

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**  
**Белгородский государственный технологический университет**  
**им. В.Г. Шухова**

# **Радиационная, химическая и биологическая защита**

**Учебное пособие**

**Под редакцией В.Ю. Радоуцкого**

**Белгород 2008**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова

# **Радиационная, химическая и биологическая защита**

Под редакцией В.Ю. Радоуцкого

Утверждено советом университета в качестве  
учебного пособия для студентов специальности  
280103 – Защита в чрезвычайных ситуациях

Белгород 2008

УДК 355(07)  
ББК 68.9я7  
Р15

Авторы: В.Ю. Радоуцкий, В.Н. Шульженко, Ю.К. Рубанов,  
Н.В. Нестерова, А.М. Юрьев, А.А. Смаглюк

Рецензенты: Ю.В. Васильченко, канд. техн. наук, доц. (БИЭИ);  
В.И. Беляева, канд. техн. наук, доц. (БГТУ  
им. В.Г. Шухова)

**Радиационная**, химическая и биологическая защита: учеб.  
Р15 пособие / В.Ю. Радоуцкий, В.Н. Шульженко, Ю.К. Рубанов и др.;  
под ред. В.Ю. Радоуцкого. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2007. – 185 с.

В учебном пособии отражены вопросы радиационно и химически опасных объектов и возможных чрезвычайных ситуациях при авариях и катастрофах на этих объектах, причинах чрезвычайных ситуаций и зон их возможного распространения. Дана подробная характеристика ядерного, химического и биологического оружия вероятного противника, способы применения, а также поражающие факторы этого оружия, средства индивидуальной и коллективной защиты от поражающих факторов для спасателей и населения.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 280103 – Защита в чрезвычайных ситуациях, изучающих дисциплину «Радиационная и химическая защита».

Табл. 43. Ил. 17. Библиогр.: 29 назв.

Учебное пособие публикуется в авторской редакции.

УДК 355(07)  
ББК 68.9я7

© Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2007

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях возникновения чрезвычайных ситуаций военного и мирного времени, возможно, формирование факторов вызывающих радиационные, химические и биологические поражения.

Чем опасны эти факторы, какие средства защищают от их воздействия, какова организация защиты? Ответы на все вопросы должен знать специалист в области защиты в чрезвычайных ситуациях. И такие ответы дает дисциплина «Радиационная химическая и биологическая защита». Данная книга является учебным пособием по этой дисциплине.

Пособие разбито на четыре раздела.

Первый раздел посвящен основным источникам радиационных и химических опасностей мирного времени. Даны характеристики радиационно опасным и химически опасным объектам, характеристики зон поражения при возникновении на них аварийных ситуаций.

Второй раздел посвящен радиационным, химическим и биологическим опасностям военного времени. Даны основы химического, биологического и ядерного оружия. Рассмотрены характеристики боевых токсичных химических веществ, биологических средств и вызываемых ими болезней. Проанализированы поражающие факторы ядерного взрыва.

Третий раздел посвящен средствам индивидуальной и коллективной защиты при нахождении в зонах поражающих факторов радиационного и химического заражения.

В четвертом разделе приведены основы выявления и прогнозирования радиационной и химической обстановки.

# РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

## Глава 1. РАДИАЦИОННО ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ

### 1.1. Понятие радиационно опасного объекта (РОО)

В настоящее время практически в любой отрасли хозяйства или науки во все более возрастающих масштабах используются радиоактивные вещества и источники ионизирующих излучений. Особенно высокими темпами развивается ядерная энергетика. Атомная наука и техника таят в себе огромные возможности, но вместе с тем и большую опасность для людей и окружающей среды, о чем свидетельствуют аварии на атомных станциях в США, Англии, Франции, Японии и в СССР (Чернобыльская). Ядерные материалы приходится возить, хранить, перерабатывать. Все эти операции создают дополнительный риск радиоактивного загрязнения окружающей среды, поражения людей, животных и растительного мира.

**Радиационно опасный объект** – это объект, на котором хранят, перерабатывают или транспортируют радиоактивные вещества, при аварии или разрушении которого может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных, растений, объектов экономики и окружающей природной среды.

К радиационно опасным объектам относятся:

*а) по признаку «объекты использования атомной энергии»:*

– ядерные установки – сооружения и комплексы с ядерными реакторами, в том числе атомные станции, суда и другие плавсредства, космические и летательные аппараты, другие транспортные и транспортабельные средства; сооружения и комплексы с промышленными, экспериментальными и исследовательскими ядерными реакторами, критическими и подкритическими ядерными стендами; сооружения, комплексы, полигоны, установки и устройства с ядерными зарядами для использования в мирных целях; другие содержащие ядерные материалы сооружения, комплексы, установки для производства, использования, переработки, транспортирования ядерного топлива и ядерных материалов;

– радиационные источники – не относящиеся к ядерным установкам комплексы, установки, аппараты, оборудование и изделия, в

которых содержатся радиоактивные вещества или генерируется ионизирующее излучение;

- пункты хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилища радиоактивных отходов (далее – пункты хранения) – не относящиеся к ядерным установкам и радиационным источникам стационарные объекты и сооружения, предназначенные для хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранения или захоронения радиоактивных отходов;

- ядерные материалы – материалы, содержащие или способные воспроизвести делящиеся (расщепляющиеся) ядерные вещества;

- радиоактивные вещества – не относящиеся к ядерным материалам вещества, испускающие ионизирующее излучение;

- радиоактивные отходы – ядерные материалы и радиоактивные вещества, дальнейшее использование которых не предусматривается;

*б) по территориально-производственному признаку:*

- объекты ядерного комплекса (ядерно-топливного цикла (ЯТЦ), атомной энергетики, ядерного оружейного комплекса);

- базы ядерного оружия;

- территории и водоемы, загрязненные радионуклидами в результате имевших место радиационных аварий, ядерных взрывов в мирных целях, производственной деятельности и т.п.

Предприятия ЯТЦ осуществляют добычу урана, его обогащение (по  $^{235}\text{U}$ ), изготовление ядерного топлива, переработку отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов (РАО), хранение ядерного топлива, РАО и захоронение РАО.

Предприятия ЯТЦ по производственному признаку делятся на следующие группы:

- добывающие уран предприятия;

- предприятия по разделению изотопов урана;

- предприятия по изготовлению ядерного топлива;

- предприятия по переработке отработавшего ядерного топлива;

- объекты захоронения РАО.

К добывающим уран предприятиям относятся объекты, осуществляющие добычу урановой руды и ее переработку механическим и гидрометаллургическим способами, и предприятия по подземному выщелачиванию урана.

Основные типы радиационных аварий на этих предприятиях – выброс (разброс) урановой руды при транспортировке (или концентрата) и разлив растворов урана при авариях трубопроводов. В случае аварий на добывающих уран предприятиях

принятия экстренных мер по защите населения и ликвидации их последствий, как правило, не требуется, а загрязнения ураном не носят катастрофического характера даже при больших масштабах выбросов из-за малой радиоактивности естественного урана.

Предприятия по разделению изотопов урана (обогащению природного урана) и изготовлению ядерного топлива используют в технологических процессах как физические, так и химические методы. При этом возможны следующие типы аварий:

- самоподдерживающаяся цепная реакция деления (СЦР) при проведении работы растворами, порошками и изделиями из компактного урана;
- взрывы, в результате которых происходит выброс радиоактивных материалов в окружающую среду;
- разливы растворов, содержащих уран;
- пожары с возгоранием соединений, в которых содержится уран, и выбросом их в окружающую среду.

Из всех этих аварий радиационную опасность для населения могут представлять газоаerosольный выброс в результате СЦР, содержащий продукты деления урана, а также взрывы и пожары на различных участках технологических процессов.

Переработка отработанного ядерного топлива осуществляется на специальных перерабатывающих предприятиях (радиохимических заводах). В ходе технологических процессов переработки осуществляется разделка тепловыделяющих элементов, растворение топлива, химическое выделение урана, плутония, цезия, стронция и других радионуклидов.

Основными причинами радиационных аварий на радиохимических заводах являются термохимические взрывы, сопровождаемые выбросом содержимого технологических аппаратов (урана и продуктов его деления), в том числе и за пределы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия.

Часть радиоактивных отходов радиохимических заводов и других производств направляются на объекты захоронения. Перед захоронением они, как правило, подвергаются дополнительной переработке. Низко- и среднеактивные отходы, характеризующиеся большими объемами, направляются на переработку, общей тенденцией которой является максимально возможное уменьшение их объема при помощи технологических процессов сорбции, коагуляции, выпаривания, прессовки и т.д. с последующим включением в матрицы (цемент, битум, смолы и т.д.). Хранение низко- и среднеактивных

отходов осуществляется в бетонных емкостях с последующим захоронением в естественных и искусственных полостях. Высокоактивные отходы выдерживаются во временных хранилищах и по истечении определенного времени отправляются на захоронение.

Наиболее вероятной причиной радиационных аварий на объектах переработки и хранения радиоактивных отходов являются термобарические взрывы с выбросом содержимого технологических аппаратов, в том числе за пределы СЗЗ.

Наибольшую вероятность возникновения и значительные радиационные последствия имеют аварии при транспортировании ядерных материалов, прежде всего гексафторида урана (ГФУ) и отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) водо-водяных энергетических реакторов. Наиболее опасны, при этом, попадания контейнеров с этими ядерными материалами в зону пожара.

К объектам атомной энергетики относятся атомные станции (АЭС), на которых тепло, выделяющееся в ядерном реакторе, используется для получения водяного пара, вращающего турбогенератор для производства электрической энергии.

АЭС включает один или несколько ядерных энергетических реакторов. На российских АЭС работают следующие типы ядерных реакторов:

- водо-водяные энергетические реакторы электрической мощностью 440 МВт (ВВЭР-440) и 1000 МВт (ВВЭР-1000) на тепловых нейтронах;
- реакторы большой мощности, каналные, электрической мощностью 1000 МВт (РБМК-1000), графитовые, на тепловых нейтронах;
- реакторы жидкометаллические на быстрых нейтронах электрической мощностью 600 МВт (БН-600);
- реакторы энергетические графитовые паровые на тепловых нейтронах, электрической мощностью 12 МВт (ЭГП-12).

Наиболее тяжелыми радиационными авариями на АЭС, сопровождаемыми выбросом урана и продуктов его деления за пределы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и радиоактивным загрязнением окружающей среды, являются запроектные аварии, обусловленные разгерметизацией первого контура реактора с разрушением или без разрушения активной зоны.

Подобные радиационные аварии имеют место на судах и кораблях, космических аппаратах с ядерными реакторами, на объектах с



промышленными, экспериментальными и исследовательскими ядерными реакторами.

Корабельные объекты с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ) оснащаются реакторами легководного типа. Принципиальными их отличиями от реакторов АЭС являются: использование в качестве топлива более обогащенного урана, сравнительно малые размеры, высокая степень защиты.

Характерной причиной радиационных аварий на корабельных ЯЭУ является разгерметизация первого контура реактора с выбросом при определенных условиях продуктов деления урана в окружающую среду.

На существующих космических объектах с ЯЭУ используются малогабаритные ядерные реакторы с высоким обогащением природного урана, на быстрых нейтронах, с жидкометаллическим теплоносителем, электрической мощностью в несколько МВт.

Особенности последствий радиационных аварий космических объектов с ЯЭУ в полете обуславливаются разрушением и сгоранием летательного аппарата при входе в плотные слои атмосферы и выпадением его радиоактивных остатков, в том числе отдельных высокоактивных, на значительном пространстве, исчисляемом десятками тысяч км<sup>2</sup>.

Промышленные, экспериментальные и исследовательские ядерные реакторы отличаются большим разнообразием.

Наиболее тяжелые последствия радиационных аварий на этих реакторах имеют место при разрушении активных зон реакторов, сопровождаемом выбросом урана и продуктов его деления за пределы СЗЗ и загрязнением окружающей среды.

Тяжесть радиационных последствий аварий на этих реакторах нарастает по мере наступления следующих основных этапов:

- повреждение оборудования первого контура с последующим истечением теплоносителя в разрыв;
- повреждение оболочек ТВЭЛов в результате тепломеханических процессов в активной зоне;
- разрушение отдельных ТВЭЛов или большей части активной зоны в результате плавления топлива;
- проплавление бака или корпуса реактора и взаимодействие с бетоном.

Радиационные аварии с ядерным оружием могут возникнуть на различных этапах его войсковой эксплуатации (стационарное хранение, регламентные работы, транспортировка, нахождение ядерного оружия в составе носителя на боевом дежурстве) в результате ошибочных

действий персонала, стихийных природных бедствий, аварий с транспортным средством, диверсионных актов и т.п.

Организация ликвидации этих аварий, порядок проведения мероприятий по ликвидации их последствий определяются ведомственными документами Минобороны России и Росатома и в данном руководстве не рассматриваются.

Определенные особенности и большое разнообразие имеют радиационные аварии на установках технологического, медицинского назначения и источниках тепловой и электрической энергии, в которых используются радионуклиды, что обусловлено их различием по назначению, конструкции, составу радионуклидов, типу и мощности излучения.

Большинство используемых в этих установках радионуклидов являются мощными гамма – излучателями ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и другие) и опасны при разрушении защитных контейнеров, в которых они находятся, или изъятии их из контейнеров без принятия мер защиты.

В меньшей части установок используются альфа- и бета-излучатели ( $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и другие), которые без надлежащей защиты также опасны для внешнего облучения.

Территории и водоемы, загрязненные радионуклидами в результате имевших место радиационных аварий, ядерных взрывов в мирных целях, а также производственной деятельности предприятий ЯТЦ представляют радиационную опасность в связи с возможным разносом радиоактивных загрязнений и облучением населения, проживающего на загрязненных территориях, как за счет внешнего, так и внутреннего облучения, обусловленного употреблением загрязненных продуктов (овощей, фруктов, мяса, рыбы, молока, ягод, грибов) и попаданием радиоактивных аэрозолей через дыхательные пути.

## **1.2. Классификация аварий на РОО**

Классификация производится с целью заблаговременной разработки мер, реализация которых в случае аварии должна уменьшить вероятные последствия и содействовать успешной ее ликвидации. Проводится по двум признакам: во-первых, по типовым нарушениям нормальной эксплуатации и, во-вторых, по характеру последствий для персонала, населения и окружающей среды.

Радиационное воздействие на персонал и население в зоне радиоактивного загрязнения характеризуется **величинами доз внешнего и внутреннего облучения людей**.

Под внешним понимается прямое облучение человека от источников ионизирующего излучения, расположенных вне его тела, главным образом от источников гамма-излучения и нейтронов.

Внутреннее облучение происходит за счет ионизирующего облучения от источников, находящихся внутри человека. Эти источники образуются в критических (наиболее чувствительных) органах и тканях. Внутреннее облучение происходит за счет источников альфа-, бета- и гамма-излучения. Для лучшей организации защиты персонала и населения производится заблаговременное зонирование территории вокруг РОО.

*Устанавливаются три зоны:*

**1. Зона экстренных мер защиты** – это территория, на которой доза облучения всего тела за время формирования радиоактивного следа или доза внутреннего облучения отдельных органов может превысить верхний предел, установленный для эвакуации.

**2. Зона предупредительных мероприятий** – это то же самое, но верхний предел, установлен для укрытия и йодной профилактики.

**3. Зона ограничений** – это территория, на которой доза облучения всего тела или отдельных его органов за один год может превысить нижний предел для потребления пищевых продуктов. Зона вводится по решению государственных органов.

5 декабря 1995 г. Государственной думой принят Федеральный закон «О радиационной безопасности населения», который определяет государственное нормирование в сфере обеспечения радиационной безопасности. В статье 9 установлены пределы дозовых нагрузок для населения и персонала, причем более жесткие, нежели ныне действующие. И в этом смысле мы идем впереди всех стран: принимаем дозовые пределы, которые рекомендованы в 1990 г. международной комиссией по радиационной защите. Эти нормы введены в действие с 1 января 2000 г. Пока еще ни одна страна не перешла на рекомендованные дозовые пределы, даже развитые в экономическом отношении.

В случае радиационных аварий допускается облучение, превышающее установленные нормы, в течение определенного промежутка времени и в пределах, определенных для таких ситуаций.

При классификации аварий на радиационно опасных объектах существует несколько подходов. Это обусловлено тем, что подобные

аварии отличаются большим разнообразием присущих им признаков, а также объектов, на которых они могут происходить. В большинстве случаев аварии, сопровождающиеся выбросами радиоактивных веществ и формированием радиационных полей, классифицируют применительно к АЭС.

В зависимости от характера и масштабов повреждений и разрушений аварии на радиационно опасных объектах подразделяют на проектные, проектные с наибольшими последствиями (максимально проектные) и запроектные (гипотетические).

Под проектной аварией понимается авария, для которой определены в проекте исходные события аварийных процессов, характерных для того или иного объекта (типа ядерного реактора) или другого радиационно опасного узла, конечные состояния (контролируемые состояния элементов и систем после аварии), а также предусмотрены системы безопасности, обеспечивающие ограничение последствий аварий установленными пределами.

Максимально проектные аварии характеризуются наиболее тяжелыми исходными событиями, обуславливающими возникновение аварийного процесса на данном объекте. Эти события приводят к максимально возможным в рамках установленных проектных пределов радиационным последствиям.

Под запроектной (гипотетической) аварией понимается такая авария, которая вызывается не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями и сопровождается дополнительными по сравнению с проектными авариями отказами систем безопасности.

В радиационной аварии различают четыре фазы развития: начальную, раннюю, промежуточную и позднюю (восстановительную).

Начальная фаза аварии является периодом времени, предшествующим началу выброса (сброса) радиоактивности в окружающую среду или периодом обнаружения возможности облучения населения за пределами санитарно-защитной зоны предприятия. В отдельных случаях подобная фаза может не существовать вследствие своей быстротечности.

Ранняя фаза аварии (фаза «острого» облучения) является периодом, собственно, выброса радиоактивных веществ в окружающую среду или периодом формирования радиационной обстановки непосредственно под влиянием выброса (сброса) в местах проживания или нахождения населения. Продолжительность этого периода может быть от нескольких минут до нескольких часов в случае разового выброса (сброса) и до нескольких суток в случае продолжительного выброса

(сброса). Для удобства в прогнозах продолжительность ранней фазы аварии в случае разовых выбросов (сбросов) принимается, как правило, равной 1 суткам.

Промежуточная фаза аварии охватывает период, в течение которого нет дополнительного поступления радиоактивности из источника выброса в окружающую среду и в течение которого решения о введении или продолжении ранее принятых мер радиационной защиты принимаются на основе проведенных измерений уровней содержания радиоактивных веществ в окружающей среде и вытекающих из них оценок доз внешнего и внутреннего облучения населения. Промежуточная фаза начинается с нескольких первых часов с момента выброса (сброса) и длится до нескольких суток, недель и больше. Для разовых выбросов (сбросов) протяженность промежуточной фазы прогнозируют, как правило, в пределах 7-10 суток.

Поздняя фаза (фаза восстановления) характеризуется периодом возврата к условиям нормальной жизнедеятельности населения и может длиться от нескольких недель до нескольких десятков лет в зависимости от мощности и радионуклидного состава выброса, характеристик и размеров загрязненного района, эффективности мер радиационной защиты.

В зависимости от границ зон распространения радиоактивных веществ и радиационных последствий потенциальные аварии на АЭС делятся на 6 типов:

**Локальная авария.** Радиационные последствия аварии ограничиваются пределами объекта. При этом возможно облучение персонала и загрязнение зданий и сооружений, находящихся на территории АЭС, выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации.

**Местная авария.** Радиационные последствия аварии ограничиваются пределами пристанционного поселка и населенных пунктов в районе расположения АЭС. При этом возможно облучение персонала и населения выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации.

**Территориальная авария.** Радиационные последствия аварии ограничиваются пределами субъекта Российской Федерации, на территории которого расположена АЭС, и включают, как правило, две и более административно-территориальные единицы субъекта. При этом возможно облучение персонала и населения нескольких административно-территориальных единиц субъекта Российской

Федерации выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации.

**Региональная авария.** Радиационные последствия аварии ограничиваются пределами двух и более субъектов Российской Федерации и приводят к облучению населения и загрязнению окружающей среды выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации.

Если при региональной аварии количество людей, получивших дозу облучения выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации, может превысить 500 человек, или количество людей, у которых могут быть нарушены условия жизнедеятельности, превысит 1000 человек, или материальный ущерб от аварии превысит 5 млн. минимальных размеров оплаты труда, то такая авария будет **федеральной**.

**Трансграничная авария.** Радиационные последствия аварии выходят за территорию Российской Федерации либо данная авария произошла за рубежом и затрагивает территорию Российской Федерации.

Перечисленные радиационные последствия потенциальных аварий на АЭС определяют масштабы чрезвычайных ситуаций радиационного характера.

Международным агентством по атомной энергетике (МАГАТЭ) разработана международная шкала событий на АЭС. В соответствии с этой шкалой аварии на АЭС подразделяются по характеру и масштабам последствий, а некоторые и по причинам их вызвавшим.

Градации аварий на АЭС осуществляется по 7 уровням: глобальная авария, тяжелая авария, авария с риском для окружающей среды, авария в пределах АЭС, серьезное происшествие, происшествие средней тяжести, незначительное происшествие.

Международная шкала событий на АЭС приведена в таблице 1.

Помимо рассмотренных выше классификаций, существует классификация нарушений в работе АЭС, которой придерживаются при расследовании и учете аварий и происшествий, выявлении причин и обстоятельств их возникновения, оценке, с точки зрения безопасности, а также разработке мер по устранению последствий нарушений, предотвращению их возникновения и повышению безопасности.

В соответствии с этой классификацией нарушения в работе АЭС подразделяются на аварии и происшествия. Выделяют 4 категории аварий, которые характеризуются различным количеством выброшенных радиоактивных веществ в окружающую среду, начиная с

выброса большей части радиоактивности из активной зоны ядерного реактора, при котором превышаются дозовые пределы для гипотетической аварии (категория АО-1), и заканчивая выбросом радиоактивных веществ в таких количествах, при которых не превышаются дозовые пределы для населения при проектных авариях (категория АО-4).

Таблица 1

## Международная шкала событий на АЭС (МАГАТЭ)

Уровень	Наименование	Критерий	Пример
1	2	3	4
Аварии 7	Глобальная авария	Выброс в окружающую среду большой части радиоактивных продуктов, накопленных в активной зоне, в результате которого будут превышены дозовые пределы для запроектных аварий*. Возможны острые лучевые поражения. Длительное воздействие на здоровье населения, проживающего на большой территории, включающей более чем 1 страну. Длительное воздействие на окружающую среду.	Чернобыль, СССР, 1986 г.
6	Тяжелая авария	Выброс в окружающую среду большой части радиоактивных продуктов, накопленных в активной зоне, в результате которого дозовые пределы для проектных аварий* будут превышены, а для запроектных – нет. Для ослабления серьезного влияния на здоровье населения необходимо введение планов мероприятий по защите работников (персонала) и населения в случае аварий в зоне радиусом 25 км, включающих эвакуацию населения.	Уиндскейл, Великобритания, 1957 г.
5	Авария с риском для окружающей среды	Выброс в окружающую среду такого количества продуктов деления, который приводит к незначительному повышению дозовых пределов для проектных аварий** и радиационно-эквивалентных выбросу порядка сотни ТБк иода-131. Разрушение большей части активной зоны, вызванное механическим воздействием или плавлением с превышением максимального проектного предела повреждения твэлов. В некоторых случаях требуется частичное введение планов мероприятий по защите персонала и населения в случае аварии (местная йодная профилактика и/или частичная эвакуация) для уменьшения влияния облучения на здоровье населения.	Три-Майл-Айленд, США, 1979 г.

1	2	3	4
4	Авария в пределах АЭС	Выброс радиоактивных продуктов в окружающую среду в количестве, превышающем значения для уровня 3, который привел к переоблучению части персонала, но в результате которого не будут превышены дозовые пределы для населения**. Однако требуется контроль продуктов питания населения.	Сант-Лаурент, Франция, 1980 г.
Происшествия 3	Серьезное происшествие	Выброс в окружающую среду радиоактивных продуктов выше допустимого суточного, но не превышающий 5-кратного допустимого суточного выброса газообразных летучих радиоактивных продуктов и аэрозолей и/или 1/10 годового допустимого сброса со сбросными водами. Высокие уровни радиации и/или большие загрязнения поверхностей на АЭС, обусловленные отказом оборудования или ошибками эксплуатации. События, в результате которых происходит значительное переоблучение работающих (персонала) (доза > 50 мЗв, > 5 бэр). При рассматриваемом выбросе не требуется принимать защитных мер за пределами площадки. Происшествия, при которых дальнейшие отказы в системах безопасности должны привести к авариям или ситуациям, при которых системы безопасности не будут способны предотвратить аварию, если произойдет исходное событие.	Ванделлос, Испания, 1989 г.
2	Происшествие средней тяжести	Отказы оборудования или отклонения от нормальной эксплуатации, которые хотя и не влияют непосредственно на безопасность станции, но способны привести к значительной переоценке мер по безопасности.	
1	Незначительное происшествие	Функциональные отклонения или отклонения в управлении, которые не представляют какого-либо риска, но указывают на недостатки в обеспечении безопасности. Эти отклонения могут возникнуть из-за отказа оборудования, ошибки эксплуатационного персонала или недостатков руководства по эксплуатации. (Такие события должны отличаться от отклонений без превышения пределов безопасной эксплуатации, при которых управление станцией осуществляют в соответствии с установленными требованиями. Эти отклонения, как правило, считают «ниже уровня шкалы»).	
0	Ниже уровня шкалы	Не влияет на безопасность	



\* Под дозовым пределом для запроектных аварий принимают не превышение дозы внешнего облучения людей 0,1 Зв за первый год после аварии и дозы внутреннего облучения щитовидной железы детей 0,3 Зв за счет ингаляции на расстоянии 25 км от станции, что обеспечивается при не превышении аварийного выброса в атмосферу  $11,110^{14}$  Бк и йода-131 и  $11,1 \cdot 10^{13}$  Бк цезия-137.

\*\* При проектных авариях доза на границе санитарно-защитной зоны и за ее пределами не должна превышать 0,1 Зв на все тело за 1-й год после аварии и 0,3 Зв на щитовидную железу ребенка за счет ингаляции.

Происшествия характеризуются возникновением неисправностей и повреждений различных узлов ядерного реактора, систем оборудования и подразделяются на 10 типов. Наибольшую опасность представляет происшествие первого типа (ПО-1), при котором, помимо неисправностей и повреждений, происходит выброс в окружающую среду радиоактивных продуктов выше предельно допустимых норм без нарушения пределов безопасной эксплуатации АЭС. Данные по классификации нарушений в работе АЭС представлены в таблице 2.

Таблица 2

### Классификация событий на АЭС, по шкале Росатома

п/п	Класс событий	Балл (уровень)	Обозначение по шкале Росатома	Последствия, обстоятельства и признаки нарушений в работе радиационно опасного предприятия отрасли
1	2	3	4	5
1.	Авария	7	A01	Выброс в окружающую среду большей части радиоактивных продуктов, накопленных в активной зоне, в результате которого будут превышены дозовые пределы для запроектных аварий. Возможность острых лучевых поражений. Последующее влияние на здоровье населения, проживающего на большой территории с возможностью трансграничного переноса радиоактивных загрязнений. Длительное воздействие на окружающую среду.
2.	Авария	6	A02	Выброс в окружающую среду большого количества радиоактивных продуктов, накопленных в активной зоне, в результате которого дозовые пределы для проектных аварий будут превышены, а для запроектных – нет. Для ослабления влияния на здоровье населения необходимо введение планов мероприятий по защите персонала и населения, включающих эвакуацию.

1	2	3	4	5
3.	Авария	5	АОЗ	Выброс в окружающую среду такого количества продуктов деления, который может привести к незначительному превышению дозовых пределов для проектных аварий. В некоторых случаях требуется частичное введение планов мероприятий по защите персонала и населения в случае аварии (т.е. местная йодная профилактика и/или эвакуация) для уменьшения влияния облучения на здоровье населения.
4.	Авария	4	АО4	Выброс радиоактивных продуктов в окружающую среду в количествах, превышающих значение для происшествий категории ПО1, но в результате которого не будут превышены дозовые пределы для населения при проектных авариях. Возможно облучение персонала дозами (порядка 1 Зв), вызывающими острые лучевые поражения.
5.	Происшествие	3	ПО1	Выброс в окружающую среду радиоактивных продуктов без нарушений пределов безопасной эксплуатации. Загрязнение помещений и оборудования выше уровней, установленных проектом для нормальной эксплуатации, или облучение персонала дозами, превышающими дозовый предел для персонала.

### 1.3. Причины радиоактивных загрязнений

Несмотря на различные источники загрязнений, их объединяет нечто общее, что обусловлено агрегатным состоянием РА веществ, которые могут быть в твердом, жидком и газообразном виде. Попадая на различные объекты, они закрепляются на их поверхностях. В зависимости от условий различают поверхностное и глубинное загрязнение, по отношению к воздушной и жидкой среде – объемное.

В условиях *поверхностного загрязнения* РН находятся лишь на наружной части объектов. Если РН растворены в жидкости, то заражение обусловлено закреплением этой жидкости. Чем меньше твердые частицы (диаметром менее 100 мкм), тем прочнее они удерживаются на поверхности. Радиоактивные загрязнения, которые представляют собой структурированную систему, например комки грунта, вязкие РА отходы, прилипают к поверхностям и остаются на них. Часть РН, находящихся в воздухе или в воде в виде молекул или

ионов, могут также закрепляться на поверхности (этот процесс называется адсорбцией).

Во всех случаях РА загрязнения удерживаются на внешней стороне поверхности объекта. В случае глубинного РА загрязнения РН проникают вглубь материала. Поэтому при обеззараживании не ограничиваются удалением РА веществ только с внешней стороны поверхности, их нужно извлечь еще из глубины.

Существуют различные варианты *глубинного загрязнения*: РА вещества в виде жидкости или вязкой консистенции проникают в трещины и выемы поверхности. Мелкие частицы, размеры которых меньше выемов, проникают внутрь и закрепляются там. Их называют высокодисперсными. Образуются они в результате воздушных ядерных взрывов и в других случаях, связанных с взрывным распылением РА веществ. Среди источников, приведших к загрязнению в Чернобыле, были частицы и таких размеров. Все это явилось одной из причин недостаточной эффективности дезактивации в Чернобыле, особенно в первое время после аварии.

РН в виде молекул или ионов способны самопроизвольно проникать вглубь материала (лакокрасочные покрытия, металл, полимерные и другие материалы). Этот процесс называют диффузией. Если загрязняемый объект имеет пористую структуру, например кирпич, некоторые сорта бетона, грунт, песок, сыпучие строительные материалы, то РН, растворенные в жидкости, способны проникать на значительную глубину через поровое пространство.

Глубина проникновения зависит от свойств и сортамента этих материалов, состояния РН, условий загрязнения (например, времени контакта с поверхностью) и колеблется в довольно широких пределах. Ориентировочно можно считать, что глубина проникновения составляет: для некоторых металлов – до 1 мм, лакокрасочных покрытий, бетона и кирпича – до 5 мм, грунта – до 7 см.

Обеззараживание объектов, подвергшихся глубинному загрязнению, провести труднее, чем поверхностных РА загрязнений (об этом подробнее пойдет речь при рассмотрении способов дезактивации). Следует подчеркнуть, что глубинному всегда сопутствует поверхностное РА загрязнение, но не каждое поверхностное может привести к глубинному.

Различают *первичные и вторичные загрязнения*. Первичными называют те, которые образовались непосредственно в процессе аварий, производственной деятельности, в результате взрывов и эксплуатации ядерных боеприпасов. Они связаны с оседанием частиц из воздуха или

водной среды, осаждением радиоактивных веществ на различных объектах, а также в результате контакта с РА препаратами. Вторичными загрязнениями считают переход РА веществ с ранее загрязненного объекта на чистый или загрязненный, но в меньшей степени.

Опыт Чернобыля показал, что один и тот же объект за счет вторичных процессов может загрязняться несколько раз. В этих условиях вторичное заражение становится многократным. В случае локального загрязнения вторичные процессы могут происходить в результате контакта с загрязненным объектом, переноса РН на обуви и одежде, в процессе транспортировки нечистого грунта, при переходе части РН в воздушную или водную среду и распространения их в этой среде. РА вещества могут разноситься на значительные расстояния, попадать в жилые помещения, особенно опасно это для детей.

#### **1.4. Радиационные дозы ионизирующих излучений и нормирование в области радиационной безопасности**

Как было указано в предыдущих разделах, естественные и искусственные источники радиации создают радиационный фон. Однако опасен не сам фон, а доза полученного облучения. *Дозой* называется порция энергии, переданная ионизирующим излучением веществу.

Существует ряд специальных показателей для оценки излучения. Основным количественным показателем является поглощённая доза – это отношение средней энергии ( $\Delta E$ ), переданной ионизирующим излучением веществу, к массе ( $\Delta m$ ) вещества в единицу объёма:

$$D_{\text{п}} = \frac{\Delta E}{\Delta m} [\text{Дж/кг}].$$

В системе СИ в качестве единицы поглощённой дозы принят грей (Гр), в честь английского физика и радиобиолога С. Грея. 1 Гр соответствует поглощению в среднем 1 Дж энергии ионизирующего излучения в массе вещества, равной 1 кг. 1 Гр = 1 Дж/кг. В качестве внесистемной единицы в практической дозиметрии до настоящего времени используется единица поглощенной дозы – рад.

$$1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г} = 10^{-2} \text{ Дж/кг} = 10^{-2} \text{ Гр}. \quad 1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}.$$

До последнего времени в качестве характеристики поля фотонного излучения при его воздействии на среду использовали *экспозиционную дозу* ( $D_{\text{э}}$ ), которая определяет ионизационную способность только

рентгеновского и гамма-излучений в единственном веществе – в воздухе. Экспозиционная доза фотонного излучения – это отношение суммарного заряда  $\Delta Q$  всех ионов одного знака в воздухе при полном торможении электронов и позитронов, которые были образованы фотонами в элементарном объеме воздуха, к массе  $\Delta m$  воздуха в этом объеме:

$$D_{\text{э}} = \frac{\Delta Q}{\Delta m} [\text{Кл/кг}].$$

Единицей экспозиционной дозы в системе СИ является кулон на 1 кг воздуха. Внесистемной единицей экспозиционной дозы является рентген (Р). Один рентген – это такая доза рентгеновского или гамма-излучения, при которой в 1 см<sup>3</sup> сухого воздуха при  $t = 0$  °С и давлении 760 мм рт. ст. ( $10^5$  Па) образуется 2,083 млрд. пар ионов.  $1\text{Р} = 2,58 \cdot 10^{-4}$  Кл/кг.

Если организм подвергается воздействию различных видов излучения, применяется понятие *эквивалентной (биологической) дозы*. Она введена в связи с тем, что различные виды излучений при равных затратах энергии на ионизацию производят различное биологическое воздействие. Эквивалентная доза определяется как произведение поглощенной дозы данного вида излучения на коэффициент качества ионизирующего излучения в биологической ткани стандартного человека:

$$H = D_{\text{п}} \cdot \text{КК}.$$

Таким образом, коэффициент качества показывает, во сколько раз эффективность биологического воздействия данного вида излучения больше эффективности биологического воздействия гамма-излучения при одинаковой поглощенной дозе в тканях. Приняты следующие значения КК: для рентгеновского, гамма- и бета-излучения – 1, для протонов и нейтронов с энергией до 10 МэВ – 10, для альфа-излучения – 20. Для смешанного излучения эквивалентная доза определяется как произведение поглощенных доз отдельных видов излучения  $D_{\text{ни}}$  на соответствующие коэффициенты качества  $\text{КК}_i$ :

$$H = \sum_{i=1}^n D_{\text{ни}} \cdot \text{КК}.$$

Эквивалентная доза в международной системе единиц измеряется в зивертах (Зв) в честь известного физика Зиверта, внесшего значительный

вклад в метрологию количественного измерения радиации. Внесистемная единица – бэр (биологический эквивалент рентгена). 1 бэр – это доза излучения (любого вида), действие которой на ткани любого организма эквивалентно действию 1 рентгена гамма-излучения:  $1 \text{ бэр} = 1 \text{ Р}$ ,  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$ .

Степень зараженности местности радиоактивными веществами характеризуется мощностью экспозиционной дозы (уровнем радиации) и обозначается буквой *P*. Уровень радиации или мощность дозы показывает, какую дозу может получить человек в единицу времени. Внесистемной единицей мощности экспозиционной дозы является рентген в час (Р/ч) или в секунду (Р/с), а в системе СИ – кулон на килограмм в секунду (Кл/кг·с). Внесистемной единицей мощности поглощенной дозы является рад/ч, рад/с, а в системе СИ – грей в секунду (Гр/с). Местность считается зараженной и требуется применить средства защиты, если уровень радиации, измеренный на высоте 0,7-1 м от поверхности земли, составляет 60 мкР/ч в мирное время и 0,5 Р/ч в военное. Мощность эквивалентной дозы в системе СИ – Зв/ч, внесистемная – 1 бэр/ч.

Таким образом, опасность радиационного излучения определяется дозой полученного ионизирующего излучения. В Российской Федерации за последние годы разработана система основ радиационной безопасности. Основными правовыми нормативными документами в этой области являются: Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» №3-ФЗ от 9 января 1996 года, «Нормы радиационной безопасности» СП 2.6.1.758-99 (НРБ-99).

В указанном законе **радиационная безопасность населения** определена как состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения. Здесь же введено понятие **эффективной дозы**. Это величина воздействия ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности.

В законе изложены основные принципы обеспечения радиационной безопасности (нормирования, обоснования, оптимизации), перечислены мероприятия по обеспечению радиационной безопасности, определены полномочия Российской Федерации и субъектов РФ в этой области, установлен порядок контроля за радиационной безопасностью, лицензирования деятельности в области обращения с источниками ионизирующего излучения, обеспечения радиационной безопасности при радиационной аварии, изложены права и обязанности граждан в области радиационной безопасности. Федеральный закон вводит также

государственное нормирование в области обеспечения радиационной безопасности.

Нормы радиационной безопасности основаны на следующих принципах:

- не превышение установленного основного дозового предела;
- исключение всякого необоснованного облучения;
- снижение дозы излучения до возможного низкого уровня.

Нормы радиационной безопасности устанавливают основные дозовые пределы, предельно допустимые концентрации радиоактивных веществ в воздухе рабочих помещений и в атмосферном воздухе, в воде открытых водоемов, допустимое содержание радионуклидов в критических органах, допустимое годовое поступление радионуклидов через органы дыхания и пищеварения.

Устанавливаются следующие основные гигиенические нормативы (допустимые пределы доз) облучения на территории Российской Федерации в результате использования источников ионизирующего излучения:

– для населения средняя годовая эффективная доза равна 0,001 Зв или эффективная доза за период жизни (70 лет) – 0,07 Зв; в отдельные годы допустимы большие значения эффективной дозы при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 0,001 Зв;

– для работников, т.е. лиц, которые непосредственно работают с источниками ионизирующих излучений, средняя годовая эффективная доза равна 0,02 Зв или эффективная доза за период трудовой деятельности (50 лет) – 1 Зв; допустимо излучение в годовой эффективной дозе до 0,05 Зв при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 0,02 Зв.

Регламентируемые значения основных пределов доз не включают в себя дозы, создаваемые естественным радиационным и техногенно измененным радиационным фоном, а также дозы, получаемые гражданами (пациентами) при проведении медицинских рентгенорадиологических процедур и лечения.

В случае радиационных аварий допускается облучение, превышающее установленные основные гигиенические нормативы (допустимые пределы доз), в течение определенного промежутка времени и в пределах, определенных санитарными нормами и правилами.

## 1.5. Единицы измерения ионизирующих излучений. Дозиметрические величины

В качестве *единицы активности* принято одно ядерное превращение в секунду. В целях сокращения используется более простая единица измерения – один распад в секунду (расп./с). В системе СИ она получила название беккерель (Бк). В практике радиационного контроля, в том числе и в Чернобыле, до последнего времени широко использовалась внесистемная единица активности – кюри (Ки). Один кюри – это  $3,7 \times 10^{10}$  ядерных превращений в секунду.

*Концентрация радиоактивного вещества* обычно характеризуется концентрацией его активности. Она выражается в единицах активности на единицу массы: Ки/т, мКи/г, кБк/кг и т.п. (удельная активность). На единицу объема – Ки/м<sup>3</sup>, мКи/л, Бк/см<sup>3</sup> и т.п. (объемная концентрация) или на единицу площади – Ки/км<sup>2</sup>, мКи/см<sup>2</sup>, ПБк/м<sup>2</sup> и т.п.

Для измерения величин, характеризующих ионизирующее излучение, исторически первой появилась единица «рентген». Это мера экспозиционной дозы рентгеновского или гамма-излучений. Позже для измерения поглощенной дозы излучения добавили «рад».

*Доза излучения* (поглощенная доза) – энергия радиоактивного излучения, поглощенная единицей массы облучаемого вещества или человеком. С увеличением времени облучения доза всегда растет. При одинаковых условиях облучения она зависит от состава вещества. Поглощенная доза нарушает физиологические процессы в организме и приводит в ряде случаев к лучевой болезни различной степени тяжести. В качестве единицы поглощенной дозы излучения в системе СИ предусмотрена специальная единица – грей (Гр). 1 грей – это такая единица поглощенной дозы, при которой 1 кг облучаемого вещества поглощает энергию в 1 джоуль (Дж). Следовательно, 1 Гр = 1 Дж/кг.

Поглощенная доза излучения является основной физической величиной, определяющей степень радиационного воздействия.

*Мощность дозы* (мощность поглощенной дозы) – превращение дозы в единицу времени. Она характеризуется скоростью накопления дозы и может увеличиваться или уменьшаться во времени. Ее единица в системе СИ – грей в секунду. Это такая мощность поглощенной дозы излучения, при которой за 1 с в веществе создается доза излучения в 1 Гр.

На практике для оценки поглощенной дозы излучения до сих пор широко используют внесистемную единицу мощности поглощенной дозы – рад в час (рад/ч) или рад в секунду (рад/с).



**Эквивалентная доза.** Это понятие введено для количественного учета неблагоприятного биологического воздействия различных видов излучений. Определяется она по формуле

$$D_{\text{экв}} = Q \times D,$$

где  $D$  – поглощенная доза данного вида излучения;  $Q$  – коэффициент качества излучения.

Для различных видов ионизирующих излучений с неизвестным спектральным составом приняты значения  $Q$ : рентгеновского и гамма-излучения –  $Q = 1$ , бета-излучения –  $Q = 1$ , нейтронов с энергией от 0,1 до 10 МэВ –  $Q = 10$ , альфа-излучения с энергией менее 10 МэВ –  $Q = 20$ . Из приведенных цифр видно, что при одной и той же поглощенной дозе нейтронное и альфа-излучение вызывают соответственно в 10 и в 20 раз больший поражающий эффект. В системе СИ эквивалентная доза измеряется в зивертах (Зв). Один зиверт равен одному грею, деленному на коэффициент качества. При  $Q = 1$  получаем

$$1 \text{ Зв} = \frac{1 \text{ Гр}}{Q} = \frac{1 \text{ Дж/кг}}{Q} = \frac{100 \text{ рад}}{Q} = 100 \text{ бэр}.$$

**Бэр (биологический эквивалент рентгена)** – это внесистемная единица эквивалентной дозы. Поглощенная доза любого излучения в 1 бэр вызывает тот же биологический эффект, что и 1 рентген гамма-излучения. Поскольку коэффициент качества бета и гамма-излучений равен 1, то на местности, загрязненной радиоактивными веществами при внешнем облучении,

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр}; 1 \text{ бэр} = 1 \text{ рад}; 1 \text{ рад} \approx 1 \text{ Р}.$$

Из этого можно сделать вывод, что эквивалентная, поглощенная и экспозиционная дозы для людей, находящихся в средствах защиты на зараженной местности, практически равны.

