0,23 – для изотермии и 0,08 – для конвекции; K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха на скорость образования первичного облака (для сжатых газов $K_7 = 1$); Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии АХОВ, т.

Характеристика АХОВ и значение коэффициентов K_1 K_2 K_3 K_7 представлены в табл. 3 [6].

Таблица 3

Вспомогательные коэффициенты для определения глубины зоны заражения

Наименование АХОВ	K_1	K_2	K_3	K_7 для температуры воздуха, °С				
				– 40	– 20	0	20	40
Аммиак	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
Водород хлористый	0,28	0,037	0,30	0,64/1	0,6/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Метиламин	0,13	0,034	0,5	0/0,3	0/0,7	0,5/1	1/1	2,5/1
Метил хлористый	0,125	0,044	0,056	0/0,5	0,1/1	0,6/1	1/1	1,5/1
Сернистый ангидрид	0,11	0,049	0,033	0/0,2	0/0,5	0,3/1	1/1	1,7/1
Сероводород	0,27	0,042	0,036	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Фосген	0,05	0,061	1,0	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,7/1
Хлор	0,18	0,052	1,0	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1

П р и м е ч а н и е. В графе для коэффициента K_7 значение в числителе – для первичного, а в знаменателе – для вторичного облака.

При авариях резервуаров со сжатым газом

$$Q_0 = d \cdot V_x, \quad (5)$$

где d – плотность АХОВ, т/м³ (табл. 12); V_x – объем резервуара, м³.

При авариях на газопроводе

$$Q_0 = n \cdot d \cdot V_r / 100, \quad (6)$$

где n – содержание АХОВ в газовой фазе, %; V_r – объем секции газопровода между автоматическими отсекающими, м³.

2. Эквивалентное количество АХОВ, перешедшее во вторичное облако, вычисляется как

$$Q_{32} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}, \quad (7)$$

где Q_{32} – эквивалентное количество АХОВ во вторичном облаке, т; K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (см. табл. 3); K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. 4).

Таблица 4

Значение коэффициента K_4 , учитывающего скорость ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
K_4	1,00	1,33	1,67	2,00	2,34	2,67	3,00	3,34	3,67	4,00	5,68

K_6 – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после аварии ($T_{ав}$) – определяется по табл. 5 или после расчета времени испарений ($T_{исп}$) по уравнению (8).

Время испарения – это продолжительность действия АХОВ:

$$T_{исп} = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \quad (8)$$

$$K_6 = \begin{cases} T_{ав}^{0,8} & \text{при } T_{ав} < T_{исп} \\ T_{исп}^{0,8} & \text{при } T_{ав} \geq T_{исп} \end{cases}.$$

При $T_{исп}$ меньше одного часа K_6 принимается как K_6 для 1 ч, т. е. $K_6 = T_{исп}^{0,8} = T_{ав}^{0,8} = 1^{0,8} = 1$.

Значение K_6 до 7 ч после аварии представлены в табл. 5.

Таблица 5

Значение K_6 в зависимости от времени, прошедшего после аварии

Время после начала аварии, ч	1	2	3	4	5	7
K_6	1,00	1,74	2,41	3,03	3,52	4,80

В случае полного разрушения химически опасного объекта расчет эквивалентного количества АХОВ в облаке ведется как и для вторичного облака:

$$Q_3 = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \sum_{i=1}^n K_{2i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i} \cdot \frac{Q_i}{d_i}, \quad (9)$$

где K_{ji} – j -е коэффициенты для i -го АХОВ; n – количество одновременно выброшенных в окружающую среду наименований АХОВ; Q_i – запасы i -го АХОВ на объекте, т; d_i – плотность i -го АХОВ, т/м³ (табл. 11).

3. По табл. 6 определяется глубина распространения первичного (Γ_1) и вторичного (Γ_2) облаков АХОВ. Общую глубину (дальность) распространения (Γ_Σ) зараженного воздуха вычисляют по формуле (10). Этот расчет осуществляется только для сжиженных газов, образующих при аварии первичное и вторичное облако:

$$\Gamma_\Sigma = \Gamma' + 0,5\Gamma'', \quad (10)$$

где Γ_Σ – общая глубина распространения облака зараженного АХОВ воздуха, км; Γ' – большее из значений Γ_1 и Γ_2 , км; Γ'' – меньшее из значений Γ_1 и Γ_2 , км.

