

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

*Кафедра Управления судном и
промрыболовства*

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
по теме: *Расчет зоны поражения при аварии на химически
опасном объекте*

Методические указания к расчетно-графическому заданию
по дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности» и «Безопасность труда»
для технических специальностей и направлений

Мурманск
2015

УДК 331.453:66.013.8(076.5)

ББК 68.9я73

Р 24

Составитель - Светлана Николаевна Судак канд. техн. наук, доцент кафедры управления судном и промышленного рыболовства Морской Академии Мурманского государственного технического университета

Методические указания к расчетно-графическому заданию по теме «Расчет зоны поражения при аварии на химически опасном объекте» дисциплине «Охрана труда в рыбной промышленности» для студентов специальности 260302.65 «Технология рыбы и рыбных продуктов», по дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности» и «Безопасность труда» для направлений 020101.62 «Химия», 020400.62 «Биология», 141200.62 «Холодильная и криогенная техника и системы жизнеобеспечения» и других технических направлений, рассмотрены и одобрены кафедрой 18 декабря 2014 г., протокол № 4.

Рецензент – Н.Е. Подобед, канд. техн. наук, доцент кафедры Управления судном и промышленного рыболовства МГТУ

© Мурманский государственный
технический университет, 2015

© С.Н. Судак, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п		Стр.
1	ВВЕДЕНИЕ	4-7
2	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	7-12
3	ЗАДАНИЕ	12
4	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТОВ	12-19
5	ПРИМЕР	19-21
	ЛИТЕРАТУРА	21
	ПРИЛОЖЕНИЯ 1-6	22-28

- ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** 1. Рассчитать глубину «Г» и ширину «Ш» зоны химического заражения при аварии на химически опасном объекте (ХОО).
2. Рассчитать площади зон фактического и возможного химического заражения.
 3. Определить время подхода переднего фронта зараженного воздуха к объекту.
 4. Нарисовать карту-схему зон фактического и возможного заражения и маршрута эвакуации персонала.
 5. Определить возможные потери среди персонала при аварии на ХОО.
 6. Сделать вывод.

ВВЕДЕНИЕ

Под *химической безопасностью* понимается совокупность мероприятий (система экологического менеджмента), при которых держится на минимально низком уровне риск возникновения аварии на химическом опасном объекте, а также риск воздействия этих веществ на человека.

Химическая опасность и ее специфические особенности:

- химические продукты находятся на большинстве химически опасных объектах;
- опасность химических веществ и продуктов проявляется как при авариях, так и при нормальном режиме работы промышленных предприятий. Все химические промышленные объекты функционируют согласно принципу открытой системы. Все химические составляющие являются более или менее токсичными, чье попадание в ближайшую окружающую среду опасно и нежелательно;
- опасность от попадания токсичных веществ в окружающую среду (воздух, вода, почва) проявляется даже на большом удалении от источников химического загрязнения;
- химическому токсическому поражению подвержено всё живое.

В области безопасности труда в химической промышленности применяются технологические методы для снижения уровня опасности:

1 метод - безопасный регламент и его установление, настолько безопасный, что даже при неожиданных возмущениях процесса опасные параметры не приблизятся к границам устойчивости. Кроме того снижение скорости процесса может быть достигнуто путем уменьшения скорости подачи компонентов, варьирования режима температуры, применения специальных разбавителей.

2 технологический метод – замена периодического или полунепрерывного технологического процесса непрерывным.

Важным моментом *обеспечения промышленной безопасности* является инженерная сфера, где можно выделить четыре главных направления.

Первое направление, традиционное, - использование современного оборудования, введение технологических систем обеспечения безопасности, таких как двойные стенки резервуаров, предохранительные клапаны, факельные системы.

Второе направление – сокращение объема опасных веществ или замена их на неопасные компоненты (функционально подобными исходным веществам), а также модифицирование уже применяемых технологических процессов.

Третье направление – административное: внедрение системы менеджмента качества (СМК), осуществление планирования, руководства и контроля за всей системой действий, обеспечивающих безопасность (ответственность, учет человеческого фактора, подготовка персонала, осуществление необходимого контроля технологий).

Четвертое направление – организация срочных действий в опасных чрезвычайных ситуациях, которые осуществляются при помощи системы раннего обнаружения и максимального предупреждения аварии, всевозможных технических средств необходимых для противодействия распространения аварии: водяные и паровые завесы, управляемые источники воспламенения, нейтрализаторы токсичности пара, облаков и т.п.

Основы безопасности труда на химических предприятиях закреплены законодательством РФ (например: постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 401 «О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору», Приказ Ростехнадзора от 21.11.2013 № 559 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов») и закладываются ещё на стадии строительства объекта в генеральном плане. В нем учитываются следующие требования:

- объединение производств и служб для технологической связи;
- определение безопасных разрывов по санитарной классификации и с учётом изменения технологии и реконструкции цехов;
- обеспечение проветривания территории и ликвидация застойных зон для удаления скопления вредных и опасных выделений;
- локализация неблагоприятных факторов (шума, пыли-, пара- и газовых выделений при авариях).

Механизация труда освобождает рабочего от тяжёлых операций, ликвидирует контакты с опасными веществами. Поэтому должна быть предусмотрена, в первую очередь, максимальная степень механизации и автоматизации для погрузочно-разгрузочных и ремонтных работ.

Надёжное средство защиты от потенциально опасных химических процессов – это создание автоматических систем защиты. *Автоматизация труда* – применение технических средств и специальных систем управления, частично или полностью освобождающих человека от непосредственного участия в процессе производства, получения, преобразования и т.п. энергии, материалов и информации.

Основные виды аварий на химически опасных предприятиях – это взрыв, пожар, выброс (утечка) опасных веществ. Причины аварий можно разделить на группы:

Технические причины:

- неудовлетворительное техническое состояние оборудования;
- неисправность (отсутствие) средств автоматической защиты и сигнализации;
- несовершенство технологии или конструктивные недостатки;
- нарушение регламента ремонтных работ или их качество;
- использование в технических устройствах материалов и (или) частей, не соответствующих проекту.

Организационные причины:

- неправильная организация производства работ;
- неэффективность производственного контроля;
- неосторожные или несанкционированные действия исполнителей работ;
- отступления от требований проектной, технологической документации.

Наряду с развитием прогресса устойчиво растет количество техногенных аварий с тяжелыми последствиями для экологии окружающей среды и для человеческого здоровья.

К числу химически опасных поднадзорных производств и объектов относятся:

1. объекты, связанные с производством или использованием сжиженного аммиака, других хладагентов и криопродуктов;
2. объекты, связанные с производством хлора, хлорсодержащих веществ;
3. объекты, связанные с производством и использованием концентрированных кислот и щелочей, а также объекты по производству минеральных удобрений, на которых сосредоточены в изотермических резервуарах постоянные запасы сжиженного аммиака от 10 до 30 тыс. т и более;
4. водоочистные сооружения городов, на которых содержатся до сотен тонн сжиженного хлора;
5. объекты по хранению и уничтожению химического оружия, а также специальные химические производства и объекты ракетно-космической деятельности, на которых хранятся и используются химически опасные вещества.

Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты, отнесены к следующим группам опасности:

1-я группа – предприятия и организации основного химического профиля, а также другие опасные производственные объекты, подлежащие декларированию;

2-я группа – предприятия и организации, не относящиеся к 1-й группе, но имеющие в своем составе объекты, на которых при аварии возможно распространение поражающих факторов за границы опасного производственного объекта;

3-я группа – предприятия и организации, имеющие в своем составе опасные производственные объекты, не относящиеся к двум первым.

Объект хранящий, перерабатывающий, транспортирующий или использующий опасные химические вещества (ОХВ), называется *химически опасным*.

Под *химически опасными объектами* (ХОО) понимают объекты при авариях и разрушениях которых могут произойти массовые поражения людей, животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды (ГОСТ Р 22.0.05-94).