**Мощность эквивалентной дозы** – отношение приращения эквивалентной дозы за какой-то интервал времени. Выражается в зивертах в секунду. Поскольку время пребывания человека в поле излучения при допустимых уровнях измеряется, как правило, часами, предпочтительно выражать мощность эквивалентной дозы в микрозивертах в час.

Согласно заключению Международной комиссии по радиационной защите, вредные эффекты у человека могут наступать при

эквивалентных дозах не менее 1,5 Зв/год (150 бэр/год), а случаях кратковременного облучения – при дозах выше 0,5 Зв (50 бэр). Когда облучение превышает некоторый порог, возникает лучевая болезнь.

Мощность эквивалентной дозы, создаваемая естественным излучением (земного и космического происхождения), колеблется в пределах 1,5-2 мЗв/год, плюс искусственные источники (медицина, радиоактивные осадки) – от 0,3 до 0,5 мЗв/год. Выходит, что человек в год получает от 2 до 3 мЗв. Эти цифры примерные и зависят от конкретных условий. По другим источникам, они выше и доходят до 5 мЗв/год.

**Экспозиционная доза** – мера ионизационного действия фотонного излучения, определяемая по ионизации воздуха в условиях электронного равновесия.

В системе СИ единицей экспозиционной дозы является один кулон на килограмм (Кл/кг). Внесистемная единица – рентген (Р),

$$1 \text{ Р} = 2,58 \times 10^4 \text{ Кл/кг.}$$

Для удобства в работе при пересчете числовых значений экспозиционной дозы из одной системы единиц в другую обычно пользуются таблицами, имеющимися в справочной литературе.

**Мощность экспозиционной дозы** – приращение экспозиционной дозы в единицу времени. Ее единица в системе СИ – ампер на килограмм (А/кг). Однако в переходный период можно пользоваться внесистемной единицей – рентген в секунду (Р/с),

$$1 \text{ Р/с} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ А/кг.}$$

Надо помнить, что после 1 января 1990 г. не рекомендуется вообще пользоваться понятием экспозиционной дозы и ее мощности. Поэтому во время переходного периода эти величины следует указывать не в единицах СИ (Кл/кг, А/кг), а во внесистемных единицах – рентгенах и рентгенах в секунду.

При коэффициенте качества, равном единице,

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} \approx 100 \text{ рад} \approx 100 \text{ бэр} \approx 100 \text{ Р.}$$

Производные единицы зиверта – *миллизиверт* (мЗв) и *микрозиверт* (мкЗв):

$$\begin{aligned} 1 \text{ мЗв} &= 10^{-3} \text{ Зв;} \\ 1 \text{ мкЗв} &= 10^{-6} \text{ Зв.} \end{aligned}$$

## Глава 2. ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ

### 2.1. Краткая характеристика химически опасных объектов

Аварийные выбросы аварийных химически опасных веществ (АХОВ) могут произойти из-за повреждений и разрушений емкостей при хранении, транспортировке или переработке. Кроме того, некоторые нетоксичные вещества при определенных условиях (пожар, взрыв) могут образовать АХОВ.

В случае аварии происходит не только заражение приземного слоя атмосферы, но и заражение водных источников, продуктов питания, почвы.

**Химически опасный объект (ХОО)** – предприятие народного хозяйства, при аварии или разрушении которого могут произойти массовые поражения людей, животных и растений АХОВ.

Главный поражающий фактор при авариях на ХОО – химическое заражение приземного слоя атмосферы, приводящее к поражению людей, находящихся в зоне действия АХОВ. Его масштабы характеризуются размерами зон заражения.

**Зона химического заражения** – территория, зараженная АХОВ в опасных для жизни людей пределах.

Новые процессы, новые комбинации различных веществ иногда применяют без учета масштабных факторов, без должного анализа проблем безопасности.

Снижение уровня химической безопасности в техносфере связано также с повышением плотности размещения разнородных объектов и производств.

Химическая безопасность – защита от чрезмерной химической опасности.

Рост масштабов и концентрация производств ведет к накоплению потенциальных опасностей. Об этом можно судить по удельным (на душу населения) значениям летальных доз, накопленных в различных производствах западной Европы. Так по мышьяку – 0,5 млрд. доз; по бариям – 5 млрд.; по фосгену и аммиаку, синильной кислоте – 100 млрд. по каждому соединению; по хлору – 10 триллионов доз. Эти цифры делают понятным, почему наименьший уровень безопасности существует на химически опасных объектах (ХОО).

В мире насчитывается более 6 млн. химических веществ. На 90% – это органические соединения, подавляющее количество которых токсично. Для 500 химикатов принято понятие «вредное вещество», т.е.

такое вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушений требований безопасности может вызвать производственные травмы, отравления, профессиональные заболевания и отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в течение всего времени работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколения.

К химически опасным объектам относятся объекты, где производят, перерабатывают, используют, транспортируют или хранят опасные химические вещества (ОХВ), при авариях на которых или разрушении которых могут произойти поражения людей, животных и растений, либо химическое загрязнение окружающей среды в концентрациях или количествах, превышающих естественный уровень их содержания в окружающей среде.

К таким ОХВ относятся:

а) **токсичные вещества** – вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики:

– средняя смертельная доза при введении в желудок от 15 мг/кг до 200 мг/кг включительно;

– средняя смертельная доза при нанесении на кожу от 50 мг/кг до 400 мг/кг включительно;

– средняя смертельная концентрация в воздухе от 0,5 мг/л до 2 мг/л включительно;

б) **высокотоксичные вещества** – вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики:

– средняя смертельная доза при введении в желудок не более 15 мг/кг;

– средняя смертельная доза при нанесении на кожу не более 50 мг/кг;

– средняя смертельная концентрация в воздухе не более 0,5 мг/л;

в) **вещества, представляющие опасность для окружающей среды** – вещества, характеризующиеся в водной среде следующими показателями острой токсичности:

– средняя смертельная доза при ингаляционном воздействии на рыбу в течение 96 часов не более 10 мг/л;

– средняя концентрация яда, вызывающая определенный эффект при воздействии на дафнии в течение 48 часов, не более 10 мг/л;

– средняя ингибирующая концентрация при воздействии на водоросли в течение 72 часов не более 10 мг/л.

Безопасность функционирования химически опасных объектов зависит от многих факторов: физико-химических свойств сырья, продуктов производства, характера технологического процесса, конструкции и надежности оборудования, условий хранения и транспортирования ОХВ, наличия и состояния контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации, эффективности средств противоаварийной защиты и т.д. Кроме того, безопасность производства, использования, хранения и перевозок ОХВ в значительной степени зависит от уровня организации профилактической работы, своевременности и качества планово-предупредительных и ремонтных работ, подготовленности и практических навыков персонала, наличия системы надзора за состоянием технических средств противоаварийной защиты, надежностью функционирования всех систем технологического процесса.

Опасные химические вещества, применяемые в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которых может произойти химическое загрязнение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах), называют аварийно химически опасными веществами (АХОВ).

Причинами большинства возникающих химических аварий являются: нарушение технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, низкая трудовая и технологическая дисциплина, несоблюдение норм безопасности, отсутствие должного надзора за состоянием оборудования, стихийные бедствия.

Характерными особенностями химических аварий являются внезапность возникновения чрезвычайных ситуаций, обусловленных выбросом (разливом) АХОВ, быстрое распространение поражающих факторов, опасность массового поражения людей и животных, попавших в зону заражения, необходимость проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в короткие сроки.

В гражданской обороне в группу АХОВ выделены не все вредные вещества, а только те, которые заражают воздух. Согласно «Временному перечню сильнодействующих ядовитых веществ» (СДЯВ) 1988 года к СДЯВ, представляющим реальную опасность и при авариях могущих вызвать ЧС, отнесены 34 вещества. Это – хлор, сероводород, сера, фтор и их окисные и водородные производные.

По современной международной терминологии СДЯВ называют *аварийно химически опасными веществами (АХОВ)*. АХОВ – это вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при

аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живые организмы концентрациях (токсодозах).

К АХОВ, кроме 34 СДЯВ отнесены еще 17 наиболее распространенных ОХВ.

Это:

- компоненты ракетного топлива;
- отравляющие вещества: фенол, бензол, концентрированные азотная и серная кислоты, анилин, ртуть и т.д.

По характеру воздействия на организм человека АХОВ подразделяются:

- ингаляционного действия (АХОВ ИД) – действие через органы дыхания;
- перорального действия (АХОВ ПД) – действие через желудочно-кишечный тракт;
- кожно-резорбтивного действия (АХОВ КРД) – воздействуют через кожные покровы.

По состоянию на 1 июня 2003 г. на территории Белгородской области расположены 414 объектов, относящихся к категории наиболее важных для жизнеобеспечения и потенциально опасных для населения, в том числе 57 химически опасных предприятий, среди них первой, второй, третьей степени опасности – 36.

Общее количество используемых и хранимых аварийно-химических опасных веществ (АХОВ) – 30264 т, в том числе хлора – 93,6 т, аммиака – 1553 т.

При возникновении чрезвычайной ситуации площадь возможного химического заражения (загрязнения) составит 675,5 кв. км, где проживает 392,12 тыс. человек, что может привести к суммарным потерям 234,4 тыс. человек.

В области имеются 5 городов с повышенной химической опасностью, в том числе первой степени опасности – Белгород, Старый Оскол, Шебекино, второй степени опасности – Губкин, Алексеевка.

По данным Госгортехнадзора в нашей стране в химических отраслях ежегодно происходит несколько тысяч различных аварий, многие из которых лишь по формальным признакам относят к «производственным неполадкам». Число химических аварий увеличивается вследствие транспортных происшествий. Так, в настоящее время возросли объемы перевозок по железным дорогам сжиженного хлора. По данным 1993 г. их насчитывалось около 700, которые одновременно находились в пути,

столько же находилось на загрузочно-разгрузочных работах, которые отличаются повышенной опасностью.

На технологических линиях ХОО обращается, как правило, незначительное количество токсичных продуктов. Значительно большее количество СДЯВ по объему содержится на складах этих объектов. Поэтому при авариях, в цехах предприятий имеет место локальное заражение воздуха, оборудования цехов и территории предприятий. Поражается в основном производственный персонал, а при ликвидации последствий ограничиваются силами и средствами самих предприятий.

При авариях на складах предприятий, когда разрушаются (повреждаются) крупнотоннажные емкости, АХОВ распространяются за пределы объекта. Это приводит к массовому поражению персонала предприятий, населения, проживающего вблизи предприятий, рабочих и служащих других объектов, расположенных вблизи очага аварии.

**Объекты с АХОВ могут быть источником:** залповых выбросов (проливов) АХОВ; сбросов АХОВ в водоемы; «химических» пожаров с поступлением токсичных продуктов в окружающую среду; разрушительных взрывов; заражения объектов и местности в очаге аварии и на следе распространения химического облака; обширных зон задымления в сочетании с токсичными веществами (рис. 1).

При мгновенном разрушении резервуаров хранения АХОВ или при испарении разлитой криогенной жидкости образуются аэрозольные (паровые, газовые) химические облака.

Образование аэрозольного химического облака может привести к появлению в основном, трех типов опасностей: крупному пожару, взрыву облака, токсическому воздействию. Например, при выбросе аммиака возникает опасность воспламенения и токсического воздействия.

Анализ последствий крупных аварий различных типов на химически опасных объектах позволяет выявить общие тенденции их развития, закономерности и отличительные черты формирования поражающих факторов и их последствий, а также выработать практические рекомендации по защите людей, по ликвидации последствий этих аварий.



Рис. 1. Химически опасные объекты народного хозяйства и Минобороны

## 2.2. Классификация аварий на химически опасных объектах

В химических отраслях аварии делят на *две категории*:

1) аварии в результате взрывов, вызывающих разрушение технологической схемы, инженерных сооружений, вследствие чего



полностью или частично прекращен выпуск продукции и для восстановления требуются специальные ассигнования;

2) аварии, в результате которых повреждено основное или вспомогательное технологическое оборудование, инженерные сооружения, вследствие чего полностью или частично прекращен выпуск продукции и для восстановления производства требуются затраты более нормативной суммы на плановый капитальный ремонт, но не требуются специальные ассигнования вышестоящих инстанций.

В зависимости от характера выброса аварии могут быть с контролируемым и неконтролируемым выбросом, а сами выбросы могут быть разовыми и многократными, кратковременными и продолжительными. Неконтролируемые выбросы происходят при частичном и полном разрушении технологического оборудования и систем защиты.

Аварии на химически опасных объектах по типу возникновения делятся на производственные и транспортные, при которых нарушается герметичность емкостей и трубопроводов, содержащих АХОВ.

Возникающие химические аварии подразделяются на три типа:

- с образованием только первичного облака АХОВ;
- с образованием первичного и вторичного облака АХОВ;
- с загрязнением окружающей среды (грунта, водоисточников, технологического оборудования и т.п.) высококипящими жидкостями и твердыми веществами без образования первичного и вторичного облака.

По масштабам последствий химические аварии классифицируются следующим образом:

- **локальные** – последствия которых ограничиваются одним цехом (агрегатом, сооружением) химически опасного объекта;
- **местные** – последствия которых ограничиваются производственной площадкой химически опасного объекта или его санитарно-защитной зоной;
- **общие** – последствия которых распространяются за пределы санитарно-защитной зоны химически опасного объекта.

По сфере возникновения химические аварии классифицируются на:

- аварии на хранилищах АХОВ;
- аварии при ведении технологических процессов (возможные источники загрязнения – технологические емкости и реакционная аппаратура);
- аварии при транспортировке АХОВ по трубопроводам или железнодорожными цистернами.

### 2.3. Аварийно-химически опасные вещества

**К АХОВ** относятся токсические химические соединения, используемые или образующиеся в больших количествах в промышленности, на транспорте, на складах химических соединений, способные при авариях переходить в атмосферу, воду и почву и вызывать массовые поражения людей. АХОВ – это такие химические вещества, поражающая токсодоза которых менее 100 мг/кг.

Опасность АХОВ зависит от их физико-химических и токсичных свойств. Наиболее распространенные АХОВ – аммиак  $\text{NH}_3$ , хлор  $\text{Cl}_2$ , гидразин  $(\text{CH}_3)_2\text{N-NH}_2$ -, оксид углерода  $\text{CO}$ , оксид этилена  $(\text{CH}_2)_2\text{O}$ , сероуглерод  $\text{CS}_2$ , сернистый ангидрид  $\text{SO}_2$ , фосген  $\text{COCl}_2$ , цианистый водород  $\text{HCN}$ , оксиды азота и их смеси  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$ , диоксин  $\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2$ .

Существуют три важнейших пути попадания токсичного вещества в человеческий организм: через кожу (кожно-резорбтивный), с пищей и водой (пероральный), при вдыхании (ингаляционный). Последний из них можно считать основным при краткосрочных выбросах. Поэтому особое внимание при защите должно быть уделено органам дыхания.

Для количественной оценки токсических нагрузок на человека используют некоторые показатели, имеющие конкретные значения для каждого вещества. Основными являются следующие показатели: доза, концентрация, токсодоза.

**Доза** – общий термин, показывающий количество токсичного вещества (или количество излучения, или энергию излучения), поглощенного средой. Для случая токсичных веществ используют также термин токсодоза.

**Токсодоза** – количественная характеристика токсичности вещества (отравляющего или аварийные химически опасные вещества), соответствующая определенному уровню поражения при его воздействии на живой организм за определенный интервал времени. Токсодозы обычно используют при оценке острых воздействий, поражений.

**Объемная концентрация** – количество вещества облака на единицу объема этого облака. **Удельная концентрация** – количество вещества облака на единицу массы воздуха облака. Концентрацию используют при санитарно-гигиенической оценке (нормировании выбросов) и т.п. Для всех показателей определяют уровни воздействия, соответствующие определенным биологическим эффектам (смерть, функциональные изменения – раздражение, заболевание и т.д.) для определенного числа людей из контрольной группы, – единичные, 50%-ные, 100%-ные.

Например, LD<sub>50</sub>, LC<sub>50</sub>, LCt<sub>50</sub> – соответственно дозы, концентрации и токсодозы, вызывающие гибель 50% людей.

Часто используемой величиной является **предельно допустимая концентрация (ПДК)**, т.е. концентрация вещества в воздухе, не наносящая вреда человеку при длительном воздействии, например: за рабочую смену (8 ч), в течение времени проживания и т.п. Значение ПДК зависит от свойств вещества, его биологических эффектов и метаболизма (изменения) в организме человека, профессиональных и местных особенностей.

По степени токсичности химические вещества делятся на несколько групп: чрезвычайно и высокотоксичные, сильно токсичные, умеренно токсичные, малотоксичные и практически нетоксичные. Токсичность АХОВ характеризуется пороговой концентрацией, пределом переносимости, смертельной концентрацией и смертельной дозой.

**Пороговая концентрация** – это минимальная концентрация АХОВ, вызывающая ощутимый физиологический эффект, при которой появляются первичные признаки поражения, но пораженные сохраняют работоспособность.

**Предел переносимости** – это минимальная концентрация АХОВ, которую человек может выдерживать определенное время без устойчивого поражения.

АХОВ по своему химическому строению физико-химическим свойствам весьма неоднородны и воздействие этих веществ на человека различно.

Основным показателем опасности ХОО считается количество населения, которое проживает в зоне возможного химического заражения (табл. 3).

Таблица 3

### Степени химической опасности

Степени химической опасности	Количество населения, проживающего в зоне возможного заражения
I	Более 75 тыс. человек
II	40-75 тыс. человек
III	До 40 тыс. человек
IV	Зона возможного заражения

Поэтому в целях своевременной оценки опасности при аварийных ситуациях на ХОО химические вещества, способные вызвать массовые поражения, разделены на шесть групп:

1. Первая группа – вещества с преимущественно удушающим действием; с выраженным прижигающим действием (хлор,

треххлористый фосфор, оксихлорид фосфора); со слабым прижигающим действием (фосген, хлорпикрин, хлорид серы).

2. Вторая группа – вещества преимущественно общеядовитого действия (оксид углерода, синильная кислота, динитрофенол, динитроортокрезол, этиленхлоргидрин, этиленфторгидрин).

3. Третья группа – вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием; с выраженным прижигающим действием (акрилонитрил); со слабым прижигающим действием (сернистый ангидрид, сероводород, оксиды азота).

4. Четвертая группа – нейтропные яды, вещества, действующие на генерацию (образование), проведение и передачу нервного импульса (сероуглерод, фосфорорганические соединения).

5. Пятая группа – вещества, обладающие удушающим нейтропным действием, (аммиак).

6. Шестая группа – метаболические яды (этиленоксид, метилбромид, метилхлорид, диметилсульфат).

Характер возможных химических аварий со АХОВ определяется многими факторами: физико-химическими свойствами сырья, полупродуктов и продуктов, особенностями технологического процесса, конструкцией и надежностью оборудования, условиями хранения и транспортирования химических веществ, состоянием контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации, эффективностью средств противоаварийной защиты и т.п.

В наибольшей степени опасность последствий химических аварий определяется летучестью АХОВ и продолжительностью их поражающего действия, что во многом зависит от температуры кипения веществ.

В зависимости от температуры кипения АХОВ делятся на три группы: **К первой группе** относятся вещества, которые имеют точку кипения ниже минус 40 °С (нижнего предела возможных температур). В аварийной ситуации они в результате интенсивного выброса вызывают образование только первичного газового облака, которое может создать опасность взрыва и пожара, а также привести к резкому снижению содержания кислорода в воздухе, особенно в небольших закрытых помещениях. При разрушении единичной емкости время действия газового облака таких веществ не превышает нескольких десятков секунд. При аварии в процессе производства образующееся облако АХОВ действует до момента прекращения выброса вещества.

**Ко второй группе** относятся вещества, имеющие точку кипения в интервале температур от минус 40 °С до плюс 40 °С. Вещества этой группы, находящиеся в парообразном состоянии легко переводятся в

жидкое состояние при сжатию. Хранятся в изотермических емкостях в охлажденном виде, либо при обычной температуре под давлением.

При разливе (выбросе) веществ, находящихся под давлением, образуются первичное и вторичное облака загрязненного воздуха, остальные вещества – только вторичное облако.

**К третьей группе** веществ относятся АХОВ с температурой кипения выше 40 °С (верхнего предела возможных температур). В эту группу входят АХОВ, находящиеся при атмосферном давлении в жидком состоянии. В случае аварийного разлива этих АХОВ преимущественно происходит загрязнение местности и появляется опасность загрязнения грунтовых вод, возможно образование вторичного облака загрязненного воздуха.

По степени воздействия на организм человека АХОВ делятся на четыре класса: I класс – чрезвычайно опасные; II класс – высокоопасные; III класс – умеренно опасные и IV класс – малоопасные.

К чрезвычайно опасным АХОВ относятся:

- некоторые соединения металлов (органические и неорганические производные мышьяка, ртути, свинца, кадмия, цинка и др.);
- карбонилы металлов (тетракарбонил никеля, пентакарбонил железа и др.);
- вещества, содержащие циангруппу (синильная кислота и ее соли, нитрилы, циангидрины, изоцианаты и др.);
- соединения фосфора (фосфорорганические соединения, хлориды фосфора, оксихлорид фосфора, фосфин и др.);
- галогены (хлор, бром, фтор);
- галогеноводороды (водород хлористый, водород фтористый, водород бромистый);
- хлоргидрины (этиленхлоргидрин, эпихлоргидрин и др.);
- фторорганические соединения (фторуксусная кислота и ее эфиры, фторэтанол и др.);
- некоторые другие соединения (фосген, окись этилена, амины, алкиловый спирт и др.).

К высокоопасным АХОВ относятся:

- минеральные и органические кислоты (серная, азотная, соляная, уксусная и др.);
- щелочи (аммиак, едкий натр, едкий калий и др.);
- серосодержащие соединения (сульфиды, сероуглерод, тиокислоты, тиоцианаты и др.);
- галогензамещенные углеводороды (хлористый метил, бромистый метил и др.);

- некоторые спирты и альдегиды кислот (формальдегид, метиловый спирт и др.);
- органические и неорганические нитро- и аминсоединения (гидразин, анилин, нитробензол, толуидин и др.);
- фенолы, крезолы и их производные.

К умеренно и малоопасным АХОВ относятся остальные потенциально опасные химические соединения.

Основными характеристиками токсических свойств АХОВ являются предельно-допустимая концентрация (ПДК) и смертельная концентрация вещества в данной среде (воздухе, воде, продуктах), а также токсодоза (пороговая, поражающая, смертельная).

Кроме того, безопасность химического производства, использования, хранения и перевозок АХОВ в значительной степени зависит от уровня организации профилактической работы, своевременности и качества плано-предупредительных ремонтных работ, подготовленности и практических навыков персонала, системы надзора за состоянием средств противоаварийной защиты, наличием, состоянием и умением пользоваться средствами индивидуальной защиты.

Все эти факторы учитываются при комплексной профессиональной проверке состояния уровня безопасности и защиты на ХОО. Как показывает опыт проведения таких проверок в масштабе областей, краев и страны в целом, они являются эффективным способом предупреждения крупных аварий на химически опасных объектах, повышения степени безопасности и защиты производственного персонала и населения в аварийной ситуации В 1984-1985 гг. в бывшем СССР было обследовано около 400 химически опасных объектов. В процессе проверки на 53 объектах были обнаружены существенные отклонения в ведении технологических процессов, в состоянии оборудования, которые могли привести к аварии. В течение последних пяти лет только на одном из них произошла крупная авария.

#### **2.4. Характер химических аварий и масштабы их последствий**

Основными исходами химических аварий, как правило, являются:

- выбросы (разливы) АХОВ;
- мгновенное или постепенное испарение;
- дисперсия газов с нейтральной и положительной плавучестью;
- дисперсия тяжелого газа;
- возгорание жидкостей, зданий, сооружений и т.п.;

– взрывы различного характера (ограниченные, в свободном пространстве, взрывы паровых облаков, пылевые взрывы, детонации, физические взрывы, взрывы конденсированной фазы).

В химических авариях выделяются 4 фазы:

- инициирование аварии;
- развитие аварии;
- выход последствий за пределы химически опасного объекта;
- локализация и ликвидация последствий аварии.

Содержание фаз развития химических аварий представлено в таблице 4.

*Таблица 4*

### **Фазы развития химических аварий**

<b>Фаза</b>	<b>Содержание фазы</b>	<b>Аварии на хранилищах и при ведении технологических процессов</b>	<b>Транспортные аварии</b>
<b>1</b>	Инициирование аварии вследствие накопления отклонений от нормального процесса или неконтролируемой случайности, в результате чего система приходит в неустойчивое состояние	Накопление дефектов в оборудовании: ошибка при проектировании, строительстве и монтаже оборудования; ошибки в эксплуатации оборудования; нарушение технологического процесса	Ухудшение состояния железнодорожного пути; некачественное ведение ремонтных работ, возникновение неполадок в подвижном составе; нарушение правил перевозок; столкновение с другими транспортными объектами; коррозия трубопроводов и т.д.
<b>2</b>	Развитие аварии, в течение которой происходит нарушение герметичности системы (емкости, реактора, цистерны и т.д.) и попадание АХОВ в атмосферу	Возникновение пожаров, взрывов, разливы, выбросы АХОВ в окружающую среду	Сход с рельсов цистерн, пожары, взрывы, разливы, выбросы АХОВ в окружающую среду
<b>3</b>	Выход последствий аварии за пределы объекта	Распространение газообразного (парообразного) облака и его выход за пределы объекта; поражающее воздействие АХОВ на население и производственный персонал	
<b>4</b>	Локализация и ликвидация последствий аварии	Проведение мероприятий химической защиты, в том числе по локализации и ликвидации источника загрязнения	

Вторая фаза (развитие химической аварии) оказывает определяющее влияние на масштабы последствий аварии, так как от особенностей попадания АХОВ в атмосферу зависят дальность распространения газообразного (парообразного) облака и время поражающего действия.

Основными последствиями химических аварий могут быть:

- разрушения зданий, оборудования, технологических линий и т.п.;
- возгорание зданий, сооружений, жидкостей и т.п.;
- загрязнение окружающей среды (атмосферного воздуха, земли, недр, почвы, воды, растительного и животного мира, зданий, сооружений, технологического оборудования и т.п.);
- поражение людей, оказавшихся в зоне токсического воздействия без необходимых средств защиты или не успевших их использовать.

Наиболее характерной особенностью химических аварий с выбросом (разливом) АХОВ является образование зон химического загрязнения.

Величина зоны химического загрязнения, прежде всего, зависит от физико-химических свойств, токсичности и количества выброшенного в атмосферу (разлившегося) АХОВ, а также метеорологических условий, при которых произошла авария.

Размеры зоны химического загрязнения характеризуются глубиной распространения облака загрязненного воздуха с поражающими концентрациями, площадью разлива АХОВ и площадью зоны химического загрязнения.

Основной характеристикой зоны химического загрязнения является глубина распространения облака загрязненного воздуха, которая определяется глубиной распространения первичного или вторичного облака загрязненного воздуха.

Глубина распространения облака загрязненного воздуха в значительной степени зависит от метеорологических условий, рельефа местности и плотности застройки объектов.

Прежде всего, существенное влияние на глубину зоны химического загрязнения оказывает вертикальная устойчивость приземного слоя воздуха.

Инверсия способствует распространению облака загрязненного воздуха на более значительные расстояния от места аварии, чем изотермия и конвекция. Наименьшая глубина распространения АХОВ наблюдается при конвекции.

Повышение температуры и увеличение скорости ветра ведут к увеличению перемешивания нижних и верхних слоев атмосферы и уменьшению глубин распространения поражающих концентраций.

Значительное влияние на глубину распространения облака загрязненного АХОВ воздуха оказывает характер местности, ее рельеф (равнинно-плоский, равнинно-волнистый, равнинно-холмистый, овражно-балочный, холмистый), а также шероховатость подстилающей поверхности (открытые водные поверхности, трава, леса и т.п.).



При прохождении облака загрязненного воздуха через населенные пункты на глубине его распространения сказывается их застройка, а также температура воздуха в населенных пунктах.

Характер распространения АХОВ в атмосфере во многом зависит также от плотности паров химически опасных веществ. Чем ниже плотность АХОВ, тем выше производительность источника загрязнения (скорость испарения).

Направление распространения облака загрязненного воздуха с относительной плотностью паров АХОВ меньше единицы определяется направлением ветра, а с относительной плотностью больше единицы как направлением ветра, так и профилем местности. АХОВ тяжелее воздуха растекаются в низких местах, затекают в подвалы домов, сохраняя продолжительное время поражающие свойства.

Важной характеристикой зон химического загрязнения является продолжительность воздействия облака загрязненного воздуха на людей, оказавшихся в зоне поражения АХОВ. Она определяется временем испарения разлившегося АХОВ или продолжительностью горения веществ с образованием ядовитых аэрозолей.

АХОВ, имеющие температуру кипения выше 20 °С (трихлористый фосфор и др.) испаряются медленно и до полного испарения длительное время находятся в местах разлива АХОВ. При этом образование облака загрязненного воздуха с поражающими концентрациями весьма затруднительно. Оно возможно лишь при исключительно благоприятных погодных условиях (высокой температуры воздуха, почвы, незначительной скорости ветра и др.), а также в случае возникновения пожаров, которые могут привести к интенсивному испарению АХОВ. Образование облака загрязненного воздуха с высококипящими веществами также возможно в случае соприкосновения разлившихся АХОВ с другими химическими веществами и образования более летучих и токсичных веществ с выделением большого количества тепла.

АХОВ, имеющие температуру кипения до 20 °С (хлор, аммиак, фосген и др.) при разливе быстро испаряются, образуя облако загрязненного воздуха, которое распространяется по направлению ветра. Такие вещества в опасных концентрациях могут обнаруживаться на значительных расстояниях от места аварии.

Время испарения АХОВ зависит, прежде всего, от количества разлившегося вещества, его физико-химических свойств, площади разлива, температуры окружающей среды, скорости ветра и ряда других условий.

С повышением температуры и скорости ветра в приземном слое атмосферы скорость испарения АХОВ с поверхности разлива увеличивается, что ведет к сокращению времени воздействия АХОВ на окружающую среду и людей.

Для многих АХОВ с увеличением скорости испарения температура разлившегося вещества понижается, что ведет к уменьшению его летучести, а следовательно, и сокращению глубины зоны загрязнения.

Увеличение количества АХОВ в районе разлива увеличивает продолжительность его испарения и время существования зон химического загрязнения.

Существенное влияние на глубину зоны химического загрязнения оказывает площадь разлива АХОВ. Она может колебаться в широких пределах – от нескольких сотен до нескольких тысяч квадратных метров.

Наличие земляной обваловки, поддона, железобетонной ограждающей стенки ограничивает площадь разлива АХОВ и способствует сокращению глубины распространения загрязненной атмосферы.

Выход облака загрязненного воздуха за пределы территории химически опасного объекта, в случае аварии на нем, обуславливает химическую опасность для населения административно-территориальной единицы, где такой объект расположен.

При химическом загрязнении различных сред (воздух, вода, почва) возможно возникновение чрезвычайных ситуаций с химической обстановкой следующих четырех типов:

– **химическая обстановка первого типа.** При аварии на химически опасном объекте происходит разрушение емкости или технологического оборудования, содержащих АХОВ в газообразном состоянии, в результате чего образуется первичное парогазовое или аэрозольное облако с высокой концентрацией АХОВ, распространяющееся по направлению ветра. Основным поражающим фактором при этом является воздействие высоких (смертельных) концентраций паров АХОВ на людей и животных через органы дыхания. Масштабы загрязнения при этом типе химической обстановки зависят от количества выброшенных АХОВ, размеров облака, концентрации ядовитого вещества, скорости ветра, состояния приземного слоя атмосферы (инверсия, изотермия или конвекция), плотности паров АХОВ (легче или тяжелее воздуха), времени суток и характера местности;

– **химическая обстановка второго типа.** При аварийных выбросах (разливах) АХОВ, используемых в производстве или хранящихся

(транспортируемых) в виде сжиженных газов (аммиак, хлор и др.), перегретых летучих жидкостей с температурой кипения ниже температуры окружающей среды (окись этилена, фосген, окислы азота, сернистый ангидрид, синильная кислота и др.), образуются первичное и вторичное облака. При этом в результате мгновенного испарения части ядовитого вещества образуется первичное облако, концентрация паров в котором может многократно превышать смертельную, а при испарении вылившейся в поддон или разлившейся на подстилающей поверхности другой части содержащего в емкости АХОВ образуется вторичное облако, концентрация паров в котором существенно меньше, чем в первичном облаке. Однако и она может представлять высокую опасность. Основными поражающими факторами в этих условиях являются воздействие на людей и животных через органы дыхания первичного облака (кратковременное – несколько минут) и продолжительное воздействие – вторичного облака (часы, сутки). Кроме того, разлив АХОВ может привести к загрязнению грунта и воды;

– **химическая обстановка третьего типа.** При разливе в поддон (обвалование) или на подстилающую поверхность больших количеств сжиженных газов из изотермических хранилищ или жидких АХОВ с температурой кипения, близкой к температуре окружающей среды, а также при горении некоторых сложных химических соединений с выделением АХОВ (например, удобрений типа нитрофоски, комковой серы и других), образуется только вторичное облако загрязненного воздуха;

– **химическая обстановка четвертого типа.** При аварийном выбросе (разливе) значительных количеств малолетучих АХОВ типа фенола, сероуглерода, несимметричного диметилгидразина и др. с температурой кипения существенно выше температуры окружающей среды происходит загрязнение местности (грунта, растительности, воды) в опасных концентрациях. Основными поражающими факторами при этом являются воздействие АХОВ в результате соприкосновения открытых участков кожи с загрязненной поверхностью или в результате попадания ядовитых веществ внутрь организма через желудочно-кишечный тракт.

Указанные типы обстановки при авариях на химически опасных объектах, особенно второй и третий, могут сопровождаться пожарами и взрывами, что существенно осложняет обстановку и затрудняет проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ.

## РАЗДЕЛ 2. РАДИАЦИОННЫЕ, ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ

### Глава 3. ХИМИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ

#### 3.1. Общая характеристика химического оружия

Документы о запрещении химического и биологического оружия: Гаагские Соглашения 1899 и 1907 годов, Женевский Протокол 1925 года, Химическая Конвенция 1993 года.

Промышленная революция в конце 19 века привела к возможности применять ядовитые вещества как боевое оружие:

– 1853-1856 гг. в Крымской войне во время осады Севастополя английская армия применяла сернистый газ для «выкуривания» обороняющихся русских гарнизонов из инженерных сооружений.

– 1899-1902 гг. во время англо-бурской войны англичане применяли экспериментальные артиллерийские снаряды, начиненные пикриновой кислотой, способной вызывать рвоту у пострадавших.

Опасный характер химического оружия вызвал беспокойство мировой общественности и на двух международных Гаагских конференциях (1899 и 1907 годы) были приняты Соглашения, запрещающие применять ядовитые вещества в военных целях.

В Первую мировую войну эти соглашения были нарушены. Всего в Первую мировую войну было применено 125 тыс. тонн различных ОВ, таких как хлор, фосген, дифосген, хлорпикрин, синильная кислота, дифенилхлорарсин, иприт и т.д. всего 45 типов ОВ, из них 4 кожно-нарывных, 14 удушающих, 27 раздражающих. Поражено 1 млн. 300 тысяч человек (то есть на 1 тонну ОВ примерно 10 пораженных), из них 100 тысяч погибло.

После этой войны в 1925 году 37 государств подписали в Женеве «Протокол о запрещении применения на войне удушливых, ядовитых или других подобных газов и бактериологических средств». СССР ратифицировал этот Протокол в 1928 году, а США в 1975.

Несмотря на Женевский протокол, химическое оружие в крупных масштабах было применено в двух войнах:

– 1935-36 гг. во время Итало-Эфиопской (Абиссинской) войны итальянцы применяли фосген и иприт. Было произведено 19 авиационных налетов, поражено 250 тыс. человек из них 15 тыс. погибло.

– 1937-43 гг. во время японо-китайской войны примерно 10% потерь были за счет применения химического оружия.

Во Вторую мировую войну ХО широкого применения не нашло. Однако оно играло роль сдерживающего фактора.

После Второй мировой войны, благодаря научно-технической революции, произошла революция и в области химического оружия. Полигонами по испытанию новых видов ХО стали:

- 1951-52 гг. Корея.
- 1961-71 гг. Вьетнам, Лаос и Камбоджа.

В этих войнах было применено более 100 тыс. тонн различных БТХВ, что привело к поражению различной степени тяжести примерно 2 млн. человек, заражению 360 тыс. га земли, 500 тыс. га леса. Использовались дефолианты (в том числе и содержащие диоксин), гербициды, инкапаситанты (CS, ХАФ, адамсит, хлорпикрин, бромацетон, ВZ).

– Палестина. Израиль применял против нее ОВ нервно-паралитического действия.

– Ангола, где ЮАР также применяли ОВ нервно-паралитического действия.

– Ирак и Иран. Здесь во время войны применялись ОВ типа иприт и азотистый иприт, и типа зоман (GF), а также возможно табун, зарин;

– Никарагуа; Сальвадор; Гренада; Афганистан – во всех этих странах применялись, в той или иной мере БТХВ.

– Бразилия, где в 1984 г. Пентагон использовал дефолианты, при строительстве дороги, погибло 7000 человек.

В настоящее время химическим оружием обладают 30 стран. Реальность такова что, несмотря ни на какие конвенции, химическое оружие разрабатывается во многих странах мира и планируется его применение в больших войнах, локальных конфликтах и при проведении террористических акций, таких как в токийском метро. Во Вьетнаме, в Палестине, в Анголе, в Ираке – везде применялось химическое оружие.

**Химическое оружие (ХО)** – это оружие, поражающее действие которого основано на применении боевых токсичных химических веществ (БТХВ) [2].

ХО рассматривается как оружие оперативно-тактического назначения. Оно применяется внезапно, массировано, на основе простых планов и при строгом соблюдении единства командования, в сочетании с обычным и ядерным оружием. Применением ХО решаются три задачи:

- поражение людей;
- уничтожение растительности;
- сковывание работы объектов и учреждений.

**Система химического оружия** включает два компонента: БТХВ и средства их применения.

**К БТХВ относятся** три группы веществ: отравляющие вещества (ОВ), токсины и фитотоксиканты. ОВ и токсины предназначены для поражения людей и животных, а фитотоксиканты – для поражения растительности.

**Отравляющие вещества** – химические соединения, вызывающие при их боевом применении поражение живой силы, а также заражение воздуха, местности, техники и обмундирования. Из ОВ смертельного действия в настоящее время на вооружении состоят: VX, GB, HD. Из ОВ временно и кратковременно выводящих из строя – BZ, CS, CR.

**Токсины** – химические вещества белковой природы, обладающие высокой токсичностью и способные при их применении поражать людей и животных. Токсины, в отличие от ядов небелковой природы, вырабатывают в организме иммунитет. В настоящее время на вооружении состоят две рецептуры на основе токсинов: XR – ботулинический токсин типа «А», токсин смертельного действия. PG – стафилококковый энтеротоксин типа «Б», вызывает рвоту.

**Фитотоксиканты** – токсичные химические вещества, предназначенные для поражения различных видов растительности. В настоящее время на вооружении находятся три рецептуры: «Оранжевая», «Белая», «Синяя».

К числу параметров, по которым целесообразно характеризовать БТХВ отнесем: тактическое назначение, быстродействие, стойкость и токсичность.

**Средства применения БТХВ.** Для применения БТХВ существует современная система средств их применения. Эта система включает химические боеприпасы и боевые приборы, позволяющие применять ХО на всю глубину оперативного построения наших сил.

Основным носителем ХО является авиация, имеющая на вооружении химические авиабомбы, кассеты разового действия, а также кассетные установки для выстреливания ХБП; выливные и распылительные авиационные приборы. Второе по значению место занимают ракетно-артиллерийские средства. Кроме того, на вооружении многих армий имеются химические средства ближнего боя, такие как химические генераторы аэрозолей, химические фугасы, химические шашки, гранаты и патроны.

При применении химического оружия люди могут получить поражение различными путями: через органы дыхания – ингаляционные; через кожные покровы – кожно-резорбтивные; при ранении осколками

боеприпасов, снаряженных отравляющими веществами (микстные); при употреблении зараженных продуктов и воды (пероральные).

Химические поражения подразделяются на легкие, средние, тяжелые и смертельные.

Под потерями от воздействия химического оружия понимается количество населения, потерявшего боеспособность вследствие получения поражений отравляющими веществами не менее средней степени.

Следовательно, к общим потерям относят всех кто получил: поражения средней тяжести и нуждается в госпитализации на срок от 7 до 30 суток; тяжелые поражения, приводящие к госпитализации на срок более месяца; смертельные поражения со сроком наступления летального исхода от нескольких секунд до нескольких суток. В некоторых случаях к общим потерям относят и людей, нуждающихся в госпитализации на срок от 2 до 14 суток.

К безвозвратным потерям относятся погибшие непосредственно в период применения химического оружия, умершие в ходе лечения, а также получившие пожизненную инвалидность.

Люди, получившие поражения не ниже средней тяжести, требуют оказания медицинской помощи, эвакуации из очага поражения и последующей госпитализации. При лечении таких пострадавших возможно возвращение к трудовой деятельности до 70...80% из них по истечении 2...8 недель, от 20 до 30% могут составить безвозвратные потери. Потери людей в зонах распространения боевых токсических веществ в зависимости от метеоусловий и рельефа местности могут составить от 2 до 10%.

При выявлении последствий, характеризующих воздействие химического оружия на людей, необходимо учитывать и факторы, ограничивающие его дееспособность в течение некоторого времени. Ограничения дееспособности возникают вследствие объективной необходимости обеспечения безопасности людей при контактах с техникой и сооружениями, зараженными боевыми токсичными веществами, а также необходимостью пребывания в средствах индивидуальной защиты.

Критериями ограничения в таких случаях являются:

- при действиях на зараженной технике – время ее естественной дегазации или продолжительность полной специальной обработки;
- при действиях в средствах индивидуальной защиты – предельные сроки непрерывного пребывания в средствах защиты и время их защитного действия.

Время естественной дегазации зависит от вида вещества, его стойкости, способа применения и метеорологических условий. Если оно достаточно велико, то необходимо проведение полной специальной обработки техники, имущества и средств защиты. При этом критерием ограничения боеспособности является продолжительность периода от момента заражения до окончания полной специальной обработки. Если же меры безопасности не соблюдаются, то возможны дополнительные потери людей от контакта с зараженной техникой [3].

В случае если люди, какое-то время вынуждены действовать в зонах химического заражения, необходимо учитывать также время защитного действия средств индивидуальной защиты, по истечении, которого могут возникнуть дополнительные потери из-за «пробоя» шихты противогазов или преодоления средств защиты кожи, а также из-за превышения времени непрерывного пребывания в средствах защиты. Пребывание в СИЗ более допустимых сроков, приводит к потере дееспособности из-за тепловых ударов или по другим причинам.

### 3.2. Параметры боевых токсичных химических веществ

К числу параметров, по которым целесообразно характеризовать боевые токсичные химические вещества (БТХВ) отнесем: тактическое назначение; боевое состояние; быстрое действие; стойкость; токсичность.

**По тактическому назначению** БТХВ можно разделить:

- БТХВ смертельного действия (XR, VX, GB, HD);
- БТХВ временно выводющие из строя на срок от 2-х до 5 суток (BZ, PG);
- БТХВ кратковременно выводющие из строя на срок до нескольких часов (CS, CR, CH);
- БТХВ предназначенные для поражения растительности (оранжевая, белая и синяя рецептуры).

**Боевым состоянием БТХВ** называют раздробленное их состояние в виде твердых или жидких частиц различных размеров. Видами боевого состояния являются пар, аэрозоль и капли.

Пар – это вещество, находящееся в газообразном состоянии.

