

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**

**Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»**

**С.Ю. Блинов, А.П. Зверев**

**Безопасность  
жизнедеятельности  
в чрезвычайных ситуациях  
техногенного характера**

**Учебное пособие**

**Санкт - Петербург  
2014**

УДК 355.58 (0758)  
ББК 68.9 я 73  
Б 69

Рецензенты:

Начальник территориального отдела (по Центральному району)  
управления гражданской защиты Главного управления МЧС России  
по Санкт-Петербургу Савиных И.Л.

Директор Института военного образования СПбГУТ,  
канд. педагогических наук, доцент Лубянников А.А.

**Блинов С. Ю., Зверев А. П. Безопасность жизнедеятельности в  
чрезвычайных ситуациях техногенного характера. СПб. 2014. - 218с.**

Написано в соответствии с рабочей программой дисциплины  
«Безопасность жизнедеятельности».

Подробно рассмотрены чрезвычайные ситуации техногенного  
характера, связанные с авариями на радиационно опасных, химически  
опасных, пожаро- и взрывоопасных, гидродинамических опасных объектах,  
на железнодорожном, автомобильном, воздушном, водном транспорте и в  
метро, а также на коммунально-энергетических системах.

Приведена классификация опасных явлений, причины возникновения  
техногенных чрезвычайных ситуаций, рассмотрены действия населения  
при угрозе и возникновении опасных факторов.

Предназначено для студентов всех специальностей очного, вечернего  
и заочного обучения. Может быть использовано руководителями занятий  
структурных подразделений университета при обучении работников в  
области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций  
техногенного характера.

## Содержание

<b>Введение</b>	8
<b>Тема 1. Аварии на радиационно опасных объектах</b>	10
1.1. Радиационно опасные объекты	10
1.2. Радиационная обстановка в Санкт-Петербурге и Ленинградской области	13
1.3. Причины возникновения радиационных излучений. Естественные и искусственные источники радиоактивного излучения	14
1.4. Радиоактивное излучение. Единицы измерения	18
1.5. Классификация радиационно опасных аварий	23
1.6. Характеристика зон возможного радиоактивного загрязнения при аварии на радиационно опасном объекте	25
1.7. Международная шкала событий на АЭС (МАГАТЭ)	29
1.8. Оценка безопасности жизнедеятельности работников организации при радиоактивном загрязнении местности	30
1.8.1. Исходные условия прогнозирования и оценки радиационной обстановки	30
1.8.2. Определение уровня радиоактивного излучения на 1 час после аварии на АЭС	31
1.8.3. Определение возможной дозы облучения персонала объекта, работающего на открытой территории и в помещениях	31
1.8.4. Определение допустимого времени пребывания персонала на радиоактивно загрязненной местности	32
1.8.5. Разработка инженерно-технических мероприятий по повышению БЖД персонала в случае радиоактивного загрязнения местности	34
1.9. Воздействие на человека ионизирующего излучения	35
1.10. Профилактика воздействия на организм человека ионизирующих излучений	39
1.11. Защита населения от ионизирующих излучений	41
1.11.1. Эвакуация населения при аварии на радиационно опасном объекте и выпадении радиоактивных осадков	42
1.11.2. Индивидуальная защита населения от воздействия радиоактивного загрязнения при аварии на радиационно опасном объекте	44
1.11.3. Рекомендации по применению препаратов стабильного йода населением (йодная профилактика)	45
1.12. Мероприятия по защите работников организаций при угрозе возникновения аварии на радиационно опасном объекте	48
Контрольные вопросы	51
<b>Тема 2. Аварии на химически опасных объектах</b>	52
2.1. Опасности аварий на химически опасных объектах для	

человека и окружающей природной среды	52
2.2. Аварии на химически опасных объектах	55
2.2.1. Классификация химически опасных объектов	55
2.2.2. Аварийно химические опасные вещества и их классификация	57
2.2.3. Токсикологические характеристики аварийно химически опасных веществ	60
2.2.4. Физико-химические характеристики аварийно химически опасных веществ	62
2.2.5. Характеристика наиболее распространенных аварийно химически опасных веществ	63
2.3. Процесс протекания аварии на химически опасном объекте	74
2.4. Прогнозирование и оценка химической обстановки в случае аварии на химически опасном объекте	77
2.4.1. Исходные условия прогнозирования и оценки химической обстановки	77
2.4.2. Определение параметров зоны химического заражения	77
2.4.3. Определение времени подхода зараженного облака к предприятию	79
2.4.4. Определение времени поражающего действия АХОВ	80
2.4.5. Определение возможных потерь среди работников предприятия	81
2.5. Мероприятия по снижению тяжести последствий и защите персонала при аварии на химически опасном объекте	82
2.5.1. Организационные мероприятия	83
2.5.2. Инженерно-технические мероприятия	83
2.5.3. Мероприятия в случае аварии, связанной с выбросом (выливом) АХОВ	83
2.5.4. Ответственные лица за обеспечение защиты работников от АХОВ на химически опасном объекте	84
2.6. Основные способы защиты населения от АХОВ	85
2.6.1. Использование средств индивидуальной защиты органов дыхания	85
2.6.1.1. Гражданские противогазы	87
2.6.1.2. Респираторы	88
2.6.1.3. Простейшие средства защиты, многослойная марлевая повязка	89
2.6.2. Укрытие в защитных сооружениях, жилых и производственных помещениях	89
2.6.3. Эвакуация населения при аварии на химически опасном объекте	90
2.7. Перечень мероприятий первой медицинской помощи, оказываемой пораженному человеку аварийно химически	

опасными веществами	91
Контрольные вопросы	97
<b>Тема 3. Аварии на пожаро – взрывоопасных объектах</b>	99
3.1. Пожаро- и взрывоопасные объекты	99
3.2. Поражающие факторы, возникающие в результате взрывов	101
3.2.1. Ударная волна	102
3.2.2. Световое излучение	107
3.3. Классификация пожаро - взрывоопасных объектов	110
3.4. Характеристика аварий на пожаро– и взрывоопасных объектах	113
3.5. Пожар, стадии развития горения	115
3.6. Локализация и ликвидация пожара	118
3.7. Основные способы и средства тушения загорания (огня)	119
3.8. Первичные средства пожаротушения	122
3.8.1. Пожарный щит	123
3.8.2. Кошма	123
3.8.3. Внутренний пожарный кран	124
3.8.4. Огнетушители	127
3.8.4.1. Углекислотные огнетушители	127
3.8.4.2. Пенные огнетушители	131
3.8.4.3. Порошковые огнетушители	135
3.8.5. Определение необходимого количества первичных средств пожаротушения	139
3.9. Тушение начинающихся пожаров подручными средствами пожаротушения	141
3.10. Характерные случаи тушения пожаров	144
3.10.1. Тушение пожаров в жилых и производственных зданиях	144
3.10.2. Тушение пожаров при загорании легко воспламеняющихся и горючих жидкостей	145
3.10.3. Тушение пожара на радиационно опасных объектах или на территории загрязненной радиоактивными веществами	146
3.10.4. Действия людей, участвующих в тушении пожаров в зданиях	146
3.10.5. Меры безопасности при тушении пожаров	148
3.11. Противопожарные мероприятия. Обязанности должностных лиц	148
Контрольные вопросы	151
<b>Тема 4. Аварии на гидродинамических опасных объектах</b>	153
4.1. Гидродинамические опасные объекты	153
4.2. Наиболее крупные аварии гидродинамических	

опасных объектах	154
4.3. Классификация гидротехнических сооружений	156
4.4. Аварии на гидродинамических опасных объектах	157
4.4.1. Виды аварий на гидродинамических опасных объектах	157
4.4.2. Причины гидродинамических аварий	160
4.4.3. Поражающие факторы гидродинамических аварий	161
4.4.4. Последствия гидродинамических аварий	163
4.5. Действия населения при авариях на гидродинамических опасных объектах	163
4.5.1. Правила безопасного поведения при гидродинамических авариях	163
4.5.2. Действия в случае внезапной гидродинамической аварии	164
4.5.3. Действия после гидродинамической аварии	165
4.6. Меры по уменьшению последствий аварий на гидродинамических опасных объектах	165
4.7. Материальный ущерб от аварий на гидродинамических опасных объектах	166
Контрольные вопросы	167
<b>Тема 5. Транспортные аварии и катастрофы</b>	168
5.1. Аварии на железнодорожном транспорте	170
5.1.1. Основные причины крушения железнодорожных поездов	173
5.1.2. Правила безопасного поведения при пользовании железнодорожным транспортом	174
5.1.3. Поведение во время крушения (столкновения) железнодорожного поезда	175
5.1.4. Действия после железнодорожной аварии	175
5.2. Аварии на автомобильном транспорте	176
5.2.1. Причины аварий на автомобильном транспорте	176
5.2.2. Аварии легкового транспорта	177
5.2.2.1. Действия водителя, когда удар от столкновения неизбежен	178
5.2.2.2. Действия водителя, если машина упала в воду	178
5.2.3. Аварии общественного транспорта	179
5.2.3.1. Причины аварий на общественном транспорте	179
5.2.3.2. Правила поведения при поездках в общественном транспорте	180
5.2.3.3. Действия в случае аварии (столкновения)	180
5.2.3.4. Действия в случае возникновения пожара в автобусе, трамвае или троллейбусе	181
5.2.3.5. Действия после аварии (столкновения)	181
5.3. Аварии на воздушном транспорте	181
5.3.1. Причины аварий на воздушном транспорте	181
5.3.2. Действия при «жесткой» посадке и после нее	183

5.3.3. Действия при возникновении пожара в самолете	184
5.4. Аварии на водном транспорте	185
5.4.1. Причины возникновения аварий на водном транспорте	185
5.4.2. Предварительных меры защиты пассажиров при пользовании услугами морского транспорта	185
5.4.3. Действия пассажиров при высадке с судна на плавательные средства	187
5.4.4. Действия пассажиров при нахождении на плавательных средствах на воде	188
5.4.5. Действия пассажиров в воде при отсутствии спасательных плавательных средств	189
5.5. Аварии и пожары в метро	189
5.5.1. Причины возникновения аварий в метро	190
5.5.2. Действия при экстренной остановке эскалатора	190
5.5.3. Действия, если при технических неполадках поезд стоит в тоннеле	190
5.5.4. Действия, если пассажиры оказались на пути	191
Контрольные вопросы	191
<b>Тема 6. Аварии на коммунально-энергетических системах</b>	193
6.1. Коммунально-энергетическая система.	
Основные причины аварийности	193
6.2. Аварии в системах водоснабжения	194
6.3. Аварии на канализационных системах (водоотведения)	196
6.4. Аварии на системах газоснабжения	197
6.5. Аварии на системах электроснабжения	198
6.6. Аварии на системах теплоснабжения	200
6.7. Состояние коммунально-энергетической системы в Санкт-Петербурге и Ленинградской области	201
6.8. Локализация и ликвидация аварий на коммунально- энергетических сетях	202
6.8.1. Локализация и ликвидация аварий на системах водоснабжения	203
6.8.2. Локализация и ликвидация аварий на канализационных системах (водоотведения)	204
6.8.3. Локализация и ликвидация аварий на линиях газоснабжения	205
6.8.4. Локализация и ликвидация аварий на системах электроснабжения	205
6.8.5. Локализация и ликвидация аварий на линиях теплоснабжения	207
Контрольные вопросы	207
<b>Заключение</b>	209
<b>Литература</b>	210

## Введение

Классификация потенциально опасных объектов осуществлена по иерархическому методу последовательным делением объектов на классификационные группировки.