При взрыве или поломке оборудования на ХОО могут произойти несчастные случаи, часты случаи химического заражения окружающей среды. К опасным объектам, в первую очередь, относятся предприятия химической, нефтехимической промышленности, где токсические вещества содержатся в сырье, продуктах и отходах. Крупнотоннажные склады хранения АХОВ зачастую располагаются в густонаселенных районах (вблизи городов, нередко в черте города). В перечень ХОО входят:

- транспорт (морские и речные танкеры, трубопроводы, автоцистерны и т.д.);
- терминалы, порты и склады на пунктах перемещения АХОВ;

- производства отраслей промышленности, использующих АХОВ (например, пищевой);
- комплексы по переработке нефтяного и газового сырья;
- цеха, которые производят и потребляют АХОВ, комбинаты и заводы отраслей промышленности, связанных с химией;
- станции очистки сточных вод.

Во время разрушений химически опасных объектов в зону заражения часто попадают участки местности с большой плотностью населения. При попадании в зону возможного химического заражения хотя бы 10% людей, живущих на административно-территориальной единице России, такую единицу считают химически опасной.

Специально выделенную территорию между близлежащими жилыми зданиями и промышленными предприятиями называют *санитарно-защитной зоной (СЗЗ)*. Назначение СЗЗ – защитить гражданское население от влияния вредных производственных факторов (пыль, вредные выбросы, шум и т.д.). Эта зона устанавливается вокруг объекта из-за возможного выброса или вылива АХОВ на потенциально опасном экономическом объекте для уменьшения или предотвращения влияния небезопасных факторов функционирования ХОО на население, растения и животных.

Санитарно-защитная зона разделяет промышленную площадку и жилищную застройку, ландшафтно-рекреационную зону, зону отдыха, курорта с неизменным обозначением границ особыми информационными знаками. Линия, которая ограничивает размещение жилых зданий, наземных сооружений и строений и находящаяся на некотором расстоянии (определяющемся градостроительными нормативами) от красной линии, называется *границей жилой застройки*.

Размеры санитарно-защитной зоны варьируются от 50 до 1000 м и зависят от класса опасности предприятия. По действующим Санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 г. № 74), все предприятия делятся на пять классов (это деление зависит от степени вредности выделяемых выбросов и наличия очистных сооружений).

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Интенсивное развитие науки и техники и создание новых материалов для народного хозяйства обусловили широкое применение *сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ)*, в том числе и *аварийно химических опасных веществ (АХОВ)*.

Сильнодействующее ядовитое вещество (СДЯВ) – это химическое вещество, применяемое в народном хозяйстве, которое при проливе (выливе) или выбросе может приводить к загрязнению воздуха на уровне поражающих концентраций.

Аварийно-химически опасное вещество (АХОВ) – это химическое вещество или соединение, которое при выбросе или проливе в окружающую среду в результате аварии или диверсии способно вызывать массовое поражение людей или животных, а также заражение воздуха, воды, почвы, растений и различных объектов выше установленных предельно-допустимых значений.

На ХОО АХОВ являются исходным сырьем, промежуточными и побочными продуктами, а также растворителями и средствами обработки. Запасы этих веществ могут быть сосредоточены в резервуарах, находиться в технологической аппаратуре, в транспортных средствах (продуктопроводы, цистерны, танки судов).

Повреждение или разрушение хранилищ, цистерн, технологических емкостей и трубопроводов в результате аварий приводит к попаданию АХОВ в почву, в водоемы и воздух с последующим образованием зоны заражения.

Химическая авария – это химическая авария на ХОО, которая сопровождается выбросом или проливом *опасных химических веществ (ОХВ)*, способная с высокой вероятностью привести к отравлению или массовой гибели людей, растений и животных, и заражению окружающей природной среды. Именно поэтому к промышленной безопасности химических объектов уделяется особое внимание.

Выброс ОХВ – это выход ОХВ при разгерметизации за сравнительно малый промежуток времени из емкостей для транспортирования или хранения, технологических установок в количестве, которое способно привести к химической аварии.

Пролив ОХВ – это вытекание при разгерметизации из емкостей для транспортирования или хранения, технологических установок в количестве, которое способно вызвать химическую аварию.

Зона химического заражения (ЗХЗ) – это местность, которая подверглась заражению АХОВ, находящихся в парообразном, аэрозольном и газообразном, а так же капельножидком состоянии.

Очаг поражения аврийно–химически опасными веществами (АХОВ) – это территория, на которой вследствие воздействия АХОВ произошло массовое поражение людей, растений и сельскохозяйственных животных. Следовательно, очаг поражения образуется во внутренней части зоны химического заражения АХОВ, при этом имеет неидентичные с последней границы.

Размеры ЗХЗ прямо зависит от количества АХОВ на объекте в момент возникновения катастрофы и обратно зависят от величины токсодозы (мг·мин/л), их токсических и физико-химических свойств, характера местности и метеоусловий.

Источники химической опасности в случае аварий на опасных производственных объектах:

1. залповые выбросы АХОВ в атмосферу с последующим заражением источников воды, местности, воздуха;
2. «химический» тип пожара с поступлением АХОВ и различных продуктов горения в окружающую среду;
3. сброс АХОВ в водоемы;
4. взрывы АХОВ, а также сырья, необходимого для их получения или же исходных продуктов;
5. образование зон с высоким уровнем задымления и последующее осаждение АХОВ в виде «пятен» по следу, оставшемуся после распространения облака зараженного воздуха, миграцией и возгонкой.

Каждый из источников опасности (поражения), указанных выше по времени и месту, могут проявляться последовательно, отдельно либо в сочетании с другими источниками,

или же многократно повторяться в различных комбинациях. Это зависит от условий аварии, физико–химических характеристик АХОВ, метеоусловий и особенностей местности.

При авариях на химически опасных производствах с выбросом АХОВ возможно поражение не только обслуживающего персонала, но и людей, находящихся в прилегающих жилых массивах или в зоне действия распространяющегося по ветру облака с опасными веществами.

Таким образом, при возникновении химических аварий на опасных производственных объектах с выбросом АХОВ, очаг химического поражения будет иметь свои особенности. Их необходимо учитывать при проведении спасательной операции профессиональным аварийно-спасательным формированием (ПАСФ) и нештатным АСФ.

Опасные поражающие факторы при утечке АХОВ:

- образование облаков пара АХОВ и распространение их в окружающей среде очень сложный процесс, который определяется диаграммами фазового состояния АХОВ, а так же основными физико–химическими характеристиками, метеоусловиями, условиями хранения, рельефом местности и т.п., поэтому прогнозировать масштаб химического заражения (загрязнения) достаточно затруднительно;
- как правило, при аварии на объекте действуют несколько поражающих факторов – это химическое заражение местности, водоемов, воздуха; низкая либо высокая температура, ударная волна, а также вне объекта происходит химическое заражение окружающей среды;
- наиболее опасный поражающий фактор – это ингаляционное воздействие паров АХОВ (попадание в организм через органы дыхания). Данный фактор действует как на больших расстояниях от источника выброса, распространяясь со скоростью ветрового переноса АХОВ, так и на месте аварии;
- опасные для жизни концентрации АХОВ могут присутствовать в атмосфере от нескольких часов до нескольких суток. Заражение почвы и воды может сохраняться более длительное время;
- летальный исход зависит от токсической дозы, свойств АХОВ, и может наступать мгновенно, так и через некоторое время (несколько суток) после отравления.

Итак, масштаб загрязнения окружающей среды АХОВ зависит от химических свойств, агрегатного состояния химически–опасных веществ, вертикальной устойчивости атмосферы и метеоусловий (температуры воздуха и подстилающей поверхности, среднего ветра).

Расчеты размеров зоны химического заражения (ЗХЗ) производятся с учетом прогнозирования химической обстановки в результате аварий на химически опасных объектах с выбросом в окружающую среду АХОВ.

Зона химического заражения является составной частью очага химического поражения. Она характеризуется масштабами распространения первичного и вторичного облаков зараженного воздуха.

Глубина зоны заражения – это расстояние от источника заражения, которым являются поврежденные или разрушенные емкости или продуктопроводы до границ зоны.

При отсутствии ветра ЗХЗ имеет форму сферы. Площадь разлива АХОВ S_p (м²) можно рассчитать по формуле

$$S_p = Q_{\text{АХОВ}} / \rho \cdot h \quad (1)$$

где $Q_{\text{АХОВ}}$ – масса хранящегося АХОВ, т;

h – толщина слоя разлива АХОВ в поддоне, м;

ρ – плотность АХОВ, т/м³.