Аэрозоли представляют собой неоднородные системы, состоящие из взвешенных в воздухе твердых или жидких частиц вещества.

Частицы размером 0,01...10 мкм образуют тонкодисперсные (неоседающие) аэрозоли, которые очень долго не оседают и легко проникают как в легкие человека, так и в различные помещения и укрытия.



Частицы размером 100 мкм образуют грубодисперсные (оседающие) аэрозоли, которые под действием силы тяготения оседают на подстилающую поверхность.

Капли – это частицы размером 500 мкм и более, которые по сравнению с грубодисперсными аэрозолями слабо подвергаются рассеивающему действию турбулентной диффузии и почти полностью оседают в районе их образования.

БТХВ в состоянии пара и неоседающего аэрозоля заражают воздух и поражают людей через органы дыхания (т.е. наносят ингаляционные поражения).

БТХВ в состоянии оседающего аэрозоля и капель заражают различные поверхности и поражают людей, как через органы дыхания, так и через кожу (т.е. наносят кожно-резорбтивные поражения).

**Быстродействие БТХВ** характеризует скорость наступления поражающего действия. По быстродействию различают:

– БТХВ быстрого действия. При поражении этими веществами, в течение срока продолжительностью от нескольких секунд до нескольких десятков минут, наступает ожидаемый поражающий эффект (смерть, утрата дееспособности, гибель растительности).

– БТХВ замедленного действия. При поражении ими наблюдается период скрытого действия продолжительностью от 1-го часа до суток.

Быстродействие зависит не только от типа БТХВ, но также от его боевого состояния, дозы и пути воздействия на организм. Так VX при воздействии через органы дыхания действует быстро (смерть наступает в течение 5 мин), а при воздействии через кожу действует замедленно (смерть наступает через 2...6 часов).

**Стойкость БТХВ** характеризует продолжительность химического заражения местности (акватории) и объектов на ней. По стойкости БТХВ подразделяются на стойкие и нестойкие.

К стойким веществам, поражающее действие которых сохраняется не менее трех часов, относятся VX, HD, CS-1 (14 суток), CS-2 (30 суток), GP, GD.

К нестойким веществам, поражающее действие которых сохраняется не более 2...3 часов после их боевого применения, относятся GB, BZ, CS, XR, PG.

Для повышения стойкости БТХВ применяются следующие способы: создание рецептур стойких и нестойких БТХВ (GB с VX); использование сорбентов (в рецептурах CS-1 и CS-2 в качестве сорбента используется силикагель); микрокапсулирование БТХВ.

**Токсичность БТХВ** определяет их способность вызывать такие изменения в организме, которые приводят человека к потере дееспособности или к гибели.

Токсичность характеризуется токсодозой. При ингаляционных поражениях под токсодозой понимают произведение средней концентрации вещества в воздухе (С) на время пребывания человека в зараженной атмосфере (τ).

Токсичность БТХВ смертельного действия обычно характеризуют величиной средней смертельной токсодозы  $LC_{t50}$  (гмин/м<sup>3</sup>). Такая доза вызывает смертельный исход у 50% пораженных.

Токсичность БТХВ временно-выводящих из строя обычно характеризуют величиной средней выводящей из строя токсодозы  $IC_{t50}$  (гмин/м<sup>3</sup>). Такая доза вызывает вывод из строя 50% пораженных.

При кожно-резорбтивных поражениях токсичность характеризуют величиной средней смертельной токсодозы  $LD_{50}$  (г/кг или г/чел). Под средней смертельной токсодозой понимается масса вещества на 1 кг веса или на одного человека вызывающая смертельный исход, при попадании на кожу, у 50% пораженных.

При перроральном поступлении ФОВ в организм с продуктами питания или питьевой водой первые симптомы поражения появляются через 5...30 мин.

### 3.3. Характеристика отравляющих веществ

**Ви-Икс (VX)** – О-этил-S-2-(N,N-диизопропиламино) этилметилтиолфосфонат

Смертельное ОВ. Основное боевое состояние – грубодисперсный аэрозоль или капли. В этом состоянии оно действует через кожный покров, проникает через одежду. Период скрытого действия несколько часов. При переводе его в пар или тонкодисперсный аэрозоль поражает через органы дыхания в течение нескольких минут. Наиболее токсичное из всех известных ОВ.  $LC_{t50} = 0,01$  мг·мин/л;  $LD_{50} = 0,007$  г/чел (0,1 мг/кг). Наиболее стойкое из всех известных ОВ (от нескольких суток до нескольких месяцев). Применяется как для поражения людей, так и для длительного заражения местности. Есть бинарный вариант VX-2 им снаряжены 203,2 мм гаубичный снаряд и ХАБ «Бигай».

VX ввиду его особо высокой кожно-резорбтивной токсичности применяется в боеприпасах дистанционного действия, с помощью которых образуется поток грубодисперсного аэрозоля. От размера частиц зависит скорость оседания их из воздушного потока, от которой

в свою очередь зависит распределение вещества на поражаемой площади.

Для артснарядов средний диаметр частиц аэрозоля VX должен быть равен 120...150 мкм, а высота разрыва снаряда над грунтом 10...20 м.

Средства доставки вещества VX более крупных размеров (боевые части тактических и оперативно-тактических ракет контейнерного снаряжения, ХАБ, ВАП) с целью достижения оптимального распределения вещества по площади цели приводятся в действие на высотах, достигающих, в зависимости от калибра боеприпаса и силы ветра в момент применения, 800...1200 м и более. В этом случае для того чтобы частицы достигли грунта в заданном районе, они должны быть размером 400...600 мкм.

**Зарин (GB)** – Изопропиловый эфир метилфторфосфоновой кислоты.

Смертельное, нестойкое, быстродействующее ОВ. Основное боевое состояние пар и тонкодисперсный аэрозоль.  $LC_{t50} = 0,075$  мг·мин/л;  $LD_{50} = 1,5$  г/чел (24 мг/кг). Есть бинарная рецептура GB-2 им снаряжен 155 мм гаубичный снаряд. Зарин применяется в осколочно-химических снарядах, минах, кассетных элементах, снабженных взрывателем ударного действия. С помощью ВВ корпус БП разрывается на осколки, а зарин дробится, образуя облако паров и аэрозоля.

Для ФОВ одного вдоха воздуха (15 л) содержащего 2 мг зарина или 0,15 мг вещества VX достаточно чтобы получить смертельные поражения. Летальный эффект будет неотвратим если на незащищенную кожу попадет несколько капель VX общим весом 100 мг. На самом деле, на одного пораженного приходится от 100 тысяч до 1 млн. смертельных доз ОВ (т.е. коэффициент боевого использования составляет  $K_{и} = 10^5 \dots 10^6$ ). Принимая,  $K_{и} = 10^5$  получим, что на одного пораженного надо израсходовать  $0,15 \cdot 10^5 = 15000$  мг = 15 г VX или  $2 \cdot 10^5 = 200000$  мг = 200 г зарина.

При ингаляционном воздействии ФОВ появление симптомов поражения наблюдается в первые минуты, а при высоких концентрациях моментально.

Кожно-резорбтивные поражения отличаются от ингаляционных наличием скрытого (латентного) периода действия. Продолжительность скрытого периода может составлять от нескольких десятков минут, при воздействии летальных доз, до 10 часов и более – при меньших дозах.

**Зоман (GD)** – пинаколиловый эфир метилфторфосфоновой кислоты.

Зоман рассматривается в качестве смертельного, стойкого, быстродействующего ОВ. Зоман применяется путем заражения атмосферы паром и тонкодисперсным аэрозолем, а также путем

заражения местности расположенных на ней объектов капельно-жидким веществом.  $LC_{\tau 50} = 0,03$  мг·мин/л;  $LD_{50} = 1,4$  г/чел.

**Иприт (HD)** – 2,2 дихлордиэтилсульфид.

Смертельное, стойкое ОВ замедленного действия (период скрытого действия от 2-х до 6-ти часов). Основное боевое состояние – пар, аэрозоль, капли.  $LC_{\tau 50} = 1,5$  мг·мин/л;  $LD_{50} = 5$  г/чел (70 мг/кг). Поражает через органы дыхания, кожу, желудочно-кишечный тракт. Применяется главным образом для заражения местности и объектов.

**Би-Зет (BZ)** – 3-хинуклидиловый эфир бензиловой кислоты.

Психохимическое, нестойкое, временно-выводящее из строя (до суток) ОВ слабозамедленного действия (период скрытого действия 0,5-1 час). Основное боевое состояние – тонкодисперсный аэрозоль (дым). Поражает высшую нервную систему через органы дыхания и желудочно-кишечный тракт. Вызывает потерю ориентировки, зрительные и слуховые галлюцинации.  $IC_{\tau 50} = 0,11$  мг·мин/л;  $LC_{\tau 50} = 110$  мг·мин/л.

**Си-Эс (CS)** – 2-хлорбензилиденмалонодинитрил.

Раздражающее, нестойкое, временно-выводящее из строя (до 3 часов) быстроедействующее ОВ. Основное боевое состояние – тонкодисперсный аэрозоль (дым). Раздражает глаза и верхние дыхательные пути. На местности может сохраняться до 15...30 суток. Широко применялось во Вьетнаме.  $IC_{\tau 50} = 0,02$  мг·мин/л;  $LC_{\tau 50} = 61$  мг·мин/л. Находилось на вооружении в армии США. Применялось, в так называемом экспериментальном варианте, во время войны во Вьетнаме, сейчас судя по всему, переведено в ограничено-табельные ОВ.

**Си-Ар (CR)** – дибенз оксазепин.

Раздражающее, нестойкое, временно-выводящее из строя, быстроедействующее ОВ. Аналогично CS, но значительно токсичнее его. Обладает также сильным раздражающим действием на кожу. Основное боевое состояние тонкодисперсный аэрозоль (дым).  $IC_{\tau 50} = 0,005$  мг·мин/л.  $LC_{\tau 50} = 350$  мг·мин/л.

**Хлорацетофенон (CN)** хлорметилфенилкетон.

Раздражающее, нестойкое, временно-выводящее из строя, быстроедействующее ОВ с запахом черемухи. Основное боевое состояние – тонкодисперсный аэрозоль (дым). Раздражает глаза и верхние дыхательные пути.  $IC_{\tau 50} = 0,08$  мг·мин/л.  $LC_{\tau 50} = 10$  мг·мин/л.

### 3.4. Характеристика токсинов и фитотоксикантов

#### 3.4.1. Характеристика токсинов

**Икс-Ар (XR) ботулинический токсин типа А.** Серый порошок. Сильнейший из всех известных в настоящее время ядов смертельного действия (1 грамм XR содержит 8 млн. смертельных доз). Стойкость ограниченная. Основное боевое состояние тонкодисперсный аэрозоль. В этом состоянии действует в основном через органы дыхания. Период скрытого действия от 3-х часов до 2-х суток. Смерть от паралича сердца и органов дыхания наступает через 1...10 суток.  $LC_{\tau 50} = 2 \cdot 10^{-5}$  мг·мин/л (для сухого вещества);  $LC_{\tau 50} = 10^{-4}$  мг·мин/л (для рецептур);  $LD_{50} = 5,7 \cdot 10^{-5}$  мг/кг.

**Пи-Джи (PG) стафилококковый энтеротоксин типа В (SEB).** Белый порошок. БТХВ временно-выводящего действия, выводит из строя на срок до 1 суток. Поражает через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, раны. Стойкость ограниченная. Основное боевое состояние тонкодисперсный аэрозоль. Период скрытого действия при попадании в организм через органы дыхания – несколько десятков минут; через желудочно-кишечный тракт – от 0,5 часа до 6 часов.  $IC_{\tau 50} = 0,02$  мг·мин/л;  $ID_{50} = 4 \cdot 10^{-4}$  мг/кг.

#### 3.4.2. Характеристика фитотоксикантов

К фитотоксикантам относятся:

- гербициды, предназначенные для уничтожения сельскохозяйственных культур;
- дефолианты, вызывают опадение листьев деревьев и кустов;
- десиканты, вызывают быстрое засыхание листьев деревьев.

**Оранжевая рецептура.** Маслянистая жидкость темно-бурого цвета. Уничтожает посевы, деревья и кустарники. (Во Вьетнаме применялась для уничтожения лесных массивов). Норма расхода 15...50 кг/га (для травы норму надо увеличивать).

Оранжевая рецептура содержит в качестве технологической примеси диоксин. Он очень ядовит для человека ( $LD_{50} = 10^{-4}$  мг/кг). Гибель наступает через несколько недель. Дегазация затруднена.

**Белая рецептура.** Порошок белого цвета. Применяется в виде водных растворов с добавкой ПАВ. Гербицид универсального действия. Для уничтожения лесов достаточно одной обработки. Содержание

действующего начала – 25%. Норма расхода в расчете на действующее начало составляет 8...15 кг/га.

**Синяя рецептура.** 40% водный раствор какодиловой кислоты. Формула какодиловой кислоты  $(\text{CH}_3)_2\text{AsH}_2$ . Вызывает высушивание и свертывание листьев. Растения погибают в течение 2...4 суток. Норма расхода для уничтожения сельскохозяйственных культур составляет 3...8 кг/га. Для полного уничтожения растений требуется повторная обработка.

Параметры основных БТХВ сведены в таблицы 5-7.

Таблица 5

### Параметры смертельных БТХВ

Тип БТХВ	XR	VX	GD	GB	HD
Тактическое назначение	Смерть.	Смерть.	Смерть.	Смерть.	Смерть.
Боевое состояние	Аэрозоль	Аэрозоль Капли	Аэрозоль Пар	Аэрозоль Пар	Капли
Быстродействие – аэрозоль – пар – капли	0,2-2сут – –	Минуты – 2...6час	часы нет –	Минуты Минуты –	Часы – 4...6час
Стойкость	Дни	Недели	Дни	Часы	Недели
$\text{LC}_{50}$ г · мин/м <sup>3</sup> $\text{LD}_{50}$ г/чел	0,00010,00 0004	0,01 0,007	0,03 1,4	0,075 1,5	1,5 5

Таблица 6

### Параметры БТХВ временно-выводящих из строя

Тип БТХВ	BZ	PG	CS	CR
Тактическое назначение	Временный вывод из строя на срок 2...5 суток		кратковременный вывод из строя на срок до нескольких часов	
Боевое состояние	Аэрозоль	Аэрозоль	Аэрозоль	Аэрозоль
Быстродействие	1...3 часа	1...2 суток	секунды	секунды
Стойкость	1 сутки	1...10 суток	0,5...3 часа	до суток
Токсодоза выводящая из строя ( $\text{IC}_{50}$ ), г·мин/м <sup>3</sup>	0,11	0,02	0,02	0,005

## Токсодозы основных БТХВ

Тип	HD	GB	GD	VX	XR	BZ	CS	PG	CR
LC <sub>т50</sub> , г·мин/м <sup>3</sup>	1,5	0,075	0,030	0,01	0,0001	–	–	–	–
IC <sub>т50</sub> , г·мин/м <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	0,11	0,02	0,02	0,005
LD <sub>50</sub> , г/чел	5	1,5	1,4	0,007	0,000004	–	–	–	–

## 3.5. Нетабельные БТХВ

**Карбаматы.** Наиболее пригодными для использования в качестве ОВ являются арилкарбаматы имеющие в своем составе четвертичную аммонийную группу. Они являются твердыми веществами, растворимыми в воде и гидролитически стойкими. Они могут применяться для заражения источников водоснабжения [4].

**Диоксин.** Он обладает токсичностью примерно одинаковой с VX. По стабильности диоксин превосходит все современные ОВ. Поражения при воздействии диоксина наступают через дни и даже недели, что исключает его применение в ходе операций и боевых действий. В тоже время его можно использовать как средство ведения экологической войны. Один транспортный самолет способен рассеять 60...80 тонн диоксина и вызвать катастрофически опасное заражение целого региона площадью 400 тысяч км<sup>2</sup>.

**Биорегуляторы.** В результате развития биотехнологии стало возможно микробиологическое производство человеческих эндогенных биорегуляторов. Биорегуляторов в организме человека около 10 тысяч, они находятся в макроколичествах (пг/г ткани) и контролируют внутриклеточные процессы обмена веществ. Под их контролем находится психическое состояние, температура, давление и др. При дисбалансе биорегуляторов наступают расстройства, приводящие к потере работоспособности и даже смерти.

**Иммобилизирующее оружие.** К нему относят аэрозольные рецептуры, содержащие мощные современные анестетики или снотворные средства, при вдыхании которых человек теряет двигательную активность или засыпает.

### 3.6. Химические боеприпасы и приборы

**Химический боеприпас** – боевое средство применения БТХВ однократного использования (артиллерийские химические снаряды и мины, авиационные химические бомбы и кассеты, химические боевые части ракет, химические фугасы, химические шашки, фанаты и патроны).

**Химический боевой прибор** – боевое средство применения ОВ многократного использования (выливные авиационные приборы и механические генераторы аэрозолей БТХВ).

#### **Система химических боеприпасов и приборов включает:**

- Химические боеприпасы и боевые приборы авиации (химические авиационные бомбы (ХАБ), химические авиационные кассеты (ХАК), выливные авиационные приборы (ВАЛ), распылительные авиационные приборы (РАЛ));

- Химические боеприпасы ракет и артиллерии (химические боевые части ракет, мины, артиллерийские снаряды, реактивные снаряды);

- Химические боеприпасы ближнего боя (химические фугасы, генераторы аэрозолей, химические шашки, гранаты и патроны) [5].

#### 3.6.1. Химические боеприпасы и боевые приборы авиации

Основным носителем химического оружия является авиация, имеющая на вооружении (табл. 8-9; рис. 2...5):

- Химические авиабомбы, снаряженные ОВ типа VX, GB, HD, CS. Они содержат 120 кг CS, или 100 кг GB, или 50 кг GB, или 30 кг HD.

- Химические бомбовые кассеты разового действия, снаряжаемые ОВ типа GB, BZ, CS, а также кассетные установки для выстреливания химических боеприпасов. Химические авиационные кассеты и химические боевые части ракет снаряжаются малогабаритными химическими авиационными бомбами которые содержат около 1 кг GB или BZ. Химические авиационные кассеты могут быть сбрасываемые (GB, BZ, CS) и несбрасываемые (GB, CS).

- Выливные авиационные приборы снаряжаются ОВ типа VX, GB. Они содержат от 300 до 600 кг ОВ.

- Распылительные авиационные приборы, снаряжаются токсинами XR и PG.

На долю авиационных средств приходится от 60 до 70% всех боевых возможностей по применению ХО.



Таблица 8

## Авиационные химические бомбы армии США

Калибр бомбы	Шифр		Масса ОВ, кг	Принцип действия	Примечания
	Бомбы	ОВ			
750-фн	MC-1	GB	100	Взрывной	
750-фн	BLU-52/B	CS	120	Распыление	
500-фн	MK94	GB	50	Взрывной	
2,5-фн	M139	GB	0,6	Взрывной	Для снаряжения авиационных кассет
10-фн	BLU-19/B23	GB	1,72	Взрывной	
10-фн	M138	BZ	0,7	Возгонка	

Таблица 9

## Выливные авиационные приборы армии США

Шифр		Масса ОВ, кг	Примечания
ВАЛ	ОВ		
Аеро-14В/С	VX.GB	300	На вооружении ВМС
TMU-28/B	VX	600	На вооружении ВВС

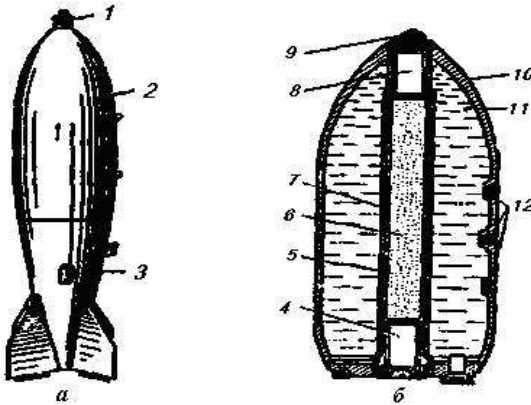


Рис. 2. 750-фн химическая бомба:

а – общий вид; б – устройство: 1 и 9 – головной взрыватель; 2 и 10 – корпус; 3 – хвостовой конус со стабилизатором; 4 и 8 – втулки для донного и головного взрывателей; 5 – цилиндр из фибрового картона; 6 – разрывной заряд; 7 – стакан для разрывного заряда; 11 – отравляющее вещество; 12 – гнезда подвесных ушков

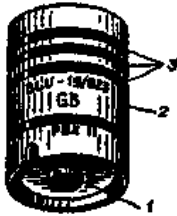


Рис. 3. Химическая бомба  
BLU-19/B23  
1 – взрыватель; 2 – корпус;  
3 – три зеленых кольца



Рис. 4. Химическая бомба  
M138:  
1 – корпус; 2 – два красных кольца

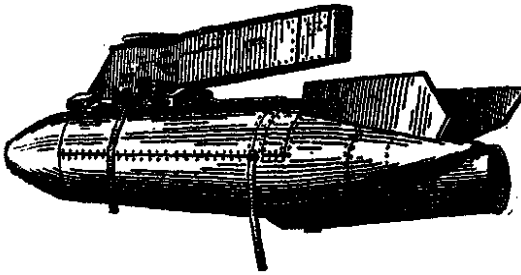


Рис. 5. Выливной авиационный прибор TMU-28/B

### 3.6.2. Химические боеприпасы ракет и артиллерии

Второе по значению место занимают ракетно-артиллерийские средства. К ним относятся (табл. 10; рис. 6-8):

– Химические боевые части оперативно-тактических и крылатых ракет которые снаряжаются БТХВ типа GB и XR. Они могут содержать до 1500 малогабаритных бомб, общим весом БТХВ до 250 кг.

– Химические снаряды к реактивным системам залпового огня снаряжаемые БТХВ типа VX, GB. Химические снаряды и мины ствольной артиллерии, снаряжаемые ОВ типа VX, GB, HD и CS.

## Химические боеприпасы артиллерии армии США

Калибр и тип боеприпаса	Шифр		Масса ОВ в БП кг	Взрыватель
	боеприпаса	ОВ		
106,7-мм мина	XM680	HD	2,6	Контактный
	M110	HD	5,31	Контактный
155-мм снаряд	M122	GB	2,95	Контактный
	M121	VX	2,95	Неконтактный
	XM631	CS	4,5	Дистанционный
	115-мм снаряд к реактивной установке	M55	GB	4,8
VX			4,54	Неконтактный

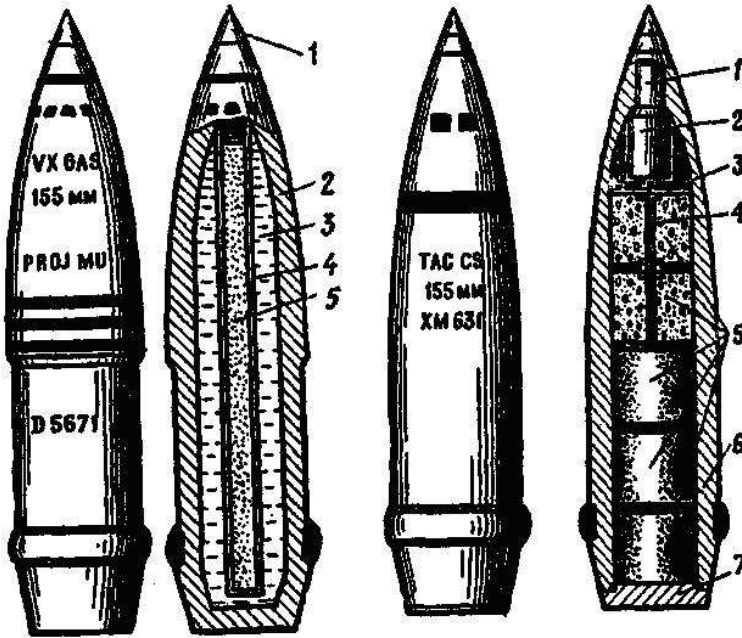


Рис. 6. 155-мм химический снаряд:  
1 – взрыватель; 2 – корпус;  
3 – отравляющее вещество;  
4 – стакан для разрывного заряда;  
5 – разрывной заряд

Рис. 7. 155-мм химический снаряд  
XM631:  
1 – взрыватель; 2 – пороховой заряд;  
3 – диафрагма; 4 – перфорированная  
трубка; 5 – шашки с отравляющим  
веществом; 6 – корпус; 7 – дно снаряда

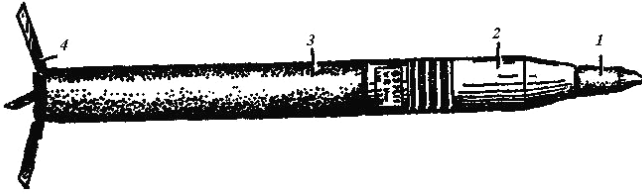


Рис. 8. 115-мм реактивный химический снаряд М55:

- 1 – взрыватель; 2 – корпус с корпус реактивного двигателя;  
3 – отравляющим веществом (головная часть); 4 – стабилизатор

### 3.6.3. Химические боевые части ракет

Химические боевые части ракет (ХБЧ) предназначены для поражения живой силы путем заражения воздуха парами GB или XR. По конструктивному решению они относятся к средствам поражения кассетного типа и состоят из корпуса, взрывателя и устройства, обеспечивающего вскрытие корпуса ХБЧ в заданной точке траектории полета ракеты. Корпус ХБЧ ракеты снаряжается кассетными элементами (малокалиберными бомбами), содержащими БТХВ.

При применении ракет с ХБЧ кассетного типа в снаряжении GB предусматривается пуск по цели размером до 1 км<sup>2</sup> одной – двух ракет. Цели больших размеров условно разделяют на части, по каждой из которых может осуществляться пуск одной ракеты. Размер площади рассеивания кассетных элементов зависит от высоты вскрытия ХБЧ, при этом диаметр круговой площади рассеивания увеличивается пропорционально высоте вскрытия. Варьирование высотой позволяет противнику управлять степенью поражения цели с учетом ее размеров. Поражения живой силы предполагается достигнуть до надевания личным составом противогазов.

### 3.6.4. Химические боеприпасы ближнего боя

Кроме того, противник имеет на вооружении химические средства ближнего боя, такие как химические генераторы аэрозолей (CS, CR); химические фугасы (VX, HD); химические шашки (BZ); химические гранаты (CS, CR); химические патроны (CS, CR).

Существуют механические генераторы аэрозолей двух типов съемные и ранцевые. Механические генераторы аэрозолей съемного типа могут быть установлены на вертолетах, автомобилях и малых

кораблях. На вооружении находятся съемные генераторы аэрозолей, содержащие 20 кг CS, 40 кг хлорацетофенона (CN). Ранцевые генераторы аэрозолей содержат 3 кг CS, 9 кг CN.

Химические шашки снаряжаются ОВ типа ВZ в количестве 5 кг. Химические фанаты могут снаряжаться ОВ типа CS, CN в количестве 0,1 кг. Химические патроны снаряжаются ОВ CS в количестве 0,1 кг.

### 3.6.5. Маркировка ХБП

Химические боеприпасы и боевые приборы имеют темно-серую окраску. На корпус боеприпаса (прибора) наносятся маркировка и кодовые обозначения (кодировка) [5].

Маркировка включает тип ОВ, массовые знаки, калибр, модель боеприпаса, шифр боеприпаса и номер партии выпуска.

Кодировка осуществляется с помощью цветные колец, указывающих тип ОВ по физиологической классификации.

Зелеными кольцами обозначаются химические боеприпасы (приборы), снаряженные смертельными ОВ:

- нервно-паралитические ОВ (GD, GB, VX) – три зеленых кольца и надпись «GB GAS», «VX GAS».

- кожно-нарывные ОВ (HD) – два зеленых кольца и надпись «HD GAS».

- общеядовитые и удушающие ОВ – одно кольцо. Красными кольцами обозначаются:

- два кольца боеприпасы и приборы, снаряженные ОВ, временно выводящими живую силу из строя (BZ – два красных кольца и надпись «BZ GAS»).

- одно кольцо обозначает химические боеприпасы и приборы, снаряженные ОВ раздражающего действия (CS, CR – одно красное кольцо и надпись на снарядах и бомбах «CS TAG», а на фанатах и патронах «CS RIOT»).

### 3.7. Химический терроризм

В 1972 году в США была пресечена попытка националистической группы «Минитмены» с помощью синильной кислоты заразить систему кондиционирования воздуха в здании ООН в Нью-Йорке.

В середине 70-х годов антикастровские группировки в США получали от чилийской спецслужбы DINA зарин для использования его против своих противников.

В 1991 году американские неонацисты пытались применить синильную кислоту в синагоге.

В 1995 году чилийская правоэкстремистская группировка угрожала применением зарина в метро г. Сантьяго, если не будет выпущен на свободу генерал Контрерас.

В 1997 году Салман Радуев обещал применить ОВ против России.

Известен случай отравления в Москве ОВ нервно-паралитического действия бизнесмена Кивилиди и его секретарши.

Судя по всему, боевики Бен Ладена располагают ОВ. В программе их подготовки существует раздел по работе с токсичными веществами и газами типа «Зарин». Террористов обучают приемам изготовления стойких ОВ для заражения водоемов на основе химических препаратов, которые имеются в свободной продаже.

По оценкам командования ВС США в Европе подпольные структуры МФД (Бен Ладан) в Европе располагают зарядными устройствами с ОВ. В этой связи с 1 января 1999 года все подразделения ВС США в Европе и члены их семей получили средства защиты от ХО.

27 июня 1994 года в городе Мицумото (Япония) члены секты «Аум Сенрике» применили ОВ типа «Зарин». 7 человек погибло, 144 получили поражения различной степени тяжести.

3 марта 1995 года неизвестным ОВ было отравлено несколько пассажиров электропоезда в г. Иокогама.

20 марта 1995 года террористы практически одновременно в 8.00 утра на 5 линиях токийского метро применили ОВ типа «зарин». Было заражено 16 подземных станций метро, погибло 12 человек, получили отравления различной степени тяжести около 4 тысяч человек.

8 мая 1995 года полиция на станции метро Шинджуки обнаружило устройство с таймером. Оно должно было запустить реакцию с образованием синильной кислоты.

Специалисты по борьбе с терроризмом считают, что наиболее доступными химическими веществами для проведения терактов являются:

- токсичные гербициды и инсектициды;
- АХОВ: хлор, фосген, синильная кислота и другие;
- ОВ: зарин, зоман, Ви-Икс, иприт, люизит;
- психогенные и наркотические вещества;
- природные яды: стрихнин, рицин.

Эти вещества могут быть похищены с военных складов и из организаций, занятых разработкой и производством средств ПХЗ. Инсектициды, гербициды, фармацевтические препараты, полупродукты

органического синтеза могут быть приобретены в сфере производства, хранения, торговли. Раздражающие средства для индивидуальной защиты (газовые баллончики с ХАФ, си-эс, капсаицином и т.д.) могут быть приобретены в торговой сети в больших количествах. Кроме того ОВ могут быть изготовлены нелегально в лабораторных условиях. Так специалисты «Аум Сенрике» получили 6 литров зарина. Они готовились к производству ОВ типа «зоман» и «ви-икс».

Таким образом, получение высокотоксичных химических веществ для проведения терактов не является неразрешимой задачей. Более сложной является задача создания устройств для применения ОВ. Эти устройства должны быть портативны и походить на вещи, которые обычно перевозят пассажиры. В открытой литературе приведено описание двух типов устройств используемых сектой «Аум Сенрике»:

– Два герметичных пластиковых пакета размещенных один в другом и содержащие в себе исходные компоненты для получения зарина. Запуск устройства осуществляется прокалыванием пакетов острым наконечником зонтика. Через образовавшееся отверстие происходило смешивание исходных компонентов и образование паров зарина. Данное устройство очень простое, но оно опасно для самого террориста.

– На более высоком техническом уровне было выполнено устройство обнаруженное полицией у турникетов токийского метро. Оно представляло собой небольшой чемодан (50x30x30 см). В нем располагались емкость с ОВ и ультразвуковой вибратор для получения аэрозоля. Для распыления аэрозоля использовался фен для сушки волос. Источником питания служили аккумуляторы. Была предусмотрена возможность дистанционного включения. Такая конструкция может быть использована не только для заражения воздуха парами ОВ, но и для распыления аэрозоля малолетучих ОВ и БС.

Объектами применения ХО могут быть крупные объекты с большим скоплением людей, а также системы водоснабжения городов, партии продуктов питания и напитков. Особую опасность представляет применение быстродействующих ФОВ в замкнутом объеме помещений с приточно-вытяжной вентиляцией. Большие скорости распространения воздушных потоков с ОВ в местах скопления больших масс людей могут привести к колоссальному числу жертв. Если бы террористы «Аум Сенрике» в помещении станций метро создали облако зарина с концентрацией выше 0,01 мг/л, то все находящиеся на станции пассажиры получили бы смертельное поражение в течение нескольких минут [8].

## Глава 4. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ

### 4.1. Общая характеристика биологического оружия

**Биологическое оружие (БО)** – это оружие массового поражения, действие которого основано на использовании болезнетворных свойств микроорганизмов и токсинов, способных вызывать различные заболевания и гибель людей, животных и растений. Разработка биологического оружия началась в конце 19 века [6].

**Уже в период Первой мировой войны** Германия неоднократно пыталась применять диверсионными методами возбудители сибирской язвы и сапа. Причем главным объектом биологических атак были кавалерийские кони и сельскохозяйственные животные.

**В конце 30 годов Япония** создала на территории оккупированной Манчжурии научно-исследовательский центр для разработки БО – «Отряд-731». Испытания проводились на пленных гражданах Китая, США, СССР. Погибло 3000 человек. С 1940 по 1944 год японская армия более 11 раз применяла биологическое оружие. Только от чумы погибло 700 человек.

**В 1952 году США** развязали биологическую войну в Корее и Китае. Применялись возбудители чумы, холеры, сибирской язвы, а также БС уничтожающие посевы.

**В 1981 году на Кубе** возникла эпидемия лихорадки Денге. Заболело более 300 тысяч человек, погибло 156 человек. Причиной эпидемии явились комары рода *Aedes* выращенные и зараженные американскими специалистами [5].

**В 1991 году** была угроза того, что Ирак применит вирусы сибирской язвы. Американские военные специалисты считают, что в ходе регионального конфликта из всех биологических агентов наиболее вероятно применение рецептур на основе бактерий сибирской язвы.

По оценкам международных экспертов в настоящее время до 25% всех средств выделенных на биологическую защиту тратится на разработку высокотоксичных микроорганизмов, то есть на то, что можно использовать как «наступательное биологическое оружие».

БО рассматривается, в основном, как оружие стратегического и оперативного назначения. Оно применяется внезапно, массировано, на основе простых планов и при строгом соблюдении единства командования, в сочетании с обычным и ядерным оружием, при тщательном учете боевых свойств и особенностей поражающего действия биологических средств с обеспечением безопасности своих сил.



Применением БО решаются задачи массового поражения людей, с/х животных и посевов. В некоторых случаях биологические средства применяются для порчи техники и материалов.

БО может быть применено противником, как в целях непосредственного поражения людей, так и для создания угрозы их поражения путем длительного заражения местности. БО включает два компонента: биологические средства и средства их применения.

#### 4.1.1. Тенденции развития биологического оружия

**Гормональное (биохимическое) оружие.** В его основе лежит использование эндогенных биорегуляторов или их структурных модификаций.

**Генное оружие.** Бурное развитие такой области биотехнологии, как генная инженерия, открыло возможность направленно модифицировать свойства существующих микроорганизмов и даже создавать совершенно новые их виды. Используя методы обмена генетической информации, появилась реальная возможность получать штаммы микроорганизмов, имеющие измененную антигенную структуру и отличительные свойства: повышенную вирулентность, устойчивость к действиям внешних факторов и лекарственных препаратов.

Кроме того, разработанные методы микроинкапсулирования биоагентов позволяют значительно увеличить аэробιологическую стабильность наиболее мелких частиц биологического аэрозоля и обеспечить более глубокое проникновение их в органы дыхания, а отсюда и более высокую степень поражения. Это открывает возможность использовать в качестве оружия инкапсулированный генетический материал – вирусные инфекционные нуклеиновые кислоты, которые, попадая в клетки тканей человека (животных), заставляют их синтезировать вирусные частицы и тем самым вызывают инфекционное заболевание.

**Этническое оружие.** Является разновидностью биологического оружия. Обладает избирательной способностью поражения отдельных этнических групп. Примером является заболевание «кокцидиозная грануема» вызывающая у белых смертность лишь 5%, а у негров – до 60%.

## 4.2. Характеристика биологических средств

### 4.2.1. Номенклатура биологических средств

Основу поражающего действия БО составляют специально отобранные для боевого применения БС (бактерии, вирусы, риккетсии, грибки), способные при попадании в организм вызывать массовые тяжелые заболевания и гибель людей и животных, поражения посевов, повреждение техники и материалов.

К БС относятся:

- патогенные микроорганизмы для поражения людей (табл. 11), животных и посевов;
- насекомые – вредители с/х культур;
- грибки и бактерии для повреждения техники и горюче-смазочных материалов.

*Таблица 11*

#### **Биологические средства, применяемые для поражения людей**

<b>Бактерии</b>	<b>Риккетсии</b>	<b>Вирусы</b>	<b>Грибки</b>
1. Сибирская язва	7. Сыпной тиф	9. Натуральная оспа	Микозы
2. Чума	8. Ку-лихорадка	10. Лихорадка Марбург	
3. Туляремия		11. Лихорадка Эбола	
4. Бруцеллез		12. Желтая лихорадка	
5. Сап		13. Лихорадка денге	
6. Мелиоидоз		14. Лихорадка Ласса	
		15. Венесуэльский энцефаломиелит лошадей (ВЭЛ)	

#### **4.2.2. Биологические средства, применяемые для поражения животных и сельскохозяйственных посевов**

**Для поражения с/х животных используют:** чуму крупного рогатого скота, чуму свиней, чуму птиц, африканскую лихорадку свиней, оспу овец, сибирскую язву, сап, лихорадку долины Рифт.

**Для поражения посевов сельскохозяйственных культур используются:** возбудители ржавчины хлебных злаков, фитофтороза картофеля, пирикулярриоза риса, гоммоза сахарного тростника, хлопчатника; из насекомых-вредителей растений применяют колорадского жука, саранчу и гессенскую муху.

### 4.2.3. Биологические средства, применяемые для повреждения техники и материально-технических средств

Для повреждения электроизоляции, радиоизоляции и радиоэлектронного оборудования применяют плесневые грибы *Aspergillus* и бактерии рода *Mucobacterium*.

Для повреждения горюче-смазочных материалов применяют бактерии рода *Cladosporium*, *Penicillium*, *Mucor*, *Pseudomonas*.

Для ускорения коррозии металлов и сплавов применяют железобактерии и серобактерии [6].

### 4.2.4. Параметры биологических средств

К числу параметров, по которым целесообразно характеризовать БС отнесем: тактическое назначение, контагиозность, боевое применение, быстродействие, продолжительность потери боеспособности.

**По тактическому назначению БС можно разделить на:**

- БС смертельного действия (сибирская язва, чума – при заражении этими болезнями смертность может составить до 100% от числа пораженных);

- БС временно выводящие из строя (туляремия, бруцеллез, лихорадки, энцефалиты – при заражении этими болезнями смертность не превышает 40%);

- БС предназначенные для поражения с/х культур (насекомые-вредители с/х культур, возбудители болезней культурных растений);

- БС предназначенные для поражения с/х животных;

- БС предназначенные для вывода из строя техники и материалов.

**Контагиозность БС** состоит в их способности передаваться от пораженных к окружающим здоровым людям через воздух, укусы насекомых и т.п. То есть в их способности вызывать эпидемии.

К контагиозным заболеваниям (вызывающим эпидемии) относятся: чума, натуральная оспа, холера, такие разновидности геморрагических лихорадок как Марбург, Эбола, Ласса.

К неконтагиозным заболеваниям относятся: сибирская язва, бруцеллез, ку-лихорадка, желтая лихорадка, энцефалиты, такие разновидности геморрагических лихорадок как Аргентинская, Боливийская, Конго-Крымская.

**К способам боевого применения БС** относятся:

- распыление аэрозолей для заражения воздуха и местности;

- заражение воды, пищи и предметов домашнего обихода БС в жидком и твердом виде;

– рассеивание зараженных насекомых, таких как комары (желтая лихорадка, лихорадка денге), клещи (туляремия, ку-лихорадка), блохи (чума).

**Быстродействие БС** – характеризуется продолжительностью инкубационного периода, то есть периода, когда заболевший сохраняет боеспособность и не подозревает о том, что он болен. Наиболее часто инкубационный период продолжается от 2 до 5 суток. Например: чума, туляремия – 3 дня, сибирская язва – 1...7 дней, желтая лихорадка – 5 дней, геморрагические лихорадки – 3...14 дней.

**Продолжительность потери боеспособности** при поражении БС может составить срок от одной недели до нескольких месяцев, в зависимости от вида болезни и степени её тяжести.

Характеристики боевых свойств некоторых биологических средств (БС), которые могут быть использованы противником, для поражения людей приведены в табл. 12-14.

Таблица 12

### Параметры вирусных биологических агентов

Тип БС	Натуральная оспа	ВЭЛ	Желтая лихорадка	Лихорадка Денге
Такт, назначение	ВВС	ВВС	ВВС	ВВС
Контагиозность	К	НК	НК	НК
Боевое применение	Распыление в воздухе			
	Заражение воды и предметов домашнего обихода	Комары	Комары	Комары
Инкубац. период, сутки	14	5	5	15
Прод. потери БС, сут	до 24	до 10	до 14	до 45

Таблица 13

### Параметры бактерицидных биологических агентов

Тип БС	Чума	Сибирская язва	Туляремия	Бруцеллез
Такт, назначение	Смерть	Смерть	ВВС	ВВС
Контагиозность	К	НК	НК	НК
Боевое применение	Распыление в воздухе. Заражение воды и пищи.			
	Заражение предметов дом. обихода		–	–
	Блохи	–	Клещи	–
Инкуб.период, сутки	3	3	3	7-30
Прод. потери БС, сутки	45-60	до 60	до 60	до 30

### Параметры риккетсионных биологических агентов

Тип БС	Ку-лихорадка	Сыпной тиф
Тактическое назначение	ВВС	ВВС
Контагиозность	НК	НК (К – в опред. условиях)
Боевое применение	Клещи	Вши
	Распыление в воздухе	
Инкубационный период, сутки	15	14
Продолжительность потери БС, сутки	до 45	до 24

Для боевого применения используются биологические рецептуры, представляющие собой смесь (взвесь) БС, питательной среды или ее остатков, а также наполнителей и стабилизирующих добавок, которые предназначены для повышения устойчивости живых микроорганизмов при хранении, аэрозольировании и во внешней среде.

#### 4.3. Характеристика болезней

**1. Сибирская язва, Anthrax.** Возбудитель – бактерия *Bacillus anthracis*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение предметов домашнего обихода. Устойчивость во внешней среде высокая. Средний инкубационный (скрытый) период – 3 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 60 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 100% (БС смертельного типа). Контагиозность – отсутствует. Сибирская язва – оознозное заболевание, то есть это заразная болезнь животных передающаяся человеку. Различают кожную и легочную форму.

При кожной форме в области входных ворот инфекции появляется зудящее красное пятно, затем на его месте образуется черный струп с углублением в центре. По виду струп напоминает уголь, что и послужило основанием для названия сибирской язвы по латыни Anthrax (уголь). Через две недели струп отторгается и под ним обнаруживается язва, которая быстро рубцуются. При тяжелой степени заболевания возникают кровавый кашель, понос и смертельный исход.

При легочной форме – озноб, повышение температуры, чувство стеснения в груди, насморк, кашель, одышка, воспаление легких, плеврит, через 2-3 дня смерть [7].