В качестве признака деления объектов на классы использован основной вид опасности объекта (радиационная, химическая и т.д.).

Объекты разделены на следующие классы:

1. Радиационно опасные объекты,
2. Химически опасные объекты,
3. Взрыво- и пожароопасные объекты,
4. Опасные транспортные средства,
5. Опасные технические сооружения.

Деление на классы является чисто условным, поскольку чрезвычайные ситуации на многих объектах носят комплексный характер и порождают различные поражающие факторы. Поэтому некоторые из объектов можно отнести к одному из двух разных классов. При классификации объектов с несколькими поражающими факторами следует учитывать прежде всего доминирующий фактор.

ГОСТ Р 22.0.05-94 определяет: **техногенная чрезвычайная ситуация** - это состояние, при котором в результате возникновения источника техногенной чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде. Источником техногенной чрезвычайной ситуации может служить опасное техногенное происшествие (аварии на промышленных объектах или на транспорте, пожары, взрывы или высвобождение различных видов энергии), в результате которого на объекте, определенной территории или акватории произошла техногенная чрезвычайная ситуация.

Техногенные ЧС весьма разнообразны как по причинам их возникновения, так и по масштабам.

По характеру источника их можно подразделить на шесть основных групп рис. 1):

- аварии на радиационно опасных объектах;
- аварии на химически опасных объектах;
- аварии на пожаро-взрывоопасных объектах;
- аварии на гидродинамических объектах;
- аварии на транспорте (железнодорожном, автомобильном, воздушном, водном и метро);
- аварии на коммунально-энергетических сетях.

Рис.1. ЧС техногенного характера



## Тема 1. Аварии на радиационно опасных объектах

### 1.1. Радиационно опасные объекты.

К типовым радиационно - опасным объектам следует отнести: атомные электростанции (далее - АЭС), предприятия по производству ядерного топлива, по переработке отработанного топлива и захоронению радиоактивных отходов, научно-исследовательские и проектные организации, имеющие ядерные реакторы, ядерные энергетические установки на транспорте.

По классификации Российской академии естественных наук и Московского института пожарной безопасности *радиационно опасные объекты относятся к 1-му классу по основному виду опасности*. К ним относятся:

1. АЭС с водо-водяными реакторами с водой под давлением - Балаковская, Нововоронежская, Калининская, Кольская, Костромская, Ростовская АЭС;
2. АЭС с водо-водяными реакторами с водой кипящей;
3. АЭС с графитовыми реакторами с водой кипящей - Курская, Ленинградская, Смоленская АЭС;
4. АЭС с реакторами на быстрых нейтронах - Белоярская, Южно-Уральская АЭС;
5. АЭС с реакторами прочими;
6. Атомные станции теплоснабжения и теплоэлектроцентрали с водоводяными реакторами с водой кипящей - Воронежская, Горьковская, Томская, Хабаровская атомная станция теплоснабжения и т.д.;
7. Исследовательские ядерные реакторы;
8. Заводы по производству ядерного топлива;
9. Заводы по переработке и обогащению ядерного топлива;
10. Заводы по обработке ядерных отходов;
11. Заводы ядерной энергетики прочие;
12. Урановые рудники;
13. Склады радиоактивной руды;
14. Хранилища радиоактивных отходов;
15. Хранилища ядерных боеприпасов;
16. Морские суда и подводные лодки с ядерными двигательными установками;
17. Транспортные средства с радиоактивными грузами;
18. Полигоны для испытаний ядерных боеприпасов;
19. Радиационно опасная военная техника;
20. Транспортные средства, перевозящие радиационно опасные вещества;
21. Радиационно опасные объекты прочие.

Наибольшую настороженность и тревогу в настоящее время вызывают радиационные аварии на АЭС. Хотя, справедливости ради,

следует отметить, что за суммарный срок эксплуатации всех имеющихся в мире реакторов АЭС, равный 6000 лет, произошло три крупные катастрофы на АЭС:

8 октября 1957г. в Уиндскейле (Англия) во время профилактических работ на одном из реакторов АЭС произошел пожар и повреждение тепловыделяющих элементов (твэлов). На дне реактора и сегодня лежит около 1700 тонн ядерного топлива. В атмосферу были выброшены радионуклиды, образовалось облако, часть которого достигла Норвегии, а другая двигалась до Вены. Это была первая авария в атомной энергетике, которая коснулась населения;

28 марта 1979г. на втором блоке АЭС «Три Майкл-Айленд» в Гаррисберге (США) произошла авария, последствием которой явился выброс радиоактивных веществ в окружающую среду. Почти 10 тонн расщепляющегося материала из 100 вышли за пределы активной зоны. Произошел выброс в атмосферу;

26 апреля 1986 г. Чернобыльская катастрофа (рис. 1.) представляет собой событие века, которое почувствовали не только в России, на Украине, в Белоруссии, но и в других странах. Еще в 1990 году в постановлении Верховного Совета СССР говорилось: «Авария на Чернобыльской АЭС по совокупности последствий является самой крупной катастрофой современности, общенародным бедствием, затронувшим судьбы миллионов людей, проживающих на огромных территориях». Одиннадцать областей, в которых проживало 17 млн. человек, из них 2,5 млн. детей до 5-летнего возраста, оказались в зоне радиоактивного загрязнения. В районах жесткого радиационного контроля - 1 млн. человек Гомельской, Могилевской, частично Брянской, Житомирской, Киевской и Черниговской областей. Пострадало много людей не только от того, что они начинали ощущать на себе пагубное воздействие радиации, но и от того, что большому количеству жителей пришлось покинуть свои дома, свои населенные пункты.

Всего в 14 странах мира произошло более 140 инцидентов и аварий различной степени сложности и опасности. От экологических бедствий техногенного происхождения не застрахован ни один регион нашей планеты. Зонами наиболее высокого уровня риска, безусловно, являются развитые промышленные районы, а также крупные города и мегаполисы.

Среди возможных видов техногенной опасности, особенно после Гаррисбергской и Чернобыльской катастроф, выделяется радиационная. В смысле принятия мер безопасности объекты с ядерной технологией рассматриваются как приоритетные. Вместе с тем общепринятым является мнение специалистов о том, что ядерная энергетика является одной из наиболее «чистых» отраслей производства.



Рис. 1.1. Чернобыльская АЭС после катастрофы

В настоящее время в потенциально опасных зонах, прилегающих к действующим АЭС, непосредственной угрозы населению в повседневных условиях не существует, объекты оборудованы системами защиты. Средний показатель срабатывания аварийной защиты реактора в российских АЭС значительно ниже аналогичного показателя атомных электростанций мира.

Количество опасных в радиационном отношении объектов постоянно растет.

В начале 90-х годов в мире насчитывалось порядка 260 атомных электростанций, в их составе было более 420 реакторов. Они были размещены в 34 странах. К концу 2000г. количество имеющих АЭС стран возросло до 45, а количество промышленных реакторов увеличилось до 500.

В настоящее время функционирует более 120 научных центров, где имеется около 500 исследовательских реакторов.

В мире работает более 50 крупных предприятий ядерного топливного цикла, в том числе заводы и установки по переработке отработанного топлива на территории Франции, США, Великобритании, Бельгии.

Количество отработанного ядерного топлива только в США, западных странах (без России) и странах Восточной Европы на конец 2012 года превышает 100 тыс. тонн.

Основные объекты ядерного топливного цикла (АЭС, заводы, специальные хранилища и т.п.) сосредоточены на 400 производственных площадках. К ним следует добавить склады ядерных боеприпасов, количество которых только в странах НАТО исчисляется сотнями.

Большое количество объектов, опасных в ядерном и радиационном отношении находится в России.

В России 10 АЭС, имеющих 30 действующих энергоблоков, 113 исследовательских ядерных установок, 12 промышленных предприятий топливного цикла, 8 научно-исследовательских организаций, выполняющих технологические разработки и исследования с использованием ядерных материалов, 9 атомных судов с объектами их обеспечения, а также около 13 тысяч других предприятий и объектов, деятельность которых связана с использованием радиоактивных веществ и изделий на их основе.

Кроме того, следует отметить, что Россия обладает достаточно многочисленным атомным флотом, в составе которого подводные лодки и надводные корабли с ядерными энергетическими установками. По данным организации «Гринпис», из 513 ядерных реакторов, находящихся в Мировом океане (в базах и в море) кораблей и судов, более 400 принадлежит России.

Практически все действующие АЭС расположены в густонаселенной европейской части России. В их 30-километровых зонах проживает более 4 млн человек. Наибольшую опасность представляет система утилизации отработавшего ядерного топлива.

## **1.2. Радиационная обстановка в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.**

Следует напомнить, что Чернобыльский шлейф захватил юго-западные районы Ленинградской области: Ломоносовский, Кингисеппский, Волосовский и Лужский.

Самая большая зона с центром в Котлах ограничена населенными пунктами: Тисколово, Усть-Луга, Круглово, Чирковицы, Килли, Орлы, Ропша, Берег Нарвского залива.

Общая площадь территории с повышенным содержанием Цезия-137 в почвах составляет 12 тыс. км. Главное пятно с уровнем загрязнения более 2 Ки/км<sup>2</sup> имеет площадь 800 км<sup>2</sup> и расположено в Кингисеппском районе (Усть-Луга, Тарайка, Котлы).

На территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области в настоящее время имеется ряд радиационно-опасных объектов, при аварии на которых или их разрушении могут произойти массовые радиационные поражения людей, животных, растений и радиоактивное загрязнение окружающей природной среды.

К таким объектам относятся: Ленинградская АЭС (г. Сосновый Бор), Ленспецкомбинат «Радон» (г. Сосновый Бор), научно-исследовательский технологический институт (г. Сосновый Бор), Петербургский институт ядерной физики им. Константинова (г. Гатчина), Радиевый институт им. Хлопина (Санкт-Петербург), Центральный научно-исследовательский институт им. Крылова (Санкт-Петербург), Институт Иоффе (г. Каменка),

Балтийский завод (Санкт-Петербург), могильник радиоактивных отходов (г. Кузьмолово).

Более 250 объектов в производстве используют радиоактивные изотопы, которые при халатном обращении с ними могут стать источниками радиоактивного загрязнения, а также Аэрофлотом перевозится: в день - 30-50 партий (100-200 кг) изотопов, в месяц - 2,8-3,0 тонн (1500 мест), в год - 36 тонн.

Ленинградская АЭС: возможные зоны чрезвычайно опасного заражения могут составить 208 км<sup>2</sup> с населением в 9 тыс. человек, возможные зоны опасного заражения могут составить 506 км<sup>2</sup> с населением в 21 тыс. чел.

### **1.3. Причины возникновения радиационных излучений. Естественные и искусственные источники радиоактивного излучения.**

Причинами радиоактивных излучений является распад атомов некоторых веществ с выделением в окружающую среду  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - квантов и нейтронов  $n$ , которые, проходя через вещество, ионизируют это вещество и накапливаются в этом веществе. Следовательно, радиоактивные излучения обладают проникающей способностью и способностью накапливаться – аккумулироваться в данном веществе.

Кроме того, радиоактивные излучения могут появляться в результате применения ядерного (атомного) оружия, аварий на атомных объектах и применение р/а веществ в террористических целях.

Так в XX веке в 1945 году США применили атомное оружие (Хиросима и Нагасаки), в 1954 – 55 годах было применено атомное оружие на военных учениях СССР, США, Франции, Англии и Китая. СССР, США и Китай проводили такие учения на своей территории. Англия на территории США, а Франция на территории Африки и островах Атлантического океана.

Все источники радиоактивных излучений делятся на естественные и искусственные источники радиоактивных излучений (рис. 1.2). В результате, естественные радиоактивные излучения создают естественный радиоактивный фон, а в случае аварийных ситуаций создается искусственный радиоактивный фон, а в случае аварийных ситуаций и техногенно измененный радиоактивный фон или искусственный радиоактивный фон.

В РФ естественный радиоактивный фон может достигать величины 5 – 25 мкР/ч (в СПб эта величина может быть в пределах 10 – 25 мкР/ч). В результате человек в течение года может получить дозу облучения порядка 240 мбэр (остаточная доза облучения), а в течение жизни, т.е. за 70 лет порядка 17 бэр (остаточная доза облучения).



Рис. 1.2. Основные источники радиоактивных излучений

*Естественный радиоактивный фон* – доза облучения, создаваемая космическим излучением и излучением природных радионуклидов, естественно распределенных в земле, воздухе, других элементах биосферы, пищевых продуктах и организме человека.

Техногенно измененный радиоактивный фон - естественный радиоактивный фон, измененный в результате деятельности человека.

В России естественный радиоактивный фон может достичь величины 0,1 – 0,3 мкЗв\ч (10-30 мкР\ч).

Если мощность дозы составляет 0,04-0,23 мкЗв\ч (4-23 мкР\ч), то это считается безопасной величиной (в большинстве районов России естественный радиоактивный фон не превышает этих значений).

Допустимая величина радиоактивного фона 0,24-0,6 мкЗв\ч (24-60 мкР\ч). Повышенный уровень фона может быть вызван естественными причинами (излучение от гранитов и других минералов, влияние космического излучения и т.п.). Здоровье человека, постоянно живущего при такой мощности дозы излучения, не подвергается опасности.

Доза облучения 0,6-1,2 мкЗв\ч (61-120 мкР\ч) – тревожный (подозрительный) уровень: обнаружив подобный участок местности, необходимо сообщить о нем в ближайшую санитарно-эпидемиологическую станцию для тщательной проверки. Кратковременное пребывание на такой местности не отражается на состоянии здоровья.

Превышение дозы облучения 1,2 мкЗв\ч (120 мкР\ч) – опасный уровень: не рекомендуется даже кратковременное пребывание, необходимо по возможности покинуть это место.

## **Естественные и искусственные источники радиоактивного излучения.**

Все источники радиоактивных излучений делятся на 2 класса: естественные и искусственные (рис. 1.2, 1.3).

*Естественные источники радиоактивных излучений* существуют постоянно и под их воздействием человек находится постоянно.

К естественным источникам радиоактивных излучений относятся: земные источники (калий, уран, торий, цезий и пр.), на которые приходится порядка 26% естественных излучений; космические излучения от солнечной системы, планет и р/а пояса Земли (следует иметь в виду, что чем ниже давление и чем чище среда, тем выше облучение человека от космической составляющей); внутреннее облучение человека за счет проникновения р/а изотопов с пищей, водой, воздухом; р/а инертный газ радон, возникающий в результате распада урановой и ториевой составляющих, находящихся в земле.

*Радон* - это тяжелый газ, который скапливается в подвалах, нижних этажах и проникает в организм человека при дыхании; природное топливо (уголь, сланцы и пр.), которое при сжигании выбрасывает в окружающую среду с дымами, золой большое количество радионуклидов; строительные материалы; сельскохозяйственные удобрения (калийные соли, фосфаты и пр.).

*Искусственные источники радиоактивных излучений* возникают в тех случаях, когда имеет место их выброс в окружающую среду при аварийных и других чрезвычайных ситуациях. К ним относятся:

- *урановая промышленность* (добыча и обогащение урана, создание ядерного топлива – ТВЭЛы, оружейного плутония, перевозка ядерного топлива, отработанного ядерного топлива - ОЯТ, ядерных боеприпасов);

- *ядерные реакторы (ЯР)* разных типов. Следует отметить, что во внешнюю среду ядерные реакторы радиации не выбрасывают, так как имеют очень высокую степень защиты (свинец, сталь, бетон) и в ЯР не может произойти ядерного взрыва, так как в ЯР нельзя создать критической массы, необходимой для реакции взрывного характера. В ЯР может произойти тепловой взрыв, способный разрушить оболочку ЯР вследствие прекращения или уменьшения отбора теплоты. В этом случае в ЯР создается избыточное тепловое давление, способное разрушить оболочку ЯР;

- *радиохимическая промышленность* – переработка ОЯТ, различных радиоактивных материалов;

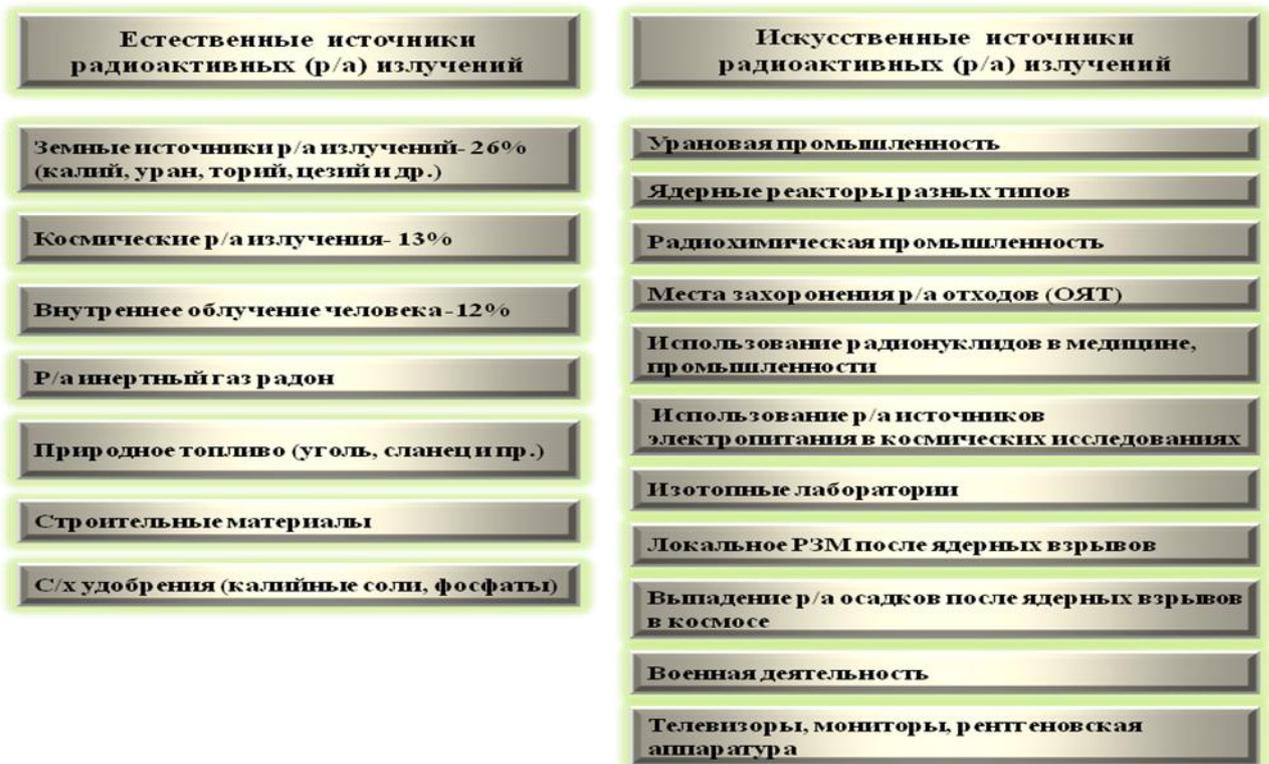


Рис. 1.3. Классификация основных источников радиоактивных излучений

- *места захоронения радиоактивных отходов.* На территории РФ таких мест 16 и находятся они в не очень хорошем состоянии. Происходят постоянные ремонты, реконструкции мест захоронения. Следует отметить, что существует три метода захоронения: жидкие р/а отходы в океанических водах, контейнерные захоронения твердых отходов в океанических водах и захоронения в литосфере и специальных могильниках;

- *использование радионуклидов в медицине, промышленности;*

- *использование р/а источников питания* в спутниках, которые становятся опасными в случае аварии такого источника, так как создается достаточно большая по величине область (радиоактивное облако), из которого на поверхность Земли выпадают радиоактивные вещества. Такие источники применяются в морской навигации для питания маяков.