Таблица 6

Глубина зоны заражения, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т							
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10
1 и менее	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76
15 и более	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07

Окончание табл. 6

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т							
	20	30	50	100	300	500	1000	2000
1 и менее	29,56	38,13	52,67	81,91	166	231	363	572
2	16,44	21,02	28,78	44,09	87,79	121	189	295
3	11,94	15,18	20,59	31,30	61,47	84,50	130	202
4	9,62	12,18	16,43	24,80	48,18	65,92	101	157
5	8,19	10,38	13,88	20,82	40,11	54,67	83,67	129
6	7,20	9,06	12,14	18,18	34,67	47,09	71,70	110
7	6,48	8,14	10,87	16,17	30,73	41,63	63,16	96,30
10	5,31	6,50	8,50	12,54	23,49	31,61	47,53	71,90
15 и более	4,34	5,31	6,86	9,70	17,60	23,50	34,98	52,37

4. Общая глубина распространения облака зараженного воздуха Γ_Σ сравнивается с возможным предельным значением глубины переноса воздушных масс (Γ_n), в километрах, определяемым как

$$\Gamma_n = T_{ав} \cdot V_n, \quad (11)$$

где $T_{ав}$ – время от начала аварии, ч; V_n – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха (табл. 7).

Таблица 7

Скорость переноса переднего фронта облака
зараженного воздуха в зависимости от скорости ветра, км/ч

Состояние атмосферы (степень вертикальной устойчивости воздуха)	Скорость ветра, м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	15
Инверсия	5	10	16	21	–	–	–	–	–	–
Изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	59	88
Конвекция	7	14	21	28	–	–	–	–	–	–

Степени вертикальной устойчивости воздуха (СВУВ) при разной погоде определяется по табл. 8.

Таблица 8

Степень вертикальной устойчивости воздуха

Погода	Скорость ветра, м/с		
	Менее 2	2 – 3,9	Более 4
Ночь: – ясно, переменная облачность – сплошная облачность	ИН ИЗ	ИЗ ИЗ	ИЗ ИЗ
Утро: – ясно, переменная облачность – сплошная облачность	ИЗ (ИН) ИЗ	ИЗ (ИН) ИЗ	ИЗ (ИН) ИЗ
День: – ясно, переменная облачность – сплошная облачность	К (ИЗ) ИЗ	ИЗ ИЗ (ИН)	ИЗ ИЗ
Вечер: – ясно, переменная облачность – сплошная облачность	ИН ИЗ	ИЗ (ИН) ИЗ	ИЗ ИЗ

П р и м е ч а н и я :

1. Обозначения: ИН – инверсия; ИЗ – изотермия; К – конвекция; буквы в скобках – при снежном покрове.
2. Под термином «утро» понимается период времени в течение двух часов после восхода Солнца; под термином «вечер» – в течение двух часов после захода Солнца.
3. Период от восхода до захода Солнца за вычетом двух утренних часов – день, а период от захода до восхода Солнца за вычетом двух вечерних часов – ночь.
4. Скорость ветра и степень вертикальной устойчивости воздуха принимается в расчетах на момент аварии.

Для газообразных АХОВ Γ_{Σ} вычисляют лишь для первичного облака, а для жидких – для вторичного.

5. Вычисляется площадь зоны возможного заражения АХОВ ($S_{\text{в}}$) по формуле (12) как для первичного, так и для вторичного облака [1]:

$$S_{\text{в}} = 8,72 \cdot 10^{-3} (\Gamma_{\text{п}})^2 \cdot \varphi' / 60, \quad (12)$$

где φ' – угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ, градусы (половина угла сектора, в пределах которого возможно распространение облака АХОВ с заданной достоверностью P_R).

Величина φ' зависит от нескольких факторов, основными из которых являются метеорологические и топографические условия. Значения φ' для различной вертикальной устойчивости воздуха в доверительной вероятности приведены в табл. 9.