**2. Чума, Pestis.** Возбудитель бактерия *Yersinia pestis*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды, пищи, предметов домашнего обихода, рассеивание искусственно зараженных блох. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 3 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – 45...60 сут. Без лечения смертность заболевания может составить – 100% (БС смертельного типа). Контагиозность высокая. Чума – зоонозное заболевание, то есть это заразная болезнь животных передающаяся человеку. Им болеют грызуны – крысы, суслики, мыши. Чума – это особо опасное инфекционное заболевание, в 14 веке за пять лет умерло 50 миллионов человек. Существует две формы чумы: бубонная и легочная. При вдыхании чумных микробов развивается легочная форма: сильный озноб, лихорадка, речь невнятная походка шатающаяся, бред, кома, смерть.

**3. Туляремия.** Возбудитель бактерия *Francisella tularensis*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды, пищи, рассеивание искусственно зараженных членистоногих переносчиков (клещей). Устойчивость во внешней среде малая. Средний инкубационный период – 3...6 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 60 суток. Без лечения смертность заболевания может составить – 5...50%. Контагиозность отсутствует. Туляремия зоонозное заболевание, то есть это заразная болезнь животных передающаяся человеку. Сильная лихорадка, головная боль, рвота, сыпь, бронхопневмония.

**4. Бруцеллез.** Возбудитель бактерии *Brusella suis, brusella melitensis*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды, пищи. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный период – 7...21 сутки. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 30 суток при острой форме. Без лечения смертность заболевания может составить до 10%. Контагиозность – отсутствует. Бруцеллез-зоонозное заболевание, то есть это заразная болезнь животных передающаяся человеку. Лихорадка, поражение опорно-двигательного аппарата.

**5. Сип.** Возбудитель бактерия *Pseudomonas mallei*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды, пищи, предметов домашнего обихода. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 3-5 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 30 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 70%. Контагиозность – отсутствует.

**6. Мелиоидоз.** Возбудитель бактерия *Pseudomonas pseudomallei*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды, пищи, предметов домашнего обихода. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 5...10 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 30 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 90%. Контагиозность – отсутствует.

**7. Сыпной тиф.** Возбудитель риккетсия *Rickettsia prowazekii*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, рассеивание искусственно зараженных вшей. Устойчивость во внешней среде малая. Средний инкубационный (скрытый) период – 13 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 30 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 40%. Контагиозность – отсутствует. Сыпной тиф – кровавая (трансмиссивная) инфекция.

**8. Ку-лихорадка.** Возбудитель риккетсия *Coxiella burnetii*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, рассеивание искусственно зараженных клещей-переносчиков. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 15 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 45 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 2%. Контагиозность – отсутствует. Ку-лихорадка – кровавая (трансмиссивная) инфекция.

**9. Натуральная оспа.** Возбудитель вирус *Poxvirus variolae*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, заражение воды и предметов домашнего обихода. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 12 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 40 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 50% (среди иммунизированных 6...10%). Контагиозность – очень высокая. Натуральная оспа является заболеванием дыхательных органов (инфекция дыхательных путей).

**10. Геморрагическая лихорадка Марбург.** Возбудитель вирус *Marburg virus*. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе. Устойчивость во внешней среде малая. Средний инкубационный (скрытый) период – 3...9 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – 30...45 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 30%. Контагиозность – высокая. Это кровавая (трансмиссивная) инфекция.

**11. Геморрагическая лихорадка Эбола.** Возбудитель вирус Ebola virus. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 5...7 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – 30...45 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 50...80%. Контагиозность относительно высокая. Это кровяная (трансмиссивная) инфекция.

**12. Геморрагическая лихорадка Ласса.** Возбудитель вирус Lassa fever virus. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе. Устойчивость во внешней среде малая. Средний инкубационный (скрытый) период – 5...7 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – 30...45 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 50%. Контагиозность относительно высокая. Это кровяная (трансмиссивная) инфекция. Геморрагические лихорадки стали известны в конце 40-ых годов. Важнейший клинический признак – геморрагический синдром. Он выражается в кровоизлияниях в кожу и слизистые оболочки, появление крови в моче. Смерть наступает в результате кровотечений и кровоизлияний во внутренние органы.

**13. Желтая лихорадка.** Возбудитель вирус Yellow fever virus. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, рассеивание искусственно зараженных комаров. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 5 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – 30...45 суток. Без лечения смертность заболевания составит – 20%. Контагиозность – отсутствует.

**14. Лихорадка Денге.** Возбудитель вирус Dengue virus. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, рассеивание искусственно зараженных комаров. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 5 суток. Средняя продолжительность потери боеспособности – до 35 суток. Без лечения смертность заболевания может составить около 1%. Контагиозность отсутствует.

**15. Венесуэльский энцефаломиелит лошадей, (ВЭЛ).** Возбудитель вирус Venezuelan equine encephalomyelitis virus. Способ распространения в условиях биологической войны – распыление рецептуры в воздухе, рассеивание искусственно зараженных комаров. Устойчивость во внешней среде средняя. Средний инкубационный (скрытый) период – 5 суток. Средняя продолжительность потери



боеспособности – до 14 суток. Без лечения смертность заболевания составит около 1%. Контагиозность отсутствует.

#### **4.4. Характеристика средств применения биологических агентов**

В настоящее время противник располагает современной системой технических средств применения биологических рецептур (БР) и их доставки к цели. Эти средства позволяют поражать любые объекты на территории противника. К средствам применения БС относятся биологические боеприпасы, энтомологические боеприпасы и диверсионные средства.

К биологическим боеприпасам относятся: биологические бомбы, распылительные авиационные приборы, генераторы биологических аэрозолей, биологические боевые части оперативно-тактических и крылатых ракет.

К энтомологическим боеприпасам относятся авиационные энтомологические бомбы и энтомологические контейнеры.

К диверсионным средствам относится малогабаритное диверсионное снаряжение, включающее портативные генераторы аэрозолей и распиливающие пены.

Технические средства применения БР могут быть кассетного и бакового типа. Технические средства применения БР кассетного типа основаны на использовании биологических бомб малого калибра взрывного принципа действия, которые образуют при срабатывании облако биологического аэрозоля.

Технические средства применения бакового типа представляют собой различные выливные и распыливающие приборы, предназначенные для диспергирования БР. Работа приборов такого типа состоит в выбросе БР над поверхностью земли в открытую атмосферу в виде аэрозольного облака, которое распространяется над целью.

В качестве носителей БО могут быть использованы пилотируемые и беспилотные летательные аппараты, автоматические аэростаты и даже подводные лодки.

Доставка технических средств применения может осуществляться стратегическими, оперативно-тактическими и крылатыми ракетами, самолетами стратегической и тактической авиации.

#### 4.5. Биологический терроризм

В последние годы увеличилось количество применения БО диверсионными методами при проведении террористических актов.

В 1972 году в США при аресте фашистской группы «Орден восходящего солнца» было изъято более 30 кг культуры возбудителя брюшного тифа. Ее планировали использовать для заражения системы водоснабжения города Чикаго и других городов США.

В «Комсомольской правде» 15.10.99 г. описан случай, когда в 1995 году диверсанты из таджикской оппозиции заразили желтухой почти весь личный состав одного из ракетных дивизионов 201 миротворческой дивизии. (Закачали в арбузы и персики мочу больных желтухой).

В 2001 году в США по почте рассылались письма со спорами порошка сибирской язвы. Несколько человек погибло, несколько десятков человек заболело. За считанные дни раскупили все противогазы и медицинские средства защиты от язвы.

Специалисты по борьбе с терроризмом считают, что наиболее доступными биологическими агентами для проведения терактов являются:

- возбудители опасных инфекций (сибирской язвы, натуральной оспы, туляремии и др.);
- токсины (ботулотоксины, нейротоксины).

Биологические агенты могут быть похищены из учреждений осуществляющих производство вакцинных препаратов от особо опасных инфекций. Кроме того, БА могут быть получены нелегально в лабораторных условиях. Специалисты из секты «Аум Сенрике» планировали работы по получению ряда биологических рецептур.

Объектами применения биологических агентов могут быть крупные объекты с большим скоплением людей, а также системы водоснабжения городов, партии продуктов питания и напитков [8].

## Глава 5. ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ

### 5.1. Общая характеристика ядерного оружия

В ядерном арсенале США находится свыше 10000 ядерных боеприпасов. Франция имеет свыше 500 ЯБП, Великобритания – 300, Китай – 300, Израиль – около 100, Индия – 60, Пакистан – 7, ЮАР – 6, Корея и Иран имеют плутоний для 3 ЯБП. Кроме этих стран активно реализуют свои ядерные программы Ливия, Аргентина, Бразилия. Новые ядерные стратегии США и НАТО признают возможность использования ядерного оружия не только во всеобщей войне, но и в региональных конфликтах.

США считают возможным применять ядерное оружие первыми, в том числе (в особых случаях) и против неядерных государств. Предусматривается применение ядерного оружия ограничено, выборочно, сдержанно, после некоторого времени обычной войны (от 8 до 21 суток). Кроме этого планируется и ведение всеобщей ядерной войны. Считается что она может начаться в условиях резкого обострения международной обстановки.

Знание современного состояния ядерного оружия позволяет специалисту ГОЧС:

- разрабатывать возможные сценарии радиоактивного заражения;
- вырабатывать замысел и принимать решения на действия в чрезвычайных ситуациях военного времени;
- организовывать эффективную радиационную защиту.

**Ядерное оружие (ЯО)** – это оружие, взрывное действие которого основано на использовании цепных ядерных реакций деления и синтеза. Система ядерного оружия включает носитель (корабль, самолет), средство доставки к цели (ракета, бомба, торпеда, фугас) и сам ядерный боеприпас (ЯБП). Оно является самым мощным видом оружия массового поражения.

Ядерное оружие предназначено для массового поражения людей, уничтожения или разрушения административных и промышленных центров, различных объектов, сооружений, техники [5].

Поражающее действие ядерного взрыва зависит от мощности боеприпаса, вида взрыва, типа ядерного заряда. Мощность ядерного боеприпаса характеризуется тротиловым эквивалентом, т.е. массой тринитротолуола (тротила), энергия взрыва которого эквивалентна энергии взрыва данного ядерного боеприпаса, и измеряется в тоннах, тысячах, миллионах тонн. По мощности ядерные боеприпасы подразделяются на сверхмалые (менее 1 тыс. т), малые (1-10 тыс. т),

средние (10-100 тыс. т) крупные (100 тыс. т – 1 млн. т) и сверхкрупные (более 1 млн. т).

Ядерные взрывы могут осуществляться на поверхности земли (воды), под землей (водой) или в воздухе на различной высоте. В связи с этим принято различать следующие виды ядерных взрывов: наземный, подземный, подводный, воздушный и высотный. Наиболее характерными видами ядерных взрывов являются наземный и воздушный.

Наземный ядерный взрыв – взрыв, произведенный на поверхности земли или на такой высоте, когда его светящаяся область касается поверхности земли и имеет форму полусферы или усеченной сферы. При наземном взрыве в фунте образуется воронка, диаметр и глубина которой зависят от высоты, мощности взрыва и вида грунта.

Наземные взрывы применяют для разрушения сооружений большой прочности, а также в тех случаях, когда желательно сильное радиоактивное заражение местности.

Воздушным называется ядерный взрыв, при котором светящаяся область не касается поверхности земли и имеет форму сферы. Различают низкий и высокий воздушные взрывы. При низком воздушном взрыве за счет воздействия отраженной от поверхности земли ударной волны светящаяся область может несколько деформироваться снизу.

Воздушные ядерные взрывы применяются для разрушения малопрочных сооружений, поражения людей и техники на больших площадях или когда сильное радиоактивное заражение местности недопустимо.

## **5.2. Нерадиационные поражающие факторы ядерного взрыва**

Огромное количество энергии, высвобождающейся при взрыве ядерного боеприпаса, расходуется на образование воздушной ударной волны, светового излучения, проникающей радиации, радиоактивного заражения местности и электромагнитного импульса, называемых поражающими факторами ядерного взрыва [9].

### **5.2.1. Ударная волна**

Ударная волна ядерного взрыва – один из основных поражающих факторов. В зависимости от того, в какой среде возникает и распространяется ударная волна – в воздухе, воде или грунте, ее

называют соответственно воздушной ударной волной, ударной волной в воде и сейсмозрывной волной.

Воздушной ударной волной называется область резкого сжатия воздуха, распространяющаяся во все стороны от центра взрыва со сверхзвуковой скоростью. Переднюю границу волны, характеризующуюся резким скачком давления, называют фронтом ударной волны.

Обладая большим запасом энергии, ударная волна ядерного взрыва способна наносить поражения людям, разрушать различные сооружения, боевую технику и другие объекты на значительных расстояниях от места взрыва. На распространение ударной волны и ее разрушающее и поражающее действие существенное влияние могут оказать рельеф местности и лесные массивы в районе взрыва, а также метеоусловия.

Основными параметрами ударной волны, определяющими ее поражающее действие, являются:

- избыточное давление во фронте волны  $\Delta P_{\text{ф}}$  (разность между максимальным давлением во фронте ударной волны и нормальным атмосферным давлением  $P_0$  перед этим фронтом);

- скоростной напор воздуха  $\Delta P_{\text{СК}}$  (динамическая нагрузка, создаваемая потоком воздуха, движущимся в волне);

- время действия избыточного давления  $\tau_+$

Единицей избыточного давления и скоростного напора воздуха в системе СИ является паскаль (Па), внесистемная единица – килограмм-сила на квадратный сантиметр ( $\text{кгс}/\text{см}^2$ ).  $1 \text{ кгс}/\text{см} \approx 100 \text{ кПа}$ .

Надежной защитой от ударной волны являются убежища. При их отсутствии используются ПРУ, подземные выработки, рельеф местности.

### 5.2.2. Световое излучение

Под световым излучением ядерного взрыва понимается электромагнитное излучение, включающее в себя ультрафиолетовую, видимую и инфракрасную области спектра. Источником светового излучения является светящаяся область взрыва.

Время действия светового излучения и размеры светящейся области зависят от мощности ядерного взрыва. С ее увеличением они возрастают. По длительности свечения можно ориентировочно судить о мощности ядерного взрыва. Так, из эмпирической формулы  $t = \sqrt[3]{q}$ ,

где  $t$  – длительность свечения, сек;  $q$  – мощность ядерного взрыва, тыс. т, видно, что время действия светового излучения наземных и воздушных взрывов мощностью 1000 т составляет 1 с, 10000 т – 2,2 с, 100000 т – 4,6 с, 1 млн. т – 10 с.

Световое излучение ядерного взрыва поражает людей, воздействует на здания, сооружения, технику и леса, вызывая пожары.

На открытой местности световое излучение обладает большим радиусом действия по сравнению с ударной волной и проникающей радиацией.

Основным параметром, определяющим поражающее действие светового излучения, является световой импульс ( $U_{cs}$ ).

Световым импульсом называется количество прямой световой энергии, падающей на  $1 \text{ м}^2$  поверхности, перпендикулярной направлению распространения светового излучения, за все время свечения. Величина светового импульса зависит от вида взрыва и состояния атмосферы и в системе СИ измеряется в джоулях на  $1 \text{ м}^2$  ( $\text{Дж}/\text{м}^2$ ) внесистемная единица – калория на  $1 \text{ см}^2$  ( $\text{кал}/\text{см}^2$ )  $1 \text{ кал}/\text{см}^2 = 4,2 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{м}^2$ .

Световое излучение, воздействуя на людей, вызывает ожоги открытых и защищенных одеждой участков тела, глаз и временное ослепление. В зависимости от значения величины светового импульса различают ожоги кожи четырех степеней.

Степень поражающего действия светового излучения резко снижается при условии своевременного оповещения людей, использования ими защитных сооружений, естественных укрытий (особенно лесных массивов и складок рельефа), индивидуальных средств защиты (защитной одежды, очков) и строгого выполнения противопожарных мероприятий.

### 5.2.3. Электромагнитный импульс

При ядерных взрывах в атмосфере возникают мощные электромагнитные поля с длинами волн от 1 до 1000 м и более. В силу кратковременности существования таких полей их принято называть электромагнитным импульсом (ЭМИ).

Поражающее действие ЭМИ обусловлено возникновением электрических напряжений и токов в проводах и кабелях воздушных и подземных линий связи, сигнализации, электропередач, в антеннах радиостанций.

Одновременно с ЭМИ возникают радиоволны, распространяющиеся на большие расстояния от центра взрыва. Они воспринимаются радиоаппаратурой как помехи.

Поражающим фактором ЭМИ является напряженность. Напряженность электрического и магнитного полей зависит от мощности и высоты взрыва, расстояния от центра взрыва и свойств окружающей среды. Наибольшего значения напряженность электрических и магнитных полей достигает при наземных и низких воздушных ядерных взрывах. При низком воздушном взрыве мощностью 1 млн. т ЭМИ с поражающими величинами напряженности полей распространяется на площади с радиусом до 32 км, 10 млн. т – до 115 км.

Воздействию ЭМИ сильно подвержены линии связи и сигнализации, так как применяемые в них кабели и аппаратура имеют электрическую прочность, не превышающую 2...4 кВ напряжения постоянного тока. Поэтому особую опасность ЭМИ представляет даже для особо прочных сооружений (подземные пункты управления, убежища и т. п.), в которых подводящие линии связи могут оказаться поврежденными [9].

Защита от ЭМИ достигается экранированием линий энергоснабжения и управления, а также аппаратуры. Все наружные линии должны быть двухпроводными, хорошо изолированными от земли, с малоинерционными разрядниками и плавкими вставками.

### **5.3. Проникающая радиация**

Проникающей радиацией ядерного взрыва называют поток гамма-излучения и нейтронов, испускаемых из зоны и облака ядерного взрыва.

Источниками проникающей радиации являются ядерные реакции, протекающие в боеприпасе в момент взрыва, и радиоактивный распад осколков (продуктов) деления в облаке взрыва.

Время действия проникающей радиации на наземные объекты составляет 15...25 с и определяется временем подъема облака взрыва на такую высоту (2...3 км), при которой гамма и нейтронное излучение, поглощаясь толщей воздуха, практически не достигает поверхности земли.

Основным параметром, характеризующим поражающее действие проникающей радиации, является поглощенная доза излучения ( $D$ ).

Поглощенная доза излучения – это количество энергии ионизирующих излучений, поглощенная единицей массы облучаемой

среды. Кроме поглощенной дозы в практике используют экспозиционную, эквивалентную и эффективную дозы излучения.

Экспозиционная доза – это доза излучения в воздухе, она характеризует потенциальную опасность воздействия ионизирующих излучений при общем и равномерном облучении тела человека. Экспозиционная доза в системе единиц СИ измеряется в кулонах на килограмм (Кл/кг). Внесистемной единицей экспозиционной дозы излучения является рентген ( $R$ );  $1 R = 2,58 \cdot 10^{-4}$  Кл/кг.

Рентген ( $R$ ) – это доза гамма-излучения, под действием которой в  $1 \text{ см}^3$  сухого воздуха при нормальных условиях (температура  $0^\circ\text{C}$  и давление 760 мм рт. ст.) создаются ионы, несущие одну электростатическую единицу количества электричества каждого знака. Дозе в  $1 R$  соответствует образование  $2,08 \cdot 10^9$  пар ионов в  $1 \text{ см}^3$  воздуха.

Экспозиционная доза может использоваться только для фотонного излучения с энергией до 3 МэВ. Вместо нее сейчас используют такую величину как керма. Керма пригодна для всего диапазона фотонного и нейтронного излучений.

Поглощенная доза более точно характеризует воздействие ионизирующих излучений на биологические ткани. В системе единиц СИ она измеряется в греях (Гр).  $1 \text{ Гр}$  – это такая поглощенная доза, при которой  $1 \text{ кг}$  облучаемого вещества поглощает энергию в  $1 \text{ Дж}$ , следовательно,  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ . Внесистемной единицей поглощенной дозы излучения является рад. Доза в  $1 \text{ рад}$  означает, что в каждом грамме вещества, подвергшегося облучению, поглощено  $100 \text{ эрг}$  энергии. Достоинство рада как дозиметрической единицы в том, что его можно использовать для измерения доз любого вида излучений в любой среде.

$$1 \text{ рад} = 10 \text{ Гр} \text{ или } 1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}; 1 \text{ рад} = 1,14 R \text{ или } 1 R = 0,87 \text{ рад.}$$

Для оценки биологического действия ионизирующих излучений используется эквивалентная доза. Она равна произведению поглощенной дозы на так называемый коэффициент качества ( $K$ ). Для рентгеновского, гамма- и бета-излучений  $K = 1$ ; для нейтронов с энергией меньше  $20 \text{ кэВ}$   $K = 3$ , а для нейтронов с энергией  $0,1 \dots 10 \text{ МэВ}$  значения  $K = 10$ .

В качестве единиц эквивалентной и эффективной доз в системе СИ используется зиверт (Зв), внесистемной единицей является биологический эквивалент рада (бэр);  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр} \sim 1 \text{ Гр}$ .

Проникающая радиация, распространяясь в среде, ионизирует ее атомы, а при прохождении через живую ткань – атомы и молекулы,



входящие в состав клеток. Это приводит к нарушению нормального обмена веществ, изменению характера жизнедеятельности клеток, отдельных органов и систем организма.

В результате такого воздействия возникает лучевая болезнь.

**Лучевая болезнь 1 степени (легкая)** возникает при суммарной дозе излучения 1...2 Зв (100...200 бэр). Скрытый период продолжается от 3 до 5 недель, после чего появляются недомогание, общая слабость, тошнота, головокружение, повышение температуры. После выздоровления дееспособность людей, как правило, сохраняется.

**Лучевая болезнь 2 степени (средняя)** возникает при суммарной дозе излучения 2...4 Зв (200...400 бэр). В течение первых 2...3 суток наблюдается бурная первичная реакция организма (тошнота и рвота). Затем наступает скрытый период, длящийся 15...20 суток. Признаки заболевания уже выражены более ярко. Выздоровление при активном лечении наступает через 2...3 месяца.

**Лучевая болезнь 3 степени (тяжелая)** наступает при дозе излучения 4...6 Зв (400...600 бэр). Первичная реакция резко выражена. Скрытый период составляет 5...10 суток. Болезнь протекает интенсивно и тяжело. В случае благоприятного исхода выздоровление может наступить через 3...6 месяцев.

**Лучевая болезнь 4 степени (крайне тяжелая)**, наступающая при дозе свыше 6 Зв (600 бэр), является наиболее опасной и, как правило, приводит к смертельному исходу.

При облучении дозами излучения свыше 50 Зв (5000 бэр) возникает молниеносная форма лучевой болезни. Первичная реакция при этом возникает в первые минуты после облучения, а скрытый период вообще отсутствует. Пораженные погибают в первые дни после облучения.

Следует иметь в виду, что даже небольшие дозы излучения снижают сопротивляемость организма к инфекции, приводят к кислородному голоданию тканей, ухудшению процесса свертывания крови.

Надежной защитой от проникающей радиации ядерного взрыва являются защитные сооружения ГО. При прохождении через различные материалы поток гамма-квантов и нейтронов ослабляется. Способность того или иного материала ослаблять гамма-излучения или нейтроны принято характеризовать слоем половинного ослабления, т. е. толщиной слоя материала, который уменьшает дозу излучения в 2 раза.

Проходя через материалы, поток гамма-квантов и нейтронов вызывает в них различные изменения. Так, при дозах проникающей радиации в несколько рад засвечиваются фотоматериалы, находящиеся в светонепроницаемых упаковках, а при дозах в сотни рад выходит из

строю полупроводниковая радиоэлектронная аппаратура, темнеют стекла оптических приборов.

Одной из особенностей действия мощного потока проникающей радиации нейтронных боеприпасов является то, что прохождение нейтронов высоких энергий через материалы конструкций техники и сооружений, а также через грунт в районе взрыва вызывает появление в них наведенной радиоактивности. Наведенная радиоактивность в технике в течение многих часов после взрыва (до ее спада) может явиться причиной поражения людей, ее обслуживающих [10].

Защита от проникающей радиации нейтронного боеприпаса составляет определенные трудности, так как те материалы, которые лучше ослабляют нейтронный поток, хуже защищают от гамма-излучения, и наоборот. Отсюда вывод: для защиты от проникающей радиации нейтронного боеприпаса не обходимо комбинировать водородсодержащие вещества и материалы с повышенной плотностью.

#### 5.4. Радиоактивное заражение

Среди поражающих факторов ядерного взрыва радиоактивное заражение занимает особое место, так как его воздействию может подвергаться не только район, прилегающий к месту взрыва, но и местность, удаленная на десятки и даже сотни километров. При этом на больших площадях и на длительное время может создаваться заражение, представляющее опасность для людей и животных. На радиоактивно зараженной местности источниками радиоактивного излучения являются: осколки (продукты) деления ядерного взрывчатого вещества; наведенная активность в грунте и других материалах; неразделившаяся часть ядерного заряда.

Осколки деления, выпадающие из облака взрыва, представляют собой первоначальную смесь около 80 изотопов 35 химических элементов средней части периодической системы Менделеева. Эти изотопы нестабильны и претерпевают бета-распады с испусканием гамма-квантов. С течением времени величина активности осколков деления падает.

Наведенная активность в грунте обусловлена образованием под действием нейтронов ряда радиоактивных изотопов, таких, как алюминий-28 ( ${}_{13}^{28}\text{Al}$ ), натрий-24 ( ${}_{11}^{24}\text{Na}$ ), марганец-56 ( ${}_{25}^{56}\text{Mn}$ ). Максимальная наведенная активность образуется при взрыве нейтронного боеприпаса.

Неразделившаяся часть ядерного заряда представляет собой альфа-активные изотопы плутония-239 ( ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ ), урана-235 ( ${}_{92}^{235}\text{U}$ ), урана-238 ( ${}_{92}^{238}\text{U}$ ).

При взрыве ядерного боеприпаса радиоактивные продукты поднимаются вместе с облаком взрыва, перемешиваются с частицами грунта и под действием высотных ветров перемещаются на большие расстояния. По мере перемещения облака они выпадают, заражая местность (как в районе взрыва, так и по пути движения облака) и образуя так называемый след радиоактивного облака.

След радиоактивного облака на равнинной местности при неменяющемся направлении и скорости ветра имеет форму вытянутого эллипса и условно делится на четыре зоны: умеренного (**А**), сильного (**Б**), опасного (**В**) и чрезвычайно опасного (**Г**) заражения.

Границы зон радиоактивного заражения с разной степенью опасности для людей принято характеризовать дозой гамма-излучения, получаемой за время от момента образования следа до полного распада радиоактивных веществ ( $D_{\infty}$ ) или мощностью дозы излучения (уровнем радиации) через 1 ч после взрыва ( $P_1$ ).

Связь между дозой излучения за время полного распада  $D_{\infty}$  и уровнем радиации  $P_{\text{зар}}$  на время заражения выражается соотношением

$$D_{\infty} = 5 \cdot P_{\text{т3}} \cdot t_3. \quad (5.1)$$

Внешняя граница зоны **А** характеризуется  $D_{\infty} = 40$  рад и  $P_1 = 8$  рад/ч. Доля зоны от площади всего радиоактивного следа составляет 60%. Как правило, работы внутри объектов расположенных в зоне **А** не прекращаются. У внутренней границы или в середине зоны работы на открытой местности на несколько часов должны прекращаться.

На внешней границе зоны **Б**  $D_{\infty} = 400$  рад и  $P_1 = 80$  рад/ч. Доля зоны от площади следа составляет 20%. В этой зоне все работы на объектах прекращаются на срок до суток, а люди укрываются в защитных сооружениях, подвалах и других укрытиях.

На внешней границе зоны **В**  $D_{\infty} = 1200$  рад и  $P_1 = 240$  рад/ч. Доля зоны от площади следа составляет 13%. Все работы в этой зоне на объектах прекращаются на срок от одних до трех-четырех суток, а люди укрываются в защитных сооружениях.

На внешней границе зоны **Г**  $D_{\infty} = 4000$  рад и  $P_1 = 800$  рад/ч, внутри зоны – до 10000 рад. Доля зоны от площади следа составляет 7%.

Работы на объектах внутри зоны прекращаются на четверо и более суток, люди укрываются в убежищах.

На схемах и на картах внешние границы зон радиоактивного заражения наносятся разными цветами: зона **А** – синим, **Б** – зеленым, **В** – коричневым, **Г** – черным.

С течением времени, вследствие естественного распада радиоактивных веществ, уровни радиации на следе радиоактивно го заражения уменьшаются. Спад уровня радиации подчиняется зависимости

$$P_t = P_1 \cdot t^{-1,2}, \quad (5.2)$$

где  $P_t$  – уровень радиации на любое заданное время  $t$  после взрыва, рад/ч;

$P_1$  – уровень радиации на 1 ч после взрыва, рад/ч;

$t$  – время, прошедшее после ядерного взрыва, ч.

Из формулы (5.2) следует, что в результате распада радиоактивных веществ уровни радиации уменьшаются по принципу «7-10». Иначе говоря, с увеличением времени в 7 раз они уменьшаются в 10 раз, и наиболее интенсивный спад уровней наблюдается в первые двое суток.

Уровни радиации на местности зависят также от вида и мощности взрыва, характера рельефа, наличия лесных массивов, метеоусловий.

Местность считается зараженной и требуется применять средства защиты, если уровень радиации, измеренный на высоте 0,7...1 м от поверхности земли, составляет 0,5 рад/ч и более.

При ядерном взрыве радиоактивными веществами заражается не только местность, но и находящиеся на ней предметы, техника, имущество и одежда людей, а также приземный слой воздуха, вода и продукты питания.

Степень заражения местности и различных объектов характеризуется количеством РВ, приходящихся на единицу поверхности, т. е. плотностью заражения, измеряемой в кюри/см<sup>2</sup> (Ки/см<sup>2</sup>) кюри/км<sup>2</sup> (Ки/км<sup>2</sup>) в распадах/см<sup>2</sup> или по мощности экспозиционной дозы сопровождающего гамма-излучения в миллирентгенах/час (мР/ч), а воздуха, воды и продуктов питания – содержанием (концентрацией) РВ в единице объема или веса, измеряемой в Ки/л, Ки/кг.

Кюри – это такое количество РВ, в котором происходит 37 миллиардов распадов атомов за 1 с.

$$1 \text{ кюри} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ расп/с} = 2,2 \cdot 10^{12} \text{ расп/мин.}$$

Чем больше период полураспада и массовое число радиоактивного изотопа, тем большее весовое количество радиоактивного вещества соответствует 1 кюри.

Например, 1 кюри радия-226 ( ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ ), у которого период полураспада  $T_{1/2} = 1590$  лет, весит 1 г и занимает объем небольшой горошины.

1 кюри кобальта-60 ( ${}^{60}_{27}\text{Co}$ ) с  $T_{1/2} = 5$  лет – это крупинка металла весом  $10^{-3}$  г или 1 мг.

1 кюри натрия-24 ( ${}^{24}_{11}\text{Na}$ ) весит  $10^{-7}$  г.

Активностью в 1 кюри обладает 570 кг урана-235 ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ) с периодом полураспада  $T_{1/2} = 880$  миллионов лет и 16 г плутония-239 с  $T_{1/2} = 24$  тыс. лет.

Активность в ряде случаев измеряют в милликюри (мКи) –  $10^{-3}$  кюри и микрокюри (мкКи) –  $10^{-6}$  кюри.

В системе СИ за единицу активности принят беккерель (Бк) – это количество РВ, в котором происходит 1 расп/с. То есть  $1 \text{ кюри} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ .

Заражение может быть первичным (во время выпадения радиоактивных веществ из облака взрыва) и вторичным (при движении техники по зараженной местности в результате пылеобразования). При движении техники по грунтовым дорогам в сухую погоду средняя зараженность машин и одежды личного состава, находящегося на открытых машинах, через 30...40 км марша будет составлять около 0,05% средней зараженности дорог; при движении по влажному грунту степень зараженности техники значительно повышается.

Уровни радиации на местности, степень зараженности поверхности различных объектов РВ определяются по показаниям дозиметрических приборов.

Степень радиоактивного загрязнения различных поверхностей характеризуется плотностью радиоактивного загрязнения (поверхностной активностью):

$$Q = A/S,$$

где  $A$  – активность загрязнителя [мкКи, млн.расп/мин, Бк];

$S$  – площадь загрязнения [ $\text{см}^2$ ,  $\text{м}^2$ ,  $\text{км}^2$ ].

Плотность заражения  $Q$ , можно выразить через мощность экспозиционной дозы  $P$ .

Для наземного взрыва при измерении мощности дозы гамма излучения на расстоянии 1,5...2 см от поверхности объекта справедлива формула:

$$Q_{\text{п}} = K_{\text{пп}} \cdot P = P/30 \text{ [мкКи/см}^2\text{]}, \text{ при } P_{\text{п}} \text{ в [МР/ч]}.$$

$$Q_{\text{п}} = K_0 \cdot Q_{\text{м}},$$

где  $Q_{\text{м}}$  – плотность загрязнения местности, а  $K_0$  – доля радиоактивного загрязнения, остающаяся на поверхности.

$K_{\text{пп}}$  – коэффициент перевода МЭД в плотность загрязнения

Для техники  $K_0 = 0,1$ ; для одежды  $K_0 = 0,2$ .

$$Q_{\text{м}} = K_{\text{пм}} \cdot P_{\text{м}} \text{ [мкКи/см}^2\text{]},$$

где  $P_{\text{м}}$  – суммарный уровень радиации, измеряется на высоте 1 м в [Р/ч].

$K_{\text{пм}}$  – коэффициент перехода от уровня радиации к плотности заражения, зависящей от изотопного состава радиоактивных выпадений и времени, прошедшего после взрыва, мкКи·час/см<sup>2</sup>Р.

Для радиоактивных продуктов наземного взрыва возрастом до 1 месяца

$$K_{\text{гп}} = 10 \text{ мкКи} \cdot \text{час/см}^2 \cdot P \text{ (} Q_{\text{м}} = 10 \cdot P_{\text{м}} \text{)}.$$

Радиоактивно зараженная местность может вызвать поражение находящихся на ней людей как за счет внешнего гамма излучения от осколков деления, так и от попадания радиоактивных продуктов на кожные покровы и внутрь организма человека.

В результате внешнего гамма-излучения развивается лучевая болезнь, клиническая картина которой та же, что и при воздействии на организм гамма-нейтронного излучения проникающей радиации ядерного взрыва. Попадание РВ внутрь организма может происходить как ингаляционным путем при нахождении на местности в период формирования следа или после его образования, так и при употреблении радиоактивно зараженных пищевых продуктов.

В зависимости от количества радиоактивных продуктов взрыва, поступивших внутрь организма, и его индивидуальных особенностей могут развиваться поражения различной степени: тяжелые, средней тяжести и легкие.

Поражение кожи альфа- и бета-излучением РВ развивается вследствие контактного действия излучения при попадании продуктов ядерного взрыва непосредственно на кожу и слизистые оболочки человека.

Наиболее вероятно заражение незащищенных частей тела. Одежда полностью защищает от альфа-излучения и на 25...60% снижает дозу бета-излучения.

Санитарная обработка кожи, проведенная через 1 ч после заражения, предотвращает поражение от контактного облучения продуктами взрыва. Для уменьшения степени заражения техники и других объектов до безопасных величин осуществляется их специальная обработка.

### **5.5. Радиационный терроризм**

Радиационный терроризм это преднамеренное, умышленное воздействие на здоровье или жизнь человека ионизирующим излучением. В зависти количества людей, ставших объектом радиационного террора, его можно разделить на индивидуальный и массовый.

Причинами радиационного терроризма могут быть военные конфликты, конкурентная политическая, коммерческо-финансовая борьба, местные конфликты, клановые, родственные и семейные раздоры и личные ссоры и разборки. Объектами, на которые могут воздействовать террористы, могут быть не только радиационноопасные предприятия. Местом проведения терактов могут стать территории и объекты местопребывания людей: населенные пункты или их часть, аэровокзалы, речные порты, железнодорожные и автовокзалы, таможенные пропускные пункты, метро, стадионы, крупные концертные залы, универмаги, магазины, административные и жилые здания, научные, промышленные, сельскохозяйственные и медицинские учреждения, а также водозаборники и воздухозаборники.

В отличие от аварийной ситуации, когда производственный персонал и население могут быть предупреждены о радиационном воздействии и имеется возможность проведения защитных мероприятий, террористический акт с радиационным воздействием может быть совершен внезапно, быстро, скрытно и в непредсказуемом, неожиданном месте.

Радиоактивному загрязнению могут быть подвергнуты среда обитания, различные предметы, материалы, сырье, воздух, вода и

пищевые продукты, напитки, одежда, денежные билеты, ценные бумаги, подарки, рекламные изделия и т.д. В преступных целях террористами могут быть использованы потерянные, похищенные и полученные контрабандным путем различные радиоактивные источники и материалы. Они могут находиться в твердом, порошкообразном, жидком и газообразном состоянии. Несмотря на относительную редкость таких случаев, они все же имеют место.

Например, в Москве директор коммерческой фирмы, умер из-за того, что в его кресло установили источник ионизирующего излучения большой активности. В России имели место и другие случаи радиационного терроризма.

На Западе отмечен случай, когда были подарены наручные часы с установленным внутри источником ионизирующего излучения большой активности. Полиции удалось определить виновника трагедии, и он понес наказание.

Опасность неконтролируемых источников зависит от типа радионуклида, его активности, и в каком состоянии он находится в контейнере или без контейнера, от качества защиты контейнера, а также степени экранирования человека [14].



## РАЗДЕЛ 3. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ И КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ

### Глава 6. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Среди вооружения и средств РХБ защиты очень важное место занимают средства индивидуальной защиты. Они позволяют людям выживать и функционировать в условиях РХБ заражения.

Средства индивидуальной защиты включают средства индивидуальной защиты органов дыхания (фильтрующие и изолирующие) и средства индивидуальной защиты кожи (фильтрующие и изолирующие).

#### 6.1. Фильтрующие средства индивидуальной защиты органов дыхания

##### 6.1.1. Фильтрующие противогазы и камеры

Фильтрующие противогазы (ФП) предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от вредных химических веществ, радиоактивных веществ и биологических аэрозолей. Принцип их действия основан на изоляции органов дыхания от окружающей среды и очистке вдыхаемого воздуха от токсичных аэрозолей и паров в фильтрующе-поглощающей системе. ФП не обогащают вдыхаемый воздух кислородом, поэтому их можно использовать в атмосфере, содержащей не менее 17% кислорода (по объему) [11]. Фильтрующие противогазы делятся на общевойсковые, гражданские и промышленные (табл. 15).

*Таблица 15*

#### Фильтрующие противогазы и камеры защитные детские

Общевойсковые фильтрующие противогазы	Гражданские противогазы		Промышленные противогазы
	взрослые	детские	
РШ-4	ГП-5, ГП-5м	ДП-6, ДП-6М	ППФ-95, (95М)
ПМГ, ПМГ-2, ПБФ	ГП-7, ГП-7В	ПДФ-7	ПФМ-1
ПМК, ПМК-2	ГП-7ВМ	ПДФ-Д, (Ш) ПДФ-2Д, (2Ш)	Противогаз большого габарита
Гопкалитовый патрон ДП-1 КДП	ДПГ-1 ДПГ-3	Камеры защитные детские (КЗД-4, КЗД-6)	ППФМ-92 ПФМГ-96
Противогаз фильтрующий ВК (вместо ГП с ДПГ-3)			ПФСГ-98 Супер

### 6.1.1.1. Общевойсковые фильтрующие противогазы

Общевойсковые фильтрующие противогазы предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от ОВ, РП, БА.

Противогаз состоит из лицевой части и фильтрующе-поглощающей системы (ФПС), которые соединены между собой непосредственно или с помощью соединительной трубки.

В комплект противогаза входят сумка и незапотевающие пленки, а также, в зависимости от типа противогаза, могут входить мембраны переговорного устройства, трикотажный гидрофобный чехол, накладные утеплительные манжеты, водонепроницаемый мешок, крышка фляги с клапаном и бирка [5].

Фильтрующе-поглощающая система (ФПС) предназначена для очистки вдыхаемого воздуха от аэрозолей и паров ОВ, РП, БА. Очистка воздуха от аэрозолей осуществляется противогазовым фильтром, а от паров поглощающим слоем угля-катализатора.

У противогазов различных типов ФПС может быть выполнена либо в виде фильтрующе-поглощающей коробки (ФПК), либо в виде фильтрующе-поглощающего элемента (ФПЭ). В определенных условиях ФПС может состоять из ФПК и дополнительного патрона.

Дополнительные патроны и ФПК имеют цилиндрический металлический корпус с дном и крышкой, герметизируемый при хранении резиновой пробкой и металлическим колпачком с резиновой прокладкой.

Лицевая часть (шлем-маска или маска) предназначена для защиты лица и глаз от ОВ, РП, БА, подвода к органам дыхания очищенного воздуха и сброса в атмосферу выдыхаемого воздуха. Она состоит из корпуса, очкового узла, клапанной коробки, обтекателей и системы крепления на голове. Может также оборудоваться подмасочником, обтюратором, переговорным устройством и системой для приема жидкости. Лицевые части изготавливаются из резины серого или черного цвета.

Система для приема жидкости предназначена для приема воды и жидкой пищи в надетом противогазе из штатной фляги. Она состоит из загубника, штуцера, резиновой трубки, ниппеля и крышки фляги с клапаном. Крышку фляги с клапаном устанавливают на флягу взамен обычной крышки. Остальные элементы системы расположены на лицевой части.

### **Фильтрующий противогаз РШ-4**

ФП РШ-4 является противогазом большого габарита. Он включает: фильтрующе-поглощающую коробку РШ-4; шлем-маску ШМ-41Му или ШМС, сумку.

ФПК РШ-4 имеет форму цилиндра высотой 17,5 см и диаметром 10,7 см. В дне корпуса имеется внутренняя навинтованная горловина.

Шлем-маска ШМ-41Му состоит из корпуса, очкового узла, обтекателей и клапанной коробки.

Шлем-маска ШМС состоит из корпуса, очкового узла, обтекателей, клапанной коробки и переговорного устройства разборного типа. Фронтальное расположение и размеры стекол очкового узла обеспечивают возможность работы с оптическими приборами.

Сумка изготавливается из однослойной ткани. Два отделения предназначены для ШМ, респиратора и ФПК. Отделение для ФПК имеет затягиваемую тесьмой горловину.

### **Фильтрующий противогаз ПМГ**

ФП ПМГ является противогазом малого габарита. Он включает: фильтрующе-поглощающую коробку ПМГ; шлем-маску ШМГ, сумку.

ФПК ПМГ имеет форму цилиндра высотой 9 см и диаметром 10,8 см. В дне корпуса имеется внутренняя навинтованная горловина.

Шлем-маска ШМГ состоит из корпуса, очкового узла, обтекателей и клапанной коробки, переговорного устройства и узла присоединения ФПК, в котором расположен клапан вдоха. Фронтальное расположение и размеры стекол очкового узла обеспечивают возможность работы с оптическими приборами. ШМГ выпускают с левосторонним (90%) и правосторонним (10%) расположением узла присоединения ФПК.

Сумка изготавливается из однослойной ткани, имеет одно отделение и два наружных кармана для коробок с незапотеваящими пленками, мембранами и ИПП. В комплект ПМГ, предназначенного для ВМФ, дополнительно входит полихлорвиниловый чехол для защиты ФПК от воды.

### **Фильтрующий противогаз ПМК**

ФП ПМК является противогазом малого габарита. Он включает: фильтрующе-поглощающую коробку ПМК, маску М-80, сумку.

ФПК ПМК имеет форму цилиндра высотой 8,7 см и диаметром 11,2 см. В дне корпуса имеется внутренняя навинтованная горловина.

Маска М-80 состоит из корпуса, обтюлятора, очкового узла, клапанной коробки, узла присоединения ФПК с клапаном вдоха, обтекателя, переговорного устройства капсульного типа, системы для приема жидкости и наголовника.

Очковый узел имеет трапециевидные изогнутые стекла, обеспечивающие возможность работы с оптическими приборами.