- *изотопные лаборатории,* в которых радиоактивные изотопы используются в научных целях. Источником излучения они могут становиться в случаях нарушения техники при работе с изотопами и нарушения правил их хранения;

- *локальные радиоактивные загрязнения местности после ядерных взрывов (ЯВ).* Следует иметь в виду, что ЯВ используют не только в военных целях, но и в мирных;

- *выпадение радиоактивных осадков* после ЯВ в космосе. Возникает такое глобальное радиоактивное загрязнение, которое невозможно прогнозировать;

- *военная деятельность;*

- *экраны телевизоров, мониторов, рентгеновская аппаратура.*

#### 1.4. Радиоактивное излучение. Единицы измерения.

Процесс превращения электрически нейтральных атомов в активные ионы называется ионизацией. Самопроизвольный распад радиоактивных веществ сопровождается ионизирующим излучением, т.е. излучением  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -частиц и нейтронов  $n$ .

*Ионизирующее излучение* – излучение, которое создает при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы разных знаков.

Все виды  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  излучения обладают способностью ионизировать атомы или молекулы веществ. В подавляющем большинстве случаев процесс ионизации атомов связан с потерей электронов, т.е. с образованием положительных ионов. Атом, лишенный одного или несколько электронов превращается в положительно заряженный ион – происходит первичная ионизация. Выбитые при первом взаимодействии электроны, сами взаимодействуют со встречными атомами и создают новые ионы – происходит вторичная ионизация. Таким образом, энергия излучения при прохождении через вещество расходуется в основном на ионизацию среды.

Для того чтобы понять влияние ионизации на организм человека, живого организма вообще необходимо рассмотреть основные характеристики РВ, у которых изменения структуры ядра атома происходит самопроизвольно и при этом оно превращается в более устойчивое ядро другого элемента. Это называется *радиоактивностью*.

Впервые это было обнаружено в 1896 году французским физиком Антуани Анри Беккерелем (1802-1908), а более детально исследовано Марией и Пьером Кюри, открывшими полоний и радий. Английские физики Э. Резерфорд и Ф. Содди установили, что в отличие от обычных элементов ядра атомов радиоактивных веществ неустойчивые, нестабильные образования, а в следствие этого они непрерывно распадаются.

Открытие Менделеевым 6 марта 1869 года периодической системы элементов натолкнуло ученых на весьма смелую мысль, а правильно ли утверждение, что атом является неделимой частицей материального мира. По представлению Менделеева «...мир атомов устроен так же, как мир небесных светил со своим солнцем, планетами и спутниками ...». Напомним строение атома: он состоит из ядра, вокруг которого на стационарных орбитах располагаются электроны. Само ядро в свою очередь состоит из протонов и нейтронов, число которых определяется разностью веса атома и порядковым номером. Железо в 26 клетке системы, атомный вес 56, атом содержит 26 протонов и 30 нейтронов (56-26), 26 нейтронов в оболочке. Атом урана состоит из 92 протонов, 143 нейтронов, на орбитах 92 электрона.

Протоны и нейтроны имеют общее наименование - нуклоны. Число протонов в ядре определяет его положительный заряд, равно порядковому номеру элемента в Периодической системе.

Число протонов в ядре каждого элемента строго определено, а число нейтронов может изменяться в некоторых пределах. Поэтому могут существовать разновидности атомов одного и того же элемента, которые отличаются друг от друга массовым числом. Такие атомы размещаются в одной клетке Периодической системы элементов и называются изотопами этого элемента.

Следует подчеркнуть, что в результате облучения устойчивых химических элементов потоками нейтронов в ядерных реакторах или бомбардировки этих элементов тяжелыми частицами – протонами, альфа-частицами и др. получают искусственные радиоактивные элементы. Поэтому в процессе постоянного уточнения таблицы элементов Менделеева приходилось в одни и те же клетки помещать уже несколько элементов с совершенно одинаковыми химическими свойствами, но различными по массе.

Изотопы бывают устойчивые (стабильные) и неустойчивые (радиоактивные). В настоящее время обнаружено более 250 устойчивых изотопов и более 1000 искусственных радиоактивных изотопов. Искусственные радиоактивные изотопы отличаются друг от друга видом излучения, энергией излучения, временем жизни, массой излучаемых частиц. Изотопы нашли весьма широкое применение в научных исследованиях, в биологии медицине, а также в технике и промышленности.

Радиоактивный распад не зависит от внешних условий: температуры, давления, химических воздействий. Каждый из радиоактивных элементов и их изотопы распадаются со своей скоростью. Радиоактивный распад не может быть остановлен или ускорен каким-либо способом.

Время, в течение которого распадается половина всех атомов радиоактивного вещества, называется периодом полураспада.

Периоды полураспада: уран-238 – 4,5 млрд. лет, стронций-89 – 51 суток, цезий-137 – 27 лет, йод-131 – 8,04 суток, полоний-212 – десятиллионные доли сек.

В 1896 году не зная еще, что представляет собой излучение радиоактивного вещества, ученые при пропускании пучка радиоактивного излучения через магнитное поле назвали излучение отклоняющееся в сторону Севера  $\alpha$ -излучением, Юга -  $\beta$ -излучением, излучение не отклоняющееся в магнитном поле -  $\gamma$ -излучением (названия даны в соответствии с первыми буквами греческого алфавита) (табл. 1.1).

*Альфа-излучение* – поток положительно заряженных частиц (ядер атомов Гелия). Начальная скорость 15-20 тысяч км/сек. Пробег  $\alpha$ -частиц в воздухе не превышает 11 см, в твердых и жидких средах - несколько микрон.  $\alpha$ -частицы на каждом сантиметре пробега образуют 30-40 тысяч

пар ионов. Таким образом,  $\alpha$ -частицы обладают большой ионизирующей и малой проникающей способностью.

*Бета-излучение* состоит из  $\beta$ -частиц (электронов  $\beta^-$ , протонов  $\beta^+$ ).

$\beta$ -частицы в воздухе на своем пути создают в несколько сот раз меньше ионов, чем  $\alpha$ -частицы. Пробег  $\beta$ -частиц значительно больше: в воздухе – десятки метров, в биологических тканях – несколько сантиметров; в твердых телах – несколько миллиметров.

$\beta$ -частицы при взаимодействии с атомами среды отклоняются от своего первоначального направления. Путь, проходимый  $\beta$ -частицей в веществе, представляет собой не прямую линию, как у  $\alpha$ -частиц, а ломаную.

*Гамма-излучение* – это поток электромагнитного ионизирующего излучения (кванты электромагнитной энергии). Возбужденные ядра, переходя из возбужденного состояния в спокойное, испускают избыток энергии в виде гамма-квантов (фотонов). По своим свойствам  $\gamma$ -излучение близко к рентгеновскому, но обладает значительно большей частотой и энергией. Скорость  $\gamma$ -излучения равна скорости света. Ионизирующая способность гамма-излучения - несколько пар ионов на 1 см пробега. Проникающая способность в 50-100 раз больше  $\beta$ -излучения и составляет в воздухе сотни метров.

$\gamma$ -излучение слабо поглощается защитными материалами и наиболее эффективно ослабляется материалами с высокой плотностью. Гамма-излучение от естественных радиоактивных источников нашло широкое применение в науке и технике. С ее помощью уничтожают раковые опухоли, в лабораториях и на заводах просвечивают и диагностируют слитки металла и готовые изделия, стерилизуют и консервируют пищевые продукты и лекарственные препараты, ведут научные исследования во многих областях современной науки.

Основные единицы радиоактивных излучений представлены в табл. 1.2.

Таблица 1.1

**Виды радиоактивного излучения**

<b>Вид излучения</b>	<b>Состав излучения</b>	<b>Проникающая способность</b>	<b>Ионизирующая способность</b>	<b>Защита от излучения</b>
Альфа	Поток ядер гелия	10 см в воздухе	30 тыс. пар ионов на 1 см пути	Лист писчей бумаги
Бетта	Поток электронов	20 см в воздухе	70 пар ионов на 1 см пути	Летняя одежда наполовину задерживает
Гамма	Электромагнитное	Сотни метров	Несколько пар ионов на 1 см	Спец. одежда из тяжелых

Вид излучения	Состав излучения	Проникающая способность	Ионизирующая способность	Защита от излучения
	излучение		пути	металлов (свинец и др.)
Нейтронное	Поток нейтронов	Несколько километров	Несколько тыс. пар ионов на й см пути, кроме того вызывает наведенную активность	Материалы из углеводородов

Каждый радионуклид характеризуется **активностью** «А», т.е. числом радиоактивных превращений в единицу времени. В системе СИ за единицу активности принято одно ядерное превращение в секунду (распад/сек.) - Беккерель (Бк). Внесистемная единица измерения – Кюри (Ки). Кюри – это активность радионуклида, в котором происходит  $3,7 \cdot 10^{10}$  актов распада в одну секунду.

Используются также дольные и кратные единицы, внесистемная единица активности Кюри связана с Беккерелем:

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ распадов/сек.} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк};$$

$$1 \text{ Бк} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки};$$

$$\text{миллиКюри (1мКи)} = 10^{-3} \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ Бк};$$

$$\text{микроКюри (1мкКи)} = 10^{-6} \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^4 \text{ Бк}.$$

При радиоактивном загрязнении местности происходит *поверхностное загрязнение* (плотность радиоактивного загрязнения), которое измеряется в Ки/см<sup>2</sup>, Ки/м<sup>2</sup> и Ки/км<sup>2</sup>. Поверхностное загрязнение существует сравнительно недолго и р/а вещества понижают в почву. Так на глубине 5-6 см содержится 80-85% всех р/а веществ и измеряется Ки/л, Ки/кг и Ки/м<sup>3</sup>.

*Поглощенная доза* – это количество энергии излучения, поглощенное массой тела. В системе единиц СИ за единицу поглощенной дозы принят *Грей* (Гр), т.е. энергией в 1 Дж, поглощенной 1 кг массы тела (1Дж/кг). Внесистемной единицей измерения поглощенной дозы является *рад* (1 эрг/1 г), т.е. 1 Гр = 100 рад.