Таблица 9

Значения φ' в зависимости от вертикальной устойчивости воздуха и доверительной вероятности P_R , градусы

Параметр	СВУВ	Значение P_R		
		0,5	0,75	0,9
Прогнозирование распространения первичного облака АХОВ	Инверсия	9	15	20
	Изотермия	12	20	25
	Конвекция	15	25	30
Прогнозирование распространения вторичного облака АХОВ при времени испарения АХОВ от 2 до 6 ч	Инверсия	12	20	30
	Изотермия	15	25	40
	Конвекция	20	35	50
Прогнозирование распространения вторичного при времени испарения АХОВ от 6 до 12 ч	Изотермия	22	37	52
Прогнозирование распространения вторичного при времени испарения АХОВ от 12 до 24 ч	Изотермия	30	50	70

Доверительная вероятность P_R отражает характер решаемых задач. Так, при решении задачи «угрозы» (в интересах раннего предупреждения и оповещения) доверительная вероятность принимается равной 0,9. Если известен весь набор исходной информации об объекте в условиях выброса, то $P_R = 0,5$. Во всех остальных случаях $P_R = 0,75$.

Кроме того, при определении значения φ' , дополнительно учитывается время, за которое оценивается значение угла сектора. Данное время отождествляется с временем испарения АХОВ. При превышении времени испарения на 24 ч оно принимается постоянным (равным 24 часа), а глубина распространения облака АХОВ в этом случае оценивается как максимальная среднесуточная.

6. Вычисляется площадь зоны фактического заражения АХОВ [2]:

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma_{\Sigma}^2 \cdot \varphi' / 60, \quad (13)$$

где K_8 – коэффициент, который зависит от степени вертикальной устойчивости воздуха и принимается равным 0,0814 – для инверсии; 0,133 – для изотермии; 0,235 – для конвекции [5].

7. Вычисляется время подхода облака зараженного воздуха к заданному объекту:

$$t = \frac{X}{V_B}, \quad (14)$$

где X – расстояние от источника заражения до заданного объекта, км; V_B – скорость ветра, м/с.

8. Нанесение зоны возможного заражения на карту (схему):

– определить местоположение источника заражения (точка «0»);

– определить направление распространения АХОВ (V_B);

– провести границу распространения АХОВ радиусом, равным Γ_Σ , с учетом направления ветра V_B и угла φ с центром в точке «0» (рис. 2).

Зона возможного заражения от облака АХОВ на картах (схемах) ограничена окружностью, полуокружностью или периметром сектора, имеющего угловые размеры φ (рис. 2, а), радиус r равен глубине зоны заражения Γ_Σ . Угловые размеры сектора (зоны) в зависимости от скорости ветра (C_B) приведены в табл. 10.

Таблица 10

Угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ
в зависимости от скорости ветра

C_B , м/с	$< 0,5$	0,6–1,0	1,1–2,0	$> 2,0$
φ , градусы	360	180	90	45

При скорости ветра меньше 0,5 м/с зона заражения имеет вид круга. Точка «0» соответствует местоположению источника излучения; угол $\varphi = 360^\circ$; радиус круга r равен глубине зоны заражения (см. рис. 2, а). При скорости ветра от 0,5 до 2 м/с угол $\varphi = 180^\circ$, зона заражения показана на рис. 2, б. При скорости ветра более 2 м/с угол $\varphi = 45^\circ$; радиус сектора r равен глубине зоны; биссектриса сектора совпадает с осью облака и направлением ветра (рис. 2, в).