Клапанная коробка с двумя клапанами выдоха грибового типа выполнена из полимера, имеет резьбовое соединение для проведения технического обслуживания клапанов. На седловине внешнего клапана расположен резиновый экран, предназначенный для предотвращения засорения и примерзания клапанов выдоха. Отверстие экрана направлено вниз.

Обтекатель выполнен из полимерного материала и установлен внутри на узел присоединения ФПК. Отверстие обтекателя направлено в сторону клапанной коробки, для чего на нем имеется выступ, а на узле присоединения ФПК – соответствующая выемка. Устанавливается нажатием руки до щелчка.

Переговорное устройство капсульного типа не подлежит разборке в подразделениях.

Маски М-80 выпускают с левосторонним (90%) и правосторонним (10%) расположением узла присоединения ФПК.

Сумка изготавливается из двухслойной ткани, имеющей огнестойкую пропитку. Она имеет два отделения большое для противогаза, малое для водонепроницаемого мешка. На перегородке имеются два кармана для НПП и НМУ. Есть шлевка для размещения сумки на пояском ремне, в этом случае плечевой ремень и поясную тесьму убирают в наружные карманы, расположенные на боковой стенке.

### **Комплект дополнительного патрона КДП**

Комплект дополнительного патрона КДП предназначен для защиты органов дыхания от оксида углерода и радиоактивной пыли. Он состоит из: дополнительного патрона ДП-2; противоаэрозольного фильтра; пакета с герметизирующим кольцом для противоаэрозольного фильтра; соединительной трубки и сумки.

Дополнительный патрон ДП-2 используют с любым общевоинским фильтрующим противогазом, кроме ПБФ. Принцип действия патрона основан на каталитическом окислении оксида углерода до диоксида углерода. Входящий в состав комплекта противоаэрозольный фильтр очищает вдыхаемый воздух от РП по принципу фильтрации. Дополнительный патрон не обогащает вдыхаемый воздух кислородом,

поэтому его можно применять в атмосфере, содержащей не менее 17% кислорода (по объему).

Патрон ДП-2 обеспечивает защиту от угарного газа при концентрации его в воздухе до 0,25% с кратковременным, не более 15 мин, пребыванием в атмосфере до 1% СО.

### **Гопкалитовый патрон**

Гопкалитовый патрон ДП-1 предназначен для защиты органов дыхания от оксида углерода, его используют по назначению только с противогазом РЩ-4.

Принцип действия гопкалитового патрона основан на каталитическом окислении оксида углерода до диоксида углерода. ДП-1 не защищает от ОВ, РП, БА и дыма.

Патрон ДП-1 имеет форму цилиндра высотой 15,5 см и диаметром 10,2 см, изготовлен из жести, снаряжен осушителем и гопкалитом.

ДП-1 обеспечивает защиту от оксида углерода при концентрации его в окружающем воздухе до 0,25%. Патрон является средством одноразового применения, его необходимо заменять новым, даже если не истекло время защитного действия.

### **6.1.1.2. Гражданские противогазы**

Гражданские противогазы защищают от ОВ, РВ и БА, а также от таких АХОВ как хлор, сероводород, сернистый газ, соляная кислота, синильная кислота, тетраэтилсвинец, этилмеркаптан, нитробензол, фенол, фурфурол, фосген, хлорэтан. С целью расширения возможностей противогазов по защите от СДЯВ для них введены дополнительные патроны ДПГ-1 и ДПГ-3.

Дополнительные патроны ДПГ-1 и ДПГ-3. обеспечивают защиту от паров, газов и аэрозолей АХОВ. Время работы 30...60 мин при средней нагрузке (30 л/мин).

ДПГ-3 предназначен для защиты от аммиака, диметиламина, сероуглерода, сероводорода, хлористого водорода, этилмеркаптана. ДПГ-1 защищает, кроме того, от двуокиси азота, окиси этилена, метила хлористого, окиси углерода.

В комплект дополнительных патронов ДПГ-1 или ДПГ-3 входят соединительная трубка и вставка. Патрон имеет цилиндрическую форму и внешне похож на ФПК ГП-5 и ГП-7к.

Внутри патрона ДПГ-1 два слоя шихты, специальный поглотитель и гопкалит. Внутри патрона ДПГ-3 только один слой поглотителя. Сопротивление потоку воздуха не более 10 мм вод. ст., при расходе 30 л/мин. Масса патрона ДПГ-1 – не более 500 г, ДПГ-3 – не более 350 г.

Время защитного действия для ГП-5 и ГП-7 с дополнительными патронами ДПГ-1 и ДПГ-3, при скорости воздушного потока 30 л/мин, относительной влажности воздуха 75% и температуры окружающей среды от –30 до +40 °С, составляет от 0,5 часа до 5 часов [9].

### **Гражданский фильтрующий противогаз ГП-5**

ГП-5 предназначен для защиты органов дыхания, глаз и лица от отравляющих веществ, биологических аэрозолей, радиоактивной пыли.

В состав комплекта гражданского фильтрующего противогаза ГП-5 входят два основных элемента:

- фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5;
- лицевая часть ШМ-62у;
- сумка;
- наружными утеплительными манжетами НМУ-1;
- коробка с незапотевающими пленками.

Внутри фильтрующе-поглощающей коробки ГП-5 расположены противоаэрозольный фильтр и шихта.

Лицевая часть ШМ-62у представляет собой шлем-маску, изготовленную на основе резины из каучука. В шлем-маску вмонтированы очковый узел и клапанная коробка. Клапанная коробка имеет один вдыхательный и два выдыхательных клапана и служит для распределения потока воздуха.

Незапотевающие пленки изготавливаются из целлюлозы и имеют одностороннее желатиновое покрытие. Они устанавливаются с внутренней стороны стекол противогаза желатиновым покрытием к глазам и фиксируются прижимными кольцами. Желатин равномерно впитывает конденсированную влагу, тем самым сохраняется прозрачность пленки.

Утеплительные манжеты используются только зимой при температуре ниже –10 °С. Манжета надевается на обойму очков с внешней стороны. Пространство между стеклами манжет и очков предохраняет очки шлем-маски от замерзания.

## **Гражданский фильтрующий противогаз ГП-5м**

Противогаз ГП-5м отличается от противогаза ГП-5 шлем-маской. В его комплект входит шлем-маска ШМ-66му. Она имеет переговорное устройство мембранного типа, и вырезы для ушей.

## **Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7**

Противогаз ГП-7 предназначен для защиты органов дыхания, лица и глаз взрослого населения от отравляющих веществ, радиоактивной пыли и биологических аэрозолей.

В его состав входят:

- фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к;
- лицевая часть в виде маски гражданского противогаза (МГП);
- сумка;
- гидрофобный трикотажный чехол;
- коробка с запотевающими пленками;
- утеплительные манжеты.

Фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к по конструкции аналогична коробке ГП-5, но с улучшенными характеристиками.

Лицевая часть МГП представляет собой маску объемного типа с наголовником в виде резиновой пластины с пятью лямками и уступами для регулирования. Гидрофобный трикотажный чехол надевается на противогазовую коробку и служит для предохранения ее от заражения, снега, пыли и влаги.

## **Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7В**

В его состав входит лицевая часть МГП-В, которая аналогична лицевой части МГП, но дополнительно под переговорным устройством имеет приспособление для приема воды, представляющее собой резиновую трубку с мундштуком и ниппелем. Она может подсоединяться с помощью специальной крышки к фляжке. Таким образом, противогаз ГП-7В дает возможность вести переговоры во время работы и принимать воду и жидкую пищу в зараженной атмосфере.

## **Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7ВМ**

Противогаз ГП-7ВМ отличается от противогаза ГП-7В тем, что маска М-80 имеет очковый узел в виде трапециевидных изогнутых стекол, обеспечивающих возможность работы с оптическими приборами.

### **6.1.1.3. Детские фильтрующие противогазы и камеры**

Существует несколько типов детских противогазов. Для детей младшего возраста (начиная с полутора лет) – противогаз ДП-6М (детский противогаз, тип 6, малый), для старшего – ДП-6 (детский противогаз, тип 6). Более распространен ПДФ-7 (противогаз детский фильтрующий, тип 7). Он предназначен для детей как старшего, так и младшего возрастов. Отличается от ДП-6 тем, что укомплектован ФПК от взрослого противогаза ГП-5. В качестве лицевой части применяются маски МД-1 пяти ростов. Наиболее распространены противогазы ПДФ-Д и ПДФ-Ш (противогазы детские фильтрующие дошкольный и школьный) [12].

#### **Детские фильтрующие противогазы ПДФ-Ш и ПДФ-Д**

Детский фильтрующий противогаз ПДФ-Ш предназначен для детей школьного возраста от 7 до 17 лет.

Детский фильтрующий противогаз ПДФ-Д предназначен для детей в возрасте от 1,5 до 7 лет.

Эти противогазы комплектуются фильтрующе-поглощающими коробками ГП-5 и лицевыми частями МД-3 или ШМ-62у.

Лицевая часть МД-3 представляет собой объемную маску из мягкой эластичной резины с очками и наголовником. В корпус маски вмонтирован металлический патрубок, в котором в середине размещается клапан вдоха. На патрубке вдоха крепится соединительная гофрированная трубка. В нижней части корпуса маски находится узел выдоха, в котором размещены два выдыхательных клапана. Клапаны выдоха размещены в пластмассовых седловинах таким образом, что между ними образуется небольшая камера. Фиксация клапанов в резиновом патрубке обеспечивается за счет съёмной пластмассовой втулки, которая надевается на резиновый патрубок. Снаружи узел выдоха защищен пластмассовым экраном. Корпус маски имеет пять лямок. Наголовник аналогичен лицевой части МГП.

#### **Противогазы детские ПДФ-2Д, ПДФ-2Ш**

Наиболее совершенными моделями являются ПДФ-2Д и ПДФ-2Ш. В комплект этих противогазов входят: коробка ГП-7к, лицевая часть МД-4, коробка с незапотевающими пленками и сумка. Противогазы ПДФ-2Д комплектуются лицевыми частями 1 и 2 роста, а ПДФ-2Ш – 2 и 3 ростов.



Они предназначены для защиты органов дыхания, зрения и лица детей в возрасте старше 1,5 лет от отравляющих веществ, биологических аэрозолей и радиоактивной пыли (ОВ, ОБВ, РП). Состав. Лицевая часть МД-4, фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к, коробка с незапотевающими пленками, сумка для противогаса.

Маска МД-4 выпускается 3-х ростов. Для дошкольников 1-2 рост, для школьников 2-3 рост.

### **Камера защитная детская КЗД**

КЗД предназначена для защиты детей в возрасте до 1,5 лет от ОВ, РВ и БС в интервале температур от 30 °С до –30 °С. В комплект входят: камера защитная детская КЗД; накидка для защиты от атмосферных осадков; картонная коробка и полиэтиленовый мешок для хранения камеры.

Основным узлом камеры является оболочка, которая представляет собой мешок из прорезиненной ткани. Оболочка монтируется на разборном металлическом каркасе, который вместе с поддоном образует кровать-раскладушку. В оболочку камеры вмонтированы два диффузно-сорбирующих элемента, через которые воздух снаружи, очищаясь, проникает внутрь камеры. Для наблюдения за ребенком в оболочке камеры имеется два смотровых окна, а для ухода – рукавицы из прорезиненной ткани. Ребенок помещается в камеру через специальное отверстие, которое герметизируется. Переносится камера с помощью плечевой тесьмы. Непрерывный срок пребывания ребенка в камере – до 6 часов. Подготовленная к использованию камера весит около 4 кг.

### **Дополнительные патроны к гражданским фильтрующим противогазам**

Противогазы ГП-5 и ГП-7, ПДФ-7, ПДФ-Д, ПДФ-Ш, ПДФ-2Д, ПДФ-2Ш защищают от таких АХОВ как хлор, сероводород, сернистый газ, соляная кислота, синильная кислота, тетраэтилсвинец, этилмеркаптан, нитробензол, фенол, фурфурол, фосген, хлорэтан. С целью расширения возможностей противогазов по защите от АХОВ для них введены дополнительные патроны ДПП-1 и ДГТГ-3.

Дополнительные патроны ДПП-1 и ДПП-3. обеспечивают защиту от паров, газов и аэрозолей АХОВ. Время работы 30-60 мин при средней нагрузке (30 л/мин).

ДПП-3 предназначен для защиты от аммиака, диметиламина, сероуглерода, сероводорода, хлористого водорода, этилмеркаптана, а ДПП-1

защищает, кроме того, от двуокиси азота, окиси этилена, метила хлористого, окиси углерода.

В комплект дополнительных патронов ДПГ-1 или ДПГ-3 входят соединительная трубка и вставка. Патрон имеет цилиндрическую форму и внешне похож на ФПК ГП-5 и ГП-7к.

Внутри патрона ДПГ-1 два слоя шихты, специальный поглотитель и гопкалит. Внутри патрона ДПГ-3 только один слой поглотителя. Соппротивление потоку воздуха не более 10 мм вод. ст., при расходе 30 л/мин. Масса патрона ДПГ-1 – не более 500 г, ДПГ-3 – не более 350 г.

Время защитного действия для ГП-5 и ГП-7 с дополнительными патронами ДПГ-1 и ДПГ-3, при скорости воздушного потока 30 л/мин, относительной влажности воздуха 75% и температуры окружающей среды от –30 до 440 °С, составляет от 0,5 часа до 5 часов.

**Гопкалитовый патрон.** Он является дополнительным патроном к противогазам для защиты от окиси углерода. По конструкции напоминает ДПГ-1 или ДПГ-3. Снаряжается осушителем и собственно гопкалитом.

Осушитель представляет собой силикагель, пропитанный хлористым кальцием. Предназначен он для поглощения водяных паров воздуха в целях защиты от влаги гопкалита, который при увлажнении теряет свои свойства.

Гопкалит – смесь двуокиси марганца с окисью меди, выполняет роль катализатора при окислении окиси углерода за счет кислорода воздуха до неядовитого углекислого газа.

На гопкалитовом патроне указывается его начальный вес. При увеличении веса на 20 грамм и более патроном пользоваться нельзя. Время защитного действия при относительной влажности 80% около двух часов. При температуре, близкой к нулю, его защитное действие снижается, а при минус 15 °С и ниже почти прекращается. Масса патрона 750...800 г.

Дополнительный патрон ДПГ-3 с соединительной трубкой и пластмассовой вставкой. Дополнительный патрон поставляется с соединительной трубкой и без нее

При проведении спасательных работ связанных с выбросом (проливом) АХОВ фильтрующие СИЗОД рекомендуются использовать спасателям, выполняющим работы в очаге поражения на расстоянии от источника заражения 400...500 м и далее, где концентрация веществ в воздухе ниже максимально возможной примерно на 2...3 порядка (табл. 16) [13].

### Защитные свойства фильтрующих СИЗОД по АХОВ

Наименование АХОВ	Исходная концентрация, мг/л	Время защитного действия, мин		
		ГП-7	ГП-7 с ДПГ-1	ГП-7 с ДПГ-3
Аммиак	5	Не защищает	50	70
Диметиламин	5		80	100
Окислы азота	1		40	–
Синильная кислота	5	80	90	50
Соляная кислота	5	20	60	60
Хлор	10	40	50	60
Фосген	5	90	100	150
Сероводород	10	25	70	50

В качестве фильтрующих СИЗОД спасателями используются малогабаритные гражданские противогазы ГП-7 в комплекте с дополнительными патронами ДПГ-1, ДПГ-3. Они обеспечивают защиту от паров, газов и аэрозолей АХОВ. Время работы 30...60 мин при средней нагрузке (30 л/мин).

#### 6.1.1.4. Перспективные типы фильтрующих противогазов

Начальник войск РХБ защиты в своем интервью [15] «Красной звезде» отметил, что современный противогаз имеет существенные отличия от первых образцов, разработанных в конце XIX – начале XX века. Он защищает не только органы дыхания от токсичных веществ, но и глаза, и кожные покровы. В таком противогазе можно принимать воду и жидкую пищу, передавать информацию голосом или с помощью средств связи. По времени непрерывной работы в нем практически нет ограничений.

Уже сегодня заложены концептуальные основы разработки перспективного индивидуального комплекса защиты XXI века. Он будет включать такие наукоемкие, технически сложные системы, как управление многоуровневой защитой и жизнеобеспечением. По совокупности эргономических и эксплуатационных характеристик перспективные отечественные средства защиты будут соответствовать мировому уровню, а по защитным свойствам значительно превосходить лучшие зарубежные аналоги [15].

Одним из перспективных образцов гражданских противогазов является противогаз серии «ВК».

## Противогаз фильтрующий ВК

Противогаз ВК предназначен для защиты личного состава сил МЧС России и населения, в т.ч. детей дошкольного и школьного возраста, а также промышленного персонала в условиях ЧС от отравляющих веществ (ОВ), опасных биологических веществ (ОБВ), радиоактивной пыли (РП), опасных химических веществ (ОХВ): аммиака, диметиламина, нитробензола, сероуглерода, тетраэтилсвинца, фенола, циан водорода, фурфурола, фосгена, этилмеркаптана, хлора, гидрида серы, хлористого водорода и др.

Состав. Маска МГП (МГП-В), коробка ВК, соединительная трубка, сумка для противогаза. Противогаз ВК является альтернативой гражданским ГП-7 (ГП-7В) и детским противогазам ПДФ-2Д (ПДФ-2Ш) с дополнительным патроном ДПГ-3.

Противогаз ВК может использоваться в условиях чрезвычайной ситуации для защиты промышленного персонала; улучшены эргономические показатели противогаза ВК (коробка ВК имеет меньшие габаритные размеры и массу при одинаковом уровне защиты по сравнению со сборкой, состоящей из коробки ГП-7к и дополнительного патрона ДПГ-3); уменьшено число сборочных единиц противогаза ВК; повышена надежность противогаза ВК при эксплуатации за счет меньшего числа резьбовых соединений; упрощены хранение и правила выдачи за счет меньшего числа сборочных единиц и упаковки комплекта противогаза ВК в одну тару. Гражданские и детские противогазы хранятся отдельно с дополнительными патронами ДПГ-3 [16].

### 6.1.1.5. Промышленные противогазы

Для защиты спасателей от АХОВ при авариях на химически опасных объектах (ХОО) могут использоваться фильтрующие промышленные противогазы большого и малого габарита. Они имеют строгую направленность (избирательность) и предназначаются для поглощения только конкретных веществ. Коробки промышленных противогазов выпускаются с противоаэрозольным фильтром и без него (марки М и СО). Для поглощения АХОВ целесообразно использовать коробки с ПАФ.

Коробки с индексом «8» имеют сопротивление до 80 Па, без индекса «8» – 180 Па (сопротивление дано для объемной скорости воздушного потока 30 л/мин). Коробки с индексом «Ф» снабжены противоаэрозольными фильтрами. Противогазовые коробки с ПАФ, кроме характерной окраски имеют вертикальную белую полосу [11].

Существует несколько марок промышленных фильтрующих противогазов, которые являются индивидуальным средством защиты органов дыхания и зрения рабочих различных отраслей промышленности, сельского хозяйства от воздействия вредных веществ (газов, паров, пыли, дыма, тумана), присутствующих в воздухе. Они используются только при условии что состав и концентрация химических веществ в воздухе известны, а содержание свободного кислорода не менее 16% (объемных), при этом время защитного действия СИЗОД должно быть достаточным для выполнения работ в зоне заражения, а тепловые эффекты, связанные с поглощением АХОВ, не должны вызывать ожогов верхних дыхательных путей.

Промышленные противогазы комплектуются лицевыми частями ШМП или лицевыми частями от гражданских противогазов. В зависимости от состава вредных веществ противогазовые коробки специализированы по назначению и могут содержать в себе один или несколько специальных поглотителей или поглотитель и аэрозольный фильтр. По внешнему виду коробки различного назначения отличаются окраской и буквенными обозначениями (табл. 17).

Таблица 17

### Характеристика коробок промышленных противогазов

№	Марка коробки	Опознавательная окраска	Вредные вещества, от которых защищает коробка
1	2	3	4
1	А	Коричневая	Пары органических и галогенорганических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, анилин, нитросоединения бензола и его гомологов, тетраэтилсвинец), [фосфор и хлорорганические ядохимикаты].
2	В	Желтая	Кислые газы и пары (сернистый газ, сероводород, хлор, хлористый водород, фосген, синильная кислота, окислы азота), [фосфор и хлорорганические ядохимикаты].
3	Г	Двухцветная: черная и желтая по вертикали.	Пары ртути. Также пары органических веществ и хлора, но с меньшим временем защитного действия, чем марки А и В
4	Е	Черная	Мышьяковистый водород (арсин) и фосфористый водород (фосфин). Также кислые газы и пары органических веществ, но с меньшим временем защитного действия, чем марки А и В
5	КД	Серая	Аммиак, сероводород и их смеси. Также пары органических веществ и хлора.
6	К	Зеленая	Аммиак, оксид этилена

1	2	3	4
7	СО	Без ПАФ, белая	Оксид углерода
8	М	Без ПАФ, красная	Оксид углерода и сопутствующие ему в небольших концентрациях пары органических веществ (кроме практически несорбируемых веществ, например, метана, бутана, этана, этилена и др.), кислые газы, аммиак, арсин и фосфин.
9	БКФ	С ПАФ, зеленая с белой вертикальной полосой	Кислые газы и пары органических веществ (с меньшим временем защитного действия, коробки с фильтром Б и А соответственно), арсин, фосфин, синильная кислота в присутствии пыли, дыма и тумана.
10	ВК	Желтая с зеленой полосой	Кислые газы и пары, органические газы и пары, аммиак, оксид этилена, фосфор- и хлорорганические соединения
11	У	Оранжевая	Оксид углерода, оксид этилена, аммиак, органические пары, пары ртути, кислые газы и пары, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты, ядохимикаты на основе этилмеркурхлорида
12	Е	Черная	Мышьяковистый и фосфористый водород
13	ФОС	Зеленая	Парогазообразные фторхлорпроизводные непредельных углеводородов, фреоны и их смеси
14	П-2У	Красная	Пары карбониллов никеля, железа, сопутствующие аэрозоли и оксид углерода
15	Б	Синяя	Бороводороды: диборан, пентаборан, этилпентаборан, диэтилдекаборан и их аэрозоли
16	УМ	Защитная	Пары и аэрозоли гептила, амила, самина, нитромеланжа, амидола
17	ГФ	Голубая	Газообразный гексафторид урана, фтор, фтористый водород, радиоактивные аэрозоли

При пользовании противогазом марки Г необходимо вести учет времени работы каждой коробки. По истечении 100 часов (для марки Г без ПАФ) и 80 часов (для марки Г с ПАФ) они считаются отработанными и должны заменяться новыми.

Отработка фильтрующих коробок марок М и СО определяется по увеличению массы. При увеличении массы коробок М на 35 грамм, а коробок СО на 50 грамм по сравнению с указанной на корпусе коробки считаются отработанными и заменяются новыми.

Защитные свойства промышленных противогазов по АХОВ для коробок большого габарита приведены в табл. 18. Промышленные противогазы с малогабаритными коробками могут использоваться при концентрациях АХОВ в 2,5 раза ниже указанных в таблице значений.

Таблица 18

**Защитные свойства промышленных противогозав по АХОВ**

Наименование АХОВ	Исходная концентрация, мг/м <sup>3</sup>	Время защитного действия коробок, мин., и опознавательная окраска					
		А	В	ВД	СО	М	БКФ
Аммиак	15000	0	2,2	21	21	40	2,6
Акрилонитрил	10000	180	48	33	–	–	48
Хлор	25000	40	47	37,6	46	43	46
Сернистый ангидрид	14000	–	11,9	–	–	–	–
Окись этилена	10000	3	7	0	37	65	8
Окислы азота	5000	0	60	0	26	38	0
Фосген	22000	22	62	30	34	14	53
Фторводород	5000	30	30	–	30	30	30
Хлорциан	6000	–	–	–	–	–	111
Хлорпикрин	36000	30	–	–	–	–	32
Сероуглерод	17500	50,7	56,9	17	45	38	49,7

**Промышленный фильтрующий противогаз ПФМ-1**

ПФМ-1 разработан для присоединения малогабаритных коробок. Назначение – защита от паров, газов и аэрозолей только конкретного АХОВ. Состав: лицевая часть с панорамным стеклом; противогозавая коробка определенной марки (в зависимости от вида АХОВ). Область использования: очаг поражения АХОВ, удаление от источника заражения 500 м и более. Время работы в противогозаве: от 30 до 100 мин (при средней физической нагрузке объем легочной вентиляции 30 л/мин).

**Противогозав промышленный фильтрующий малого габарита ПФМГ-96**

ПФМГ-96 предназначен для защиты органов дыхания, глаз и лица от газообразных и парообразных вредных примесей и аэрозолей при содержании кислорода в воздух не менее 18% объемных и не более 0,5% вредных примесей. Он подходит для всех видов производств, а также для эвакуации из зоны аварии. ПФМГ-96 имеет высокие защитные показатели.

Состав:

- лицевая часть;
- противогозавая коробка без противоаэрозольного фильтра, со встроенным фильтром или со сменным фильтрующим элементом;
- сумка для противогозава. Противогозавые коробки малого габарита изготавливаются в 3-х исполнениях:

- МК (малая);
- МК1 (сверхмалая);
- МК2 (малая со встроенным фильтром).

Отличаются друг от друга высотой, массой, сопротивлением дыханию и защитными показателями.

Противогаз малого габарита с малой коробкой МК имеет высокие защитные показатели по газо- и парообразным вредным веществам.

Противогаз малого габарита со сверхмалой коробкой МК1 имеет улучшенные эргономические показатели по сопротивлению дыханию и массе. По защитным показателям сверхмалая коробка МК1 не уступает традиционным коробкам малого габарита со встроенным фильтром.

Малая коробка со встроенным фильтром МК2 используется в присутствии высокоопасных и мелкодисперсных аэрозолей.

### **Противогаз промышленный среднего габарита ПФСГ-98 Супер**

Средство защиты при высоких концентрациях вредных веществ. Является альтернативой противогазу большого габарита. Сочетает удобство противогазов малого габарита (небольшие габаритные размеры и масса поглощающих коробок, невысокое сопротивление дыханию) и защитные характеристики противогазов большого габарита. Это достигнуто благодаря новым химическим поглотителям с высокими защитными свойствами.

Состав. Лицевая часть, противогазовая коробка без противоаэрозольного фильтра или со встроенным фильтром, соединительная трубка, сумка для противогаза. Для защиты от аэрозолей противогазы имеют сменные фильтрующие элементы, которые размещаются на корпусе коробок.

### **Противогаз промышленный фильтрующий модульного типа ППФМ-92**

Высокоэффективный противогаз с взаимозаменяемыми поглощающими элементами, В зависимости от условий труда можно использовать с одним или двумя поглощающими элементами одной или разных марок.

Противогаз промышленный фильтрующий модульного типа ППФМ-92 обеспечивает защиту органов дыхания, глаз и лица от газообразных и парообразных вредных примесей и аэрозолей при содержании кислорода в воздухе не менее 18% объемных и не более 0,5% вредных



примесей при использовании одного поглощающего элемента и 1% – при использовании двух поглотителей.

Состав. Лицевая часть, соединительная трубка, два поглощающих элемента, фильтрующий элемент, сумка для противогаса. По заказу поставляются комплекты с одним поглощающим и одним фильтрующим элементом или с одним поглощающим элементом.

Для защиты от аэрозолей противогасы ПФМГ-96, ПФСГ-98 и ППФМ-92 имеют сменные фильтрующие элементы, которые размещаются на корпусе коробок (табл. 19). Такое размещение фильтров выгодно отличает противогасы от традиционного размещения фильтра внутри коробки, т.к. пыль и гидрофильные соединения, оседающие на поверхности фильтра, вызывают быстрый рост сопротивления дыханию, после чего приходится заменять коробку целиком, если фильтр находится внутри коробки. При наружном размещении фильтра достаточно заменить только противоаэрозольный фильтр. Это увеличивает защитный ресурс противогаса, повышает его эффективность – появляется возможность его многократного использования в запыленной атмосфере.

Таблица 19

### Комплектация промышленных фильтрующих противогасов

№	Марка коробки	Окраска коробки	ПФСГ 98 супер	ПФМГ 96	ПНФМ 92	Большой габарит
1	А	Коричневая	Да	Да	Да	Да
2	В	Желтая	Да	Да	Да	Да
3	БКФ	Защитная с белой полосой	Да	Да		Да
4	КД	Серая	Да	Да	Да	Да
5	К	Зеленая		Да	Да	
6	Г	Черная с желтой полосой		Да	Да	Да
7	М	Красная	Да	Да		Да
8	ВК	Желтая с зеленой полосой	Да	Да		
9	СО	Белая	Да			Да
10	У	Оранжевая		Да		
11	Е	Черная				Да
12	ФОС	Зеленая				Да
13	П-2У	Красная				Да
14	Б	Синяя				Да
15	УМ	Защитная				Да
16	ГФ	Голубая				Да

## **Противогаз промышленный фильтрующий ППФ-95**

Противогазы ППФ-95 выпускаются большого и малого габарита. Они предназначены для защиты органов дыхания и зрения от вредных веществ, радиоактивной пыли и биологических аэрозолей в интервале температур от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Фильтрующие коробки противогаза специализированы по отдельным маркам (А, В, Г, КД, БКФ); коробки марки «А» защищают от органических паров (бензина, керосина, ацетона, бензола, толуола, ксилола, сероуглерода, спиртов, эфиров, анилина, фосфор и хлорорганических ядохимикатов и др.). Коробки марки «В» защищают от кислых газов и паров (сернистого ангидрида, хлора, сероводорода, синильной кислоты, хлористого водорода, фосгена и др.). Коробки марки «Г» защищают от паров ртути, ртутно-органических ядохимикатов на основе этилртутихлорида. Коробки марки «КД» защищают от сероводорода и аммиака. Коробки марки «БКФ» защищают от кислых газов и паров, паров органических веществ, фосфористого и мышьяковистого водорода. Время защищенного действия (в зависимости от вида и концентрации вредных примесей) от 30 до 150 час.

### **Противогаз большого габарита**

Состав: Лицевая часть, противогазовая коробка, соединительная трубка, сумка для противогаза.

Для защиты от аэрозолей по заказу коробки большого габарита могут поставяться с противоаэрозольным фильтром, кроме марок М, СО, ФОС.

Техническая характеристика коробок большого габарита:

Коэффициент проницаемости по «масляному туману»:

- марка ГФ не более 0,0005%
- марка Б не более не более 0,001%
- остальные марки не более 0,01% Масса 0,8...1,36 кг.

### **Противогаз для аварийно-восстановительных работ АВИ**

АВИ предназначен для защиты органов дыхания, лица и глаз работников атомных электростанций, предприятий атомной промышленности от радиоактивных аэрозолей до 500 значений допустимой среднегодовой объемной активности (ДОО) по НРБ-99, паров неорганических и органических соединений радиоактивного йода, органических паров, кислых газов и паров, отравляющих веществ

при объемном содержании кислорода в воздухе не менее 17% и суммарном содержании вредных веществ не более 500 значений ПДК, температуре воздуха от плюс 40 до минус 40 °С.

**Панорамная маска ППМ-88.** Имеет стекло панорамного обзора, переговорное устройство, регулируемое оголовье, подвернутый обтюратор. Наличие подмасочника препятствует запотеванию стекла и уменьшает содержание  $\text{CO}_2$  во вдыхаемом воздухе.

**Маска МГП (МГП-В).** Имеет переговорное устройство, регулируемое оголовье, подвернутый обтюратор. Маска МГП-В снабжена питьевым устройством.

**Шлем-маска ШМП** полностью закрывает голову.

Противогаз состоит из панорамной маски ППМ-88 (ПМ-88) и фильтрующе-поглощающей системы, присоединяемой к маске. Фильтрующе-поглощающая система состоит из поглощающей коробки АВИ и сменной фильтрующего элемента.

Коэффициент проницаемости по масляному туману не более 0,1%.  
Время защитного действия:

- $^{131}\text{J}_2$  при концентрации 500...1000 Бк / $\text{дм}^3$  – не менее 360 мин;
- бензол при концентрации 10 г/ $\text{м}^3$  – не менее 35 мин;
- диоксид серы при концентрации 8,6 г/ $\text{м}^3$  – не менее 15 мин; Масса противогаза не более 850 г.

Масса фильтрующе-поглощающей системы не более 300 г.  
Гарантийный срок хранения не менее 5 лет [16].

## **6.1.2. Фильтрующие респираторы и самоспасатели**

### **6.1.2.1. Противоаэрозольные респираторы**

Противоаэрозольные респираторы предназначены для защиты органов дыхания от радиоактивной и грунтовой пыли. Его принцип действия основан на том, что органы дыхания изолируются от окружающей среды полумаской, а вдыхаемый воздух очищается от аэрозолей в пакете фильтрующих материалов.

Противогазовые респираторы предназначены для защиты органов дыхания от различных парогазовых вредных веществ при их содержании в воздухе не выше 10...15 ПДК. Они состоят обычно из полумаски, к которой подсоединяются сменные фильтрующие патроны различных марок (табл. 20).

### Фильтрующие респираторы и самоспасатели

Фильтрующие респираторы и самоспасатели			
Противоаэрозольные	Противогазовые	Универсальные	Самоспасатели
ШБ-1 «Лепесток»	РПГ-67	РУ-60 (РУ-60М)	ГДЗК-У
У-2К(Р-2)		РПА-ГП	СПП-4
Ф-62Ш		РОУ	Феникс
Респиратор РВ			
Простейшие средства защиты			
Противопылевые тканевые маски ПТМ-1		Ватно-марлевые повязки	

#### Респираторы типа ШБ-1 («Лепесток»)

Респираторы ШБ-1 «Лепесток» выпускают трех типов: «Лепесток-200», «Лепесток-40», «Лепесток-5». Для защиты от грубодисперсной пыли (радиус частиц более 3 мкм) применение любого из этих типов респираторов возможно при запыленности, превышающей ПДК не более чем в 200 раз. Наиболее эффективным респиратором является ШБ-1 «Лепесток-200». Респиратор противопылевой облегченный «Лепесток-200» предназначен для защиты органов дыхания от различных видов пыли: силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, текстильной, табачной, дустов, порошкообразных удобрений, синтетических моющих средств и других видов промышленной пыли при концентрации их в воздухе не более 100 мг/м<sup>3</sup> и содержании кислорода не менее 18 объемных процентов. Технические характеристики: сопротивление постоянному потоку воздуха не более: 40 Па (4,0 мм вод. ст.); Коэффициент проницаемости по масляному туману не более 0,8%; Масса не более 15 г.

Конструктивно все три типа респиратора одинаковы и представляют собой легкую полумаску из материала ФПП, служащую одновременно фильтром. В нерабочем состоянии респиратор имеет вид круга. Каркасность полумаски в рабочем состоянии обеспечивается распоркой и аппретированной наружной марлей. Плотное прилегание респиратора к лицу достигается при помощи резинового шнура, вшитого в периметр круга, алюминиевой пластинки, обжимающей переносицу, а также благодаря электростатическому заряду материала ФПП, который образует полосу обтюрации. Фильтр респиратора «Лепесток-200» изготовлен из материала ФПП-15-1,5. Фильтром в респираторах «Лепесток-40» и «Лепесток-5» служат материалы ФПП-70-0,5 и ФПП-70-0,2 [17].

## **Респиратор типа У-2К (Р-2)**

Респиратор У-2К (Р-2) предназначен для защиты органов дыхания от радиоактивной и грунтовой пыли при концентрации в воздухе не более 200 мг/м<sup>3</sup> и содержании кислорода не менее 18 объемных процентов.

Его принцип действия основан на том, что органы дыхания изолируются от окружающей среды полумаской, а вдыхаемый воздух очищается от аэрозолей в пакете фильтрующих материалов. У-2К (Р-2) не защищает от токсичных газов и паров.

Респиратор У-2К выполнен в виде фильтрующей полумаски, снабженной клапанами вдоха и выдоха. Фильтрующей составляющей является фильтрующий материал на основе синтетических ультратонких волокон с устойчивым электростатическим зарядом.

Фильтрующая полумаска респиратора изготовлена из трех слоев материалов. Внешний слой – пенополиуретан защитного цвета, внутренний – воздухонепроницаемая полиэтиленовая пленка с смонтированными двумя клапанами вдоха. Между пенополиуретаном и пленкой расположен слой фильтрующего материала из полимерных волокон. Клапан выдоха размещен в передней части полумаски и закрыт снаружи экраном. Респиратор имеет носовой зажим, предназначенный для поджима полумаски к лицу в области переносицы. Клапаны вдоха и выдоха респиратора обеспечивают оптимальный режим работы фильтрующего элемента, исключая его увлажнение, следствием которого является рост сопротивления. В зависимости от концентрации пыли, влажности и температуры воздуха, физической нагрузки работающего время эксплуатации респиратора составляет до 30 смен. Гарантийный срок хранения респиратора составляет 3 года с момента изготовления. Техническая характеристика: сопротивление постоянному потоку воздуха не более 58 Па (6,0 мм вод. ст.); коэффициент проницаемости по масляному туману, не более 0,8%; масса не более 60 г.

Полумаска крепится на голове с помощью наголовника, состоящего из двух эластичных и двух не растягивающихся лямок. Эластичные лямки имеют пряжки для регулировки длины в соответствии с размерами головы.

## **Респиратор противопоылевой Ф-62Ш**

Респиратор Ф-62Ш предназначен для защиты органов дыхания от различных видов пыли: силикатной, металлургической, горнорудной,

угольной, текстильной, табачной, дустов, порошкообразных удобрений, синтетических моющих средств и других видов промышленной пыли.

Респиратор Ф-62Ш рекомендуется использовать при особо тяжелых физических нагрузках и высокой концентрации пыли в воздухе (более  $500 \text{ мг/м}^3$ ) и содержании кислорода не менее 18 объемных %. Респиратор снабжен сменным фильтром, который при отработке заменяется новым. В зависимости от концентрации пыли, влажности и температуры воздуха, физической нагрузки работающего время эксплуатации фильтра респиратора может колебаться от пяти до тридцати смен. Сам респиратор может использоваться неограниченное количество раз. Гарантийный срок хранения респираторов составляет 3 года с момента изготовления. Масса не более 250 г.

### **Респиратор высокоэффективный РВ**

Респиратор высокоэффективный РВ предназначен для защиты органов дыхания, лица и глаз работников атомных электростанций, предприятий атомной промышленности при проведении ремонтно-восстановительных работ от радиоактивных аэрозолей до 500 значений допустимой среднегодовой объемной активности (ДОО<sub>перс</sub>) по НРБ-99 при объемном содержании кислорода в воздухе не менее 17%, температуре воздуха от +40 до -40 °С [23].

Респиратор состоит из панорамной маски ППМ-88 (ПМ-88) и фильтрующей системы, присоединяемой к маске. Фильтрующая система состоит из фильтрующего элемента тонкой очистки и сменного фильтрующего элемента.

#### **6.1.2.2. Противогазовые и универсальные респираторы**

Противогазовые и универсальные респираторы предназначены для защиты органов дыхания от вредных газо- и парообразных веществ при объемном содержании кислорода не менее 17%. Кроме того, респираторы РУ-60 М и РПА-ГП защищают от аэрозолей в виде пыли, дыма и тумана при концентрации их в воздухе не более  $200 \text{ мг/м}^3$ . Респираторы многоразового использования, при отработке патроны заменяют новыми. Респираторы выпускаются по маркам.

## **Противогазовый респиратор РПГ-67**

Противогазовый респиратор РПГ-67 Предназначен для защиты органов дыхания от вредных газопарообразных примесей при их концентрации в воздухе до 10...15 норм ПДК и содержании кислорода не менее 18%. Респиратор состоит из резиновой полумаски ПР-7, имеющей три отверстия. В два боковых отверстия помещают полиэтиленовые манжеты с клапанами вдоха, в которые устанавливаются сменные фильтрующие патроны различных марок.

В нижнее отверстие помещают седловину с клапаном выдоха, закрытого предохранительным экраном. Респиратор снабжен оголовьем, которое прикрепляется к полиэтиленовым манжетам.

На основе резиновой полумаски выпускаются двухпатронные газозащитные респираторы РПГ-67 марок А, В, Г, КД без аэрозольного фильтра.

Респираторы снабжены сменными поглощающими патронами, которые, при отработке, легко заменяются новыми. Гарантийный срок хранения респираторов РПГ-67 марок А, В, КД составляет 3 года, марок Г-1 год с момента изготовления.

РПГ-67 комплектуется патронами 4 марок, различающихся по составу поглотителей, а по внешнему виду буквенной маркировкой, которая выштампована в центре перфорированной сетки патрона.

**Респиратор РПА-ГП** состоит из полумаски с оголовьем и двух фильтрующе-поглощающих патронов, снаряженных сменными фильтрами с импрегнированной угольной тканью. Полумаска может быть резиновой и поставляться с трикотажным обтюратором или силиконовой. Силиконовая полумаска не вызывает раздражения кожи лица и применяется без трикотажного обтюратора. Респиратор для хранения и ношения комплектуется сумкой.

## **Респиратор универсальный РУ-60М**

Газопылезащитный респиратор РУ-60м предназначен для защиты органов дыхания от вредных веществ, одновременно присутствующих в воздухе в виде паров, газов, аэрозолей, дымов и туманов, при содержании парогазовых веществ не выше 10...15 ПДК и пыли не более 200 мг/м<sup>3</sup> и содержании свободного кислорода не менее 18%. Выпускаются на основе резиновой полумаски двухпатронные респираторы РУ-60М марок А, В, КД и Г. Респиратор снабжен сменными фильтрующе-поглощающими патронами, которые после отработки легко заменяются новыми. Патроны выпускаются с пла-

стмассовым или металлическим корпусом. Гарантийный срок хранения респираторов РУ-60М марок А, В, КД составляет 3 года, марки Г – 1 год со дня изготовления.

Респиратор состоит из резиновой полумаски ПР-7 с трикотажным обтюратором и двух сменных фильтрующих патронов различных марок, содержащих специализированные поглотители и противоаэрозольные фильтры из материала ФПП-15. Фильтрующие патроны помещают в полиэтиленовые манжеты с клапанами вдоха, которые крепят к полумаске. В центре полумаски размещен клапан выдоха, закрытый предохранительным экраном. Респиратор удерживается на лице с помощью оголовья, пристегивающегося к полиэтиленовым манжетам.

### **Общевойсковой универсальный респиратор РОУ**

РОУ предназначен для защиты органов дыхания, глаз, лица от термических поражающих факторов, радиоактивной пыли, ОВ в первичном облаке и грунтовой пыли. Принцип его действия основан на изоляции органов дыхания, глаз и кожи лица от окружающей среды и очистки вдыхаемого воздуха от ОВ, радиоактивной и грунтовой пыли.

### **Газодымозащищенный комплект ГДЗК-У**

Комплект ГДЗК-У предназначен для индивидуальной защиты органов дыхания, зрения и головы взрослых и детей старше 12 лет от токсичных продуктов горения в качестве средства самоспасения при эвакуации из задымленных помещений во время пожара и при других аварийных ситуациях. Комплект применяется при объемном содержании кислорода в воздухе не менее 17% и высокой концентрации токсичных веществ.

Комплект состоит из огнестойкого капюшона со смотровым окном, полумаски с клапаном выдоха, фильтрующе-поглощающей коробки, регулируемого оголовья, герметичного пакета и сумки. Сумка вскрывается только в случае пожара.

Комплект обеспечивает защиту при температуре окружающей среды от 0 до 60 °С и сохраняет защитные свойства после кратковременного воздействия температуры 200 °С – в течение одной минуты и открытого пламени с температурой 850 °С – в течение 5 секунд [16].

Обеспечивает универсальную и эффективную защиту в течение 30 минут от оксида углерода, циан водорода, хлористого водорода, акролеина и других токсичных веществ: аэрозолей, аммиака, окислов



азота, диоксида серы, хлора, бензола, толуола, фтористого водорода и фторорганических соединений и др.