*Эквивалентная доза.* Поглощенная доза не учитывает биологического действия облучения, а поэтому вводится коэффициент качества Q, который показывает во сколько раз данный вид облучения (α- и β- излучения) биологически эффективнее γ- или рентгеновского облучения. Единицей измерения в системе СИ является *Зиверт* (Зв). 1 Зв = 1 Гр/Q. Внесистемной единицей измерения эквивалентной дозы является *бэр*. 1 Зв = 100 бэр = 100 рад/Q. Коэффициент качества Q равны: для α = 20, β = 1, γ = 1.

## Основные единицы измерения р/а излучений

Величина и её символы	Единица СИ, её обозначение и название	Внесистемная единица, её обозначение и название	Соотношение между единицами
Активность-А	Бк - беккерель	Ки - кюри Ки/см <sup>2</sup> ; Ки/м <sup>2</sup> ; Ки/км <sup>2</sup> ; Ки/л; Ки/кг; Ки/м <sup>3</sup>	1Бк=1расп/1с 1Ки=3,7*10 <sup>10</sup> Бк
Поглощенная доза - Дпогл	Гр - грей	РАД рад - радиационная поглощенная доза	1Гр=1Дж/кг=100рад 1рад=1эгр/г=10 <sup>-2</sup> Гр
Эквивалентная доза - Дэкв	Зв - зиверт	БЭР бэр - биологический эквивалент рентгена	1Зв=1Гр/Q=1(Дж/кг) =100рад/Q=100бэр 1бэр=1рад/Q (Q-коэффициент качества)
Экспозиционная доза, Р	Кл/кг-кулон на килограмм	Р- рентген  Рентген- это такое количество рентгеновского или $\gamma$ -излучений, которое в 1см <sup>3</sup> совершенно чистого, сухого атмосферного воздуха при t= 0 <sup>o</sup> С, давлении 760 мм рт.ст. наводит 2,08*10 <sup>9</sup> пар ионов	1Кл/кг=3,88*10 <sup>3</sup> Р 1Р=2,58*10 <sup>-4</sup> Кл/кг
Мощность экспозиционной дозы		Р/ч; мР/ч; мкР/ч.	
Примечание: 1. Коэффициент качества Q показывает во сколько раз данный вид облучения биологически эффективнее $\gamma$ -или рентгеновского излучений. 2.Опытные соотношения: 1Ки/м <sup>2</sup> $\approx$ 10Р/ч; 1мКи/см <sup>2</sup> $\approx$ 1Р/ч; 1Ки/км <sup>2</sup> $\approx$ 10мкР/ч;			

**Экспозиционная доза.** Характеризует дозу излучения по эффекту ионизации воздуха  $\gamma$ - или рентгеновским излучением. Внесистемной единицей измерения экспозиционной дозы является *Рентген* (Р) – это такое количество рентгеновского или  $\gamma$ -излучений, которое при температуре 0<sup>o</sup>С, давлении 760 мм ртутного столба в 1 см<sup>3</sup> совершенно сухого атмосферного воздуха создает 2,08 10<sup>9</sup> пар ионов. На практике используют доли Р (мР, мкР).

Экспозиционная доза отнесенная к единице времени называется мощностью экспозиционной дозы или уровнем радиации и измеряется в Р/ч, мР/ч, мкР/ч.

Для  $\gamma$ -излучения справедливо примерное соотношение:

$$1 \text{ рентген} = 1 \text{ рад} = 10 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Гр} = 0,01 \text{ Зв},$$

Между плотностью радиоактивного излучения и мощностью экспозиционной дозы справедливо соотношение:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ки/см}^2 &= 1 \text{ Р/ч}, \\ 1 \text{ Ки/м}^2 &= 10 \text{ мР/ч}, \\ 1 \text{ Ки/км}^2 &= 10 \text{ мкР/ч}. \end{aligned}$$

## 1.5. Классификация радиационно опасных аварий.

**Радиационная авария** – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли принести или привели к облучению людей выше установленных норм или к радиоактивному загрязнению окружающей среды.

### **Радиационные аварии подразделяются на три типа:**

- *локальная* — нарушение в работе радиационно опасных объектов, при котором не произошел выход радиоактивных продуктов или ионизирующих излучений за предусмотренные границы оборудования, технологических систем, зданий и сооружений в количествах, превышающих установленные для нормальной эксплуатации предприятия значения.

- *местная* - нарушение в работе радиационно опасных объектов, при котором произошел выход радиоактивных продуктов в пределах санитарно-защитной зоны и в количествах, превышающих установленные нормы для данного предприятия.

- *общая* - нарушение в работе радиационно опасных объектов, при котором произошел выход радиоактивных продуктов за границу санитарно-защитной зоны и в количествах, приводящих к радиоактивному загрязнению прилегающей территории и возможному облучению проживающего на ней населения выше установленных норм.

Аварии, связанные с нарушениями нормальной эксплуатации, подразделяются на *проектные, проектные с наибольшими последствиями и запроектные.*

При этом *под нормальной эксплуатацией АЭС* понимается все ее состояние в соответствии с принятой в проекте технологией производства энергии, включая работу на заданных уровнях мощности, процессы пуска и остановки, техническое обслуживание, ремонты, перегрузку ядерного топлива.

*Причинами проектных аварий*, как правило, являются исходные события, связанные с нарушением барьеров безопасности, предусмотренные проектом каждого реактора. Именно в расчете на эти исходные события и строится система безопасности АЭС.

*Первый тип проектной аварии* - нарушение первого барьера безопасности, т.е. нарушение герметичности оболочек твэлов из-за кризиса теплообмена или механических повреждений (кризис теплообмена - это нарушение температурного режима - перегрев твэлов).

*Второй тип проектной аварии* - нарушение первого и второго барьеров безопасности. При попадании радиоактивных продуктов в теплоноситель вследствие нарушения первого барьера дальнейшие их

распространение останавливается вторым, который образует корпус реактора.

*Третий тип проектной аварии* - нарушение всех трех барьеров безопасности. При нарушенных первом и втором теплоноситель с радиоактивными продуктами деления удерживается от выхода в окружающую среду третьим барьером - защитной оболочкой реактора. Под ней понимается совокупность всех конструкций, систем и устройств, которые должны с высокой степенью надежности обеспечить локализацию выбросов.

*Четвертый тип проектной аварии* — причиной может быть образование критической массы при перегрузке, транспортировке и хранении ТВЭЛОВ.

При возникновении радиационной аварии различают четыре фазы ее 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 АЭС. 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 радиоактивной 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) до нескольких суток в случае продолжительного выброса (сброса).

*Промежуточная фаза аварии* охватывает период в течение которого нет дополнительного поступления радиоактивности из источника выброса в окружающую среду и в течение которого принимаются решения о введении новых или продолжении ранее принятых мер радиационной защиты. Решение принимается 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 несколько суток, недель и больше. Для разовых выбросов (сбросов) протяженность фазы прогнозируют до 7-10 суток.

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

В случаях нарушения контроля и управления цепной ядерной реакцией могут возникнуть *запроектные аварии* (тепловые или ядерные взрывы). Тепловой взрыв может возникнуть тогда, когда вследствие быстрого неуправляемого развития реакции резко возрастает мощность и происходит накопление энергии, приводящая к разрушению реактора со взрывом.

### **1.6. Характеристика зон возможного радиоактивного загрязнения при аварии на радиационно опасном объекте.**

**Радиоактивное загрязнение** – это загрязнение поверхности Земли, атмосферы, воды либо продовольствия, пищевого сырья, кормов и различных предметов радиоактивными веществами в количествах, превышающих уровень, установленный нормами радиационной безопасности и правилами работы с радиоактивными веществами.

*Радиоактивное загрязнение местности при авариях на АЭС существенно отличается от радиоактивного заражения местности при ядерных взрывах.*

При наземном ядерном взрыве в его облако вовлекаются тысячи тонн грунта. Радиоактивные частицы смешиваются с минеральной пылью, оплавляются и оседают на местность. Воздух загрязняется незначительно. Поэтому, главную опасность для людей, оказавшихся в зоне следа радиоактивного облака, представляет внешнее облучение (90-95% общей дозы облучения). Доза внутреннего облучения незначительна (5-10%). Она обусловлена попаданием внутрь организма радиоактивных веществ через органы дыхания и с продуктами питания.

При авариях на АЭС наблюдается совершенно иная картина радиоактивного загрязнения местности.

В этом случае тепловой взрыв на АЭС имеет сравнительно небольшую мощность (порядка 40т в тротиловом эквиваленте), но достаточно для разрушения реактора. Значительная часть продуктов деления ядерного топлива находится в парообразном и аэрозольном состоянии. В этом случае радиоактивные вещества поднимаются на небольшую высоту (800-1200м), смешиваются с облаками и распространяются по пути движения облаков. Выпадение радиоактивных веществ преимущественно происходит в результате дождевых осадков.

*Радиоактивное загрязнение местности возникает в случае выпадения радиоактивных осадков. Местность считается радиоактивно загрязненной, если уровень радиации на территории составляет порядка 0,005 Зв\ч (0,5 Р\ч) на высоте 70 см от поверхности земли (примерно на этой высоте находятся органы человеческого тела, отвечающие за наследственность).*

Радиоактивные осадки распространяются по направлению ветра, теоретически схема радиоактивного загрязнения местности в случае аварии на радиационно опасном объекте выглядит в виде 5-ти эллипсов (рис. 1.4),

характеристика зон радиоактивного загрязнения местности приведена в табл. 1.3.