Район разлива АХОВ – это окружность с радиусом r (м) можно определить по формуле

$$R_p = \sqrt{S_p / \pi} \quad (2)$$

При оценке глубины зон заражения учитывают состояние приземного слоя воздуха - *вертикальную устойчивость воздуха*, которая характеризуется инверсией, изотермией и конвекцией.

Инверсия – повышение температуры воздуха с высотой в некотором слое атмосферы вместо обычного понижения (эффект прижимания облака химически-опасных веществ к поверхности земли), возникает при ясной погоде, малых скоростях ветра, примерно за 1 час до захода солнца и разрушается в течение часа после восхода солнца. При инверсии нижние слои воздуха холоднее верхних.

Изотермия – достаточно продолжительное постоянство температуры воздуха в разных слоях, возникает когда температура воздуха в пределах 20-30 метров от земной поверхности почти одинакова. Изотермия наблюдается в пасмурную погоду или при снежном покрове. При авариях на химически опасных объектах учитывается изотермия нижних слоёв воздуха.

Конвекция – перемещение (рециркуляция) воздуха, приводящее к переносу массы, теплоты и др. Возникает при ясной погоде и малых скоростях ветра, примерно за 2– 2,5 ч до захода солнца.

Таким образом, инверсия и изотермия, в отличие от конвекции, - это «запирающие» слои атмосферы, при которых долгое время сохраняются поражающие концентрации АХОВ в ЗХЗ.

Средний ветер – ветер, являющийся средним по скорости и направлению для своих слоёв атмосферы в пределах от поверхности земли до высоты подъёма верхней границы облака отравляющих веществ. Средний ветер (средняя скорость ветра) отличается от скорости в приземном слое, так как с увеличением расстояния воздух поднимается и скорость перемещения зоны заражения увеличивается в 1,5 – 2 раза.

При авариях с выбросом АХОВ, облако ядовитых веществ, всегда движется по ветру, вдоль низин (лощины или оврага). Распространение облака ограничивается угловым сектором.

Зона заражения характеризуется глубиной «Г» и шириной «Ш». При приближённом определении (без учета вертикальной устойчивости атмосферы) зона заражения равна половине глубины:

$$Ш = 0,5 \cdot Г \quad (3)$$

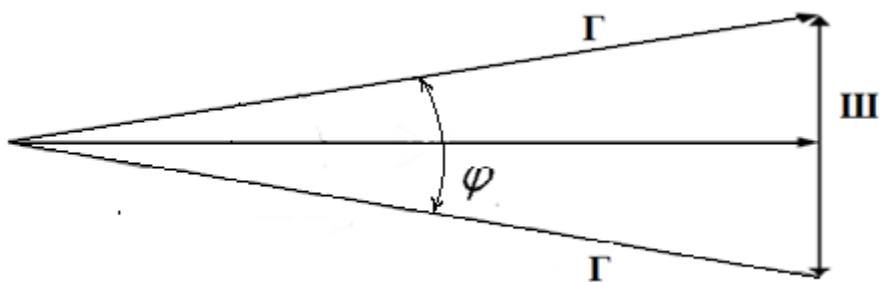


Рисунок 1– Параметры зоны заражения.

С учётом вертикальной устойчивости воздуха формула (2) будет следующей:

при инверсии:
$$\text{Ш} = 0,03 \cdot \Gamma \quad (4)$$

при изотермии:
$$\text{Ш} = 0,15 \cdot \Gamma \quad (5)$$

при конвекции:
$$\text{Ш} = 0,8 \cdot \Gamma \quad (6)$$

Зона возможного заражения облаком АХОВ на картах-схемах ограничена окружностью, полуокружностью или сектором, имеющим угловые размеры φ и радиус, равный глубине зоны заражения Γ (см. рисунок 2).

Угловые размеры φ в зависимости от скорости ветра по прогнозу приведены в пункте 3 РД 52.04.253-90 «Методики прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» (от 01.07.1990 г.). Центр окружности, полуокружности или сектора совпадает с источником заражения.

Зона фактического заражения, имеющая форму эллипса, включается в зону возможного заражения.

Размеры зоны заражения рассчитываются по первичному и вторичному облаку АХОВ, беря во внимание способ хранения АХОВ на момент аварии:

- для сжиженных газов – отдельно по первичному и вторичному облаку;
- для сжатых газов – только по первичному облаку;
- для ядовитых жидкостей, кипящих выше температуры окружающей среды – только по вторичному облаку.

Первичное облако – облако, образовавшееся в результате мгновенного выброса ядовитых веществ в атмосферу (в течение 1 – 3 минут).

Вторичное облако образуется в результате испарения разлившихся химически-опасных веществ. При этом характер испарения (время, интенсивность) зависит от вида разлива – в поддон, в обваловку или свободно.

Площадь зоны фактического заражения АХОВ – площадь территории, зараженной АХОВ в опасных для жизни пределах.

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

Пороговая токсодоза – ингаляционная токсодоза, вызывающая начальные симптомы поражения.

Под *эквивалентным количеством АХОВ* понимается такое количество хлора, масштаб заражения которым *при инверсии* эквивалентен масштабу заражения при данной степени вертикальной устойчивости атмосферы количеством АХОВ, перешедшим в первичное (вторичное) облако.

Эвакуация людей проводится кратчайшим маршрутом - перпендикулярно ветру. Если нет вторичного облака, то возможна эвакуация навстречу ветру.

3. ЗАДАНИЕ

В районе, где находится предприятие с работающим персоналом, произошла авария. Полностью разгерметизировалась ёмкость, где хранилось жидкое аварийно-химическое вещество (АХОВ).

Определить продолжительность поражающего действия АХОВ (T_{II}), размеры и площадь возможной зоны заражения *через 1 ч после аварии* (T_H), а также время подхода фронта зараженного воздуха к объекту (T_{II}). Изобразить на карте–схеме (использовать миллиметровку) зону поражения первичным облаком разлившегося АХОВ (угол φ° , глубина и ширина зоны заражения, направление и скорость среднего ветра). Опираясь на рассчитанное время подхода первичного облака принять решение относительно эвакуации персонала (сделать вывод).

При эвакуации персонала предусмотреть оповещение по радио и телефонной связи, возможность максимального использования средств индивидуальной защиты, применение автотранспорта, вертолѐта, и пр.

4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТОВ

На основании РД 52.04.253-90 ведем расчет зон заражения АХОВ методом коэффициентов. Для *оценки обстановки в результате аварии с выбросом АХОВ* определяют: какие близлежащие объекты могут попасть в зону возможного заражения; какое количество людей на объектах возможно попадает в зону заражения; какое количество людей фактически попадает под заражение исходя из средней плотности людей в зоне возможного заражения и величины зоны фактического заражения.

Исходя из имеющейся системы оповещения, определяют своевременность оповещения людей в зоне возможного заражения с указанием их действий.

Устанавливают, смогут ли люди своевременно покинуть зону возможного заражения и использовать средства коллективной и индивидуальной защиты.

Ориентировочно рассчитывают возможное число людей, которые могут получить поражения различной степени тяжести.

4.1. Определяют (уточняют) метеорологическую обстановку в районе аварии на время аварии – вариант (ПРИЛОЖЕНИЕ 5, табл. 5.1). Параметры метеобстановки включают:

- направление и скорость ветра на высоте 10 м (средний ветер);
- температуру воздуха и почвы в районе аварии;

- степень вертикальной устойчивости атмосферы (изотермия, инверсия, конвекция).

При оценке метеоусловий различают два случая:

- метеоусловия известны;
- метеоусловия неизвестны и берутся наихудшими.

Наихудшими условиями считаются метеоусловия, в наибольшей степени благоприятствующие распространению зараженного облака:

- степень вертикальной устойчивости воздуха – инверсия;
- скорость ветра, $V_B = 1$ м/с;
- температура - максимальная в данной местности.

Для прогноза масштабов заражения непосредственно после аварии должны браться конкретные данные о количестве выброшенного (разлившегося) АХОВ и реальные метеоусловия. На практике следует иметь в виду, что продолжительность сохранения неизменными метеоусловий принимается равной 4 часам. По истечении указанного времени прогноз обстановки должен уточняться.