### **Самоспасатель фильтрующий СПП-4**

СПП-4 предназначен для защиты органов дыхания от оксида углерода, пыли и дыма при пожарах в шахтах при содержании объемной доли кислорода в воздухе не менее 17% и оксида углерода не более 1%. Прибор одноразового действия, используется только для выхода из загазованной зоны. Включает фильтрующий патрон с загубником, носовым зажимом и оголовьем для закрепления фильтрующего патрона на лице.

### **Индивидуальное аварийно-спасательное средство защитный капюшон «Феникс»**

Феникс это уникальная разработка российской науки. Шестислойный фильтр защищает от дыма и аэрозолей, органических соединений, монооксида углерода, неорганических соединений, цианидов. Выдерживает температуру более 450 °С.

Капюшон рекомендован МЧС России для защиты органов дыхания, глаз и кожи лица от продуктов горения, аэрозолей, паров и газов, опасных химических веществ, образующихся при аварийных ситуациях в жилых, служебных и промышленных зданиях, на станциях и в вагонах метрополитена или поездах, а также для экстренной эвакуации из задымленных помещений. Время защитного действия 20 минут. Гарантийный срок хранения 5 лет.

## **6.2. Изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания**

Для защиты спасателей от высоких концентраций паров АХОВ, а также в условиях высокой дымогазованности атмосферы после пожаров, взрывов и воспламенения веществ используются изолирующие СИЗОД. Они применяются также в следующих случаях:

- когда состав и концентрация веществ неизвестны;
- при содержании свободного кислорода в воздухе менее 16...18%;
- когда время защитного действия фильтрующих средств недостаточно для выполнения задач в зонах заражения.

Изолирующие СИЗОД (табл. 21) подразделяются на автономные и шланговые.

Таблица 21

**Изолирующие средства защиты органов дыхания**

Автономные			Противогазы шланговые
Изолирующие противогазы	Дыхательные аппараты	Самоспасатели изолирующие	
ИП-4	АСВ-2	ПДУ-3, ПДА-3	ПШ-1, ПШ-1Б-10, ПШ-1Б-20, ПШ-1 Б ПШ-205
ИП-5	КИП-8 (КИП-9)	СИП-1,	
ИП-6	ИВА-24М, ИВА-12С	СПИ-20, СПИ-50	
	АИР-300СВ	ШСС-Т, ШСС-1М	ПШ-2 ПШ-РВ ПШ-ЭРВ
Респираторы изолирующие РТ-4, Р-ЗОМ			

Автономные средства обеспечивают человека дыхательной смесью из баллонов (со сжатым воздухом или кислородом) или с помощью кислородсодержащих продуктов за счет регенерации выдыхаемого воздуха. В шланговых СИЗОД чистый воздух подается к органам дыхания по шлангу от воздуходувок или компрессоров.

При ликвидации последствий аварий основными средствами для обеспечения защиты спасателей являются автономные СИЗОД. Они включают в себя:

- дыхательные аппараты;
- изолирующие противогазы;
- самоспасатели.

Физическая нагрузка и запас воздуха (кислорода) или кислородсодержащих веществ являются основными характеристиками, которые определяют показатель времени защитного действия автономных средств при непрерывной работе в них. Зависимость объема легочной вентиляции от вида физической нагрузки спасателя приведена в табл. 22.

Таблица 22

**Зависимость объема легочной вентиляции от вида физической нагрузки Г261**

Вид нагрузки	Характеристика нагрузки	Объем легочной вентиляции, л/мин
Легкая	Пребывание человека в покое: наблюдение за приборами, осмотр техники, оборудования.	15...20
Средняя	Ходьба, обслуживание механизмов, выполнение монтажных работ.	30...40
Тяжелая	Работа связанная с бегом, подъемом по лестнице, переноской тяжестей, переползанием.	90...120

### 6.2.1. Изолирующие противогазы

Изолирующие противогазы предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от любых вредных примесей независимо от их концентрации в воздухе, а также при недостатке кислорода (табл. 23). Они снабжены регенеративными патронами, в которых кислород находится в гранулированном продукте (надперекиси щелочных металлов – натрия, калия) и выделяется при реакции поглощения диоксида углерода и водяных паров, выдыхаемых человеком. Они являются средствами многоразового действия с возможностью неоднократной замены регенеративных патронов.

Таблица 23

#### Технические характеристики изолирующих противогазов

Техническая характеристика	ИП-4М	ИП-4Р	ИП-5	ИП-6
Время защитного действия на суше, мин. не менее при выполнении работ	40(РП-4); 75(РП-7)	40	75	40
в состоянии покоя	180	180	200	150
Время защитного действия под водой, мин. не менее при выполнении работ			90	
в состоянии покоя			120	

Противогаз ИП-5 используется в качестве аварийно-спасательного средства при выходе из затонувшей техники, а также для выполнения легких работ под водой на глубине до 7 м. Время работы в зависимости от физической нагрузки:

Для ИП-4М от 30 до 180 мин.

Для ИП-5 от 75 до 200 мин.

Для ИП-6 от 40 до 150 мин.

Масса противогазов от 3,6 до 5,3 кг

Противогазы ИП-4, ИП-5 и ИП-6 могут использоваться в химической, металлургической, нефтегазовой, угольной промышленности, в замкнутых объектах при ликвидации последствий аварий, выполнении ремонтных и т.п. работ в непригодной для дыхания атмосфере в комплекте с индивидуальными средствами защиты кожи (костюмы, капюшоны). Противогазы являются средством защиты многоразового действия при условии замены регенеративного патрона после каждого использования

### **6.2.1.1. Изолирующий противогаз ИП-4М**

Назначение: для защиты органов дыхания людей в атмосфере высоких концентраций вредных веществ, а также в условиях недостатка или отсутствия кислорода.

Состав: лицевая часть (маска МИА-1) с соединительной трубкой; дыхательный мешок с клапаном избыточного давления; переговорные мембраны и утеплительные манжеты.

Область использования: очаг заражения, удаление от источника заражения 250...500 м и более.

Основные характеристики: масса – 3,4 кг; сопротивление дыханию при средней нагрузке – 80 мм. вод. ст.; температура вдыхаемого воздуха до 50 °С; время защитного действия при легкой, средней и тяжелой нагрузках составляет соответственно – 180, 45 и 40 мин; дыхательный мешок, сумка и соединительные трубки изготовлены из специальной ткани, стойкой к агрессивным жидкостям.

### **Изолирующий противогаз ИП-4МК**

Изолирующий противогаз ИП-4МК предназначен для защиты органов дыхания, зрения, кожи лица и головы человека при выполнении аварийных, газоспасательных и восстановительных работ.

ИП-4МК используется в непригодной для дыхания атмосфере, а том числе содержащей хлор (до 10%), аммиак, сероводород. Имеет переговорное устройство, комплектуется регенеративными патронами в количестве 5 штук, применяется в комплекте с защитным костюмом и капюшоном.

### **6.2.1.2. Изолирующий противогаз ИП-5**

ИП-5 используется в качестве аварийно-спасательного средства для выхода из затонувшей техники методом спокойного всплытия и выполнения легких работ под водой на глубине до 7 метров, а также для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица и головы человека в непригодной для дыхания атмосфере. Противогаз комплектуется регенеративным патроном РП-5М, двумя брикетами дополнительной подачи кислорода (поставляются отдельно), одной лицевой частью ШИП-М (выпускается 3-х ростов), гофрированной трубкой, незапотевающими пленками и нагрудником.

## **6.2.2. Дыхательные аппараты и респираторы**

### **6.2.2.1. Дыхательные аппараты**

Дыхательные аппараты оснащены металлическими баллонами с запасом сжатого воздуха или кислорода и клапанами для регулирования его подачи к органам дыхания. Для ведения спасательных работ используются следующие дыхательные аппараты: АСВ-2, ИВА-24М, АИР-300СВ (на сжатом воздухе); КИП-8, КИП-9 (на сжатом кислороде). Все они являются средствами многоразового действия с возможностью неоднократной замены баллонов.

#### **Изолирующий дыхательный аппарат АСВ-2**

Назначение: для защиты органов дыхания людей в атмосфере высоких концентраций вредных веществ.

Состав: лицевая часть типа маски, система шлангов подающих воздух из баллонов к органам дыхания, баллоны (2 шт.) с запорным вентилем, редуктор, манометр, легочный автомат для отключения и включения избыточного давления. Область использования: очаг заражения (в комплекте с СЗК).

Основные характеристики: объем воздуха – 1600 л; масса – 16,4 кг; рабочий интервал температур от +40 до –40 °С; время защитного действия при средней нагрузке 30 л/мин – 45 мин.

#### **Воздушный дыхательный аппарат ИВА-24М**

Воздушный дыхательный Аппарат ИВА-24М предназначен для защиты лица и органов дыхания при проведении аварийно-спасательных работ. Имеет простую и надёжную конструкцию. Аппарат оснащен стальными воздушными баллонами, панорамной лицевой маской с избыточным давлением воздуха под ней. Принят на вооружение МЧС России. Может быть использован службами ВГСЧ химических, нефтеперерабатывающих, металлургических и других предприятий в местах труднодоступных и с малыми габаритами проходов, а также на судах морского и речного флотов [19].

#### **Дыхательный аппарат АИР-300СВ**

Дыхательный аппарат АИР-300СВ предназначен для индивидуальной защиты лица и органов дыхания при тушении пожаров и

выполнении аварийно-спасательных работ в диапазоне температур от – 40 до + 60 °С и пребывания в среде с температурой 200 °С в течение 60 сек. Аппарат имеет металлический (АИР-300СВ-01) или металлокомпозитный баллон (АИР-300 СВ), панорамную маску с избыточным давлением в подмасочном пространстве и эргономически оптимальную пластиковую спинку.

### **Кислородный изолирующий противогаз КИП-8 (КИП-9)**

Кислородный изолирующий противогаз предназначен для защиты органов дыхания и зрения человека при выполнении работ в атмосфере высоких концентраций вредных веществ.

Состав: лицевая часть типа маски МИП-1, кислородные баллоны, сигнальное устройство, показывающее оставшееся время работы.

Область использования: очаг заражения (в комплекте с защитными и изолирующими костюмами).

Основные характеристики: запас кислорода – 200 л; масса – 10 кг; время защитного действия при средней нагрузке – 120 мин.

Время защитного действия, не менее 100 мин

Вместимость баллона 1 л.

Масса аппарата 10 кг

## **6.2.2.2. Респираторы изолирующие**

### **Респиратор РТ-4**

РТ-4 предназначен для защиты органов дыхания человека от вредного воздействия непригодной для дыхания атмосферы, а также в условиях недостатка кислорода при выполнении горноспасательных и технических работ в угольных шахтах и карьерах.

**Технические характеристики:** Время защитного действия при работе средней тяжести не менее 4 ч. Температурный диапазон эксплуатации от –20 до +50 °С. Масса не более 9 кг.

Температура вдыхаемой газовой смеси не более 42 °С.

Респиратор РТ-4 может быть использован на шахтах и угледобывающих предприятиях, в химической, металлургической и газовой промышленности, в условиях загазованной атмосферы при авариях.

## **Респиратор изолирующий регенеративный на сжатом кислороде Р-30М**

Предназначен для защиты органов дыхания человека от вредного воздействия непригодной для дыхания атмосферы при выполнении аварийно-спасательных работ. Принцип действия респиратора основан на поглощении оксида углерода и влаги, выдыхаемых человеком, и пополнении вдыхаемого воздуха кислородом путем постоянной (дозированном) или легочно-автоматической подачи его из баллона. Дыхание осуществляется по замкнутой маятниковой схеме. Респиратор Р-30 является средством защиты многоразового действия.

### **6.2.3. Изолирующие самоспасатели**

Самоспасатели предназначены для кратковременной защиты и экстренного выхода из зоны заражения. Они представляют средства одноразового действия и могут быть использованы необученными людьми.

#### **6.2.3.1. Самоспасатели на сжатом воздухе**

##### **Самоспасатель на сжатом воздухе ИВА-12С**

Самоспасатель на сжатом воздухе ИВА-12С предназначен для защиты органов дыхания и глаз при покидании мест с зараженной атмосферой, при авариях, пожарах в зданиях и на судах [19].

#### **6.2.3.2. Самоспасатели на связанном кислороде**

Изолирующие самоспасатели на связанном кислороде работают на принципе поглощения выдыхаемых человеком влаги и диоксида углерода химическим регенеративным продуктом при одновременном выделении из него кислорода. Кислород для дыхания поступает не из внешней среды, а выделяется внутри изолирующего аппарата.

##### **Портативное дыхательное устройство ПДУ-3**

ПДУ-3 предназначено для автономного обеспечения человека газовой воздушной смесью для дыхания при эвакуации его с места аварии или проведении первичных мероприятий по предотвращению ее развития.

Состав. Патрон регенеративный с пусковым устройством, дыхательный мешок с клапаном избыточного давления, гофротрубка с теплообменником, пластмассовый футляр. Аппарат укомплектован одноростовочной маской, обеспечивающей возможность ведения переговоров.

ПДУ-3 используется в газодобывающей и газоперерабатывающей промышленности. Может быть использован на участках повышенной опасности, где имеется вероятность возникновения аварии, связанной с выбросом вредных веществ. Основные характеристики: масса – 1,6 кг; температурный диапазон использования – от –30 до +40 °С; время защитного действия при легкой нагрузке – 45 мин, при нагрузке средней тяжести – 20 мин.

### **Портативный дыхательный аппарат ПДА**

Портативный дыхательный аппарат ПДА предназначен для экстренной защиты органов дыхания и лица при эвакуации из аварийной зоны в условиях недостатка кислорода или присутствия в воздухе вредных веществ в любых концентрациях. Аппарат не требует индивидуальной подгонки, является средством однократного действия, но при замене регенеративного патрона с помощью специального приспособления может использоваться многократно.

Время работы в зависимости от физической нагрузки – от 7 до 60 мин. Масса – 1,8 кг.

### **Портативный дыхательный аппарат ПДА-3М**

Предназначен для экстренной защиты органов дыхания, зрения и кожи лица человека в непригодной для дыхания атмосфере при эвакуации из опасной зоны, выполнении аварийных работ, а также в ожидании помощи.

Состав. Регенеративный патрон с пусковым устройством, дыхательный мешок с клапаном избыточного давления, маска, гофротрубка с теплообменником, футляр из нержавеющей стали. Аппарат укомплектован одноростовочной маской, позволяющей вести переговоры, и имеет пусковое устройство с пусковым брикетом, выделяющим за 20...40 с не менее 10 л кислорода. Краткая инструкция по пользованию размещена на футляре.

ПДА-3М может быть использован на шахтах и угледобывающих предприятиях, на транспорте, в химической, металлургической и газовой промышленности в условиях загазованной атмосферы при авариях.



## Самоспасатель СИП-1

Самоспасатель СИГИ предназначен для защиты органов дыхания, зрения и кожи лица от вредных веществ, независимо от их концентрации, при самостоятельной эвакуации из зоны пожара. Время защитного действия 15 минут. Гарантийный срок хранения 5 лет [20].

## Самоспасатели промышленные изолирующие СПИ-20 и СПИ-50

Самоспасатели промышленные предназначены для экстренной защиты органов дыхания и зрения человека при эвакуации в условиях пожара из зданий, в особенности высотных, гостиниц, при авариях на всех видах транспорта и в метро (табл. 24).

Таблица 24

### Техническая характеристика самоспасателей

Параметры	ПДА-3М	ШСС-Т	ШСС-1М	СПИ-20	СПИ-50	ПДУ-3
Время защитного действия, мин; не менее при выполнении работ	50	60	60	20	50	20
в состоянии покоя		260	300	40	150	60
Сопrotивление дыханию, Па, не более	980	980	980			980
Температура вдыхаемой газовой смеси, °С, не более	50	60	60	45	45	55
Температурный диапазон эксплуатации, °С	0...+40	-20...+40	-20...+40	0...+60	0...+60	35...+40
Масса, кг	3,1	2,95	3,0	1,5	2,5	1,65

Состав. Патрон регенеративный с пусковым устройством, дыхательный мешок с клапаном избыточного давления, защитный колпак, гофротрубка.

Самоспасатели оснащены универсальным по размеру защитным колпаком, который позволяет использовать его людьми, имеющими бороду усы, прически, очки. Колпак предохраняет голову и волосы от искр при кратковременном контакте с открытым огнем.

Самоспасатели обеспечивают возможность ведения переговоров, просты в обращении, не требуют предварительного обучения и технического обслуживания в течение гарантийного срока хранения. Инструкция по использованию находится на упаковке.

Самоспасатель СПИ-20 изготовлен в виде капюшона из прорезиненной ткани, стойкой к АХОВ с герметизацией по шее. В состав входит

также регенеративный патрон и дыхательный мешок с клапаном избыточного давления.

Основные характеристики: масса – 2,2 кг; температурный диапазон использования – от 0 до 60 °С; время защитного действия при легкой нагрузке – 45 мин, при нагрузке средней тяжести – 20 мин.

### **Шахтный самоспасатель ШСС-Т**

Используется для эвакуации персонала из опасной зоны, а также для проведения первичных мероприятий по предотвращению распространения аварии на шахтах угледобывающих и других предприятий. Возможно использование на любых опасных участках промышленности, где имеется вероятность возникновения аварии, связанной с выбросом вредных веществ (табл. 24).

Состав. Регенеративный патрон с пусковым устройством, дыхательный мешок с клапаном избыточного давления, загубник с гофротрубкой и теплообменником, носовой зажим, защитные очки, футляр из нержавеющей стали.

Самоспасатель имеет автоматически действующее пусковое устройство, которое не требует дополнительного времени для запуска аппарата.

Материалы самоспасателя обладают электростатической искробезопасностью.

### **Шахтный самоспасатель изолирующий ШСС-1М**

Предназначен для защиты органов дыхания горнорабочих и ИТР при подземных авариях, связанных с образованием непригодной для дыхания атмосферы.

**Состав.** Регенеративный патрон с автоматически действующим пусковым устройством, дыхательный мешок с клапаном избыточного давления, гофрированная трубка с загубником и носовым зажимом, футляр из углеродистой стали.

Применяется на угольных шахтах, а также в других отраслях горнодобывающей промышленности. Рассчитан на постоянное ношение и хранение в шахте в пунктах переключения.

## **6.2.4. Противогазы шланговые**

Противогазы шланговые предназначены для защиты органов дыхания и лица человека при выполнении работ в условиях содержания



подставкой. Противогазы комплектуются лицевыми частями типа шлем-маски ШМП или панорамными масками ППМ-88 (ПМ-88).

Амуниция включает в себя спасательный пояс с плечевыми лямками и сигнально-спасательную веревку длиной 13, 15, 23 метров.

#### **6.2.4.2. Противогазы шланговые изолирующие воздухонапорные**

В состав противогазов входят: воздуходувка, один или два резиновых армированных шланга длиной 20 (40) метров (два шланга для одновременной работы двух человек), один или два комплекта лицевых частей, соединительных гофрированных трубок, хлопчатобумажной (лавсановой, капроновой) амуниции.

Воздуходувка имеет ручной (РВ) или электроручной привод (ЭРВ) и монтируется в металлическом ящике (противогазы ПШ-2-20, ПШ-2-40, ПШ-2-20×2) или на барабане с подставкой (противогазы ПШ-10РВ, ПШ-20РВ (ЭРВ), ГШ1-40РВ (ЭРВ), ПШ-20РВ-2 (ЭРВ)).

Противогазы ПШ-2-20, ПШ-2×40, ПШ-2-20×2 комплектуются воздуходувкой с электроручным приводом. Питание электропривода – от сети напряжением 220 В.

Противогазы комплектуются лицевыми частями типа шлем-маски ШМП или панорамными масками ППМ-88(ПМ-88).

Амуниция включает в себя спасательный пояс с плечевыми лямками и сигнально-спасательную веревку длиной 12 (23,25) метров.

К противогазам шланговым воздухонапорным относятся противогазы типа ПШ-2-20, ПШ-2-40, ПШ-2-20×2, ГШ1-10РВ, ПШ-20РВ, ПШ-40РВ, ПШ-20РВ-2, ПШ-20ЭРВ, ПШ-40ЭРВ, ПШ-20ЭРВ-2.

Они представляют собой воздухонапорные одно- или двухканальные изолирующие дыхательные аппараты с принудительной подачей воздуха, в которых воздух под лицевую часть подается по шлангу воздуходувкой из зоны чистого воздуха. При работе в противогазах благодаря постоянной подаче свежего воздуха исключается подсос загрязненного воздуха извне за счет создания в системе избыточного давления и предотвращается запотевание стекол лицевой части.

### **6.3. Система средств защиты кожи**

Средства защиты кожи предназначены для:

- защиты людей от проникания ОВ в организм человека через кожу;
- предохранения кожных покровов, одежды и обуви от заражения ОВ, РВ и БА;

– повышения уровня защиты от СИЯВ, а также для кратковременной защиты от зажигательного оружия.

В классификацию средств защиты кожи можно включить три группы: фильтрующие средства защиты кожи; изолирующие средства защиты кожи; специальные защитные комплекты спасателей (табл. 26).

Таблица 26

### Средства индивидуальной защиты кожи

Фильтрующие средства защиты кожи	Изолирующие средства защиты кожи	Специальные защитные комплекты спасателей
Общевойсковой комплексный защитный костюм ОКЗК	Общевойсковой защитный комплект ОЗК	Изолирующие защитные костюмы КИХ-4 (КИХ-5М)
Общевойсковой фильтрующий комплекс	Костюм защитный легкий Л-1	Аварийный изолирующий костюм КЗА
Защитная фильтрующая одежда ЗФО-58, ФЗО-МП, ФЗО-МП-А.	Костюм защитный пленочный КЗП	Защитный изолирующий комплект 4-20 с вентилируемым подкостюмным пространством.
<b>П�дручные средства защиты кожи:</b> Производственная одежда (куртки, халаты, брюки, комбинезоны, резиновые сапоги); Плащи, накидки из прорезиненной ткани		

Для защиты кожи в системе ГОЧС используются:

- общевойсковой защитный комплект ОЗК (Плащ защитный ОП-1;
- чулки защитные; перчатки защитные);
- костюм защитный легкий Л-1;
- костюм защитный пленочный КЗП;
- защитная фильтрующая одежда ЗФО-58;
- общевойсковой комплексный защитный костюм ОКЗК;
- комплект защитной фильтрующей одежды общевойскового защитного комплекта ОЗК-Ф.

Кроме того, спасателям для защиты кожи рекомендуется использовать специальные защитные комплекты, такие как:

- изолирующие защитные костюмы КИХ-4М (КИХ-5М) в комплекте с дыхательным аппаратом АСВ-2 или противогазами КИП-8, КИП-9, ИП-4М;
- аварийный изолирующий костюм КЗА в комплекте с аппаратом АСВ-2;
- защитный изолирующий комплект 4-20 с вентилируемым подкостюмным пространством.

## **6.4. Фильтрующие средства защиты кожи**

К фильтрующим средствам защиты кожи относятся:

- общевойсковой комплексный защитный костюм ОКЗК;
- общевойсковой фильтрующий комплекс;
- защитная фильтрующая одежда ЗФО-58;
- комплекты фильтрующей защитной одежды ФЗО-МП, ФЗО-МП-А.

### **6.4.1. Общевойсковой комплексный защитный костюм ОКЗК**

Общевойсковой комплексный защитный костюм ОКЗК предназначен для защиты кожных покровов от отравляющих веществ (ОВ), радиоактивной пыли (РП), биологических аэрозолей (БА) и светового импульса ядерного взрыва (СИЯВ).

Защита кожных покровов от ОВ обеспечивается обезвреживанием паров ОВ пропиткой защитного белья, многослойностью и герметичностью конструкции костюма. Повышение уровня защиты кожных покровов от ОВ обеспечивается использованием средств защиты кожи изолирующего типа.

Защита кожи от прямого воздействия СИЯВ обеспечивается их укрытием огнезащитной пропиткой ткани, многослойностью костюма и естественными зазорами между слоями материалов. Повышение уровня защиты кожи от ожогов достигается одеванием поверх него костюмов КЗС.

Защита от РП и БА обеспечивается строением тканей, многослойностью и герметичностью конструкции защитных костюмов.

ОКЗК состоит из пилотки с козырьком, подшлемника, защитной рубашки, куртки, защитных кальсон и брюк. ОКЗК изготавливается из хлопчатобумажной ткани со специальными пропитками. Куртка и брюки по своей конструкции аналогичны обычному летнему обмундированию и имеют те же ростовку и размеры. Низ куртки имеет герметизирующую стяжку. Летний головной убор представляет собой пилотку с козырьком и шторками, зимний – шапку-ушанку со шторками.

### **6.4.2. Общевойсковой фильтрующий комплекс**

Общевойсковой фильтрующий комплекс средств индивидуальной защиты обеспечивает высокоэффективную защиту всех частей тела и

органов дыхания от отравляющих веществ, биологических средств, радиоактивной пыли, световых и термических поражающих факторов, основных видов опасных химических веществ.

Отличительными особенностями этого комплекса являются высокие физиолого-гигиенические свойства, сочетаемость средств защиты органов дыхания и кожи с основными элементами экипировки и вооружения солдата, надежное функционирование при отрицательных температурах, возможность повторного использования после заражения.

#### 6.4.3. Защитная фильтрующая одежда ЗФО-58

Защитная фильтрующая одежда ЗФО-58 принята на оснащение частей и нештатных формирований гражданской обороны. Она состоит из хлопчатобумажного комбинезона, нательного белья, подшлемника и двух пар портянок.

#### 6.4.4. Комплекты фильтрующей защитной одежды ФЗО-МП, ФЗО-МП-А

Предназначены для защиты работающих с токсичными веществами при проведении регламентных, ремонтных работ. При ликвидации аварий могут использоваться для охраняющих опасную зону и спасателей при эвакуации пострадавших (табл. 27).

Таблица 27

#### Техническая характеристика фильтрующей защитной одежды типа ФЗО

Характеристика	ФЗО-МП	ФЗО-МП-А
Время защитного действия, час, при концентрации паров гидразина 0,1 г/м <sup>3</sup>	2,5	2,5
при концентрации паров анилина 0,05 г/м <sup>3</sup>	–	1
Продолжительность эксплуатации в течение рабочей смены, час, не менее	6-8	6-8
Сохранность защитных свойств, месяцев	12	12
Масса, кг	3,5	3,5

Комплекты обеспечивают защиту кожных покровов человека от воздействия паров высокотоксичных продуктов: гидразина и его производных, окислов азота, аминов; обладают фунгицидными и

бактерицидными свойствами. Обеспечивают защиту кожных покровов при концентрации токсичных веществ до  $0,1 \text{ г/м}^3$ . Комплект ФЗО-МП-А дополнительно защищает от воздействия паров анилина.

Комплект двухслойный: верхний слой изготовлен из хлопколавсановой ткани с водо-кислотоотделкой; внутренний слой – хим. защитный, изготовлен из хлопчатобумажной ткани со специальной защитной пропиткой. Оба слоя сшиты в швах. В состав комплекта входят: куртка с капюшоном, брюки, а также белье из хлопчатобумажной ткани (куртка нижняя, брюки) и перчатки.

Комплекты многократного использования. Эксплуатируются в сочетании со средствами защиты органов дыхания и защитной обувью.

## **6.5. Изолирующие средства защиты кожи**

К изолирующим средствам защиты кожи относятся:

- общевойсковой защитный комплект ОЗК (Плащ защитный ОП-1; Чулки защитные; Перчатки защитные);
- костюм защитный легкий Л-1;
- костюм защитный пленочный КЗП.

### **6.5.1. Общевойсковой защитный комплект ОЗК**

ОЗК предназначен для многократной защиты кожных покровов, обмундирования и снаряжения от ОВ, БС и РП. Он ослабляет действие СИЯВ, огнесмесей и открытого пламени. ОЗК является средством защиты периодического ношения.

Он состоит из защитного плаща ОП-1, защитных чулок, защитных перчаток летних БЛ-1 (пятипалые), защитных перчаток зимних БЗ-1 с утеплительными вкладышами (двупалые), чехла для плаща и чехла для защитных чулок и перчаток. Защитный плащ изготавливается пяти размеров. Защитный плащ используют в виде накидки, «надетым в рукава» и в виде комбинезона. В виде накидки плащ используется при внезапном выпадении ОВ, РП или БА. Плащ в рукава, чулки и перчатки надевают заблаговременно перед преодолением зон заражения и перед проведением спецобработки техники. В виде комбинезона плащ надевают заблаговременно перед проведением спасательно-эвакуационных и инженерных работ.

Защитные плащи изготавливаются 4-х ростов, защитные чулки – 3-х размеров. Гарантийный срок хранения – 10 лет.



### **6.5.2. Костюм защитный легкий Л-1**

Костюм защитный легкий Л-1 относится к специальной одежде, которая используется при длительных действиях на местности зараженной ОВ, РП или БА, а также при выполнении дегазационных и дезинфекционных работ. Л-1 состоит из куртки с капюшоном, брюк с чулками, двух пар двухпалых защитных перчаток, подшлемника и сумки для переноски. Л-1 изготавливается трех размеров.

Предназначен для защиты кожи, одежды, обуви от длительного воздействия токсичных веществ, токсичной пыли, от растворов кислот, воды, щелочей, морской соли, лаков, красок, масел, жиров, от нефти и нефтепродуктов, от вредных биологических факторов, при выполнении дегазационных, дезактивационных дезинфекционных, гидротехнических работ. Многократного использования. Гарантийный срок хранения – 10 лет.

### **6.5.3. Костюм защитный пленочный КЗП**

Костюм защитный пленочный в сочетании с фильтрующими средствами защиты кожи предназначен для защиты кожных покровов от ОВ, РП, БА, а также для снижения заражения одежды, снаряжения и обуви.

В состав костюма входят плащ защитный пленочный, чулки защитные пленочные, резиновые защитные перчатки и липкая лента для ремонта (4 метра).

Плащ изготавливают из полиэтиленовой пленки. Он имеет форму удлиненной рубахи с капюшоном и рукавами. Защитные чулки изготавливают из полиэтиленовой пленки в форме прямоугольного мешка. Они имеют съемные ботинки из прорезиненной ткани.

### **6.6. Специальные защитные комплекты спасателей**

К специальным защитным комплектам спасателей относят:

1. Изолирующие защитные костюмы КИХ-4М (КИХ-5М) в комплекте с дыхательным аппаратом АСВ-2 или противогазами КИП-8, КИП-9, ИП-4М.

2. Аварийный изолирующий костюм КЗА в комплекте с аппаратом АСВ-2.

3. Защитный изолирующий комплект 4-20 с вентилируемым подкостюмным пространством [22].

Указанные средства могут использоваться спасателями для ведения работ в очагах поражения на расстоянии от источника заражения 50...500 м и более, при этом время пребывания спасателей в зоне заражения может составить в среднем 20...60 мин.

### **6.6.1. Изолирующий защитный костюм КИХ-4М**

Назначение: Для защиты спасателей при выполнении аварийно-спасательных и ремонтных работ в условиях воздействия опасных химических веществ (ОХВ): высококонцентрированных газообразных хлора и аммиака, окислов азота, производных гидразина, концентрированных минеральных кислот (серной, соляной, азотной), а также кратковременного воздействия жидких хлора и аммиака (при аварийном выходе из зоны заражения).

Костюм состоит из герметичного прорезиненного комбинезона с притачным капюшоном, трехпальными перчатками, сапожками. В лицевую часть капюшона вклеено панорамное стекло.

Костюм КИХ-4М эксплуатируется в сочетании с дыхательными аппаратами со сжатым воздухом (типа АИР-98МИ-20, АИР98МИ-21 и др.) или изолирующими противогазами типа КИП-8, расположенными в подкостюмном пространстве.

Основные характеристики: масса – 4 кг (без дыхательного аппарата); температурный диапазон от +40 до –40 °С; кратность использования – 3; время защитного действия по АХОВ: хлор, аммиак (пар, газ) – 60 мин; хлор, аммиак (жидкость) – 2...3 мин. Костюм изготовлен из прорезиненного материала ЛК-2 на основе каучука в виде комбинезона с капюшоном, в лицевую часть которого включено панорамное стекло. Он одевается поверх спецодежды [21].

### **6.6.2. Изолирующий защитный костюм КИХ-5М**

КИХ-5М предназначен для защиты спасателей при выполнении аварийно-спасательных и ремонтных работ в условиях воздействия газообразной и жидкой фазы хлора, аммиака, окислов азота, производных гидразина, а также концентрированных минеральных кислот (серная, азотная).

Костюм эксплуатируется в сочетании с изолирующим противогазом ИП-4М или ИП-4МК.

Костюм КИХ-5М выполнен из прорезиненного материала в виде герметичного комбинезона с притачным капюшоном, сапожками,

трехпальными рукавицами, выносным ранцем для размещения в нем противогаза.

Техническая характеристика костюмов КИХ-4М, КИХ-5

Время защитного действия:

по газообразному хлору, мин., не менее .....	60
по газообразному аммиаку, мин., не менее.....	60
по жидкому аммиаку и хлору, мин., не менее .....	2
по газо-парообразным ацетонитрилу, фтористому водороду, диметиламину, метилакрилату, нитрилу акриловой кислоты, оксиду этилена, гидриду серы, мин., не менее .....	60
Стойкость к концентрированным минеральным кислотам, мин., не менее .....	60
Стойкость к воздействию открытого пламени, сек., не менее .....	10
Время непрерывного выполнения работ средней тяжести в сочетании с изолирующим прибором при 25 °С и ниже, мин., не более .....	40
при 26 °С и выше, мин., не более.....	20
Кратность применения, не менее .....	5

### 6.6.3. Комплект защитный аварийный КЗА-1

Предназначен для комплексной защиты аварийно-спасательных формирований, участвующих в ликвидации аварий, сопровождающихся пожаром (в том числе на газоконденсатных и нефтяных месторождениях), от воздействия открытого пламени, инфракрасного излучения, аварийно химически опасных веществ. Комплект используется в сочетании с дыхательным аппаратом АСВ-2, размещенным в подкостюмном пространстве.

Комплект состоит из двух комбинезонов: теплоотражательного, изготовленного из специальной ткани с огнемаслобензостойким покрытием, с коэффициентом отражения инфракрасного излучения до 80%, теплоизолирующего, изготовленного из многослойного специального материала обладающего высокими теплозащитными, бактерицидными и фунгицидными свойствами. Ноги защищены сапогами, руки трехпальными рукавицами из тех же материалов. Для защиты глаз комбинезон снабжен специальным панорамным стеклом. Масса комплекта – не более 10 кг.

Защита от теплового излучения – 5 мин; защита от АХОВ – 30 мин; кратность использования – 10.

Теплоотражательный костюм изготовлен из термостойкого материала в виде герметичного комбинезона с притачным капюшоном, в лицевой части закреплена рамка со вставленными поликарбонатными стеклами.

Теплозащитный костюм изготавливается из нетканого термостойкого полотна (фенилон АТМФ-1) с хлопчатобумажной подкладкой также в виде комбинезона, имеет чехол на спине для дыхательного аппарата, надеваемого поверх теплоотражательного костюма.

#### **6.6.4. Защитный комплект Ч-20**

Предназначен для защиты кожных покровов, органов дыхания и зрения человека от воздействия высокотоксичных химических веществ, радиоактивных аэрозолей и пыли.

Комплект состоит из герметичного комбинезона из прорезиненной ткани, съемных сапог, перчаток, капюшона, в лицевую часть которого клеена маска противогаза. Очистка и подача воздуха на дыхание и вентилирование подкостюмного пространства осуществляется с помощью узла очистки и подачи воздуха (УОПВ), размещенного под комбинезоном. УОПВ состоит из блока очистки и подачи воздуха и блока питания, который необходимо заряжать от любого источника постоянного тока силой 0,5 А в течение 15 часов.

Комплект может быть использован как защитное средство при проведении аварийно-спасательных работ и при ликвидации последствий аварий с последующей дегазацией и дезактивацией комплекта.

Основные характеристики: масса – 6,8 кг; температурный диапазон от 8 до 30 °С; время непрерывной работы при средней нагрузке 4...6 часов; объем подаваемого воздуха 90 л/мин; кратность использования – 10 [13].

## **Глава 7. ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ**

### **7.1. Классификация защитных сооружений гражданской обороны**

К коллективным средствам защиты относят инженерные защитные сооружения, обеспечивающие защиту личного состава от отравляющих, радиоактивных веществ и биологических средств.

Принцип работы средств коллективной защиты заключается в герметизации сооружения, обеспечении его воздухом, очищенным от отравляющих, радиоактивных веществ и биологических средств, и создании внутри помещения избыточного давления – подпора, препятствующего проникновению воздуха через не плотности и щели.

Защитные сооружения (ЗС) – это специально созданные для защиты населения от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени инженерные сооружения.

Все ЗС классифицируются по следующим признакам:

- по назначению (для защиты населения и размещения органов управления – командных пунктов, пунктов управления, узлов связи);
- по защитным свойствам (убежища, противорадиационные укрытия, простейшие укрытия);
- по месту расположения (встроенные; отдельно стоящие; размещенные в метрополитенах, горных выработках, пешеходных переходах и др.);
- по времени возведения (строящиеся заблаговременно, быстровозводимые);
- по вместимости (150..600 человек – малой, 600...2000 – средней, больше 2000 – большой вместимости) [24].

### **7.2. Убежища гражданской обороны**

#### **7.2.1. Общая характеристика убежищ**

Убежища обеспечивают наиболее надежную защиту людей от поражающих факторов в ЧС мирного времени (высоких температур и вредных газов при пожарах, радиоактивных веществ (РВ), аварийно-химически опасных веществ (АХОВ), обломков и обвалов разрушенных зданий, затопления и др.), а также от оружия массового поражения (ОМП) и обычных средств поражения.

В соответствии с приведенной классификацией убежища различаются: по защитным свойствам, по вместимости, месту размещения, обеспечению фильтровентиляционным оборудованием и времени возведения.

По защитным свойствам от ударной волны убежища делятся на четыре класса.

По вместимости убежища подразделяются на малую, среднюю и большую вместимость. Вместимость убежищ определяется по количеству мест для сидения и лежания.

По месту расположения убежища делятся на отдельностоящие (ОСУ) и встроенные (ВСУ).

По обеспечению фильтровентиляционным оборудованием (ФВО) убежища делятся на убежища с ФВО промышленного изготовления и убежища с упрощенным оборудованием (из гравия, песка, шлака и др.)

По времени возведения убежища подразделяются на построенные заблаговременно в мирное время и быстровозводимые убежища (БВУ), которые строятся при объявлении угрозы нападения противника.

Использование убежищ в мирное время в народнохозяйственных целях не должно нарушать их защитных свойств. Подготовка их для приема укрываемых должна осуществляться в возможно короткие сроки, но не более 12 часов после объявления угрозы нападения противника.

При проектировании убежищ учитывают, что один укрываемый выделяет в час 100 ккал тепла, 80 г воды, 21 л углекислого газа и поглощает 20...24 л кислорода. Санитарно-гигиенические требования к убежищам таковы приведены в таблице 28.

Таблица 28

### Параметры убежищ гражданской обороны

Параметр	Для населения	Для больных
Высота	2,2 м	3,0 м
Площадь поля	0,5 кв. м	1,9 кв. м
Объем воздуха на чел.	2,0 куб. м/час	10 куб. м/час
Внутренний объем	1,5 куб. м/чел	5 куб. м/чел
Содержание O <sub>2</sub>	16...18%	17...20%
CO <sub>2</sub>	1,0%	0,5%
Влажность	70%	70%
Температура воздуха	Не более 23 °С	Не более 23 °С
Предельн. температура	31 °С	23 °С
Аварийный запас воды	3 л/сут	20 л/сут

### 7.2.2. Общее устройство убежищ

Все помещения убежища подразделяются на основные и вспомогательные.

Планировка убежища показана на рис. 9.

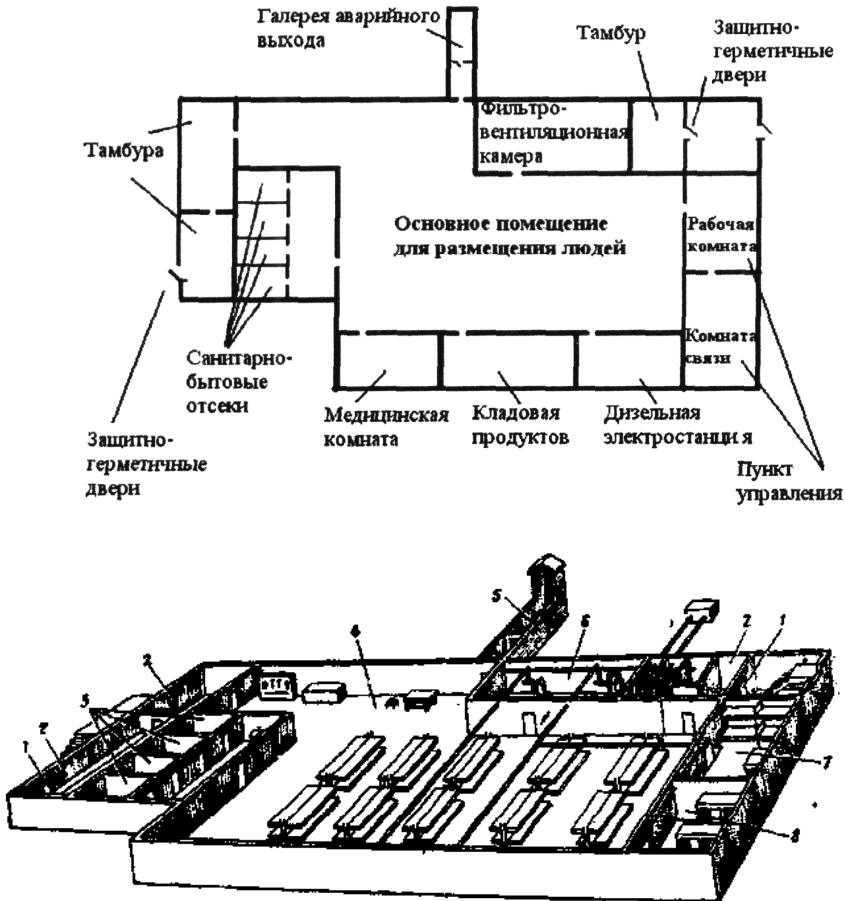


Рис. 9. План убежища:

- 1 – защитно-герметические двери; 2 – шлюзовые камеры (тамбуры);  
 3 – санитарно-бытовые отсеки; 4 – основное помещение для размещения людей; 5 – галерея и оголовок аварийного выхода; 6 – фильтровентиляционная камера; 7 – кладовая для продуктов питания; 8 – медицинская комната

К основным, относятся помещения для укрываемых, пункты управления и тамбур-шлюзы. К вспомогательным относятся фильтровентиляционные помещения (ФВП), санитарные узлы, защищенные дизельные электростанции (ДЭС), входы и выходы (тамбуры и предтамбуры).

Помещение для пунктов управления (ПУ) предусматривается на предприятиях, с числом работающих в наиболее многочисленной смене более 600 человек. В противном случае вместо ПУ допускается оборудование телефонной и радиотрансляционной точек в помещении для укрываемых. Рабочую комнату и комнату связи ПУ необходимо располагать вблизи одного из входов и отделить от помещения для укрываемых несгораемыми перегородками с пределом огнестойкости 1 час.

Фильтровентиляционное помещение (ФВП) должно располагаться у наружной стены вблизи входов или аварийных выходов. В убежищах небольшой вместимости (до 300 чел.) фильтровентиляционное оборудование можно располагать непосредственно в помещениях для укрываемых.

Помещение для ДЭС располагается у наружной стены и отделяется от остальных помещений несгораемыми стенами или перегородками с пределом огнестойкости 1 час. Вход в ДЭС оборудуется тамбуром с двумя герметическими дверями, открываемыми в сторону помещения для укрываемых.