При прогнозе радиационных последствий и планирования мер защиты выделяют три фазы (стадии) радиационной аварии:

- *ранняя фаза* – от начала аварии до прекращения выброса радиоактивных веществ в атмосферу и окончания формирования следа на местности. Продолжительность ранней фазы – от нескольких часов до 10 суток;

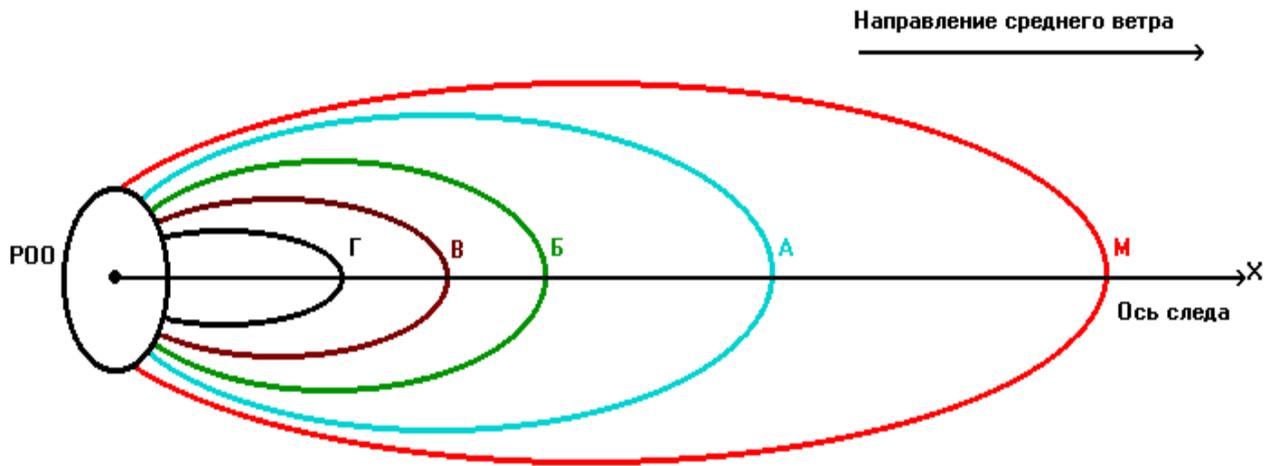


Рис. 1.4. Схема радиоактивного загрязнения местности в случае аварии на радиационно опасном объекте (по прогнозу)

Таблица 1.3.

**Характеристика зон радиоактивного загрязнения местности в случае аварии на радиационно опасном объекте (по прогнозу)**

Наименование зоны	Индекс зоны (цвет отображения на карте)	Размеры зоны, длина\ширина, км	Доза облучения за первый после РА год, рад		Мощность дозы через 1 час после РА, рад\ч	
			На внешней границе	На внутренней границе	На внешней границе	На внутренней границе
Радиационная опасность	М (красный)	270\18,2	5	50	0,014	0,14
Умеренного загрязнения	А (синий)	75\3,92	50	500	0,14	1,4
Сильного загрязнения	Б (зеленый)	17,4\0,69	500	1500	1,4	4,2
Опасного загрязнения	В (коричневый)		1500	5000	4,2	14
Чрезвычайно опасного загрязнения	Г (черный)		5000	-	14	-

- *средняя фаза* – от момента завершения формирования следа до принятия мер защиты населения. Продолжительность средней фазы – от нескольких суток до года;

- *поздняя фаза* – восстановительная стадия радиационной аварии. Поздняя фаза заканчивается одновременно с отменой всех ограничений на жизнедеятельность населения на загрязненной в результате радиационной аварии территории.

При радиационной аварии рассматриваются 5-ть зон, имеющих различную степень опасности для здоровья населения. Они характеризуются возможной дозой облучения за год:

- *зона экстренных мер защиты* – территория, в пределах которой доза внешнего  $\gamma$ -облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выбросов радиоактивных веществ может превысить 25 рад (0,25 Зв), но не более 75 рад (0,75 Зв), а доза внутреннего облучения щитовидной железы за счет поступления в организм человека радиоактивного йода – 250 рад (2,5 Зв);

- *зона профилактических мероприятий* - территория, в пределах которой доза внешнего  $\gamma$ -облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выбросов радиоактивных веществ может превысить 25 рад (0,25 Зв), но не более 75 рад (0,75 Зв), а доза внутреннего облучения щитовидной железы за счет поступления в организм человека радиоактивного йода – 30 рад (0,3 Зв), но не более 250 рад (2,5 Зв);

- *зона ограничений* - территория, в пределах которой доза внешнего  $\gamma$ -облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выбросов радиоактивных веществ может превысить 10 рад (0,1 Зв), но не более 25 рад (0,25 Зв), а доза внутреннего облучения щитовидной железы за счет поступления в организм человека радиоактивного йода – 300 рад (0,3 Зв);

- *зона возможного радиоактивного загрязнения* - территория, в пределах которой прогнозируемые дозовые нагрузки превышают 10 рад (0,1 Зв) в год.

При аварии, повлекшей за собой радиоактивное загрязнение обширной территории, на основании контроля и прогноза радиоактивной обстановки устанавливается *зона радиационного контроля* (табл. 1.4).

На территории, подвергнувшемуся радиоактивному загрязнению, после стабилизации обстановки в районе аварии в период локализации ее долговременных последствий устанавливаются зоны (табл. 1.4):

- *зона отчуждения;*

- *зона отселения;*

- *зона ограниченного проживания с правом отселения.*

Для планирования мероприятий по защите населения для радиационно опасного объекта, имеющих ядерные реакторы, определяются три зоны возможного радиоактивного загрязнения:

*Санитарно-защитная зона* – ее размеры для каждого объекта, имеющего ядерные реакторы, определяются по согласованию с органами Госатомнадзора и территориальными органами власти (размер санитарно-защитной зоны для АЭС от 3 до 5 км). Для ЛАЭС - 3 км, где исключается проживание населения, запрещается размещение предприятий, учреждений, разрешается выращивание сельхоз. культур и выпас скота при обязательном контроле за содержанием радионуклидов. Автодороги должны быть с твердым гладким покрытием.

Таблица 1.4

**Зонирование территории на восстановительной стадии радиационной аварии**

Наименование зоны		Годовая эффективная доза	Меры защиты населения
Зона радиационного контроля		от 1 до 5 мЗв (0,1 – 0,5 бэр)	Мониторинг радиоактивности объектов окружающей среды, с/х продукции и доз внешнего и внутреннего облучения населения и его критических групп. Осуществляются меры по снижению доз и др. меры защиты
Зоны радиационной аварии	Зона ограниченного проживания с правом отселения	от 5 до 20 мЗв (0,5-2,0 бэр)	Те же меры, что и в зоне радиационного контроля. Добровольный въезд для постоянного проживания не ограничивается, населению объясняется риск ущерба здоровью
	Зона отселения	от 20 до 50 мЗв (2,0-5,0 бэр)	Въезд для постоянного проживания не разрешен. Запрещается постоянное проживание населения репродуктивного возраста и детей. Мониторинг населения и объектов внешней среды
	Зона отчуждения	более 50 мЗв (более 5,0 бэр)	Постоянное проживание не допускается. Хозяйственная деятельность и природопользование регулируются специальными актами. Мониторинг и защита работающих с обязательным дозиметрическим контролем

*Зона 1* – прилегает непосредственно к санитарно-защитной зоне объекта и имеет форму кольца с радиусов внешней границы 15 км (для РБМК - 1000). Это зона возможного наиболее сильного загрязнения, где

требуются более жесткие меры защиты, включая заблаговременную эвакуацию.

*Зона 2* - располагается за зоной 1 и имеет форму кольца. Радиус внешней границы зоны для реакторов всех типов - 30 км. В этой зоне основными мерами защиты является применение средств защиты, а также возможна эвакуация.

*Зона 3* - располагается за зоной 2, имеет вытянутую форму по направлению движения радиоактивного облака. В этой зоне защита населения достигается применением средств защиты и соблюдения мер предосторожности.

*Оповещение населения* в 5 км зоне вокруг АЭС и жителей пристанционного поселка (города) производится по системе оповещения станции (далее по системе оповещения РСЧС).

Табельные средства индивидуальной защиты и средства медицинской профилактики в зонах 1 и 2 могут выдаваться населению заблаговременно.

### **1.7. Международная шкала событий на АЭС (МАГАТЭ).**

С целью одинаковой оценки специалистами ядерной энергетики событий, происходящих на АЭС и объективного освещения средствами массовой информации в 1989г. под эгидой Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), разработана Международная шкала событий на АЭС, которая с сентября 1990 года внедрена и в России.

*Шкала МАГАТЭ* содержит 8 уровней:

- 0 - Инцидент на АЭС, не вызывающий никаких последствий;
- 1 - Незначительные происшествя на АЭС (РОО);
- 2 - Происшествия средней тяжести;
- 3 - Серьезные происшествя;
- 4 - Аварии в пределах АЭС;
- 5 - Аварии с риском для окружающей среды;
- 6 - Тяжелые аварии;
- 7 - Глобальные аварии (катастрофы).

#### **Характеристика уровней шкалы событий на АЭС:**

*Первый и второй уровни* - функциональные отклонения или отказы в управлении оборудования, не оказывающие непосредственного влияния на безопасность АЭС.

*Третий уровень* - отказ оборудования или ошибки эксплуатации. В окружающую среду выброшены радиоактивные продукты, возможная доза облучения отдельных людей не превышает нескольких миллизивертов. В тоже время, внутри станции, работающие могут быть переоблучены дозами порядка 50 мЗв. (пожар на АЭС Ванделлос, Испания, 1989г.).

*Четвертый уровень* - частичное разрушение активной зоны, как механическое, так и тепловое (плавление). Работающие могут получить

острое лучевое облучение порядка I зиверта, а возможный выброс в окружающую среду вызывает облучение отдельных лиц из населения в пределах нескольких мЗв. Защитных мер не требуется, но нужен контроль продуктов питания (ария на АЭС Сант-Лоурент, Франция, 1980г.).

*Пятый уровень* - значительный выброс продуктов деления в окружающую среду эквивалентен величинам от нескольких единиц до десятков терабеккерелей радиоактивного рода. Возможна частичная эвакуация, необходима местная йодная профилактика (авария в Уиндскайле, Великобритания, 1957г., авария на АЭС Три-Майл-Айленд, США, 1979г.).

*Шестой уровень* - по внешним последствиям характеризующийся значительным выбросом (от десятков до сотен терабеккерелей) в ограниченной зоне. Необходимо введение всех защитных мероприятий (авария на ПО «Маяк», СССР, 1957г., авария на АЭС Виндскейл, Шеллафидд, Англия, 1957г.).

*Седьмой уровень* - характеризуется большим выбросом радиоактивных веществ (от тысячи до десятков тысяч терабеккерелей). Может быть нанесен значительный ущерб здоровью людей и окружающей природной среде (катастрофа на Чернобыльской АЭС, СССР, 1986г., авария на АЭС Фукусима 1, Япония, 2011г.).

## **1.8. Оценка безопасности жизнедеятельности работников организации при радиоактивном загрязнении местности.**

### **1.8.1. Исходные условия прогнозирования и оценки радиационной обстановки.**

В результате аварии на АЭС произошел выброс радиоактивных веществ в окружающую среду и в районе объекта может сложиться радиационная обстановка, обусловленная радиоактивным загрязнением местности.