4.2. Определяют возможные размеры непосредственно района аварии.

Используя ПРИЛОЖЕНИЕ 3 таб. 3.1 определяем АХОВ относится к низко- или высококипящему химическому веществу, исходя из заданного количества АХОВ по варианту определяем по таб. 1 возможный радиус района аварии (в км) при открытом хранении АХОВ:

Таблица 1

<i>Низкокипящие жидкие АХОВ</i>	<i>Высококипящие АХОВ</i>
До 100 т – 0,5 км	До 100 т – 0,2–0,3 км
Более 100 т – 1 км	Более 100 т – 0,5 км

Если одновременно с аварией возникает пожар, радиус района аварии увеличивается в 1,5–2 раза.

4.3. Определяют возможную продолжительность поражающего действия АХОВ по времени его испарения.

Время полного испарения АХОВ с площади его разлива определяется по формуле

$$T_{\text{и}} = \rho \cdot h / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7) \quad (7)$$

где $T_{\text{и}}$ – время испарения АХОВ с подстилающей поверхности, ч;

ρ – удельный вес АХОВ, т / м³;

h – толщина слоя разлива АХОВ, м;

K_2, K_4, K_7 – значения этих коэффициентов приведены в (ПРИЛОЖЕНИИ 2, табл. 2.1 дополнительно можно использовать данные ПРИЛОЖЕНИЯ 6).

Толщина слоя жидкости АХОВ, разлившейся *свободно на подстилающей поверхности* (земля, бетон, асфальт и т.п.), принимается равной 0,05 м по всей площади разлива, при разливах жидкости из емкостей, имеющих самостоятельный *поддон (обваловывание)*:

$$h = H - 0,2 \quad (8)$$

где h – толщина слоя разлива АХОВ в поддоне, м;

H – высота поддона (обваловывания), м.

4.4. Определяют ожидаемую глубину Γ зоны заражения в следующем порядке:

4.4.1. Рассчитывают эквивалентное количество Q_1 АХОВ в тоннах в первичном облаке:

$$Q_1 = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 \quad (9)$$

где Q_0 – исходное количество АХОВ, т;

K_1, K_3, K_5, K_7 – значения этих коэффициентов приведены в ПРИЛОЖЕНИЕ 2, табл. 2.1.

При неизвестном количестве разлившегося АХОВ принимают его равным находящемуся в хранилище (системе).

4.1.1.1. При авариях на хранилищах сжатого газа величину Q_0 (в тоннах) рассчитывают по формуле:

$$Q_0 = \rho \cdot V_x \quad (10)$$

где ρ – плотность АХОВ, т / м³;

V_x – объем хранилища, м³.

В данной расчетно-графической работе Q_0 - исходное количество АХОВ, т (см. вариант).

4.4.2. Определяют эквивалентное количество Q_2 АХОВ во вторичном облаке; Количество АХОВ (в тоннах) по вторичному облаку определяют по формуле

$$Q_2 = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0 / (\rho \cdot h) \quad (11)$$

где h – толщина слоя АХОВ, м.

K_4 - значения этого коэффициента приведены в ПРИЛОЖЕНИИ 2, табл. 2.2.

4.4.3. По значениям Q_1 и Q_2 в ПРИЛОЖЕНИИ 1 табл. 1.1 «Глубины зон заражения АХОВ» находят глубину зоны заражения первичным облаком (Γ_1) и глубину зоны заражения вторичным облаком (Γ_2), расчет ведут по формуле линейной интерполяции с использованием ближайших значений в таблице 1.1.

4.4.4. Рассчитывают полную глубину зоны заражения Γ_{Π} , сравнив Γ_1 и Γ_2 и определив Γ_{Π} как

$$\Gamma_{\Pi} = 0,5 \Gamma_{\min} + \Gamma_{\max} \quad (12)$$

где Γ_{\max} и Γ_{\min} – соответственно максимальный и минимальный размеры Γ_1 и Γ_2 .

4.4.5. Рассчитывают предельное возможное значение глубины перемещения зараженного воздуха Γ_B и сравнивают его с величиной Γ_{Π} , - и за окончательную глубину зоны заражения Γ принимают меньшую из величин Γ_{Π} и Γ_B .

$$\Gamma_B = T_H \cdot v_{\Pi} \quad (13)$$

где T_H – время от начала аварии, ч;

v_{Π} – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данных скоростях ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха (табл. 2).

Скорость переноса (v_{Π}) переднего фронта зараженного воздуха

Таблица 2

v_{Π} ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	15

Инверсия	5	10	16	21							
Изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	59	71	88
Конвекция	7	14	21	28							

4.5. Рассчитывают ширину (Ш) зоны заражения с учетом вертикальной устойчивости атмосферы:

при инверсии:

$$\text{Ш} = 0,03 \cdot \Gamma$$

при изотермии:

$$\text{Ш} = 0,15 \cdot \Gamma \quad (14)$$

при конвекции:

$$\text{Ш} = 0,8 \cdot \Gamma$$

4.6. Определяют величину площади возможного заражения АХОВ.

Площадь зоны возможного заражения облаком АХОВ (в км²) определяют по формуле

$$S_{\text{в}} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi \quad (15)$$

где: φ^0 – угловой размер зоны заражения в зависимости от скорости ветра (табл. 3).

Величины углового размера зоны заражения в зависимости от скорости ветра

Таблица 3

$v_{\text{ветра}}$, м/с	менее 0,5	0,6–1,0	1,1–2,0	2 и более
φ , град	360	180	90	45

На топографических картах местности и картах–схемах зона возможного заражения имеет вид окружности, полуокружности или сектора (см. рисунок 2):

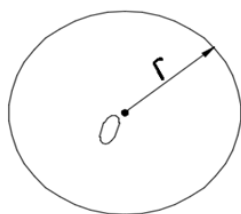
а) При скорости ветра по прогнозу меньше 0,5 м/с зона заражения имеет вид окружности. Точка «0» соответствует источнику заражения; угол $\varphi = 360^\circ$; радиус окружности равен Γ .

б) При скорости ветра по прогнозу 0,6 ÷ 1 м/с зона заражения имеет вид полуокружности. Точка «0» соответствует источнику заражения; угол $\varphi = 180^\circ$; радиус полуокружности равен Γ ; биссектриса угла совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра

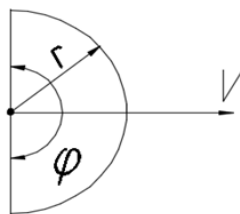
в) При скорости ветра по прогнозу больше 1 м/с зона заражения имеет вид сектора. Точка «0» соответствует источнику заражения:

$$\varphi = 90^\circ \text{ при } v = 1,1 \dots 2,0 \text{ м/с;}$$

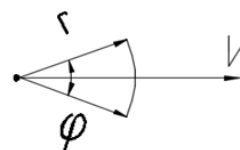
$$\varphi = 45^\circ \text{ при } v > 2 \text{ м/с}$$



а)



б)



в)

Рисунок 2 – Схема зоны заражения в зависимости от скорости ветра:

а) окружность; б) полуокружность; в) сектор

Радиус сектора равен Γ ; биссектриса сектора совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра.

Зона фактического заражения, также имеет форму эллипса, включается в зону возможного заражения. Ввиду возможных перемещений облака АХОВ под воздействием ветра фиксированное изображение зоны фактического заражения на карты (схемы) не наносится.

4.7. Определяют величину площади фактического заражения АХОВ

Площадь зоны фактического заражения (в км^2) определяют по формуле

$$S_{\phi} = K_{\text{в}} \cdot \Gamma^2 \cdot T_{\text{Н}}^{0,2} \quad (16)$$

где $T_{\text{Н}}$ – время, прошедшее после начала аварии, ч;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент, который зависит от степени вертикальной устойчивости воздуха при: инверсии – 0,081, изотермии – 0,133, конвекции – 0,235.

4.8. Определяют время подхода зараженного воздуха к объекту.

Время подхода к объекту зараженного воздуха

$$T_{\text{П}} = R / v_{\text{п}} \quad (17)$$

где R – расстояние от места аварии до объекта, км;

$v_{\text{п}}$ – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха, км/ч (выбирается из табл. 2).