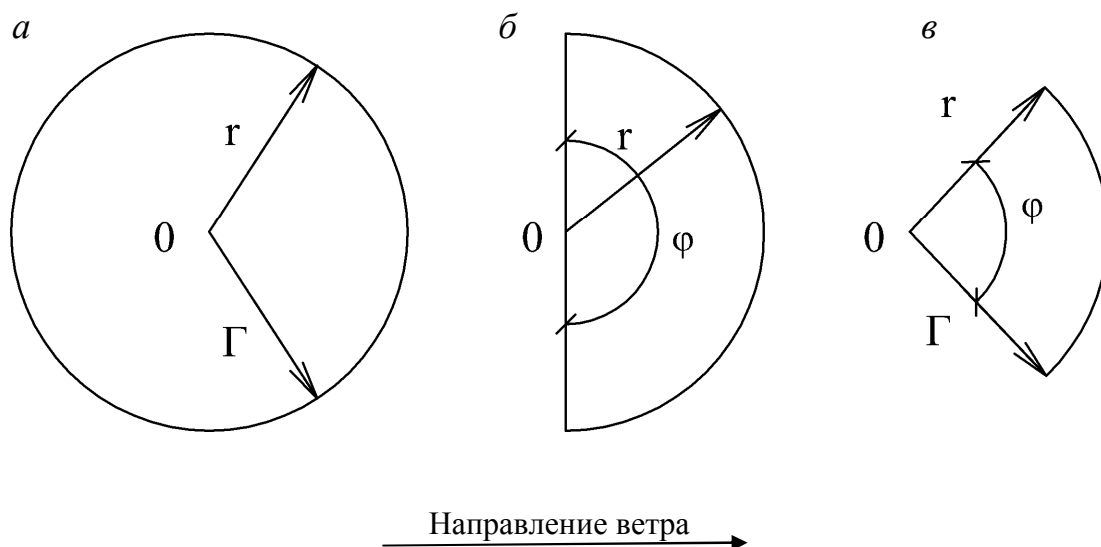


Рис. 2. Схема нанесения на карту зон взаимного заражения от облака АХОВ

Площади района аварий и возможного распространения первичного и вторичного облаков АХОВ принято обозначать сплошной линией синего цвета. Рядом с условным знаком делается надпись синим цветом со сведениями об АХОВ, его количестве и времени аварии. Площадь района аварии закрашивается желтым цветом [3].

9. Вычисляются возможные общие потери населения в очаге поражения АХОВ [6]:

$$P_o = S_{\phi} \left[\frac{\Gamma_r}{\Gamma} \Delta K + \left(1 - \frac{\Gamma_r}{\Gamma} \right) \Delta' K' \right], \quad (15)$$

где P_o – общие потери населения в очаге поражения АХОВ, чел.; Γ_r – глубина распространения облака, зараженного АХОВ, воздуха в городе, км; Δ, Δ' – средняя плотность населения в городе и загородной зоне соответственно, чел/км²; K, K' – доли незащищенного населения в городе и загородной зоне соответственно, вычисляемые как

$$K = 1 - n_1 - n_2; \quad (16)$$

$$K' = 1 - n_1' - n_2', \quad (17)$$

где n_1, n_1' – доля населения, обеспеченного противогазами, в городе и в загородной зоне соответственно; n_2, n_2' – доля населения, обеспеченного убежищами, в городе и загородной зоне соответственно.

Для оперативных расчетов принимается, что структура людских потерь в очаге поражения АХОВ составит:

- 35 % – безвозвратные потери;
- 40 % – санитарные потери тяжелой и средней форм тяжести (выход людей из строя не менее чем на 2–3 недели с обязательной госпитализацией);
- 25 % – санитарные потери легкой формы тяжести.

5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

«Оценка химической обстановки»

Произвести оценку химической обстановки в случае аварий в хранилищах или повреждений емкостей, содержащих АХОВ, на химических объектах или транспорте. Оценку произвести для случаев выброса АХОВ в атмосферу в газообразном, парообразном и аэрозольном состояниях [7].

В результате оценки химической обстановки определить глубину зоны заражения АХОВ; площадь зоны заражения АХОВ, время подхода зараженного воздуха к объекту; продолжительность поражающего действия АХОВ, а также ожидаемые потери населения с учетом плотности (количества) населения в зоне возможного химического заражения и степени его защиты.

Исходные данные для решения задач представлены в табл. 11.