Количество входов зависит от вместимости убежища, но должно быть не менее двух. При вместимости убежища до 300 человек допускается иметь один вход, при этом вторым входом должен быть аварийный (эвакуационный) в виде тоннеля с внутренними размерами 1,2×2 и дверным проемом 0,8×1,8 м.

Для убежища вместимостью 300 человек необходимо иметь при одном из входов тамбур-шлюз. При этом для убежищ вместимостью 300...600 человек тамбур-шлюз может быть однокамерным, при большей вместимости – двухкамерным. Площадь каждой камеры тамбур-шлюза должна составлять 8...10 м<sup>2</sup> в зависимости от ширины дверного проема 0,8...1,2 м. В наружной и внутренней стенах тамбур-шлюза должны быть защитно-герметические двери, открывающиеся наружу, по ходу эвакуации людей. Во всех входах, в которых не предусматриваются тамбур-шлюзы, должны быть оборудованы тамбуры. В наружных стенах тамбура устанавливаются защитно-герметические, а во внутренних – герметические двери.



В убежищах вместимостью 600 человек и более один из входов оборудуется как аварийный вход с внутренним размером 1,2×2 м. В этих же убежищах допускается предусматривать аварийный вход в виде вертикальной шахты с защищенным оголовком. В условиях стесненной городской постройки допускается на входах, совмещенных с аварийными входами, предусматривать оголовки с устройством в них лестничных маршей и защитно-герметических дверей размером 1,8×1,8 м. Выход из убежища в тоннель аварийного выхода должен закрываться защитно-герметическими и герметическими дверями или ставнями.

Санитарно-технические устройства (системы вентиляции, отопления, водоснабжения и канализации) устраиваются с учетом их использования при эксплуатации помещений в условиях мирного времени.

### 7.2.3. Системы вентиляции убежищ

Система вентиляции создается, как правило, для работы в двух режимах: чистой вентиляции (режим 1); фильтровентиляции (режим 2). В местах, где возможны наземные пожары, сильная загазованность территории вредными веществами, на предприятиях с пожароопасными производствами и вблизи АЭС в убежищах предусматривается режим регенерации (режим 3). Схема системы вентиляции показана на рис. 10.

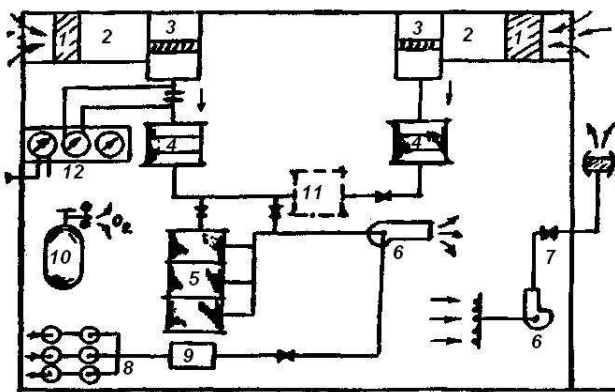


Рис. 10. Схема системы вентиляции убежища

В режиме 1 чистой вентиляции наружный воздух с помощью электроручного вентилятора подается через противовзрывные устройства (1), которые закрываются при избыточном давлении, в расширительную камеру (2). Затем он очищается в предфильтрах (3) и (4) и поступает через воздухопроводящие воздуховоды в помещения для укрываемых (6). Время работы в режиме 1 неограниченно.

В режиме 2 фильтровентиляции подаваемый воздух очищается от газообразных опасных веществ и аэрозолей. Воздух поступает по той же схеме, но в нее дополнительно включаются фильтры-поглотители ФП (5). Обеспеченность воздухом в этом режиме –  $2 \text{ м}^3/\text{ч}$  на одного укрываемого;  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$  – на одного работающего на ПУ. Время работы – 12 часов.

Для очистки воздуха от окиси углерода применяют фильтр ФГ-70 ( $70 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) с электронагревателем и охладителем (11).

В режиме регенерации регенеративная установка (8), состоящая из регенеративных патронов, засасывает воздух из помещения, где находятся укрываемые, а иногда – из фильтровентиляционной камеры и пропускает через регенеративные патроны. Очищенный воздух через теплоемкий фильтр (9) вентилятором (6) нагнетается по воздухопроводящей сети в отсеки убежища. Время работы – 6 часов. Улучшать качество воздуха можно, используя баллоны с кислородом (10). Удаляется воздух из помещения вентилятором (6) через вытяжную вентиляцию (7) и противовзрывное устройство (1). Приборы (12) позволяют контролировать и поддерживать оптимальные параметры воздуха в помещении.

Для обеспечения выхода отдельных укрываемых людей и входа их обратно необходимо предусматривать вентиляцию одного из тамбуров. При этом количестве воздуха, подаваемого в тамбур в режиме фильтровентиляции, должно составлять не менее 25-кратного объема тамбура в час при общей продолжительности вентилирования тамбура в течение 6 минут;

Для обеспечения эксплуатационного подпора воздуха в убежищах, равного  $5 \text{ кгс}/\text{м}^2$ , в режиме фильтрации количество удаляемого в час воздуха должно быть меньше количества приточного воздуха на величину, равную 0,6 объема помещения убежищ. В режиме чистой вентиляции количество удаляемого воздуха должно быть равным 0,9 объема приточного.

#### 7.2.4. Вспомогательные помещения убежищ

Водоснабжение убежищ предусматривается от наружной водопроводной сети с устройством отдельного ввода и установкой на этом вводе запорной арматуры внутри убежища. Нормы водопотребления и водоотведения принимаются – 2 л/ч и 25 л/сут. на одного укрываемого. Наряду с этим в убежищах следует иметь запас питьевой воды в емкостях из расчета 3 л в сутки на каждого укрываемого для питья и 2 л в сутки для санитарно-гигиенических потребностей, а в убежищах вместимостью 600 чел. и более – дополнительно для целей пожаротушения иметь 4,5 м<sup>3</sup> воды. Для хлорирования воды в убежище необходимо иметь запас хлорной извести из расчета 8...10 граммов на 1 м<sup>3</sup> воды.

В помещениях, где устанавливаются емкости, должны быть водоразборные краны из расчета – один кран на 300 человек. В военное время в помещениях для укрываемых необходимо организовать водораздаточные пункты из расчета – один пункт на 100 укрываемых.

В убежищах предусматривается устройство уборных с отводом сточных вод в наружную канализационную сеть самотеком или путем перекачки. В помещении санитарного узла убежища необходимо предусматривать аварийный резервуар для сбора стоков с возможностью его очистки. Объем резервуара определяется из расчета 2 л в сутки на каждого укрываемого. Для сбора сухих отбросов в убежищах предусматриваются места для размещения бумажных мешков или пакетов, имеющих емкость из расчета 1 л в сутки на каждого укрываемого.

Электроснабжение должно осуществляться от сети города (предприятия) и от защищенного источника – дизельэлектрической станции (ДЭС), в убежищах вместимостью 600 чел. и больше.

Для обслуживания в мирное время и в период пребывания в них людей назначаются звенья обслуживания убежищ при вместимости меньше 150 чел. При вместимости более 150 чел создаются группы обслуживания убежищ. Для медицинского обеспечения в убежище на 150 укрываемых создается санитарный пост, состоящий из двух человек. В убежищах вместимостью 600...1200 чел. в состав санпоста входит фельдшер и две медсестры. Там, где укрываемых более 1200 чел, в состав санпоста включается врач и дополнительно 3 чел.

Для размещения санитарного поста в убежищах вместимостью менее 150 чел. выделяется помещение площадью 2 м<sup>2</sup>, далее на каждые 100 чел. укрываемых добавляется 1 м<sup>2</sup>.

### 7.2.5. Приспосабливаемые и быстровозводимые убежища

Использование для защиты населения подземного пространства городов, метро и выработок возможно после приспособления их под убежища. Кроме того, могут использоваться следующие заглубленные части зданий и сооружений:

- подвальные этажи производственных, жилых и административно-бытовых зданий;
- отдельно стоящие заглубленные сооружения, используемые для размещения помещений различного назначения;
- пешеходные туннели, галереи, пустоты в крупных фундаментах под оборудованием и др.;
- потерны на гидроэлектростанциях.

Для защиты населения используются метрополитены и различные подземные выработки. Метрополитен для защиты населения СНиП рекомендует использовать следующим образом:

- укрывать людей на платформах, в поездах у платформ, в перегонных тоннелях, тупиках, соединительных ветках;
- не следует размещать людей под реками, каналами и водоемами, в неустойчивых водонасыщенных фунтах;
- туннели необходимо разделить на отсеки (отсек на 20 тыс. укрываемых – 3 станции);
- на 2...3 отсека следует построить один защищенный эвакуовыход; обеспечить пребывание людей в течение 2-х суток.

Быстровозводимые убежища (БВУ) строятся при угрозе нападения противника.

Вместимость БВУ составляет от 50 до 300 человек. Устройство БВУ включает помещения для укрываемых, входы, средства подачи воздуха, песчаные и матерчатые фильтры, бачки для воды, емкости для фекалий и отбросов, средства защиты воздухозаборных и вытяжных отверстий, приборы освещения, а также нары для размещения укрываемых.

На строительство 4...6 БВУ обычно выделяется 40 человек, 2 бульдозера, экскаватор, 2 автокрана и при необходимости электро- или газосварочный аппарат и компрессор с отбойными молотками. Такой расчет сил и средств может построить при умелой организации 4...6 БВУ за 2-3 суток непрерывной работы [25].

### 7.3. Противорадиационные укрытия

#### 7.3.1. Характеристика противорадиационных укрытий

Противорадиационные укрытия (ПРУ) – это специальные инженерные сооружения, предназначенные для защиты укрываемых от проникающей радиации, попадания на кожу и одежду радиоактивных веществ (РВ), капель отравляющих веществ (ОВ) и бактериальных средств (БС), а также дополнительно от воздействия светового излучения и ударной волны в зоне возможных слабых разрушений. ПРУ подразделяются по вместимости, защитным свойствам и времени возведения.

По времени возведения ПРУ подразделяются на построенные заблаговременно в мирное время и быстровозводимые ПРУ, строительство которых ведется при угрозе нападения противника.

Вместимость заблаговременно построенных укрытий обычно более 50 чел., а приспособляемых – от 5 до 50 чел.

Основные требования к ПРУ: обеспечивать защиту от радиоактивных излучений, ослаблять излучение не менее чем в 50 раз; предотвращать попадание внутрь радиоактивной пыли, бактериологических аэрозолей и капельно-жидких отравляющих веществ; обеспечивать условия для непрерывного пребывания в них людей в течение двух суток.

Основное помещение – для размещения укрываемых. Нормы площади для этого помещения установлены –  $0,5 \text{ м}^2$  на укрываемого.

Вспомогательные помещения: а) вход (входы) ступенчатый или наклонный и тамбур. При вместимости ПРУ до 50 чел. – оборудуется 1 вход, а при большей – два. Входные проемы в тамбур и из тамбура в помещение для укрываемых оборудуются обычными или герметическими дверями, открывающимися наружу.

б) помещение санитарного узла, в котором устанавливается выносная герметизированная емкость. Емкость резервуаров при этом должна быть 2 л в сутки на каждого укрываемого. Вход в санузел – из тамбура.

в) помещение для хранения загрязненной одежды – размещается в одном из входов и отгораживается от помещения для укрываемых несгораемыми перегородками с пределом огнестойкости 1 час.

г) вентиляционное помещение предусматривается только в ПРУ вместимостью более 300 чел.

### 7.3.2. Системы жизнеобеспечения ПРУ

а) Воздухоснабжение осуществляется через воздухозаборы в режиме только чистой вентиляции. В ПРУ вместимостью до 50 чел., как правило, применяется естественная вентиляция (проветривание) за счет теплового напора, обеспечивающая подачу воздуха на каждого укрываемого до 3-6 м<sup>3</sup>/час. В ПРУ вместимостью более 50 чел в режиме фильтровентиляции подается 2 м<sup>3</sup>/ч на человека.

б) Водоснабжение осуществляется по возможности от водопроводной сети с нормами подачи воды как для убежищ. При отсутствии водопровода, а также на случай выхода его из строя в ПРУ создаются запасы в бочках (баках, бидонах, ведрах) из расчета 2 л воды на одного укрываемого в сутки.

в) Освещение осуществляется путем использования электрических сетей города (предприятия). При этом предусматривается наличие в ПРУ местных (автономных) источников освещения: переносных электрофонарей, аккумуляторных светильников, свечей и так далее.

г) Питание. Все укрываемые прибывают на ПРУ со своим запасом продуктов питания, которые они размещают под нарами или подвешивают на стенах ПРУ у своего места. Запас продуктов питания должен быть рассчитан на 2-3 суток.

В ПРУ необходимо иметь телефон и репродуктор, подключенный к местной радиотрансляционной сети.

### 7.4. Простейшие укрытия

Простейшие укрытия ослабляют воздействие ударной волны, светового излучения, проникающей радиации и радиоактивного заражения. Требованиям к простейшим укрытиям в наибольшей степени отвечает щель. Щель может быть открытой и перекрытой, с одеждой крутости и без нее.

Щель открытая, простая уменьшает в 1,5 раза по сравнению с нахождением на открытой местности поражение ударной волной, световым излучением и проникающей радиацией ядерного взрыва; возможность облучения людей в результате радиоактивного заражения местности уменьшится в 2...3 раза, а после дезактивации зараженных щелей – в 20 раз и более.

Щель перекрытая уменьшает в 2 раза радиус поражения ударной волной, полностью защищает – от светового излучения. Более чем в 50 раз уменьшает воздействие проникающей радиации и

радиоактивного излучения в случае заражения местности при толщине грунтовой обсыпки поверх перекрытия 60...70 см. Она защищает людей от непосредственного попадания на кожу и одежду радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств, а также от поражения обломками разрушающихся зданий и сооружений.

Следует иметь в виду, что щели не обеспечивают защиту от отравляющих веществ и бактериальных средств и в случае применения этого оружия нужно пользоваться средствами индивидуальной защиты.

Простейшие укрытия строятся на территории предприятий, учреждений, учебных заведений и др. объектов. Строят щели вне зон возможных завалов (на расстоянии от наземных зданий, равном половине высоты здания, плюс 3 м), а при наличии свободной территории и дальше.

Щель без одежды крутостей роют глубиной 180...200 см, шириной по верху 110...120 см и по дну – 80 см. Длина щели определяется из расчета 0,5 м на одного человека. Для сидения вдоль одной из стен устраивают скамью, а для продуктов и воды – ниши в стенах. Вход в щели делают в виде наклонного ступенчатого спуска или вертикального лаза с дверью или щитом. Нормальная вместимость щели 10...15 чел. и наибольшая – 40 чел. Кроме щелей в качестве простейших укрытий могут использоваться землянки, погреба, подполья.

## **7.5. Средства РХБ защиты защитных сооружений**

### **7.5.1. Фильтровентиляционные установки**

Фильтровентиляционные установки (ФВУ) обеспечивают очистку воздуха, подаваемого в убежище, от радиоактивных, отравляющих веществ и биологических аэрозолей; создание в нем избыточного давления и поддержание необходимого состава воздуха.

Поступающий в помещение воздух должен обеспечивать воздухообмен, необходимый для поддержания нормальных условий, обитаемости (по температуре, влажности и газовому составу воздушной среды) и создания подпора, препятствующего проникновению зараженного воздуха через неплотности и щели. Избыток воздуха стравливается из помещения в атмосферу или соседние помещения через щели и специальные переточные клапаны. Контроль за количеством подаваемого в помещение воздуха и подпором воздуха в помещении осуществляется при помощи контрольно-измерительных приборов. Контроль за отработкой фильтра-поглотителя по

отравляющим веществам осуществляется путем учета суммарного времени работы фильтра, либо с помощью предупредителя проскока.

ФВУ могут работать в двух режимах:

- режим 1 «Режим чистой вентиляции»;
- режим 2 «Режим фильтровентиляции» [9].

При режиме чистой вентиляции наружный воздух очищается от пыли, а при режиме фильтровентиляции – от РВ, ОВ и БС.

В состав фильтровентиляционных установок могут входить:

- противовзрывные устройства;
- предфильтры;
- фильтры-поглотители универсальные (ФП-100У, ФПУ-200, ФП-300),
- фильтры поглотители окиси углерода;
- ручной или электроручной вентилятор;
- клапаны избыточного давления;
- воздухопроводы;
- контрольно-измерительные приборы.

Противовзрывные устройства предназначены для предотвращения затекания в убежища взрывной волны.

Предфильтры предназначены для очистки воздуха от пыли и грубо-дисперсного дыма.

По своему устройству предфильтры представляют собой набор прямых и гофрированных металлических оцинкованных сеток, заключенных в металлический корпус и пропитанных вязким смачивателем, состоящим из смеси парафина с канифолью. Пропитанные вязким смачивателем сетки способны удерживать на своей поверхности крупнодисперсные аэрозоли (в том числе и радиоактивные), вследствие прилипания их к вязкому смачивателю.

Фильтр-поглотитель (ФП) предназначен для очистки воздуха, подаваемого в убежище от отравляющих, радиоактивных веществ и биологических аэрозолей.

Принцип действия фильтра-поглотителя состоит в том, что воздух, содержащий отравляющие, радиоактивные вещества и биологические средства, при помощи вентилятора засасывается по воздухопроводам в верхнее или нижнее торцовое отверстие фильтра. Сначала он проходит через противоаэрозольный фильтр, где очищается от твердых частиц и тумана, затем через шихту, в которой очищается от веществ, находящихся в воздухе в парообразном или газообразном состояниях, и выходит через боковое отверстие в кожухе фильтра. Очищенный воздух подается по воздухопроводам в газозащищенные помещения.



При необходимости увеличения производительности на параллельную работу в колонке включается не более трех фильтров.

Фильтр-поглотитель представляет собой герметичный металлический цилиндр с крышкой и днищем, который снаряжается фильтрующим материалом и углем-катализатором.

Фильтр-поглотитель имеет в корпусе три отверстия (два торцовых и одно боковое) и состоит из кожуха в сборе, двух перфорированных (дырчатых) цилиндров, обтянутых сетками, центральной трубы с отверстиями, днища, крышки. Для повышения прочности кожуха в верхней и нижней его частях имеется по два поперечных зига. Для удобства переноски на кожухе закреплены две ручки. Между перфорированными цилиндрами размещается уголь-катализатор (шихта), предназначенный для поглощения паров отравляющих и радиоактивных веществ. Между малым перфорированным цилиндром и центральной трубой расположен противоаэрозольный фильтр, предназначенный для улавливания из поступающего воздуха радиоактивной пыли, биологических аэрозолей, ядовитых дымов и туманов. Противоаэрозольный фильтр складывается из длинной полосы фильтрующего картона и имеет форму ребристого бочонка с большим количеством продольных складок. Фильтры поглотители могут оборудоваться предупредителями проскока.

В убежищах гражданской обороны применяются фильтры типа ФП-100У, ФПУ-200, ФП-300 (табл. 29, 30).

Таблица 29

### Характеристика фильтров-поглотителей [5]

Марка фильтра поглотителя	Масса, кг	Размеры диаметrxвысота мм	Сопrotивление, мм вод. ст.	Производительность м <sup>3</sup> /ч
ФП-100У	54	455x407	45	100
ФПУ-200	58	547x472	55	100/200
ФП-300	70	580x610	85	300

Таблица 30

### Расчетная защитная мощность фильтров поглотителей по АХОВ

Наименование АХОВ	Фильтры-поглотители			
	ФП-100у	ФП-200-59	ФПУ-200	ФП-300
Аммиак	16,6 г	23 г	23 г	11,3 г
Хлор	760 г	1050 г	1050 г	516г

Фильтры-поглотители могут монтироваться в колонки по два-три в каждой. Монтаж колонки более чем из трех фильтров не рекомендуется, так как при этом существенно увеличивается сопротивление коллектора фильтров.

В убежищах малой и средней вместимости часто применяют, фильтровентиляционные агрегаты ФВА. В комплект ФВА входят: электроручной вентилятор, один фильтр-поглотитель или колонка из фильтров-поглотителей, герметический клапан, расходомер, соединительные и крепежные детали.

### 7.5.2. Средства регенерации

В районе массовых пожаров низкое содержание кислорода и повышенное содержание углекислого газа в атмосфере воздуха не позволяет использовать этот воздух для воздухообмена по режиму фильтровентиляции. В этом случае возникает необходимость перевода убежища на режим 3 «Режим полной изоляции» с регенерацией внутреннего воздуха.

На «режим полной изоляции» убежище переводится также при неизвестном составе воздуха, при наличии в наружном воздухе низкокипящих и плохо сорбирующихся органических веществ (метана, этана и др.), при высоких концентрациях опасных химических веществ.

При «режиме полной изоляции» помещения для укрываемых должны иметь повышенную герметичность, чтобы полностью прекратить доступ в убежище наружного воздуха.

В комплект средств регенерации могут входить: регенерационные установки, регенеративные патроны и баллоны с кислородом.

Регенеративный патрон (РП) используется для поглощения двуокиси углерода  $\text{CO}_2$ , выделяемой людьми при дыхании..

Принцип работы регенеративного патрона заключается в том, что воздух, проходя через патрон, очищается от углекислого газа, который вступает в реакцию с химическим поглотителем, например, содержащим гидрат окиси кальция. Реакция протекает с выделением водяных паров и тепла. Регенеративные патроны только поглощают углекислый газ, поэтому недостаток кислорода при применении регенеративных патронов пополняется кислородом, хранящимся в кислородных баллонах. Кислород из баллонов подается в вентиляционную сеть через редуктор. Регенеративные патроны могут монтироваться в колонки по 2 и 3 патрона [13].

Регенерационные установки (РУ) предназначены для поглощения двуокиси углерода  $\text{CO}_2$  и насыщения воздуха кислородом. Регенерация сопровождается повышением температуры воздуха до 130...150 °С, что требует обязательного его охлаждения. Действие РУ основано на использовании надперекисных соединений натрия или калия, которые обеспечивают одновременное поглощение углекислого газа и выделение кислорода.

Самой современной отечественной системой регенерации воздуха является система С-2.455. Она предназначена для регенерации воздуха по кислороду и двуокиси углерода в герметичных замкнутых объектах.

Система С-2.455 автоматически обеспечивает поддержание в атмосфере объекта: концентрации кислорода в пределах 19-21% объемных и концентрации двуокиси углерода не более 0,5% объемных при работе в основном режиме (с принудительной вентиляцией); концентрации кислорода в пределах 19-23% объемных, концентрации двуокиси углерода не более 1,3% объемных при работе в аварийном режиме (без электроэнергии) [26].

Система С-2.455 в основном режиме работы автоматизирована, процесс регенерации воздуха осуществляется автоматически по сигналу газоанализаторов.

Система имеет минимальный уровень шума, вибро- и ударопрочна.

С-2.455 работоспособна при:

- температуре окружающего воздуха от 0 °С до +50 °С;
- относительной влажности воздуха до 100% при +35 °С;
- давлении до 7 атм.

### **7.5.3. Средства контроля воздуха, микроклимата и оборудования**

В защитных сооружениях, после их заполнения укрываемыми, подлежат контролю три группы параметров:

- параметры газового состава воздуха;
- параметры микроклимата;
- параметры инженерно-технического оборудования.

В комплект средств контроля воздуха, микроклимата и оборудования входят: приборы газового анализа, термометры, психрометры, анемометры, тягонапоромеры.

Параметры газового состава воздуха и средства их контроля:

- кислорода не менее 16,5%;
- двуокиси углерода не более 4,0%;
- окиси углерода не более 100 мг/м<sup>3</sup>;

- метана не более 300 мг/м<sup>3</sup>;
- пыли не более 10 мг/м<sup>3</sup>.

Для определения параметров газового состава применяют стационарные и переносные газоанализаторы типа МН, ТП, КГС, ПГА, для контроля за пылью применяют прибор «Лаз-1»

Параметры микроклимата и средства их контроля:

– температура воздуха не более 32 °С (для определения температуры применяют термометры типа ТМ);

– относительная влажность воздуха не менее 30% и не более 90% (для определения относительной влажности воздуха применяются психрометры типа М и СКВ, один прибор на убежище)

– скорость движения воздуха не более 4 м/с, для системы вентиляции – не более 8 м/с (для определения скорости движения воздуха применяются анемометры типа МС и АСО)

Параметры инженерно-технического оборудования и средства их контроля:

– избыточное давление (подпором воздуха не менее 20 Па;

– сопротивление фильтра не более 1000 Па.

Для контроля за подпором воздуха в сооружении и для измерения сопротивления фильтров применяют тягонапоромеры различных конструкций типа ТДМ, ТАК, ТНМП, НМП.

#### **7.5.4. Средства радиационной и химической разведки убежищ**

ГСП-1 – газосигнализатор автоматический служит для определения наличия в воздухе ОВ и для обнаружения радиоактивных излучений. Один цикл работы 5 мин. Непрерывная работа ГСП-1 (без перезарядки индикаторными средствами) обеспечивается в течение 8 часов. Один прибор на убежище

ГМУ-2 – газосигнализатор. Прибор для определения процентного содержания углекислого газа СО<sub>2</sub> в воздухе. Изготавливается в переносном и стационарном вариантах. Один прибор на убежище

ВПХР – войсковой прибор химической разведки. Один прибор на убежище.

ДП-5В – рентгенометр-радиометр служит для обнаружения и измерения уровней радиации на местности, а также для измерения степени заражения радиоактивными веществами кожных покровов людей, одежды, продуктов, воды и различного имущества. Один комплект на убежище.

ДП-64 – индикатор-сигнализатор радиоактивности предназначен для обеспечения звуковой и световой сигнализации при наличии гамма излучения. Прибор работает в следящем режиме и обеспечивает сигнализацию при достижении мощности излучения 0,2 рентгена в час. Датчик прибора может устанавливаться на расстоянии 30 метров от пульта сигнализации.

Основные типы средств коллективной защиты сведены в таблицу 31.

Таблица 31

### Средства коллективной защиты

Состав фильтро-вентиляционной установки	Средства регенерации воздуха	Средства контроля воздуха, микроклимата и оборудования
Противовзрывное устройство	Регенерационные установки типа: – РУ; – РДУ; – С-2	Приборы газового анализа: МН, КГС-К, ПГА-КМ (кислород). КГС-ОУ, ГС-СОМ (окись углерода). КГС-ДУ, КГП-ДУ (диоксид углерода). КАМ (метан); Лаза-1 (пыль).
Противопыльный предфильтр	Регенеративный патрон типа РП	Термометры: – ТМ-4, ТМ-8.
Фильтры-поглотители ФШООУ; ФПУ-200; ФП-300	Баллоны с кислородом.	Психрометры: – М-19, СКВ.
Фильтры поглотители окиси углерода		Анемометры: – МС-13.АСО-3
Клапаны избыточного давления.		Тягонапорометры: ТНЖ-Н, ТНМП, НМП, ТДМ, ДНМП, ТАК

## РАЗДЕЛ 4. ОСНОВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

### Глава 8. ВЫЯВЛЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

#### 8.1. Прогнозирование и оценка возможных чрезвычайных ситуаций на опасных промышленных объектах

Радиационная обстановка характеризуется масштабом (размером территории заражения) и степенью (мощностью дозы – уровнем радиации) радиоактивного заражения, а также влиянием этого заражения на действия формирований ГО, работу объектов экономики и жизнедеятельность населения.

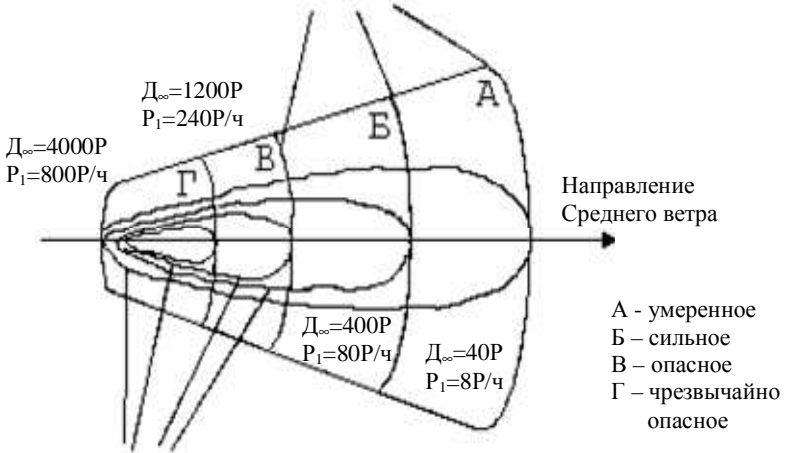
Радиационная обстановка может создаваться при применении противником ядерного оружия, вследствие заражения радиоактивным веществом воздуха, местности и расположенных на ней сооружений, техники и имущества, а также при авариях на атомных электростанциях.

Для определения влияния радиоактивного заражения необходимо вначале произвести выявление радиационной обстановки и после этого её оценку.

Обычно при наличии сведений об опасности радиоактивного заражения проводят прогнозирование радиационной обстановки, используя известные зависимости, данные о параметрах источника радиоактивного заражения (время, мощность, вид и место ядерного взрыва или выброса АЭС), информацию о метеоусловиях (направление и скорость среднего ветра).

При этом (с вероятностью 0,9) считается, что заражение возможно на территории, ограниченной углом 40 град с вершиной в эпицентре взрыва. Фактическая площадь заражения в пределах указанного района составит примерно 30% площади данного сектора. В секторе выделяют четыре зоны возможного заражения **А**, **Б**, **В** и **Г**. На внешней границе зоны возможного умеренного заражения (**А**) доза радиации за время полного распада радиоактивных веществ составляет 40 Р, а уровень радиации через 1 ч после взрыва – 8 Р/ч. На внешних границах зон возможного сильного (**Б**), опасного (**В**) и чрезвычайно опасного (**Г**) заражения дозы радиации до полного распада радиоактивных веществ соответственно равны 400, 1200 и 4000 Р, а уровни радиации через 1 ч после взрыва – 80, 240 и 800 Р/ч (рис. 11).

## Внешние границы зон возможного заражения



Фактические границы зон заражения (А, Б, В, Г) при сложных метеоусловиях

Рис. 11. Схема нанесения зон возможного заражения

Приблизительно удаление внешних границ зон от эпицентра взрыва по оси следа радиоактивного облака может быть определено по табл. 32 или по следующей зависимости:

$$R = 5,43 \sqrt[2,2]{\frac{qV}{P_1}}, \quad (8.1)$$

где  $R$  – удаление внешних границ зон от эпицентра взрыва, км;  $q$  – мощность взрыва, кт;  $V$  – скорость среднего ветра, км/ч;  $P_1$  – уровень радиации на границе зоны через 1 ч после взрыва, Р/ч.

Прогнозирование позволяет в короткие сроки определить ожидаемые масштабы и степень радиоактивного заражения.

Фактическая радиационная обстановка может быть определена только по данным радиационной разведки. Выявленные при этом уровни радиации в различных точках на местности заносятся в журнал. Примерная форма журнала и порядок его заполнения приведены в табл. 33.

Таблица 32

**Размеры зон заражения на следе радиоактивного облака наземного ядерного взрыва в зависимости от мощности взрыва и скорости ветра**

Мощность взрыва, кг	Скорость среднего ветра, км/ч	Размеры зон заражения, км							
		А		Б		В		Г	
		R	b	R	b	R	b	R	b
1	25	15	2,8	5,3	1	2,7	0,6	1,2	0,2
	50	19	2,6	5,2	0,9	2,4	0,5	1,1	0,2
	75	20	2,6	4,9	0,8	2,2	0,5	1,1	0,2
10	25	43	5,7	17	2,5	9,9	1,5	4,9	0,8
	50	54	6,4	19	2,5	9,7	1,4	4,3	0,7
	75	61	6,7	18	2,3	9,2	1,3	4,0	0,7
20	25	58	7,2	24	3,3	14	1,9	6,6	1,1
	50	74	8,3	27	3,3	14	1,9	6,5	1,0
	75	83	8,7	26	3,2	14	1,8	5,8	0,9
50	25	87	9,9	36	4,7	23	3,0	12,0	1,7
	50	111	11,0	43	4,7	23	3,0	12,0	1,7
	75	126	12,0	45	4,7	23	2,8	11,0	1,5
100	25	116	12,0	49	6,1	31	4,0	18,0	2,2
	50	150	14,0	60	6,4	35	3,9	17,0	2,0
	75	175	15,0	64	6,3	35	3,8	17,0	1,9
200	25	157	15	67	7,8	43	5,3	26	2,8
	50	200	18	83	8,4	50	5,3	26	2,7
	75	233	20	90	8,4	50	5,3	26	2,6
500	25	231	21	100	19	65	7,4	41	4,3
	50	300	25	125	12	78	7,7	42	4,3
	75	346	27	140	12	83	7,7	39	4,3
1000	25	309	26	135	13	89	9,5	55	5,7
	50	402	31	170	15	109	10	61	5,6
	75	466	34	192	16	118	10	60	5,6

Таблица 33

**Форма журнала радиационной разведки и наблюдения**

№ п/п	Дата и время ядерного взрыва	Место измерения	Время измерения, ч, мин	Уровень радиации при измерении, Р/ч	Уровень радиации, приведенный к 1 ч после ядерного взрыва, Р/ч
1	25.04 14.00	Проходная завода № 1	16.00	20	46
...	...	...	...	...	...



После выявления радиационной обстановки производят ее оценку. Под оценкой радиационной обстановки понимают определение на основании анализа данных радиационной обстановки возможности производственной деятельности объектов экономики, действий формирований ГО и населения в условиях радиоактивного заражения.

На практике оценка радиационной обстановки сводится к решению задач по определению возможных доз облучения, допустимой продолжительности пребывания людей на зараженной местности, возможного времени начала ведения спасательных работ, режимов защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов и т.д.

Ниже приведены методика и решение типовых задач по оценке радиационной обстановки.

## 8.2. Приведение уровня радиации к одному времени после ядерного взрыва

Приведение уровня радиации к одному времени после взрыва необходимо для сравнения интенсивности излучения в различных точках на местности, а также определения зон заражения.

Изменение активности радиоактивных излучений с течением времени подчиняется следующей зависимости:

$$P_t = P_0 \left( \frac{t}{t_0} \right)^{-1,2}, \quad (8.2)$$

где  $P_0$  – известный уровень радиации в момент времени  $t_0$  после взрыва;  $P_t$  – уровень радиации в рассматриваемый момент времени  $t$ , отсчитанный также с момента взрыва.

Приняв  $t_0 = 1$ , получим

$$P_t = P_1 K_t, \quad (8.3)$$

где  $P_1$  – уровень радиации на 1 ч после взрыва;  $K_t = t^{-1,2}$  – коэффициент спада уровня радиации во время (табл. 34).

## Коэффициенты спада уровня радиации

$t, \text{ч}$	$K_t$	$t, \text{ч}$	$K_t$	$t, \text{ч}$	$K_t$	$t, \text{ч}$	$K_t$
0,25	5,278	6,25	0,110	12,25	0,049	18,25	0,0306
0,50	2,297	6,50	0,106	12,50	0,048	18,50	0,0302
0,75	1,412	6,75	0,101	12,75	0,047	18,75	0,0297
1,0	1,0	7,0	0,097	13,0	0,046	19,0	0,0292
1,25	0,765	7,25	0,093	13,25	0,045	19,25	0,0288
1,50	0,615	7,50	0,089	13,50	0,044	19,50	0,0283
1,75	0,510	7,75	0,086	13,75	0,043	19,75	0,0279
2,0	0,435	8,0	0,082	14,0	0,042	20,0	0,0275
2,25	0,378	8,25	0,079	14,25	0,041	20,25	0,0271
2,50	0,333	8,50	0,077	14,50	0,040	20,50	0,0266
2,75	0,297	8,75	0,074	14,75	0,039	20,75	0,0263
3,0	0,268	9,0	0,071	15,0	0,0388	21,0	0,0259
3,25	0,243	9,25	0,069	15,25	0,038	21,25	0,0255
3,50	0,222	9,50	0,067	15,50	0,0372	21,50	0,0252
3,75	0,204	9,75	0,065	15,75	0,0366	21,75	0,0248
4,0	0,189	10,0	0,063	16,0	0,0359	22,0	0,0244
4,25	0,176	10,25	0,061	16,25	0,0352	22,25	0,0242
4,50	0,164	10,50	0,059	16,50	0,0346	22,50	0,0238
4,75	0,154	10,75	0,058	16,75	0,0339	22,75	0,0235
5,0	0,145	11,0	0,056	17,0	0,0334	23,0	0,0232
5,25	0,137	11,25	0,055	17,25	0,0328	23,25	0,0229
5,50	0,129	11,50	0,053	17,50	0,0322	23,50	0,0226
5,75	0,123	11,75	0,052	17,75	0,0317	23,75	0,0223
6,0	0,116	12,0	0,051	18,0	0,0312	24,0	0,022

Из выражения (8.3) видно, что отношение уровня радиации на любое время после взрыва к коэффициенту спада уровня радиации на это же время в какой-либо точке на местности есть величина постоянная, равная значению уровня радиации на 1 ч после взрыва:

$$\frac{P_{t_n}}{K_{t_n}} = \dots = \frac{P_{t_m}}{K_{t_m}} = P_1 = \text{пост} \quad .$$

**Пример 1.**

На территории склада объекта народного хозяйства (пункт А) уровень радиации через 2 ч после взрыва  $P_2 = 26,1$  Р/ч. Уровень радиации, измеренный на территории гаража объекта (пункт Б) через 5 ч после взрыва,  $P_5 = 8,7$  Р/ч. Сравнить интенсивность излучения в этих районах.

**Решение.**

Уровень радиации на 1 ч после взрыва в пункте А

$$P_{1A} = \frac{P_2}{K_2} = \frac{26,1}{0,435} = 60 \text{ Р/ч} .$$

Уровень радиации на 1 ч после взрыва в пункте Б

$$P_{1Б} = \frac{P_5}{K_5} = \frac{8,7}{0,145} = 60 \text{ Р/ч} .$$

Таким образом, интенсивность излучения на территории склада и гаража одинакова.

Если время, прошедшее после взрыва, неизвестно, то его определяют по скорости спада уровня радиации со временем. Для этого измеряют в одной и той же точке местности два раза уровень радиации с определенным временным интервалом  $\Delta t$ . По отношению уровней радиации при втором  $P_{II}$  и первом  $P_I$  измерении  $P_{II}/P_I$  и по промежутку времени между измерениями  $\Delta t$  определяют время, прошедшее после взрыва до второго измерения (табл. 35).

Таблица 35

**Время, прошедшее после взрыва до второго измерения уровней радиации на местности**

$\frac{P_{II}}{P_I}$	Время между измерениями $\Delta t$									
	10 мин	15 мин	20 мин	30 мин	45 мин	1 ч	1,5 ч	2 ч	2,5 ч	3 ч
0,95	4,00	6,00	8,00	12,00	18,00	24,00	36,00	48,00	60,00	72,00
0,9	2,00	3,00	4,00	6,00	9,00	12,00	18,00	24,00	30,00	36,00
0,85	1,20	2,00	2,40	4,00	6,00	8,00	12,00	16,00	20,00	24,00
0,8	1,00	1,30	2,00	3,00	4,30	6,00	9,00	12,00	15,00	18,00
0,75	0,50	1,10	1,40	2,30	3,40	5,00	7,00	9,00	12,00	14,30
0,7	0,40	1,00	1,20	2,00	3,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
0,6	0,30	0,45	1,00	1,30	2,10	3,00	4,30	6,00	7,00	9,00
0,5		0,35	0,45	1,10	1,45	2,20	3,30	4,30	5,30	7,00
0,4			0,35	0,55	1,25	1,50	2,50	3,40	4,40	5,30
0,3				0,45	1,10	1,35	2,20	3,10	4,00	4,40
0,2				0,42	1,00	1,20	2,00	2,40	3,20	4,00

**Пример 2.**

В 6 ч 45 мин измеренный уровень радиации  $P_I = 80$  Р/ч, в 7 ч – уровень радиации стал равным  $P_{II} = 56$  Р/ч. Определить время взрыва.

**Решение.**

Определяем отношение  $P_{II}/P_I = 56/80 = 0,7$ . По табл. 32, пользуясь схемой (рис. 12), для отношения  $P_{II}/P_I = 0,7$  и  $\Delta t = 15$  мин находим  $T = 1$  ч.

$P_{II}/P_I$	Время между измерениями, мин						
	...	15	...	...	...	...	...
...		↓					
0,7	→	1 ч					
...							
...							

Рис. 12. Схема для решения примера 2

Следовательно, взрыв произошел за 1 ч до второго измерения, т.е. в 6 ч.

### 8.3. Определение возможных доз облучения при действиях на местности, зараженной радиоактивными веществами

Доза радиации, которую могут получить люди за время нахождения на одной и той же местности за время от  $t_H$  до  $t_K$ , определяется интегрированием мощности дозы (8.2) по времени:

$$D = \int_{t_H}^{t_K} P(t) dt .$$

В результате интегрирования с учетом защитных свойств зданий, сооружений, транспорта и т.п. получим

$$D = \frac{5 P_H t_H - 5 P_H t_H}{K_{осл}} , \quad (8.4)$$

где  $t_H, P_H$  – соответственно время начала пребывания в зоне заражения, отсчитанное с момента взрыва, и уровень радиации на это время;  $t_K, P_K$  – соответственно время окончания пребывания в зоне заражения,

отсчитанное с момента взрыва, и уровень радиации на это время;  $K_{\text{осл}}$  – коэффициент ослабления дозы гамма-излучения.

На практике для вычисления дозы радиации часто пользуются упрощенной формулой, дающей по сравнению с зависимостью (8.4) при расчетах в первые часы после взрыва завышенный результат, что видно из рис. 13:

$$Д = \frac{P_{\text{ср}} \Delta t}{K_{\text{осл}}}, \quad (8.5)$$

где  $P_{\text{ср}} = \frac{P_n + P_k}{2}$  – средний уровень радиации за время  $\Delta t$ ;  $\Delta t$  – время пребывания в зоне заражения (время облучения);  $K_{\text{осл}}$  – коэффициент ослабления дозы радиации (гамма-излучения).

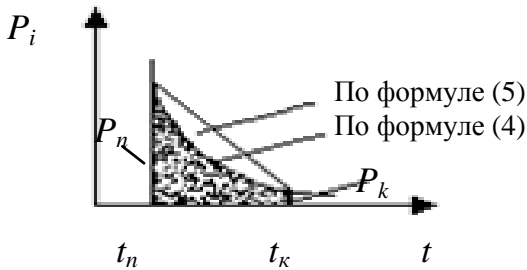


Рис. 13. Графическое определение дозы радиации

Если неизвестно время начала и окончания пребывания в зоне заражения, но производилось определенное количество измерений уровня радиации, то для определения среднего уровня радиации используется формула

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n},$$

где  $P_i$  – уровень радиации в момент измерения  $t_i$ ;  $n$  – число измерений.

**Пример 3.**

Спасательной группе предстоит вести работы на зараженной местности, уровень радиации на которой через 2 ч после взрыва составляет 20 Р/ч. Группа приступает к работе через 3 ч после взрыва. Определить дозу радиации, которую может получить личный состав в течение 4 ч работы.