4.9. Определение продолжительности заражения

Время поражающего действия АХОВ (продолжительность заражения) определяется временем испарения (формула 7). Если в зоне разлива находятся несколько различных АХОВ с различным временем испарения, то продолжительность действия источника заражения определяется наибольшим временем испарения данных АХОВ.

При образовании только первичного облака время принимается равным 1 часу.

4.10. Определение возможных потерь людей в зонах заражения АХОВ

Возможные потери людей при авариях с выбросом АХОВ зависят в основном от степени обеспечения персонала объектов и населения средствами индивидуальной защиты (СИЗ) и защитными сооружениями.

Потери людей в зависимости от обеспеченности средствами защиты, а также ориентировочная структура потерь определяются по ПРИЛОЖЕНИЮ 4 таб. 4.1.

Если персонал объектов обеспечен противогазами на 100% и укрывается в убежищах, то процент потерь в этом случае принимается равным 0%.

Ориентировочная структура потерь среди людей, которые не смогли воспользоваться противогазами:

- поражения легкой степени – 25%;
- средней и тяжелой степени – 40%;
- со смертельным исходом – 35%.

4.11. Нанесение зоны возможного и фактического заражения АХОВ на карту-схему. На практике это топографические карты (в работе использовать миллиметровку):

- определить местоположение источника заражения (точка «0»);
- определить направление распространения АХОВ (направление ветра v , м/с);

- провести границу распространения АХОВ радиусом «Г» с учетом направления ветра и угла φ^0 с центром в точке «0»;
- указать направление маршрута эвакуации.

Следует учитывать, что эпицентр аварии с выбросом в атмосферу АХОВ «вытягивается» по направлению ветра, принимая форму эллипса. Зона возможного заражения всегда больше зоны фактического заражения, т.е. $S_v > S_f$, графически это можно представить так:

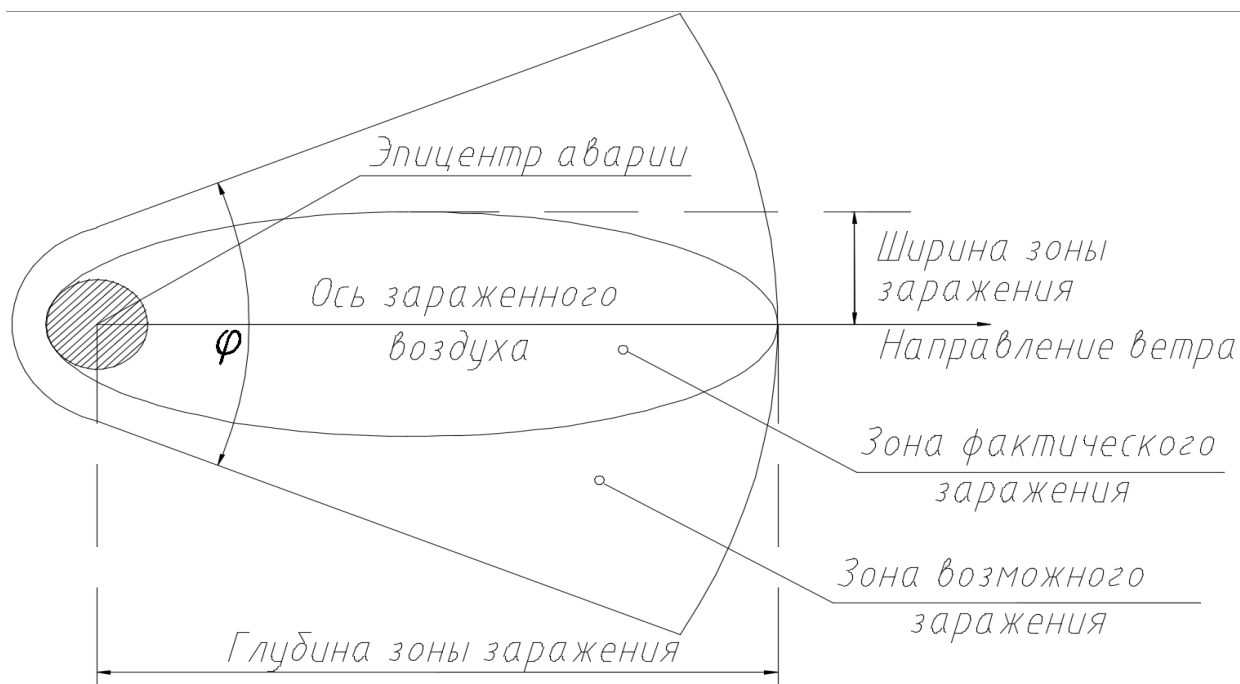


Рисунок 3 – Схема зон возможного и фактического заражения после аварии с выбросом в атмосферу АХОВ

4.10. Сделать вывод по спасению и эвакуации персонала.

В случае аварии с целью защиты людей проводятся следующие мероприятия по защите населения, рабочих и служащих в случае аварии на ХОО:

- *Оповещение населения.* Должны быть подготовлены варианты оповещения в зависимости от характера и масштабов аварий и метеоусловий. На соответствующие территории проживания людей должна быть выдана информация о том, что необходимо предпринять (например: при угрозе аварии - приготовиться к переходу или эвакуации транспортом, а при возникновении аварии - покинуть такие-то кварталы, в таком-то направлении). Для своевременного оповещения населения и персонала о возникновении непосредственной опасности поражения АХОВ заранее подготовленным образом подается сигнал «Химическая опасность» с добавлением названия соответствующего АХОВ. Для оповещения используются локальные системы оповещения (ЛСО) ХОО.

- *Приведение в готовность и действие органов управления, организации связи.*

- *Приведение в готовность необходимых сил* для обеспечения эвакуации, дегазации, выдачи СИЗ, другого необходимого обеспечения.

- *Укрытие населения* в защитных сооружениях (ЗС). Если на объекте имеется ЗС, то этот способ защиты при химических авариях наиболее эффективен.

- *Химическая разведка* - совершенно необходима для выявления границ зоны заражения, степени заражения и др.
- *Противохимическая защита населения* - При поступлении сигнала о заражении АХОВ срочно необходимо применить СИЗ или использовать подручные средства – ткани, меховые и ватные части одежды, смоченные водой с целью снижения тяжести поражения.
- *Медицинская защита населения* должна быть хорошо подготовлена для оказания помощи пострадавшим от АХОВ и др. воздействий.
- *Эвакуация населения* из зон химического заражения и в первую очередь людей, не укрытых в защитных сооружениях. Эвакуация проводится перпендикулярно направлению ветра, желательно на возвышенный, хорошо проветриваемый участок местности на расстояние не менее 1,5 км от места пребывания.
- *Ликвидация сопутствующих аварийных процессов*: пожаров, технологических аварий и др.
- *Санитарная обработка людей* и обеззараживание техники, оборудования и др.
- *Дегазация зараженных территорий*, в первую очередь особо необходимых.
- *Обеспечение жизнедеятельности людей*: пострадавших, эвакуированных, оставшихся без крова.
- *Охрана общественного порядка*: контроль входа на зараженные территории, обеспечение нормальной эвакуации, беспрепятственной деятельности формирований и др.

При расчете использовать значения коэффициентов:

K_1 – зависит от условий хранения АХОВ и определяет относительное количество АХОВ, переходящее при аварии в газ). Для сжатых газов $K_1 = 1$, в других случаях коэффициент K_1 зависит от АХОВ и определяется по табл. 2.1, ПРИЛОЖЕНИЯ 2).

K_2 – зависит от физико-химических свойств АХОВ (удельная скорость испарения - количество испарившегося вещества в тоннах с площади 1 м^2 за 1 час, $\text{т/м}^2 \cdot \text{ч}$), (ПРИЛОЖЕНИЕ 2 табл. 2.1);

K_3 – отношение пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе данного АХОВ (ПРИЛОЖЕНИЕ 2 табл. 2.1);

K_4 – учитывает скорость ветра (ПРИЛОЖЕНИЕ 2, табл. 2.2);

K_5 – учитывает степень вертикальной устойчивости атмосферы при: инверсии – 1, изотермии – 0,23, конвекции – 0,08;

K_6 – коэффициент, зависящий от времени, на которое осуществляется прогноз (зависит от времени, прошедшего после начала аварии, T_H).

$$K_6 = T_H^{0,8} \text{ при } T_H < T_{и};$$

$$K_6 = T_{и}^{0,8} \text{ при } T_H > T_{и};$$

$$K_6 = 1 \text{ при } T_{и} < 1 \text{ часа}$$

где T_H - время, на которое определяется прогноз (в работе задано как 1 ч);

$T_{и}$ - время испарения АХОВ.