Исходные данные для решения задач

Номер варианта	Тип АХОВ	Количество АХОВ, Q ₀	Характер разлива	Высота поддона, м	Облачность	Скорость ветра, м/с	Время суток, ч, мин	T, °C	Температура воздуха, °C	Расстояние X, км
1	Хлор	50	пд	2	пр	2	5.30	4	20	9
2	Аммиак	100	обв	3	спл	2	19.30	2	0	3
3	Сернистый ангидрид	200	св	—	ясно	3	4.20	3	30	6
4	Хлор	10	пд	1	ясно	2	13.30	4	15	10
5	Фосген	45	пд	1	спл	1	7.30	5	35	13
6	Сероводород	9	св	—	ясно	2	15.00	2	20	2
7	Метил хлористый	90	обв	3	пр	3	12.10	6	–20	5
8	Фосген	30	пд	1,5	пр	4	3.25	2	30	7
9	Аммиак	500	обв	2	сжпл	1	14.50	3	–15	2
10	Водород хлористый	60	пд	1	ясно	1	11.35	1	–15	3
11	Метиламин	10	св	—	пр	3	9.35	2	15	2
12	Хлор	500	пд	2	пр	4	17.20	2	–10	5
13	Водород хлористый	30	обв	1	спл	6	8.40	1	–20	8
14	Метил хлористый	100	пд	1	ясно	2	17.30	3	30	5
15	Фосген	75	пд	1	спл	5	3.00	4	20	2
16	Аммиак	700	обв	2	пр	4	9.40	5	15	3
17	Фосген	5	св	—	пр	2	8.50	1	30	2
18	Метиламин	5	св	—	ясно	1	5.00	1	25	1
19	Сернистый ангидрид	500	св	—	спл	6	19.45	4	0	3
20	Хлор	400	пд	2	спл	3	21.30	3	–10	3
21	Аммиак	900	обв	3	спл	3	13.10	4	15	2
22	Метиламин	50	обв	1	ясно	2	22.00	3	20	2
23	Фосген	90	пд	2	спл	1	3.30	1	35	1
24	Хлор	100	обв	2	пр	5	5.50	1	–5	3

Примечание: пд – в поддон; св – свободно; обв – в обваловку; пр – переменная; спл – сплошная.

Основные характеристики АХОВ приведены в табл. 12 [8].

Таблица 12

Основные характеристики АХОВ

Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсидоза, мг мин/л
	Газ	Жидкость		
Аммиак	0,0008	0,681	–33,42	15
Водород	0,0016	1,191	–85,10	2,0
Метиламин	0,0014	0,699	–6,5	1,2
Метил хлористый	0,0023	0,988	–23,76	10,08
Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	–10,1	1,8
Сероводород	0,0015	0,964	–0,35	16,1
Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6
Хлор	0,0032	1,553	–34,1	0,6

Проверка результатов, полученных студентами при оценке химической обстановки, осуществляется преподавателем при помощи электронной версии.

Население, проживающее вблизи химического объекта (ХО), услышав сигналы оповещения об авариях с выбросом АХОВ по радио (телевидению) или подвижным громкоговорящим средствам, должно надеть противогазы, закрыть окна и форточки, отключить электронагревательные и бытовые приборы, газ (погасить огонь в печах), одеть детей, взять теплую одежду и питание (трехдневный запас непортящихся продуктов), предупредить соседей, быстро, но без паники выйти из жилого массива в указанном направлении или в сторону, перпендикулярную к направлению ветра, желательно на возвышенный, хорошо проветриваемый участок местности на расстояние не менее 1,5 километра от предыдущего места пребывания и остаться там до получения дальнейших распоряжений. В случае отсутствия противогаза необходимо максимально быстро удалиться из зоны заражения. Для защиты органов дыхания можно использовать подручные средства из ткани, смоченные в воде, а также меховые и ватные части одежды. Если закрыть ими органы дыхания, снижается количество вдыхаемого газа, а следовательно, и тяжесть поражения.

При движении на зараженной местности **необходимо строго соблюдать следующие правила:**

- двигаться быстро, но не бежать и не поднимать пыли;
- не прислоняться к зданиям и не касаться окружающих предметов;
- не наступать на встречающиеся на пути капли жидкости или порошкообразные россыпи неизвестных веществ;
- не снимать средств индивидуальной защиты до распоряжения;
- при обнаружении капель АХОВ на коже, одежде, обуви, средствах индивидуальной защиты снять их тампоном из бумаги, ветоши или носовым платком, а после промыть обильным количеством воды;

- по возможности оказать необходимую помощь пострадавшим детям и престарелым людям, не способным двигаться самостоятельно.

После выхода из зоны заражения нужно пройти санитарную обработку. Получившие значительные поражения (признаками чего являются кашель, тошнота и др.) должны обратиться в медицинские учреждения для определения степени поражения и проведения профилактических и лечебных мероприятий.

Об устранении опасности химического поражения и о порядке дальнейших действий население извещается штабом гражданской обороны или службами МЧС, органами милиции. Во всех случаях вход в жилые помещения и производственные здания, подвалы и другие помещения разрешается только после контрольной проверки содержания АХОВ в воздухе помещений.

6. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

Задача 1. Определить глубину распространения АХОВ при аварии на химически опасном объекте при следующих исходных данных: тип АХОВ – хлор; количество АХОВ $Q_0 = 96$ т; условия хранения АХОВ – жидкость под давлением; высота обвалования $H = 2$ м; метеоусловия: изотермия; температура воздуха $T_{\text{в}} = 10$ °С; скорость ветра $V = 2$ м/с, время после аварии – 4 ч.

Решение

1. Вычислить эквивалентное количество хлора, перешедшее в первичное и вторичное облака:

а) вычислить эквивалентное количество хлора, перешедшее в первичное облако, по формуле (4), воспользовавшись табл. 3 и пояснениями к уравнению (4):

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K'_7 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 0,8 \cdot 96 = 3,18 \text{ т};$$

б) вычислить эквивалентное количество хлора, перешедшее во вторичное облако, по формуле (7), воспользовавшись табл. 3, 4 и 12 и пояснениями к ним:

$$K_6 = T_{\text{исп}}^{0,8} = 4^{0,8} = 3,03;$$

$$Q_{\text{э2}} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K''_7 \cdot \frac{Q_0}{hd};$$

$$Q_{\text{э2}} = (1 - 0,18) \cdot 0,052 \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot 0,23 \cdot 3,03 \cdot 1,0 \cdot \frac{96}{1,553 \cdot 1,8} = 1,36 \text{ т}.$$

2. По табл. 3 определить глубину распространения первичного и вторичного облаков АХОВ.

В данном случае для скорости ветра в приземном слое 2 м/с глубина распространения первичного (Γ') и вторичного облаков (Γ'') АХОВ составит соответственно 5,53 км и 3,14 км.

3. Общая глубина распространения облака воздуха (Γ_{Σ}), зараженного АХОВ, вычисляется по формуле (10):

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 7,1 \text{ км.}$$

4. Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс (Γ_{Π}) вычислить по формуле (11):

$$\Gamma_{\Pi} = T_{\text{ав}} \cdot V = 4 \cdot 12 = 48 \text{ км/ч.}$$

В рассматриваемом примере для $T = 4$ ч и изотермии скорость переноса переднего фронта облака воздуха, зараженного АХОВ, $V_{\text{в}} = 12$ км/ч (см. табл. 7). Так как $\Gamma_{\Sigma} < \Gamma_{\Pi}$, общая глубина распространения зараженного АХОВ воздуха составит $\Gamma = 7,1$ км.

5. Определить продолжительность действия АХОВ (время испарения $T_{\text{исп}}$) по уравнению (8).

6. Определить (рассчитать) зоны возможного (Γ_{Π}) и общего (Γ_{Σ}) загрязнения по уравнениям (12) и (13).

Задача 2. В результате аварии на химически опасном объекте произошел выброс АХОВ. Определить время подхода облака зараженного АХОВ воздуха к населенным пунктам при следующих исходных данных:

- расстояния от источника выброса АХОВ до населенных пунктов составляют: $X_1 = 2$ км; $X_2 = 6$ км; $X_3 = 12$ км;
- метеоусловия: изотермия; скорость ветра $V_{\text{в}} = 2$ м/с.

Решение

1. По табл. 7 определяется скорость переноса переднего фронта облака зараженного АХОВ воздуха, зависящая от скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха: $V = 12$ км/ч.

2. По формуле (14) вычисляют время подхода облака зараженного воздуха к каждому населенному пункту: $t_1 = 0,17$ ч; $t_2 = 0,52$ ч; $t = 1$ ч.

Задача 3. На химически опасном объекте произошел выброс фосгена. Определить ожидаемые общие потери населения и их структуру при следующих исходных данных:

- глубина распространения облака зараженного воздуха $\Gamma_{\Sigma} = 12$ км, в том числе в городе $\Gamma_{\Gamma} = 5$ км;
- площадь зоны фактического заражения $S_{\text{ф}} = 25,8 \text{ км}^2$;
- средняя плотность населения в городе $\Delta = 2 \text{ 800 чел./км}^2$; в загородной зоне – $\Delta' = 140 \text{ чел./км}^2$;
- обеспеченность населения противогАЗами: в городе – $n_1 = 60 \%$; в загородной зоне – $n_1' = 50 \%$;

• обеспеченность населения убежищами: в городе – $n_2 = 10 \%$; в загородной зоне – $n_2' = 0 \%$.