В результате прогнозирования радиационной обстановки известно, что радиоактивные осадки на объекте следует ожидать через 4 часа после аварии на АЭС и уровень радиоактивного излучения на время начала облучения составит 4 Р\ч. Допустимая доза облучения открыто расположенного персонала объектов составляет 7 бэр. Время работы персонала на объекте для проведения подготовительных мероприятий составит 6 часов.

*Определить:*

- возможную дозу облучения персонала объекта, работающего на открытой территории и в помещениях,
- допустимое время пребывания персонала на радиоактивно загрязненной местности,
- инженерно-технические мероприятия по повышению БЖД персонала в случае радиоактивного загрязнения местности.

Условие:

$$t_n = 4 \text{ часа}$$

$$P_n = P_4 = 4 \text{ Р\ч}$$

$$t_{\text{раб}} = 6 \text{ часов}$$

$$D_{\text{доп. помещ.}} = 5 \text{ бэр (задано)}$$

$$D_{\text{доп. откр.}} = 7 \text{ бэр (по нормам)}$$

### 1.8.2. Определение уровня радиоактивного излучения на 1 час после аварии на АЭС.

Используя выражение

$$P_1 = \frac{P_4}{K_{n4}} = \frac{4}{0,575} = 6,96 \text{ Р\ч,}$$

где  $K_{n4} = t^{-0,4}$  - коэффициент, который можно получить из табл. 1.5, и равно  $K_{n4} = 0,575$ .

Таблица 1.5

#### Коэффициент пересчета уровней радиоактивного излучения $K_n$ на различное время $t$ после аварии на АЭС при $n = 0,4$

Время после аварии, t, час	$K_{n4} = t^{-0,4}$	Время после аварии, t, час	$K_{n4} = t^{-0,4}$	Время после аварии, t, час	$K_{n4} = t^{-0,4}$
0,5	1,320	4,5	0,545	12,0	0,370
1,0	1,000	5,0	0,525	20,0	0,303
1,5	0,850	5,5	0,508	24,0	0,282
2,0	0,760	6,0	0,490	48,0	0,213
2,5	0,700	6,5	0,474	72,0	0,182
3,0	0,645	7,0	0,465	96,0	0,162
3,5	0,610	7,5	0,447	120,0	0,146
4,0	0,575	8,0	0,434	144,0	0,137

Так как уровень радиоактивного излучения на 1 час после аварии составляет 6,96 Р\ч видно, что объект находится в зоне «Радиоактивной опасности «М» (расстояние от АЭС до объекта от 75 до 270 км) (приложение 1).

### 1.8.3. Определение возможной дозы облучения персонала объекта, работающего на открытой территории и в помещениях.

1.8.2.1. Облучение начнется через 4 часа после аварии, а время работы персонала 6 часов. Поэтому, конец радиоактивного облучения для работающих наступит через

$$t_H + t_{\text{раб}} = 10 \text{ часов.}$$

Определим уровень радиоактивного облучения в конце облучения

$$P_K = P_{10} = P_4 \frac{K_{n10}}{K_{n4}} = 6,96 \frac{0,410}{0,575} = 4,96 \text{ P\ч}$$

1.8.2.2. Доза радиоактивного облучения  $D_{\text{обл отр}}$  персонала, работающего на открытой территории определяется

$$D_{\text{обл отр}} = 1,7 \frac{P_K \times t_K - P_H \times t_H}{K_{\text{осл}}} = 1,7 \frac{4,96 \times 10 - 4 \times 4}{1} = 57,12 \text{ бэр,}$$

где  $K_{\text{осл}}$  – коэффициент ослабления радиоактивного облучения (приложение 2) на открытой территории,  $K_{\text{осл отр}} = 1$ .

1.8.2.3. Доза радиоактивного облучения  $D_{\text{обл пом}}$  персонала, работающего в служебных помещениях определяется

$$D_{\text{обл пом}} = \frac{D_{\text{обл отр}}}{K_{\text{осл пом}}} = \frac{57,12}{30} = 1,9 \text{ бэр,}$$

где  $K_{\text{осл пом}}$  – коэффициент ослабления радиоактивного облучения в служебных помещениях (кирпичное многоэтажное здание  $K_{\text{осл пом}} = 30$ ).

**Вывод:** на открытой территории за время работы в течение 6 часов персонал получает радиоактивное облучение  $D_{\text{обл отр}} = 57,12$  бэр, что превышает допустимую дозу радиоактивное облучение  $D_{\text{доп. отр}} = 7$  бэр в 8,2 раза. Рабочая смена, находящаяся в служебных помещениях получит радиоактивное облучение  $D_{\text{обл пом}} = 1,9$  бэр, что не превышает допустимую дозу радиоактивное облучение  $D_{\text{доп. пом}} = 5$  бэр.

#### 1.8.4. Определение допустимого времени пребывания персонала на радиоактивно загрязненной местности.

1.8.3.1. Определим время пребывания персонала на открытой территории.

Используем табл. 2, в которой необходимо определить коэффициент  $A$  по формуле

$$A_{\text{откр}} = \frac{P_H}{D_{\text{доп отр}} \times K_{n4} \times K_{\text{осл отр}}} = \frac{4}{7 \times 0,575 \times 1} = 0,99$$

Если  $A_{откр} < \text{от } 0,2 \text{ до } 1,0$ , то время пребывания персонала на открытой территории определяем по табл.1.6.

Таблица 1.6

**Допустимая продолжительность пребывания людей на радиоактивно зараженной местности при аварии (разрушении) АЭС  $T_{доп}$ , ч, мин**

А	Время, прошедшее с момента аварии до начала облучения, $t_n$ , ч						
	1	2	3	4	6	8	12
0,2	7,30	8,35	10,00	11,30	12,30	14,00	16,00
0,3	4,50	5,35	6,30	7,10	8,00	9,00	10,30
0,4	3,30	4,00	4,35	5,10	5,50	6,30	7,30
0,5	2,45	3,05	3,35	4,05	4,30	5,00	6,00
0,6	2,15	2,35	3,00	3,20	3,45	4,10	4,50
0,7	1,50	2,10	2,30	2,40	3,10	3,30	4,00
0,8	1,35	1,50	2,10	2,25	2,45	3,00	3,30
0,9	1,25	1,35	1,55	2,05	2,25	2,40	3,05
1,0	1,15	1,30	1,40	1,55	2,10	2,20	2,45

Из табл. 2 видно, что работа на открытой территории возможна продолжительностью  $T_{доп\ откр} = 1,6$  часа.

1.8.3.2. Аналогично определяется время нахождения персонала в помещениях

$$A_{пом} = \frac{P_k}{D_{доп\ пом} \times K_{п4} \times K_{осл\ пом}} = \frac{4,96}{5 \times 0,575 \times 30} = 0,06$$

Из табл. 2 видно, что работа в помещениях возможна продолжительностью  $T_{доп\ пом} > 11,3$  часов.

**Выводы:**

1. На открытой территории первой смене можно работать не более 2 часов. (требования НРБ – первой смене всегда разрешено работать на открытой территории не более 2 часов). Затем персонал необходимо укрыть в загерметизированных служебных помещениях или ПРУ.

2. В служебных помещениях с  $K_{осл\ пом} = 30$  возможно нахождение персонала более 11 часов. Работа персонала на открытой территории производится посменно. Необходим жесткий график работы всех смен с учетом возможной дозы радиоактивного облучения.

### **1.8.5. Разработка инженерно-технических мероприятий по повышению БЖД персонала в случае радиоактивного загрязнения местности.**

Силами Поста радиационного, химического и биологического наблюдения (РХБН) объекта необходимо организовать ведение радиационной разведки на территории и в сооружениях объекта, в первую очередь в районах укрытия персонала. Контроль за мощностью дозы на объекте осуществлять через каждые 6 часов. При этом:

- временно запретить всем употребление воды, продуктов питания из незащищенных источников;

- силами Сводной группы радиационной и химической защиты (РХЗ) района приступить к дезактивации проходов и проездов от убежищ (противорадиационных укрытий - ПРУ) к зданиям и сооружениям, в первую очередь обработку провести подъездов к сооружениям обеспечения (насосная станция, электроцех, гараж, котельная, компрессорная, резервуары с топливом, пожарный резервуар, водозаборная скважина и т.д.);

- для дезактивации зданий и сооружений привлечь команду пожаротушения района;

- учитывая большой объем работ по дезактивации, незначительные мощности дозы в служебных помещениях (их необходимо загерметизировать) и ограниченные возможности Сводной группы РХЗ района - целесообразно использовать весь персонал объекта для работ по дезактивации оборудования и помещений объекта с использованием простейших средств защиты кожи (рабочая одежда) и простейших средств индивидуальной защиты (СИЗ) органов дыхания;

- разработать график очередности проведения работ по дезактивации служебных помещений и участков объекта с учетом их важности в технологической последовательности возобновления производственной деятельности;

- рассмотреть вопрос возобновления производственной деятельности в отдельных структурных подразделениях до полного завершения работ по дезактивации;

- создать комиссию по приемке служебных помещений и участков производства после проведения работ по их дезактивации;

- разработать предложения по эксплуатации укрытий и служебных помещений в течении 25 суток в условиях радиоактивного загрязнения территории объекта и вахтового метода работы;

- развернуть СОТ (станция обеззараживания транспорта) на заасфальтированной площадке в районе Северных ворот;

- развернуть СОП (санитарно-обмывочный пункт) на базе душевых кабин технического отдела;

- главному механику и главному энергетнику оказать помощь в их развертывании, обеспечив их подключение к инженерным сетям;

- всем начальникам структурных подразделений и служб особое внимание обратить на соблюдение мер безопасности при проведении работ по дезактивации;

- подвоз рабочих вахт организовать в соответствии с указаниями

руководителя исполнительной власти района (города) с учетом принятого вахтового метода работы.

### **1.9. Воздействие на человека ионизирующего излучения.**

Воздействие радиоактивного излучения на людей в первые часы и сутки после аварии определяются внутренним облучением в результате вдыхания радионуклидов из радиоактивного облака и внешним облучением от радиоактивного облака и радиоактивных выпадений на местности, а также поверхностным загрязнением в результате осаждения радионуклидов из облака радиоактивного выброса.