K_7 – учитывает влияние температуры воздуха (ПРИЛОЖЕНИЕ 2, табл. 2.1). Для сжатых газов $K_7 = 1$;

K_B – зависит от степени вертикальной устойчивости воздуха при: инверсии – 0,081, изотермии – 0,133, конвекции – 0,235.

Пример

На участке аммиакопровода Тольятти - Одесса произошла авария, сопровождавшаяся выбросом аммиака. Объем выброса *не установлен*. Требуется определить глубину зоны возможного заражения аммиаком через 2 ч после аварии. Разлив аммиака на подстилающей поверхности свободный. Метеоусловия на момент аварии: температура воздуха 20 °С, вертикальная устойчивость атмосферы – инверсия, скорость ветра 3 м/с. Предприятие с работающим персоналом в количестве 100 человек находится на расстоянии 25 км от источника заражения. Обеспеченность противогАЗами $N_{СИЗ}$ 90%. Близлежащих населенных пунктов нет.

Решение

1. Так как объем разлившегося аммиака неизвестен, то, согласно п. 1.7 РД 52.04.253–90, *принимая его равным 500 т* – максимальному количеству, содержащемуся в трубопроводе между автоматическими отсекающими.

2. По формуле (6) определяем время испарения аммиака:

$$T_{И} = (0,05 \cdot 0,681) / (0,025 \cdot 1 \cdot 1) = 1,4 \text{ (ч)}$$

3. По формуле (8) определяем эквивалентное количество вещества в первичном облаке

$$Q_{31} = 0,18 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 500 = 3,6 \text{ (т)}$$

4. По формуле (10) определяем эквивалентное количество вещества во вторичном облаке:

$$Q_{32} = (1 - 0,18) \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,4^{0,8} \cdot 1 \cdot 500 / (0,05 \cdot 0,681) = 15,8 \text{ (т)}$$

5. По ПРИЛОЖЕНИЮ 1 таб. 1.1 для 3,6 т интерполированием находим глубину зоны заражения для первичного облака:

$$\Gamma_1 = 4,0 + (5,34 - 4,0) / (5 - 3) \cdot (3,6 - 3,0) = 4,402 \text{ (км)}$$

6. По ПРИЛОЖЕНИЮ 1 таб. 1.1 для 15,8 т интерполированием находим глубину зоны заражения для вторичного облака:

$$\Gamma_2 = 7,96 + (11,94 - 7,96) / (20 - 10) \cdot (15,8 - 10) = 15,28 \text{ (км)}$$

7. Полная глубина зоны заражения (10)

$$\Gamma_{П} = 15,28 + 0,5 \cdot 4,402 = 17,48 \text{ (км)}$$

8. По формуле (12) находим предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс

$$\Gamma_{В} = 2 \cdot 16 = 32 \text{ (км)}$$

9. За окончательную глубину зоны заражения *принимая меньшую из величин $\Gamma_{П}$ и $\Gamma_{В}$* . Таким образом, Γ глубина зоны заражения через 2 ч после аварии составит 17,48 км.

10. Рассчитываем по формуле (13) ширину зоны заражения «Ш»:

$$Ш = 0,03 \cdot \Gamma = 0,03 \cdot 17,48 = 0,525 \text{ (км)}$$

11. Рассчитываем площади заражения:

– *возможного* заражения (14):

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi$$

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 17,48^2 \cdot 45 = 119,89 \text{ (км}^2\text{)},$$

принимаем $S_B = 119,89 \text{ (км}^2\text{)}$;

где $\varphi = 45^\circ$ (табл.3).

– *фактического* заражения (15):

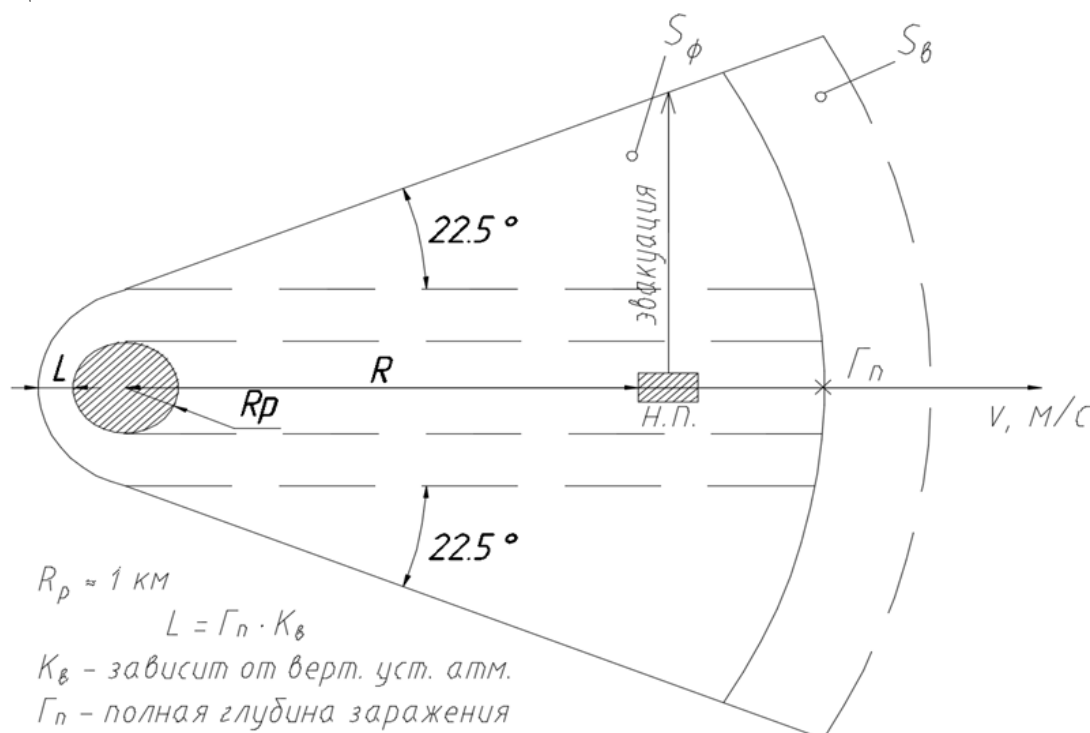
$$S_\phi = K_B \cdot \Gamma^2 \cdot T_H^{0,2} = 0,133 \cdot 17,48^2 \cdot 1,0^{0,2} = 40,64 \text{ (км}^2\text{)},$$

принимаем $S_\phi = 40,6 \text{ (км}^2\text{)}$.

12. Время подхода переднего фронта зараженного воздуха к объекту определяем скоростью переноса переднего фронта зараженного воздуха (табл. 2) (v_n , км / ч) при имеющейся степени вертикальной устойчивости атмосферы – инверсии:

$$T_{II} = R / v_n = 25 / 16 = 1,56 \text{ ч} = 93,75 \text{ мин.}$$

13. Чертим карту–схему на миллиметровке, с указанием направления маршрута эвакуации.



Примечание: Радиус розлива можно считать по формуле: $R_p = \sqrt{S_p/\pi}$

14. Определяем возможные потери людей в зоне заражения АХОВ.

По зданию на объекте трудятся 100 человек. Обеспеченность противогазами $N_{Сиз}$ 90%. Используя данные ПРИЛОЖЕНИЯ 4 таб. 4.1, потери составят при нахождении в зданиях 9%.

Следовательно, потери персонала могут составить: $100 \cdot 0,09 = 9$ человек. Исходя из примечания Приложения 4 таб.4.1, из них поражения легкой степени: $9 \cdot 0,25 = 2,25$ чел., т.е. 3 человека. Средней и тяжелой степени: $9 \cdot 0,4 = 3,6$ чел., т.е. 4 человека. Поражения с летальным исходом: $9 \cdot 0,35 = 3,15$ чел., т.е. 3 человека. Таким образом, объект остается

работоспособным, при условии использования работниками СИЗ органов дыхания и кожи.