Решение

1. Вычислить долю незащищенного населения по формулам (16) и (17):

а) в городе: $K = 1 - n_1 - n_2 = 1 - 0,6 - 0,1 = 0,3$;

б) в загородной зоне: $K' = 1 - n_1' - n_2' = 1 - 0,5 - 0 = 0,5$.

2. Вычислить возможные общие потери населения в очаге поражения АХОВ по формуле (15):

$$P_0 = S_{\phi} \cdot \left[\frac{\Gamma_r}{\Gamma} \cdot \Delta K + \left(1 - \frac{\Gamma_r}{\Gamma} \right) \cdot \Delta' K' \right] = 25,8 \cdot \left[\frac{5}{12} \cdot 2800 \cdot 0,3 + \left(1 - \frac{5}{12} \right) \cdot 140 \cdot 0,5 \right] = 25,8 \cdot (350 + 40,8) = 10\,083 \text{ чел.}$$

3. Структура потерь может составить:

- $10\,083 \cdot 0,35 = 3\,529$ чел. – безвозвратные;
- $10\,083 \cdot 0,40 = 4\,033$ чел. – санитарные тяжелой и средней форм тяжести;
- $10\,083 \cdot 0,25 = 2\,521$ чел. – санитарные легкой формы тяжести.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое АХОВ?
2. Приведите классификацию опасных химических веществ по степени воздействия их на организм человека.
3. Что такое токсичность и индекс токсичности АХОВ?
4. Перечислите основные характеристики токсичности АХОВ и дайте им определение, назовите единицы измерения токсодоз.
5. Охарактеризуйте способы хранения АХОВ на опасных химических предприятиях.
6. Назовите основные параметры зоны химического поражения и поясните их сущность.
7. Что такое первичное и вторичное облака зараженного воздуха?
8. Поясните в чем сущность инверсии, конверсии и изотермии.
9. Назовите необходимые исходные данные для оценки масштабов заражения АХОВ.
10. Охарактеризуйте последовательность выполнения расчетов при оценке масштабов заражения АХОВ при авариях.
11. Что такое стойкость АХОВ и отчего она зависит?

ЛИТЕРАТУРА

1. Подвигин, Г. П. АХОВ и защита от них : учеб. пособие / Г. П. Подвигин ; под общ. ред. Г. В. Якутина. – СПб., 2005. – 60 с.
2. Сильнодействующие ядовитые вещества и защита от них / под ред. В. А. Владимирова. – М. : Воениздат, 1989. – 176 с.
3. Атаманюк, В. Г. Гражданская оборона / В. Г. Атаманюк, Л. Г. Ширшов, Н. И. Акимов ; под ред. Д. И. Михайлика. – М. : Высш. шк., 1986. – 207 с.
4. Жалковский, В. И. Защита населения в чрезвычайных ситуациях : учеб. для вузов / В. И. Жалковский, З. С. Ковалевич. – Минск : ООО «Мисанта», 1998. – 110 с.
5. Защита населения и объектов народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях : учеб. для вузов / М. И. Постник [и др.] ; под ред. М. И. Постника. – Минск : Университетское, 1997. – 278 с.
6. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / Л. А. Михайлов [и др.] ; под ред. Л. А. Михайлова. – М. ; СПб. : «Питер», 2009. – 460 с.
7. Пустовит, В. Т. Оценка радиационной, химической и экологической обстановки / В. Т. Пустовит. – Минск : ДизайнПРО, 1996. – 32 с.
8. Краткий справочник химика. – М. ; Л. : «Химия», 1964. – 620 с.

Учебное издание

Бражников Михаил Михайлович
Кирвель Иван Иосифович
Калинович Анатолий Станиславович

***ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ***

Методическое пособие
для практических занятий по дисциплине
«Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях.
Радиационная безопасность»

Редактор Л. А. Шичко
Корректор Е. Н. Батурчик
Компьютерная верстка Е. Г. Бабичева

Подписано в печать 13.05.2010.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 1,6.

Формат 60х84 1/16.
Отпечатано на ризографе.
Тираж 200 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л.
Заказ 106.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6