**Решение.**

Определение дозы радиации произведем по формулам (8.4), (8.5) и сравним полученные результаты:

$$1. \quad D = \frac{5P_n t_n - 5P_k t_k}{K_{\text{осл}}}.$$

Определим уровни радиации в момент начала и окончания работы:

а) уровень радиации через 3 ч после взрыва

$$P_3 = P_1 K_3, \text{ но } P_1 = \frac{P_2}{K_2}. \text{ Тогда}$$

$$P_3 = \frac{P_2}{K_2} K_3 = \frac{20 \cdot 0,267}{0,435} = 12,27 \text{ Р/ч;}$$

б) уровень радиации через 7 ч после взрыва

$$P_7 = \frac{P_2}{K_2} K_7 = \frac{20 \cdot 0,0968}{0,435} = 4,45 \text{ Р/ч.}$$

Доза радиации

$$D = \frac{5P_3 \cdot 3 - 5P_7 \cdot 7}{1} = \frac{5 \cdot 12,27 \cdot 3 - 5 \cdot 4,45 \cdot 7}{1} = 28,85 \text{ Р.}$$

2. По упрощенной зависимости получим

$$D = \frac{P_{\text{ср}} \Delta t}{K_{\text{осл}}} = \frac{P_3 + P_7}{2} \frac{\Delta t}{1} = \frac{12,27 + 4,45}{2} = 33,44 \text{ Р.}$$

Коэффициент ослабления дозы радиации для многослойных перекрытий из различных материалов рассчитывается по формуле

$$K_{\text{осл}} = K_{\text{осл}1} \cdot K_{\text{осл}2} = 2^{-\frac{h_1}{d_{\text{пол}1}}} \cdot 2^{-\frac{h_2}{d_{\text{пол}2}}},$$

где  $h_i$  – толщина слоя материалов, см;  $d_{\text{пол}i}$  – значение слоя половинного ослабления дозы соответствующим материалом. Значения  $d$  для материалов приведены в табл. 36.

Таблица 36

**Толщина слоя половинного ослабления радиации для различных материалов  $d$**

Материал	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Толщина слоя, см		
		γ-излучение проникающей радиации	γ-излучение радиоактивного заражения	нейтроны
Вода	1	23	13	2,7
Древесина	0,7	33	18,5	9,7
Грунт	1,6	14,4	8,1	12,0
Кирпич	1,6	14,4	8,1	9,1
Бетон	2,3	10	5,7	12,0
Полиэтилен	0,95	24,0	14,0	2,7
Стеклопластик	1,7	12,0	8,0	4,0
Сталь, железо	7,8	3	1,7	11,5
Свинец	11,3	2	1,2	12

При движении по зараженной радиоактивными веществами местности люди будут подвергаться в пути облучению различной интенсивности. Дозу радиации в этом случае можно рассчитать по следующей зависимости:

$$D = \frac{T}{2(n-1)} \frac{(P_1 + 2P_2 + 2P_3 + \dots + 2P_{n-1} + P_n)}{K_{\text{осл}}},$$

где  $T$  – время преодоления зараженной местности (время облучения);  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – уровни радиации в различных пунктах маршрута, пересчитанные на время прохождения этих пунктов;  $n$  – число пунктов маршрута с известными уровнями радиации.

Наименьшую дозу радиации можно будет получить, если пересекать зону заражений по кратчайшему пути – перпендикулярно оси следа радиоактивного облака (рис. 14).

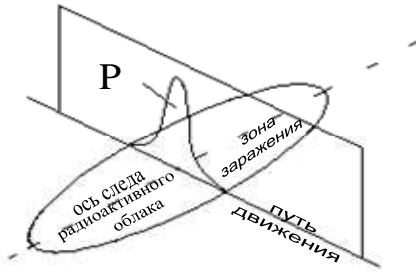


Рис. 14. Изменение уровня радиации при пересечении зоны заражения, перпендикулярно оси следа радиоактивного облака

Рассчитаем дозу радиации по формуле (8.5):

$$D = \frac{P_{\text{ср}} \Delta t}{K_{\text{осл}}}$$

В рассматриваемом случае  $P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{max}}}{4}$  (рис. 15), где  $P_{\text{max}}$  – максимальный уровень радиации при преодолении зоны заражения. Время преодоления зоны  $\Delta t = l/v$ , где  $l$  – длина пути в зоне заражения;  $v$  – скорость передвижения.

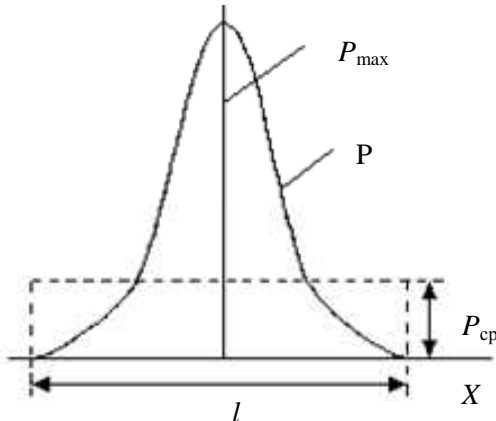


Рис. 15. Определение среднего значения уровня радиации



После подстановки  $P_{\text{ср}}$  и  $\Delta t$  получим

$$D = \frac{P_{\text{max}} l}{4VK_{\text{осл}}}. \quad (8.6)$$

#### 8.4. Определение допустимой продолжительности пребывания людей на зараженной территории

Работа на местности, зараженной радиоактивными веществами, возможна при условии получения дозы ниже допустимого значения. Получаемая доза зависит от следующих факторов:

– уровня радиации к моменту входа в зараженный район (место работы),  $P_{\text{вх}}$ ;

– защитных свойств сооружений, помещений, средств передвижения, обладающих определенным коэффициентом ослабления дозы,  $K_{\text{осл}}$ ;

– времени, прошедшего после взрыва до момента входа в зараженный район,  $t_{\text{вх}}$  (от этого зависит скорость снижения уровня радиации);

– времени пребывания в зоне заражения,  $\Delta t$ .

Поэтому определение допустимой продолжительности пребывания на зараженной территории  $\Delta t_{\text{доп}}$  производится при заданных значениях  $P_{\text{вх}}$ ,  $t_{\text{вх}}$ ,  $K_{\text{осл}}$  и допустимом значении радиации  $D_{\text{доп}}$ .

Согласно (8.4)

$$D_{\text{доп}} = \frac{5 P_{\text{вх}} t_{\text{вх}} - 5 P_{\text{вых}} t_{\text{вых}}}{K_{\text{осл}}}.$$

Учитывая, что  $P_{\text{вых}} = P_{\text{вх}} \left( \frac{t_{\text{вых}}}{t_{\text{вх}}} \right)^{-1,2}$  и  $t_{\text{вых}} = t_{\text{вх}} + \Delta t_{\text{доп}}$ , после

преобразования получим

$$\Delta t_{\text{доп}} = \frac{t_{\text{вых}}^6}{\left( t_{\text{вх}} - \frac{D_{\text{доп}} K_{\text{осл}}}{5P_{\text{вх}}} \right)^5} - t_{\text{вх}}. \quad (8.7)$$

**Пример 4.**

Спасательная команда вошла в зону заражения через 4 ч после взрыва при уровне радиации  $P_4 = 20$  Р/ч. Определить допустимую продолжительность работы на автокранах ( $K_{\text{осл}} = 2$ ), если допустимая доза радиации равна 30 Р.

**Решение.**

Определим по формуле (8.7) допустимую продолжительность работы на автокранах:

$$\Delta t_{\text{доп}} = \frac{t_{\text{ВЫХ}}^6}{\left(t_{\text{ВХ}} - \frac{D_{\text{доп}} K_{\text{осл}}}{5 P_{\text{ВХ}}}\right)^5} - t_{\text{ВХ}} = \frac{4^6}{\left(4 - \frac{30 \cdot 2}{5 \cdot 20}\right)^5} - 4 = 5,01 \text{ ч.}$$

### 8.5. Определение допустимого времени начала ведения спасательных работ при заданных дозе радиации и продолжительности работы

При определении допустимого времени начала ведения спасательных работ принимают, что изменение уровня радиации за время работы происходит по линейному закону (рис. 16), что справедливо при небольшой продолжительности работы первой смены.

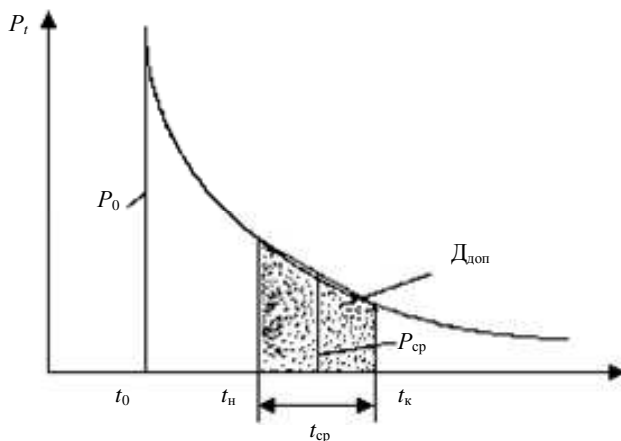


Рис. 16. Определение  $t_n$  по  $P_{\text{ср}}$

Используя зависимость (8.5), заданные значения продолжительности ведения работы  $\Delta t$  и допустимую (заданную) дозу радиации  $D_{\text{доп}}$ , определяют, при каком среднем уровне радиации необходимо работать, чтобы за время работы  $\Delta t$  получить дозу радиации

$$P_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{доп}} K_{\text{осл}}}{\Delta t}.$$

По известному уровню  $P_0$  для времени  $t_0$  (выявленные при разведке) определяют, в какой момент времени после взрыва установится уровень  $P_{\text{ср}}$ , используя зависимость

$$\frac{P_0}{K_{t_0}} = \frac{P_{\text{ср}}}{K_{t_{\text{ср}}}} = P_1.$$

По рассчитанному  $K_{t_{\text{ср}}}$  из табл. 34 определяют соответствующее этому значению  $t_{\text{ср}}$ .

Время начала работы определяется как

$$t_{\text{н}} = t_{\text{ср}} - \frac{\Delta t}{2}.$$

## **8.6. Определение количества смен для проведения спасательных и других неотложных работ и времени работы каждой смены, исходя из сложившейся радиационной обстановки**

При планировании ведения спасательных и других неотложных работ в условиях радиоактивного заражения необходимо иметь данные о продолжительности ведения работ и уровнях радиации. В этом случае можно рассчитать потребное количество смен формирований на весь период работ.

Потребное количество смен  $n$  определяется путем деления суммарной дозы облучения  $D_{\Sigma}$ , которая может быть получена за все время работы, на установленную (допустимую) для каждой смены дозу облучения  $D_{\text{доп}}$ :

$$n = D_{\Sigma} / D_{\text{доп}}.$$

Продолжительность работы каждой смены определяют по методике, рассмотренной в разделе 8.4. Продолжительность работы последующих смен будет увеличиваться из-за понижения уровня радиации со временем.

### 8.7. Определение режимов защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов

Под режимом защиты в зонах радиоактивного заражения понимают порядок применения средств и способов защиты, предусматривающих уменьшение возможных максимальных доз облучения и исключения радиационных потерь.

В процессе трудовой деятельности люди могут находиться какое-то время в защитных сооружениях  $t_{з.с.}$ , в производственных зданиях  $t_{пр.}$ , в жилых помещениях  $t_{ж.}$ , средствах транспорта  $t_{тр.}$ , на открытой местности  $t_{откр}$  и т.д. Ожидаемая суммарная доза радиации, полученная людьми при соблюдении режима защиты,  $D_{\Sigma p}$  будет складываться из доз, полученных за время нахождения в защитных сооружениях  $D_{з.с.}$ , за время нахождения в производственных зданиях  $D_{пр.}$ , за время нахождения в жилых помещениях  $D_{ж.}$ , за время пребывания в средствах транспорта  $D_{тр.}$ , на открытой местности  $D_{откр}$ :

$$D_{\Sigma p} = D_{з.с.} + D_{пр.} + D_{ж.} + D_{тр.} + D_{откр} .$$

Эта доза будет меньше дозы, которую получили бы люди, если бы они все это время находились на открытой местности.

Ослабление дозы облучения при соблюдении режима радиационной защиты характеризуется коэффициентом защищенности  $C$ , который показывает, во сколько раз доза, полученная при данном режиме защиты,  $D_{\Sigma p}$  меньше дозы, которую получили бы люди, находясь все время на открытой местности,  $D_0$ :

$$C = D_0 / D_{\Sigma p} .$$

Приближенно коэффициент защищенности для соответствующего режима может быть рассчитан по следующей зависимости:

$$C = \frac{T}{\frac{t_{3.c}}{K_{oc}^{3.c}} + \frac{t_{пр}}{K_{oc}^{пр}} + \frac{t_{ж}}{K_{oc}^{ж}} + \frac{t_{тр}}{K_{oc}^{тр}} + t_{откр}}$$

где  $T = t_{3.c} + t_{пр} + t_{ж} + t_{тр} + t_{откр}$  – общее время пребывания людей в зоне заражения, ч.

При отсутствии радиоактивного заражения местности можно предварительно рассчитать несколько режимов защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов с различными значениями  $C$ .

При появлении радиоактивного заражения, выявив радиационную обстановку, подсчитывают коэффициент защищенности, при котором люди получили бы дозу радиации не более допустимого (заданного) значения. Этот коэффициент, называемый коэффициентом «безопасной» защищенности  $C_6$ , показывает, во сколько раз доза  $D_0$ , которую получили бы люди, если все время находились бы на открытой местности, больше допустимой дозы  $D_{доп}$ :

$$C_6 = \frac{D_0}{D_{доп}} = \frac{5P_{вх} t_{вх} - 5P_{вых} t_{вых}}{D_{доп}}$$

где  $t_{вх}$ ,  $P_{вх}$  – время входа (начало облучения) и уровень радиации, соответствующий этому времени;  $t_{вых}$ ,  $P_{вых}$  – время выхода (окончания облучения) и уровень радиации, соответствующий этому времени.

Подсчитав  $C_6$ , выбирают такой режим, чтобы  $C \geq C_6$ . В этом случае рабочие и служащие получают дозу  $D_{\Sigma D} \leq D_{доп}$ .

На предприятиях могут применяться типовые режимы защиты, предусматривающие на первом этапе непрерывное пребывание людей в защитных сооружениях (когда уровень радиации высокий), на втором этапе – работу в производственных зданиях и отдых в защитных сооружениях, на третьем этапе – работу в производственных зданиях, отдых в жилых помещениях с ограниченным пребыванием на открытой местности (до 2 ч).

В табл. 37 приведены некоторые варианты типовых режимов производственной деятельности для объектов, имеющих защитные сооружения с коэффициентами ослабления радиации  $K_{осл} = 25 \dots 50$  и  $K_{осл} = 1000$  и более. Они разработаны по приведенной выше методике для двухсменной работы рабочих и служащих в производственных зданиях с

коэффициентами ослабления дозы  $K_{\text{осл}} = 7$  и для условий отдыха в каменных домах с  $K_{\text{осл}} = 10$ .

Например, рабочим и служащим, использующим защитные сооружения ( $K_{\text{осл}} = 1000$ ), при уровне радиации через 1 ч после ядерного взрыва  $P_1 = 240$  Р/ч необходимо на первом этапе прекратить работу на 6 ч и это время находиться в защитных сооружениях. После этого на втором этапе восстанавливается производственная деятельность, когда одна смена приступает к работе, а вторая находится в защитном сооружении. Затем отработавшая смена направляется для отдыха в защитное сооружение, а вторая смена приступает к работе. Продолжительность второго этапа 18 ч. Через 24 ч (6 ч 1-го этапа и 18 ч 2-го этапа) рабочие и служащие переходят к выполнению 3-го этапа с ограниченным пребыванием на открытой местности и отдыхом в жилых домах продолжительностью 120 ч. Общая продолжительность соблюдения режима – 144 ч (6 суток).

Таблица 37

### Режимы защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов

Уровень радиации через 1 ч после взрыва, Р/ч	Этапы режима, ч						Общая продолжительность соблюдения режима, сут
	1-й		2-й		3-й		
	$K_{\text{осл}}$ 50	$K_{\text{осл}}$ 1000	$K_{\text{осл}}$ 50	$K_{\text{осл}}$ 1000	$K_{\text{осл}}$ 50	$K_{\text{осл}}$ 1000	
50	До 3 ч		Можно не использовать		До 10 ч		1
80	3	3	9	7	24	26	1,5
240	12	6	28	18	104	120	6

#### Пример 5.

На объекте экономики предварительно были разработаны режимы защиты рабочих и служащих со следующими коэффициентами защищенности:  $C_1 = 8$ ;  $C_2 = 6$ ;  $C_3 = 4$ . Определить, какой из рассчитанных режимов защиты обеспечит безопасную работу рабочих и служащих в течение первых суток, если радиоактивное заражение произошло через 2 ч после взрыва и уровень радиации при этом достиг значения  $P_1 = 50$  Р/ч. Допустимая доза радиации 25 Р.

#### Решение.

Определим коэффициент «безопасной» защищенности:

$$C_6 = \frac{5P_{\text{вх}} t_{\text{вх}} - 5P_{\text{вых}} t_{\text{вых}}}{D_{\text{доп}}} = \frac{5P_1 \cdot 2 - 5P_{26} \cdot 26}{D_{\text{доп}}};$$

$$P_{26} = \frac{P_2}{K_2} K_{26} = \frac{50 \cdot 0,02}{0,435} = 2,5 \text{ Р/ч};$$
$$C_6 = \frac{5 \cdot 50 \cdot 2 - 5 \cdot 2,5 \cdot 26}{25} = 7,0 \cdot$$

Необходимо, чтобы  $C \geq C_6$ . Таким образом, только режим с  $C_1 = 8$  сможет обеспечить безопасность работы рабочих и служащих, так как при этом  $D_{\Sigma p} < D_{\text{доп}}$ .

## Глава 9. ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

### 9.1. Основные допущения и ограничения

1. Емкости, содержащие АХОВ, разрушаются полностью.
2. Толщина слоя жидкостей АХОВ ( $h$ ), разлившихся свободно, принимается равной 0,05 м, а для АХОВ, разлившихся в поддон или обвалование, по формулам (9.1) или (9.2):  
для жидкостей имеющих самостоятельный поддон (обвалование):

$$h = H - 0,2, \quad (9.1)$$

- где  $H$  – высота обвалования, м;  
 $h$  – толщина слоя жидкости АХОВ в обваловании, м;  
 для емкостей имеющих общий поддон (обвалование) на группу:

$$h = \frac{Q_0}{F \cdot d}, \quad (9.2)$$

- где  $d$  – плотность АХОВ, т/м<sup>3</sup>;  
 $F$  – реальная площадь разлива в поддон, м<sup>2</sup>;  
 $Q_0$  – количество выброшенного (разлившегося) при аварии АХОВ, т.

3. Предельная продолжительность сохранения метеоусловий –  $N = 4$  ч.

4. Расчеты ведутся по эквивалентным количествам АХОВ. Под эквивалентным количеством АХОВ понимается такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения при данной степени вертикальной устойчивости воздуха количеством данного АХОВ, перешедшим в первичное (вторичное) облако.

### 9.2. Основные исходные данные

- общее количество АХОВ на объекте экономики;
- количество АХОВ, выброшенное в окружающую среду, и характер разлива;
- высота обвалования;
- метеорологические условия (температура воздуха, почвы, скорость ветра в приземном слое (на высоте 10 метров), степень вертикальной устойчивости воздуха);



– плотность (количество) населения в зоне возможного химического заражения и степень его защиты.

### 9.3. Порядок проведения расчетов

1. Вычисляем эквивалентное количество АХОВ, перешедшее в первичное облако, по формуле:

$$Q_{Э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7' \cdot Q_0, \quad (9.3)$$

где  $Q_{Э1}$  – эквивалентное количество АХОВ в первичном облаке, т;  
 $Q_0$  – количество выброшенного (разлившегося) при аварии АХОВ, т  
 $K_1$  – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (табл. 38);  
 $K_3$  – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе АХОВ (см. табл. 38);

$K_5$  – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха 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 (см. табл. 38).

Таблица 38

#### Характеристики ахов и вспомогательные коэффициенты для определения глубин зон заражения

№ п/п	Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м <sup>3</sup>		Температура кипения °С	Пороговая токсодоза, мг мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
		газ	жидкость			$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_7$				
									для -40° С	для -20° С	для 0° С	для 20° С	для 40° С
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	0,75	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
	изотермическое 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	0,1	0,3	1	2,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	Ацетон- циан- гидрин	–	0,932	120	1,9**	0	0,002	0,316	0	0	0,3	1	1,5
5	Водород мышьяко- вистый	0,0035	1,64	–62,47	0,2**	0,17	0,054	0,857	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	1
7	Водород хлористый	0,0016	1,191	–85,10	2	0,28	0,037	0,30	0,64/1	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	6,0	0,2/1	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	1,3
10	Диметил- амин	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
11	Метиламин	0,0014	0,699	–6,5	1,2*	0,13	0,034	0,5	0/0,3	0/0,7	0,5/1	1/1	2,5/1
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	0,056	0/0,5	0,1/1	0,6/1	1/1	1,5/1
14	Метил- акрилат	–	0,953	80,2	6*	0	0,005	0,025	0,1	0,2	0,4	1	3,1
15	Метилмер- каптан	–	0,867	5,95	1,7**	0,06	0,043	0,353	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	0,333	0/0,02	0/0,5	0,3/1	1/1	1,7/1
20	Сероводо- род	0,0015	0,964	–60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
21	Сероугле- род	–	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1
22	Соляная кислота (концент- рирован- ная)	–	1,198	–	2	0	0,021	0,30	0	0,1	0,3	1	1,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
23	Триметил-амин	–	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
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	0,0062	1,568	–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	1112,3	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	Этилен-амин	–	0,838	56,0	4,8	0	0,009	0,125	0,05	0,1	0,4	1	2,2
33	Этилен-сульфид	–	1,005	55,0	0,1*	0	0,013	6,0	0,05	0,1	0,4	1	2,2
34	Этилмеркаптан	–	0,839	35,0	2,2**	0	0,028	0,27	0,1	0,2	0,5	1	1,7

Примечания:

1. Плотности газообразных АХОВ в графе 3 приведены для атмосферного давления. При давлении в емкости отличном от атмосферного плотности газообразных АХОВ определяются путем умножения данных графы 3 на значения давления в кгс/см<sup>2</sup>.
2. В графе 6 численные значения токсодоз, помеченные звездочками, определены ориентировочно расчетом из уравнения  $D = 240 \cdot K \cdot \text{ПДКр.з}$ , где  $D$  – токсодоза, мг·мин/л; ПДКр.з – ПДК рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005-88, мг/л;  $K = 5$  для раздражающих ядов (помечены одной звездочкой),  $K = 9$  для всех прочих ядов (помечены двумя звездочками).
3. Значение  $K_1$  для изотермического хранения аммиака приведено для случая разливов (выбросов) в поддон.
4. В графах 10-14 в числителе значения  $K_7$  для первичного, в знаменателе – для вторичного облака.

2. Вычисляем эквивалентное количество АХОВ, перешедшее во вторичное облако, по формуле:

$$Q_{\dot{\gamma}2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{//} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}, \quad (9.4)$$

где  $Q_{\dot{\gamma}2}$  – количество АХОВ во вторичном облаке, т;

$K_2$  – коэффициент зависящий от физико-химических свойств АХОВ;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. 39);

$K_6$  – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии ( $N$ ) и определяемый из условия (9.5);

$K_7^{//}$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры окружающего воздуха на скорость образования вторичного облака.

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T, \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T, \end{cases} \quad (9.5)$$

где  $T$  – время испарения АХОВ с площади разлива, час, определяется из уравнения (9.12).

Таблица 39

**Значения коэффициента  $K_4$  в зависимости от скорости ветра**

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$K_4$	1	1,33	1,67	2	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	4,34	4,67	5	5,33	5,68

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

$$Q_{\dot{\gamma}} = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \sum_{i=1}^n K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i}^{//} \cdot \frac{Q_i}{d_i}, \quad (9.6)$$

где  $d_i$  – плотность  $i$ -го АХОВ, т/м<sup>3</sup> (см. табл. 38);

$Q_i$  – запасы  $i$ -го АХОВ на объекте, т;

$K_{ji}$  – коэффициенты для  $i$ -го АХОВ;

$n$  – количество одновременно выброшенных в окружающую среду наименований АХОВ.

3. По табл. 40, определяем глубину распространения первичного ( $\Gamma_1$ ) и вторичного ( $\Gamma_2$ ) облаков АХОВ. Общую глубину распространения зараженного воздуха вычисляем по формуле:

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'', \quad (9.7)$$

где  $\Gamma_{\Sigma}$  – общая глубина распространения облака зараженного АХОВ воздуха, км;

$\Gamma'$  – большее из двух значений  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , км;

$\Gamma''$  – меньшее из двух значений  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , км.

Таблица 40

## Глубины зон возможного заражения АХОВ, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т							
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	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
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07
Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т							
	20	30	50	70	100	300	500	1000
1	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	363
2	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	189
3	11,94	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	130
4	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	101
5	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	83,60
6	7,20	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	71,70
7	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	63,16



Из двух значений выбираем наименьшее, соблюдая условие:

$$\Gamma = \min \begin{cases} \Gamma_{\Sigma}, \\ \Gamma_{\Pi}, \end{cases} \quad (9.9)$$

где  $\Gamma$  – глубина зоны возможном» сражения АХОВ, км.

5. Вычисляем площадь зоны возможного заражения АХОВ ( $S_B$ ) по формуле:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi, \text{ км}^2, \quad (9.10)$$

где  $\varphi$  – угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ, град. (табл. 42)

*Таблица 42*

**Угловые размеры зон возможного заражения АХОВ в зависимости от скорости ветра  $U$**

$U, \text{ м/с}$	<0,5	0,6-1	1,1-2	>2
$\varphi$ град	360	180	90	45

6. Вычисляем площадь зоны фактического заражения АХОВ ( $S_{\Phi}$ ) по формуле:

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \text{ км}^2, \quad (9.11)$$

где  $K_8$  – коэффициент, который зависит от степени вертикальной устойчивости воздуха и принимается равным: 0,081 – для инверсии, 0,0133 – для изотермии и 0,235 – для конвекции.

7. Вычисляем продолжительность поражающего действия АХОВ (время испарения АХОВ с площади разлива) по формуле:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{//}}. \quad (9.12)$$

8. Вычисляем время подхода облака зараженного воздуха к заданному объекту:

$$t = \frac{x}{V}, \quad (9.13)$$

где  $x$  – расстояние от источника заражения до заданного объекта, км;  
 $t$  – время подхода облака зараженного воздуха к заданному объекту, ч.

9. Вычисляем возможные общие потери населения в очаге поражения АХОВ по формуле:

$$P^0 = S_{\Phi} \cdot \left[ \frac{\Gamma_{\Gamma}}{\Gamma} \cdot \Delta \cdot K + \left( 1 - \frac{\Gamma_{\Gamma}}{\Gamma} \right) \cdot \Delta' \cdot K' \right], \quad (9.14)$$

где  $P^0$  – общие потери населения в очаге поражения АХОВ, чел;

$\Gamma_{\Gamma}$  – глубина распространения облака зараженного АХОВ воздуха в городе, км;

$\Delta, \Delta'$  – средняя плотность населения соответственно в городе и загородной зоне (чел/км<sup>2</sup>);

$K, K'$  – доля незащищенного населения соответственно в городе и загородной зоне, вычисляемая по формуле:

$$K = 1 - n_1 - n_2, \quad (9.15)$$

$$K' = 1 - n_1' - n_2', \quad (9.16)$$

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

$n_2, n_2'$  – доля населения, обеспеченного убежищами, соответственно в городе и загородной зоне.

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

35% – безвозвратные потери;

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

25% – санитарные потери легкой формы тяжести.

#### 9.4. Отображение зон возможного заражения АХОВ

При аварии (разрушении) объектов с АХОВ условные обозначения наносятся на карту (план, схему) в следующей последовательности:

– точкой синего цвета отмечается место аварии и проводится ось в направлении распространения облака зараженного воздуха;

– на оси следа откладывают величину глубины зоны возможного заражения АХОВ;



– синим цветом наносится зона возможного заражения АХОВ в виде окружности, полуокружности или сектора, в зависимости от скорости ветра в приземном слое воздуха;

– зона возможного химического заражения штрихуется желтым цветом;

– возле места аварии синим цветом делается поясняющая надпись. В числителе – тип и количество выброшенного АХОВ (т), в знаменателе – время и дата аварии (табл. 43).

Таблица 43

### Отображение зон возможного заражения АХОВ на картах (схемах)

№ п/п	Скорость ветра, V (м/с)	Угловые размеры зоны ВХЗ, φ (град)	Вид зоны ВХЗ	Поясняющая надпись	Графическое изображение зоны ВХЗ
1	0,5 и менее	360	окружность	$\frac{\text{хлор} - 10}{6,00 \quad 1,7}$	
2	0,6÷1,0	180	полуокружность	$\frac{\text{хлор} - 5}{7,00 \quad 1,8}$	
3	1,1÷2,0	90	сектор	$\frac{\text{хлор} - 8}{5,00 \quad 3,6}$	
4	более 2,0	45	сектор	$\frac{\text{аммиак} - 10}{4,00 \quad 5,3}$	

**П р и м е ч а н и е:** Зона фактического заражения имеет форму эллипса (на рисунках табл. 43 показана пунктиром), входит в зону возможного химического заражения (ВХЗ) и, обычно, не наносится на карты (схемы) ввиду возможного перемещения облака АХОВ.

Зона возможного химического заражения часто дополнительно подразделяется на:

– район аварии или место разлива АХОВ (непосредственно на карту не наносится);

– зону возможного распространения зараженного воздуха – площадь, в пределах которой распространяются АХОВ с поражающей концентрацией.

Населенные пункты в зоне возможного химического заражения с находящимися в них людьми, сельскохозяйственными животными и растениями составляют очаг возможного химического поражения.

Схема площади зоны возможного химического заражения приведена на рис. 17.

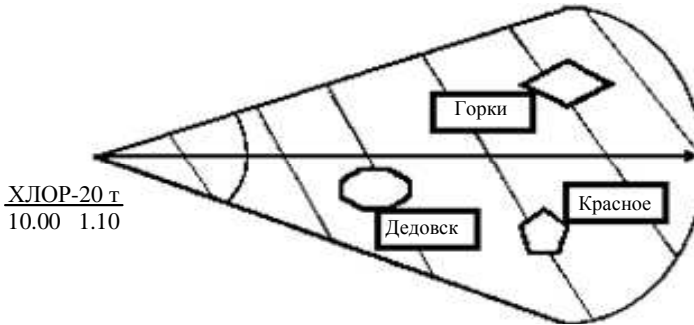


Рис. 17. Схема площади зоны возможного химического заражения

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Остались позади все три раздела учебного пособия. Что же нового Вы узнали? Над какими проблемами задумались впервые? Насколько повысили свой профессиональный уровень. Задумайтесь над этими вопросами, и степень Вашего профессионального совершенства повысится.

Авторам, хочется в заключении обратить внимание читателя на несколько моментов:

1. Система современных средств РХБ защиты стала сложной многоуровневой и многокомпонентной системой. Выбирать из множества образцов этой системы оптимальный комплект, предназначенный для решения конкретно возникшей задачи, становится сложной и неоднозначной проблемой. А на практике чаще всего, по старинке, пытаются обойтись одним типовым набором для всех ситуаций и на всех объектах. В результате стоимость комплекта средств РХБ защиты выше, а эффективность существенно ниже возможного уровня.

Вам совершенствовать систему ГОЧС XXI века. Выберите одним из направлений этого совершенствования – направление оптимизации комплекта средств РХБ защиты в зависимости от объекта и задачи.

2. История применения средств РХБ защиты знает немало примеров, когда люди, в том числе и специалисты, гибли при использовании фильтрующих противогазов, респираторов, установок.

Фильтрующее средство нельзя использовать по принципу «надел и забыл», не погибнуть в нем, находясь в зараженной атмосфере это большое мастерство. Мы не считаем данный вывод преувеличением и очень надеемся на то, что вы в своей практической работе, принимая решение на применение фильтрующих средств защиты будете тщательно выверять режимы использования этих средств.

3. При организации РХБ защиты необходимо всегда помнить есть «РХБ защита населения» – как комплексное мероприятие ГОЧС и есть «РХБ защита сил ГОЧС» – как вид обеспечения действий этих сил.

Естественно, что организация каждого из этих видов РХБ защиты имеет свои особенности и различия, некоторые из которых являются даже принципиальными, а не частными.

Поэтому, организуя РХБ защиту, обязательно разберитесь, защиту какой категории вы организуете – населения или сил, а потом уже приступайте к практической работе.

**Библиографический список**

1. Ефремов С.В. Опасные технологии и производства: Учебное пособие. – СПб.: СПбГПУ. – 2003. – 220 с.
2. В.Н. Александров, В.И. Емельянов. Отравляющие вещества. – М.: Воениздат, 1990. – 272 с.
3. Франке. Химия отравляющих веществ / Пер. с нем. – М: Химия, 1973. –440 с.
4. Антонов Н.С. Химическое оружие на рубеже двух столетий: Монография. – М.: Прогресс, 1994. – 173с.
5. Защита от оружия массового поражения / Под ред. В.В. Мясникова. – М.: Воениздат, 1989. – 398 с.
6. В.Ю. Шигаев. Современное представление о биологическом оружии и его поражающих свойствах. – СПб.: Военно-медицинская академия, 1998. – 42 с.
7. Покровский В.И., Булкина И.Г. Инфекционные болезни с уходом за больными и основами эпидемиологии: Учебник. – М: Медицина, 1985. – 240 с.
8. Биненко В.И. Терроризм и проблемы безопасности: Учебное пособие. – СПб.: СПГТУ, 2002. – 25 с.
9. Гражданская оборона: Учебник / Под ред. Е.П. Шубина. – М.: Просвещение, 1991. – 223 с.
10. Максимов М.Т. Нейтронное оружие и защита от него. – М.: ДОСААФ, 1989. – 55 с.
11. Средства индивидуальной защиты: Справ. изд./ С.Л. Каминский и др. – Л.: Химия, 1989. – 400 с.
12. Это должен знать каждый. Памятка для населения. – М.: Воениздат, 1987. – 94 с.
13. Справочник спасателя. Книга 6. Спасательные работы по ликвидации последствий химического заражения. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1995. – 113 с.
14. А.Ф. Леонов, и др. Современные методы и технические средства борьбы с радиационным терроризмом // Экологические системы и приборы. – 2000. – №5. – с. 7–10.
15. В. Холстов. Всегда готовы к действию // Красная звезда. – 2001. – 13 нояб.
16. Новые разработки ЗАО «Сорбент – Центр внедрение». – Пермь: Сорбент, 2002. – 36 с.
17. Облегченные респираторы. – СПб.: ЗАО «Севзаппромэнерго», 2003. – 21 с.

18. Защитный капюшон. Инструкция по применению. – М.: Эпицентр маркет, 2001. – 6 с.
19. Изолирующие воздушные аппараты. Описание. – СПб.: Гром, 2003. – 6 с.
20. Системные решения по обеспечению безопасности людей. Реклама. – СПб.: Алватекс, 2003. – 6 с.
21. Учебник спасателя / С.К. Шойгу и др. – Краснодар: «Сов.Кубань», 2002. – 528 с.
22. ГОСТ Р 22.9.05-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Комплексы средств индивидуальной защиты спасателей.
23. ГОСТ Р 22.3.05-96. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Средства индивидуальной защиты от радиоактивных веществ.
24. Каммерер Ю.Ю. и др. Защитные сооружения гражданской обороны: устройство и эксплуатация. – М.: Энергостройиздат, 1985.
25. Горшков А.М. Простейшие укрытия для защиты от оружия массового поражения. – М., 1985.
26. Военный парад. № 2 (26) март – апрель 1998 г.
27. Задачи войск гражданской обороны. / Официальный сайт МЧС России. Силы и средства. Версия для печати. 29.11.2003 года.
28. Методические рекомендации по ликвидации последствий радиационных и химических аварий // Часть 1. Ликвидация последствий радиационных аварий / В.А. Владимиров, А.Г. Лукьянченков, К.Н. Павлов, В.А. Пучков, Р.Ф. Садиков, А.И. Ткачев / Под общ. ред. д-ра техн. наук В.А. Владимирова. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС, 2004. – 260 с.
29. Методические рекомендации по ликвидации последствий радиационных и химических аварий // Часть 2. Ликвидация последствий химических аварий / В.А. Владимиров, А.Г. Лукьянченков, К.Н. Павлов, В.А. Пучков, Р.Ф. Садиков, А.И. Ткачев / Под общ. ред. д-ра техн. наук В.А. Владимирова. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС, 2004. – 340 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ</b> .....	4
<b>Глава 1. РАДИАЦИОННО ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ</b> .....	4
1.1. Понятие радиационно опасного объекта (РОО) .....	4
1.2. Классификация аварий на РОО .....	9
1.3. Причины радиоактивных загрязнений.....	17
1.4. Радиационные дозы ионизирующих излучений и нормирование в области радиационной безопасности .....	19
1.5. Единицы измерения ионизирующих излучений. Дозиметрические величины .....	23
<b>Глава 2. ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ</b> .....	26
2.1. Краткая характеристика химически опасных объектов .....	26
2.2. Классификация аварий на химически опасных объектах .....	31
2.3. Аварийно-химически опасные вещества .....	33
2.4. Характер химических аварий и масштабы их последствий .....	37
<b>РАЗДЕЛ 2. РАДИАЦИОННЫЕ, ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ</b> .....	43
<b>Глава 3. ХИМИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ</b> .....	43
3.1. Общая характеристика химического оружия.....	43
3.2. Параметры боевых токсичных химических веществ .....	47
3.3. Характеристика отравляющих веществ .....	49
3.4. Характеристика токсинов и фитотоксикантов.....	52
3.4.1. Характеристика токсинов.....	52
3.4.2. Характеристика фитотоксикантов .....	52
3.5. Нетабельные БТХВ.....	54
3.6. Химические боеприпасы и приборы.....	55
3.6.1. Химические боеприпасы и боевые приборы авиации .....	55
3.6.2. Химические боеприпасы ракет и артиллерии .....	57
3.6.3. Химические боевые части ракет .....	59
3.6.4. Химические боеприпасы ближнего боя .....	59
3.6.5. Маркировка ХБП.....	60
3.7. Химический терроризм .....	60
<b>Глава 4. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ</b> .....	63
4.1. Общая характеристика биологического оружия.....	63
4.1.1. Тенденции развития биологического оружия .....	64
4.2. Характеристика биологических средств.....	65
4.2.1. Номенклатура биологических средств.....	65

4.2.2. Биологические средства, применяемые для поражения животных и сельскохозяйственных посевов .....	65
4.2.3. Биологические средства, применяемые для повреждения техники и материально-технических средств .....	66
4.2.4. Параметры биологических средств .....	66
4.3. Характеристика болезней.....	68
4.4. Характеристика средств применения биологических агентов .....	72
4.5. Биологический терроризм.....	73
<b>Глава 5. ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ</b> .....	74
5.1. Общая характеристика ядерного оружия .....	74
5.2. Нерадиационные поражающие факторы ядерного взрыва .....	75
5.2.1. Ударная волна.....	75
5.2.2. Световое излучение .....	76
5.2.3. Электромагнитный импульс .....	77
5.3. Проникающая радиация .....	78
5.4. Радиоактивное заражение .....	81
5.5. Радиационный терроризм .....	86
<b>РАЗДЕЛ 3. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ И КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ</b> .....	88
<b>Глава 6. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ</b> .....	88
6.1. Фильтрующие средства индивидуальной защиты органов дыхания .....	88
6.1.1. Фильтрующие противогазы и камеры.....	88
6.1.1.1. Общевойсковые фильтрующие противогазы.....	89
6.1.1.2. Гражданские противогазы .....	92
6.1.1.3. Детские фильтрующие противогазы и камеры .....	95
6.1.1.4. Перспективные типы фильтрующих противогазов....	98
6.1.1.5. Промышленные противогазы .....	99
6.1.2. Фильтрующие респираторы и самоспасатели .....	106
6.1.2.1. Противоаэрозольные респираторы .....	106
6.1.2.2. Противогазовые и универсальные респираторы .....	109
6.2. Изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания .....	112
6.2.1. Изолирующие противогазы.....	114
6.2.1.1. Изолирующий противогаз ИП-4М.....	115
6.2.1.2. Изолирующий противогаз ИП-5 .....	115
6.2.2. Дыхательные аппараты и респираторы.....	116
6.2.2.1. Дыхательные аппараты .....	116

6.2.2.2. Респираторы изолирующие .....	117
6.2.3. Изолирующие самоспасатели .....	118
6.2.3.1. Самоспасатели на сжатом воздухе.....	118
6.2.3.2. Самоспасатели на связанном кислороде .....	118
6.2.4. Противогазы шланговые.....	121
6.2.4.1. Противогазы шланговые изолирующие безнапорные.....	122
6.2.4.2. Противогазы шланговые изолирующие воздухонапорные .....	123
6.3. Система средств защиты кожи .....	123
6.4. Фильтрующие средства защиты кожи .....	125
6.4.1. Общевойсковой комплексный защитный костюм ОКЗК .....	125
6.4.2. Общевойсковой фильтрующий комплекс.....	125
6.4.3. Защитная фильтрующая одежда ЗФО-58.....	126
6.4.4. Комплекты фильтрующей защитной одежды ФЗО-МП, ФЗО-МП-А .....	126
6.5. Изолирующие средства защиты кожи .....	127
6.5.1. Общевойсковой защитный комплект ОЗК.....	127
6.5.2. Костюм защитный легкий Л-1 .....	128
6.5.3. Костюм защитный пленочный КЗП .....	128
6.6. Специальные защитные комплекты спасателей .....	128
6.6.1. Изолирующий защитный костюм КИХ-4М.....	129
6.6.2. Изолирующий защитный костюм КИХ-5М.....	129
6.6.3. Комплект защитный аварийный КЗА-1 .....	130
6.6.4. Защитный комплект Ч-20 .....	131
<b>Глава 7. ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ .....</b>	<b>132</b>
7.1. Классификация защитных сооружений гражданской обороны.....	132
7.2. Убежища гражданской обороны .....	132
7.2.1. Общая характеристика убежищ.....	132
7.2.2. Общее устройство убежищ .....	134
7.2.3. Системы вентиляции убежищ.....	136
7.2.4. Вспомогательные помещения убежищ .....	138
7.2.5. Приспосабливаемые и быстровозводимые убежища.....	139
7.3. Противорадиационные укрытия.....	140
7.3.1. Характеристика противорадиационных укрытий .....	140
7.3.2. Системы жизнеобеспечения ПРУ .....	141
7.4. Простейшие укрытия.....	141
7.5. Средства РХБ защиты защитных сооружений.....	142



7.5.1. Фильтровентиляционные установки .....	142
7.5.2. Средства регенерации .....	145
7.5.3. Средства контроля воздуха, микроклимата и оборудования.....	146
7.5.4. Средства радиационной и химической разведки убежищ.....	147
<b>РАЗДЕЛ 4. ОСНОВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ.....</b>	<b>149</b>
<b>Глава 8. ВЫЯВЛЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ .....</b>	<b>149</b>
8.1. Прогнозирование и оценка возможных чрезвычайных ситуаций на опасных промышленных объектах.....	149
8.2. Приведение уровня радиации к одному времени после ядерного взрыва.....	152
8.3. Определение возможных доз облучения при действиях на местности, зараженной радиоактивными веществами.....	155
8.4. Определение допустимой продолжительности пребывания людей на зараженной территории.....	160
8.5. Определение допустимого времени начала ведения спасательных работ при заданных дозе радиации и продолжительности работы.....	161
8.6. Определение количества смен для проведения спасательных и других неотложных работ и времени работы каждой смены, исходя из сложившейся радиационной обстановки .....	162
8.7. Определение режимов защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов .....	163
<b>Глава 9. ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ.....</b>	<b>167</b>
9.1. Основные допущения и ограничения .....	167
9.2. Основные исходные данные .....	167
9.3. Порядок проведения расчетов .....	168
9.4. Отображение зон возможного заражения АХОВ .....	175
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>178</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>179</b>

Учебное издание

**Радоуцкий Владимир Юрьевич  
Шульженко Владимир Николаевич  
Рубанов Юрий Константинович  
Нестерова Надежда Викторовна  
Юрьев Артем Михайлович  
Смаглюк Александр Александрович**

**РАДИАЦИОННАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ  
И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА**

Учебное пособие

Подписано в печать 04.04.07. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 10,8. Уч-изд. л. 11,6.

Тираж 114 экз. Заказ      Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом  
университете им. В.Г. Шухова  
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46