15. *Вывод:* Глубина зоны заражения аммиаком в результате аварии может составить 17,48 км; продолжительность действия источника заражения или поражающее действие аммиака – составит 1,4 часа. Значит, облако зараженного воздуха через 1 ч после аварии может представлять опасность для рабочих на химически опасном объекте, а также населения, проживающего вблизи объекта. Персонал сможет своевременно использовать средства индивидуальной защиты и покинуть зону возможного заражения.

Люди смогут благополучно эвакуироваться, как автотранспортом, так и пешими колоннами. Эвакуация людей должна проводиться перпендикулярно направлению ветра, желательно на хорошо проветриваемый участок местности на расстояние не менее 1,5 км от места пребывания.

Литература:

1. РД 52.04.253-90 Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. Официальное издание, Госгидромет СССР – Л.: Гидрометеоиздат, 1991 год. – 27 с.
2. Методическое пособие по прогнозированию и оценке химической обстановки в ЧС / ВНИИ ГОЧС. М., 1993. – 130 с.
3. Маршал В.К. Основные опасности химических производств. – М.: Мир, 1989. – 672 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1.1

Глубины зон заражения АХОВ, км

Скорость ветра, м / с	Эквивалентное количество АХОВ, т														
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,2	29,56	38,13	52,67	65,23	89,91	166	231
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,2	10,83	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	97,8	121
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	4,0	5,34	7,96	11,94	15,18	20,6	25,2	31,3	61,47	84,5
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,8	48,18	65,9
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,9	20,82	40,11	54,67
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,2	9,06	12,14	14,79	18,1	34,67	47,1
7	0,14	0,32	0,45	1,0	1,42	2,46	3,17	4,5	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,7	41,6
8	0,13	0,3	0,42	0,94	1,33	2,3	2,97	4,2	5,92	7,42	9,9	11,98	14,68	27,75	37,5
9	0,12	0,28	0,4	0,88	1,25	2,17	2,8	3,96	5,6	6,86	9,12	11,03	13,5	25,39	34,2
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,2	2,06	2,66	3,76	5,31	6,5	8,5	10,23	12,54	23,5	31,6
11	0,11	0,25	0,36	0,8	1,13	1,96	2,53	3,58	5,05	6,2	8,0	9,61	11,74	21,9	29,4
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,86	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58	27,6
13	0,1	0,23	0,33	0,74	1,04	1,8	2,37	3,3	4,66	5,7	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04
14	0,1	0,22	0,32	0,71	1,0	1,74	2,24	3,17	4,5	5,5	7,1	8,4	10,04	18,46	24,7
15 и более	0,1	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,1	9,7	17,6	23,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Значения коэффициентов K_1 , K_2 , K_3 , K_7 для некоторых АХОВ

Таблица 2.1

АХОВ	K_1	K_2	K_3	K_7 – для первичного / вторичного облака				
				-40 °С	-20 °С	0 °С	20 °С	40 °С
Аммиак	0,18	0,025	0,04	0 / 0,9	0,3 / 1,0	0,6 / 1,0	1,0 / 1,0	1,4 / 1,0
Хлор	0,18	0,052	1,0	0 / 0,9	0,3 / 1,0	0,6 / 1,0	1,0 / 1,0	1,4 / 1,0
Сероводород	0,27	0,042	0,036	0,3 / 1,0	0,5 / 1,0	0,8 / 1,0	1,0 / 1,0	1,2 / 1,0
Фосген	0,05	0,061	1,0	0 / 0,1	0 / 0,3	0 / 0,7	1,0 / 1,0	1,7 / 1,0
Метиламин	0,13	0,034	0,5	0 / 0,3	0 / 0,7	0,5 / 1,0	1,0 / 1,0	2,5 / 1,0
Водород хлористый	0,28	0,037	0,3	0,64 / 1,0	0,6 / 1,0	0,8 / 1,0	1,0 / 1,0	1,2 / 1,0
Хлорциан	0,04	0,048	0,8	0 / 0	0 / 0	0 / 0,6	1,0 / 1,0	3,9 / 1,0
Сернистый ангидрид	0,11	0,049	0,333	0 / 0,2	0 / 0,5	0,3 / 1,0	1,0 / 1,0	1,7 / 1,0

Значения коэффициента K_4 в зависимости от скорости ветра

Таблица 2.2

$v_{\text{ветра}}$, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	10	15
K_4	1	1,33	1,67	2	2,34	2,67	3	3,34	4	5,68

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 3.1

Физико-химические свойства некоторых АХОВ

АХОВ	$\rho_{г},$ т/м ³	$\rho_{ж},$ т/м ³	$T_{кип},$ °С	ПДК РЗ, мг/м ³	ПДК НП, мг/м ³	Пороговая концентрация, мг/л
Аммиак	$80 \cdot 10^{-3}$	0,681	-33,4	20	0,04	15
Хлор	0,032	1,553	-34,1	1	0,03	0,6
Фосген	$3,5 \cdot 10^{-3}$	1,432	8,2	0,5		0,6
Хлорциан	$2,1 \cdot 10^{-3}$	1,22	12,6			0,75
Сероводород	$1,5 \cdot 10^{-3}$	0,964	-60,3	10	0,008	16
Метиламин	$1,4 \cdot 10^{-3}$	0,699	-6,5	1		1,2
Хлористый водород	$1,6 \cdot 10^{-3}$	1,191	-85,1	5	0,2	2
Сернистый ангидрид	$2,9 \cdot 10^{-3}$	1,462	-10,1	1	0,05	1,8
Акролеин		0,841	52,5	0,2	0,03	
Фенол		1,05	188	0,3	0,03	
Диметиламин		0,68	6,9	1	0,005	
Формальдегид		0,82	-19	0,5	0,003	

Примечание: АХОВ, имеющие отрицательные $T_{кип}$, считаются низкокипящими.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Возможные потери людей в зонах заражения АХОВ, %

Таблица 4.1

Условия нахождения людей	Без противогазов	Обеспеченность противогазами									Примечания
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	
На открытой местности	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10	Ориентировочная структура потерь: - поражения легкой степени - 25% - средней и тяжелой степени - 40% - со смертельным исходом - 35%
В простейших укрытиях или зданиях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4	

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБСТАНОВКИ В РЕЗУЛЬТАТЕ
АВАРИИ С ВЫБРОСОМ АХОВ (варианты)

Таблица 5.1

№ варианта	Q ₀ , Т	АХОВ	Скорость ветра, м/с	t, °С	Вертикальная устойчивость воздуха	Вид разлива АХОВ	Высота поддона, м	Расстояние до объекта, R, км	Персонал объекта N, чел.	Обеспечение противогазами N _{Сиз} , %
1	41	Аммиак	1	20	Конвекция	В поддон	1,0	31,0	45	100
2	50	Хлор	2	0,0	Инверсия	Свободный	-	10,8	52	90
3	65	Сероводород	14	20	Изотермия	Свободный	-	11,5	76	50
4	18	Сероводород	3	0,0	Инверсия	В поддон	0,8	30,5	30	80
5	60	Хлор	11	20	Изотермия	Свободный	-	10,4	60	70
6	10	Сернистый ангидрид	1	20	Конвекция	В поддон	1,2	10,3	75	30
7	30	Хлор	4	0,0	Инверсия	Свободный	-	2,0	44	60
8	45	Хлористый водород	3	20	Конвекция	В поддон	1,0	1,8	30	70
9	20	Сероводород	4	0,0	Инверсия	Свободный	-	2,0	23	100
10	30	Аммиак	3	20	Инверсия	В поддон	0,7	1,0	10	90
11	75	Хлор	2	30	Изотермия	Свободный	-	2,5	45	50
12	20	Сероводород	3	20	Конвекция	Свободный	-	1,5	52	80
13	45	Хлористый водород	1	0,0	Инверсия	В поддон	1,0	31,3	70	70
14	60	Сернистый ангидрид	13	20	Изотермия	В поддон	1,2	22,0	30	30
15	35	Аммиак	4	0,0	Конвекция	Свободный	-	1,5	60	60
16	15	Аммиак	3	20	Инверсия	В поддон	1,0	1,0	50	70
17	25	Хлор	2	0,0	Изотермия	Свободный	-	2,0	80	40
18	20	Сероводород	2	20	Конвекция	В поддон	0,8	0,8	70	30
19	33	Хлористый водород	4	30	Инверсия	Свободный	-	51,2	3	20
20	20	Сернистый ангидрид	12	0,0	Изотермия	В поддон	0,9	3,0	60	10
21	23	Аммиак	3	20	Изотермия	Свободный	-	4,0	70	100
22	71	Хлор	2	40	Конвекция	В поддон	2,0	3,8	46	90
23	30	Сероводород	4	20	Инверсия	Свободный	-	4,0	30	50
24	80	Фосген	13	30	Изотермия	В поддон	2,0	4,2	22	80
25	90	Метиламин	6	40	Изотермия	Свободный	-	4,5	80	70
26	29	Хлорциан	4	20	Конвекция	Свободный	1,5	5,0	70	30
27	61	Сернистый ангидрид	7	20	Изотермия	Свободный	-	33,2	33	60
28	57	Сероводород	1	30	Инверсия	В поддон	0,8	3,4	81	70
29	69	Хлор	8	30	Изотермия	Свободный	-	13,5	70	90
30	64	Аммиак	3	20	Инверсия	В поддон	0,5	8,0	39	80

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Характеристики СДЯВ/АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубины зоны заражения (РД 52.04.253-90)

N п/п	СДЯВ/АХОВ	Плотность СДЯВ/АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза мг·мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
		газ	жидкость			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температуры воздуха (°С), первичное/вторичное облако				
									-40	-20	0	20	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Акролеин	-	0,839	52,7	0,2*	0	0,013	3,0	0,1	0,2	0,4	1	2,2
2	Аммиак												
	хранение под давлением	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	0/ 0,9	0,3/ 1	0,6/ 1	1/ 1	1,4/ 1
	изотермическо е хранение	-	0,681	-33,42	15	0,01	0,025	0,04	0/ 0,9	1/ 1	1/ 1	1/ 1	1/ 1
3	Ацетонитрил	-	0,786	81,6	21,6**	0	0,004	0,028	0,02	0,3	1	1	2,6
4	Ацетонциангидрин	-	0,932	120	1,9**	0	0,002	0,316	0	0	0,3	1	1,5
5	Водород мышьяковистый	0,0035	1,64	-62,47	0,2**	0,17	0,054	3,0	0,3/ 1	0,5/ 1	0,8/ 1	1/ 1	1,2/ 1
6	Водород фтористый	-	0,989	19,52	4	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1
7	Водород хлористый	0,0016	1,191	-85,10	2	0,28	0,037	0,30	0,4/ 1	0,6/ 1	0,8/ 1	1/ 1	1,2/ 1
8	Водород бромистый	0,0036	1,490	-66,77	2,4*	0,13	0,055	0,25	0,3/ 1	0,5/ 1	0,8/ 1	1/ 1	1,2/ 1
9	Водород цианистый	-	0,687	25,7	0,2	0	0,026	3,0	0	0	0,4	1	1,3
10	Диметиламин	0,0020	0,680	6,9	1,2*	0,06	0,041	0,5	0/ 0,1	0/ 0,3	0/ 0,8	1/ 1	2,5/ 1

N п/п	СДЯВ/АХОВ	Плотность СДЯВ/АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза мг·мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
		газ	жидкость			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температуры воздуха (°С), первичное/вторичное облако				
									-40	-20	0	20	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11	Метиламин	0,0014	0,699	-6,5	1,2*	0,13	0,034	0,5	0/ 0,3	0/ 0,7	0,3/ 1	1/ 1	1,8/ 1
12	Метил бромистый	-	1,732	3,6	1,2*	0,04	0,039	0,5	0/ 0,2	0/ 0,4	0/ 0,9	1/ 1	2,3/ 1
13	Метил хлористый	0,0023	0,983	-23,76	10,8**	0,125	0,044	0,05 6	0/ 0,5	0,1/ 1	0,6/ 1	1/ 1	1,5/ 1
14	Метилакрилат	-	0,953	80,2	6*	0	0,005	0,1	0,1	0,2	0,4	1	3,1
15	Метилмеркапт ан	-	0,867	5,95	1,7**	0,06	0,043	0,35 3	0/ 0,1	0/ 0,3	0/ 0,8	1/ 1	2,4/ 1
16	Нитрил акриловой кислоты	-	0,806	77,3	0,75	0	0,007	0,80	0,04	0,1	0,4	1	2,4
17	Окислы азота	-	1,491	21,0	1,5	0	0,040	0,40	0	0	0,4	1	1
18	Окись этилена	-	0,882	10,7	2,2**	0,05	0,041	0,27	0/ 0,1	0/ 0,3	0/ 0,7	1/ 1	3,2/ 1
19	Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	0,33 3	0/ 0,2	0/ 0,5	0,3/ 1	1/ 1	1,7/ 1
20	Сероводород	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,27	0,042	0,03 6	0,3/ 1	0,5/ 1	0,8/ 1	1/ 1	1,2/ 1
21	Сероуглерод	-	1,263	46,2	45	0	0,021	0,01 3	0,1	0,2	0,4	1	2,1
22	Соляная кислота (концентри- рованная)	-	1,198	-	2	0	0,021	0,30	0	0,1	0,3	1	1,6
23	Триметиламин	-	0,671	2,9	6*	0,07	0,047	0,1	0/ 0,1	0/ 0,4	0/ 0,9	1/ 1	2,2/ 1

N п/п	СДЯВ/АХОВ	Плотность СДЯВ/АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза мг·мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов								
		газ	жидкость			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температуры воздуха (°С), первичное/вторичное облако					
									-40	-20	0	20	40	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
24	Формальдегид	-	0,815	-19,0	0,6*	0,19	0,034	1,0	0/ 0,4	0/ 1	0,5/ 1	1/ 1	1,5/ 1	
25	Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/ 0,1	0/ 0,3	0/ 0,7	1/ 1	2,7/ 1	
26	Фтор	0,0017	1,512	-188,2	0,2*	0,95	0,038	3,0	0,7/ 1	0,8/ 1	0,9/ 1	1/ 1	1,1/ 1	
27	Фосфор треххлористый	-	1,570	75,3	3	0	0,010	0,2	0,1	0,2	0,4	1	2,3	
28	Фосфора хлорокись	-	1,675	107,2	0,06*	0	0,003	10,0	0,05	0,1	0,3	1	2,6	
29	Хлор	0,0032	1,553	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0/ 0,9	0,3/ 1	0,6/ 1	1/ 1	1,4/ 1	
30	Хлорпикрин	-	1,658	112,3	0,02	0	0,002	30,0	0,03	0,1	0,3	1	2,9	
31	Хлорциан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,04	0,048	0,80	0/ 0	0/ 0	0/ 0,6	1/ 1	3,9/ 1	
32	Этиленимин	-	0,838	55,0	4,8	0	0,009	0,12 5	0,05	0,1	0,4	1	2,2	
33	Этиленсульфи д	-	1,005	55,0	0,1*	0	0,013	6,0	0,05	0,1	0,4	1	2,2	
34	Этилмеркаптан	-	0,839	35	2,2**	0	0,028	0,27	0,1	0,2	0,5	1	1,7	

Примечания:

1. Плотности газообразных СДЯВ в графе 3 приведены для атмосферного давления; при давлении в емкости, отличном от атмосферного, плотности определяются путем умножения данных графы 3 на значение давления в атмосферах (1 атм = 760 мм рт. ст.).

2. Значения K₇ в графах 10-14 в числителе приведены для первичного, в знаменателе - для вторичного облака.

3. В графе 6 численные значения токсодоз, помеченные звездочками, определены ориентировочно по соотношению:

$$D = 240 \cdot DK \cdot ПДК_{P3}$$

27

где D - токсодоза, мг·мин/л;

$ПДК_{рз}$ - ПДК рабочей зоны (мг/л) по ГОСТ 12.1.005-88;

$K = 5$ для раздражающих ядов (помечены одной звездочкой);

$K=9$ для всех прочих ядов (помечены двумя звездочками).