Внешнему облучению может либо полностью подвергнуться весь организм, либо оно может затрагивать отдельные участки тела (локальное облучение). При попадании в организм человека радиоактивных изотопов с вдыхаемым воздухом, водой и продуктами питания они могут равномерно распределяться внутри тела, а могут избирательно накапливаться в отдельных органах.

При изучении действия ионизирующего излучения на организм человека определен ряд особенностей:

- высокая эффективность поглощенной энергии. Малые количества излучения могут вызывать глубокие изменения в организме;
- наличие скрытого (инкубационного) периода появления воздействия ионизирующего излучения. Этот период сокращается при излучении в больших дозах;
- воздействие от малых доз может суммироваться, т.е. идет процесс накопления. Этот эффект называется кумуляцией;
- излучение воздействует не только на данный живой организм, но и на его потомство. Это так называемый генетический эффект;
- различные органы живого организма имеют свою радиочувствительность, наиболее уязвимы узко специализированы органы и ткани;
- каждый организм не одинаково реагирует на облучение.

Биологический эффект ионизирующего излучения зависит от времени воздействия, суммарной дозы, вида излучения, размеров облучаемой поверхности, а также от индивидуальных особенностей организма.

Степень опасности ионизирующих излучений также зависит от скорости выведения радионуклидов из организма. Если радионуклиды, попавшие внутрь организма, однотипны с элементами, которые потребляются человеком с пищей (натрий, хлор, калий и др.), то они не задерживаются на длительное время в организме, и выводятся из него.

Некоторые радиоактивные вещества, попадая в организм, распределяются в нем более или менее равномерно, другие концентрируются в отдельных внутренних органах.

Чувствительность различных органов человеческого тела к облучению различна. Самыми чувствительными к облучению являются:

- зародышевые клетки, отвечающие за наследственность;
- красный костный мозг – основной кроветворный орган, формирующий лейкоциты, эритроциты, тромбоциты;
- зубная железа, формирующая лейкоциты и гормоны.

Радиоактивные вещества в организме человека распределяются неравномерно. Так, в костных тканях отлагаются источники  $\alpha$ -излучения – радий, уран, плутоний;  $\beta$ -излучения – стронций и иттрий;  $\gamma$ -излучения – цирконий. Эти элементы, химически связаны с костной тканью, очень трудно выводятся из организма (так период полувыведения стронция составляет 50 лет).

В мягких тканях концентрируется источник  $\gamma$ -излучения – цезий, который достаточно легко выводится из организма (период полувыведения цезия порядка 70 суток).

Следует отметить еще некоторые особенности биологического действия ионизирующих излучений:

- действие ионизирующих излучений на организм неощутимо человеком. У людей отсутствует орган чувств, который мог бы воспринимать ионизирующее излучение;

- видимые поражения кожного покрова, недомогание, характерные для лучевого поражения, проявляются не сразу, а спустя некоторое время;

- суммирование доз происходит скрытно. Если в организм человека систематически будут попадать радиоактивные вещества, то со временем дозы суммируются, это неизбежно приводит к лучевым заболеваниям.

В результате облучения сокращается количество лейкоцитов в крови человека, что приводит к сокращению плазменных клеток, вырабатывающих антитела. Антитела обеспечивают защитные реакции организма человека к различным заболеваниям. Снижение и ослабление лейкоцитов в крови человека приводит к потере иммунитета и сопротивляемости организма к болезням.

Радиоактивное облучение может разрушить генетический код человека, путем разрыва связей между последовательными радионуклидами. Если таких разрывов мало, то связи могут восстанавливаться, но если их много, то нарушается генетический код, что приводит к мутации человека. Причем мутация происходит не сразу, а во втором или даже третьем поколении.

### **Лучевая болезнь.**

Характерные признаки лучевой болезни проявляются не сразу, человек может и не знать об облучении.

Лучевая болезнь возникает в результате воздействия на организм человека ионизирующих излучений в дозах, превышающих допустимые.

Известно, что тело человека на 75% содержит воду  $H_2O$ , которая под воздействием радиоактивного излучения распадается на водород H и

гидроксильную группу ОН, которые через цепь превращений образуют продукты с высокой химической активностью: гидратный оксид  $\text{HO}_2$  и перекись водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Эти соединения окисляются и разрушают биологические ткани. При небольших дозах облучения пораженная ткань через некоторое время восстанавливается (обратимый процесс), но высокие дозы облучения вызывают необратимые процессы. В результате такого воздействия нарушается нормальное течение биохимических процессов и обмена веществ, происходит разрушение лейкоцитов, тромбоцитов, эритроцитов и пр. Биологический эффект зависит от мощности, времени и площади облучения.

Доза облучения может быть однократной и многократной.

Наиболее опасным является однократное облучение. Однократным считается облучение, полученное за 4 суток с начала облучения за один раз или дробно. При этом на 5-6-е сутки радиоактивные вещества выводятся из организма. Через 30 суток из организма выводятся порядка 50% радиоактивных веществ, а через 90 суток – порядка 90%, но 10% радиоактивных веществ остается в организме человека на всю жизнь (остаточная доза).

Если продолжительность облучения превышает 4 суток, то оно считается многократным.

Лучевая болезнь может развиваться при внешнем общем облучении всего тела или большей его части, а также при внутреннем облучении в связи с проникновением радиоактивных веществ в организм через дыхательные пути или вместе с зараженной пищей либо водой.

В зависимости от дозы облучения могут возникнуть лучевые болезни 4-х степеней (табл. 1.7).

Различают две формы лучевой болезни:

- острая,
- хроническая.

*Острая форма* возникает в результате однократного или ряда последовательных воздействий ионизирующих излучений в больших дозах. Она может наблюдаться в условиях военного времени при использовании противником ядерного оружия, а в мирное время – при авариях и катастрофах на АЭС, предприятиях или НИИ, использующих источники ионизирующего излучения.

*Хроническая форма* возникает в результате длительного (в течение многих месяцев и лет) облучения в малых дозах. Может развиваться вследствие нарушения правил охраны труда и техники безопасности при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующего излучения.

Формы и клинические проявления лучевой болезни зависят:

- от характера облучения – общее, местное, внешнее, внутреннее;
- от дозы;

- от распределения дозы облучения во времени.

Таблица 1.7

**Признаки лучевой болезни**

<b>Доза облучения</b>	<b>Признаки поражения человека при однократном облучении</b>	<b>Признаки поражения человека при многократном облучении</b>
50 бэр (0,5 Зв)	Видимых признаков поражения нет	Видимых признаков поражения нет
100-200 бэр (1-2 Зв)	Возможна тошнота, рвота, слабость	Облучение 10-30 суток – внешних признаков нет
200-300 бэр (2-3 Зв)	Лучевая болезнь 1-й степени	Облучение в течение 3-х месяцев - внешних признаков нет
300-400 бэр (3-4 Зв)	Лучевая болезнь 2-й степени	Первые признаки лучевой болезни
400-600 бэр (4-6 Зв)	Лучевая болезнь 3-й степени. Головная боль, температура, слабость, тошнота, рвота, понос, изменение состава крови. При отсутствии лечения - смерть	
более 600 бэр (более 6 Зв)	Лучевая болезнь 4-й степени. В большинстве случаев смерть	
1000 бэр (10 Зв)	Молниеносная форма лучевой болезни. Гибель в 1-е сутки	

Общим для всех форм является нарушение функций всех органов и систем. При этом поражаются:

- центральная нервная система;
- система кроветворения и кровообращения;
- желудочно-кишечный тракт;
- общая интоксикация организма, проявляющаяся слабостью, головной болью, нарушением сна, тошнотой и др.

Различают *четыре периода острой формы лучевой болезни*:

- период первичной реакции;
- скрытый период;
- период разгара болезни;
- период восстановления.

*Период первичной реакции.*

Возникает вскоре после облучения, отмечается возбуждение или, наоборот, состояние апатии, вялость, слабость, головокружение, тошнота, а в тяжелых случаях рвота и понос. Нарушается аппетит, расстраивается сон. В более тяжелых случаях возможна временная потеря сознания. Пульс и артериальное давление становятся неустойчивыми. В крови выявляются

характерные изменения преимущественно со стороны белых кровяных телец. Все эти явления по прошествии нескольких часов могут сгладиться или исчезнуть, после чего начинается 2-й период.

*Скрытый период.*

Заметно улучшается общее состояние, но болезнь прогрессирует. По истечении от нескольких дней до 2-3 недель наступает 3-й период.

*Период разгара.*

Резко ухудшается общее состояние, повышается температура, возникает рвота и понос, нередко с кровью. Появляется кровоточивость десен и др. слизистых оболочек с образованием язв, под кожей появляются кровоизлияния. Через 2-3 недели начинают выпадать волосы. Развивается малокровие и нервные расстройства. Резко падает сопротивляемость организма к возбудителям инфекционных болезней. При благоприятном течении в результате современного лечения болезнь вступает в 4-й период.

*Период восстановления.*

Состояние постепенно улучшается, нормализуется температура, исчезают признаки нарушений функции центральной нервной системы, восстанавливается нормальный состав крови.

После излечения от лучевой болезни могут быть остаточные явления в виде слабости, быстрой утомляемости, головных болей, не резко выраженного малокровия, склонности к инфекционным заболеваниям.

*Хроническая лучевая болезнь* развивается медленно, годами. Лечение заключается с полного прекращения контакта больного с источниками ионизирующего излучения.

### **1.10. Профилактика воздействия на организм человека ионизирующих излучений.**

Профилактика воздействия на организм человека ионизирующих излучений заключается в защите персонала, работающего в сфере источников ионизирующих излучений, а также пациентов радиологических и рентгенологических кабинетов от вредного действия излучения, превышающего допустимые уровни.

Лица, работающие с источниками ионизирующего излучения должны:

- проходить медицинское обследование при поступлении на работу;
- находиться на специальном медицинском учете, проходить регулярные медицинские осмотры и диспансеризации;
- иметь льготы – сокращенный рабочий день, удлиненный отпуск, льготную пенсию;
- при работе использовать спец. одежду – маску, халат, комбинезон, перчатки и др.;
- использовать специальные манипуляторы, управляемые дистанционно из защищаемых от источников ионизирующего излучения помещений.

При отклонениях в состоянии здоровья лиц, работающих в сфере действия ионизирующих излучений, немедленно отстраняют от работы при этом;

- при незначительных отклонениях – временно, до восстановления здоровья;
- при значительных отклонениях – переводят на другую работу.

*Радиационная безопасность населения* – состояние защищенности настоящего и будущего поколений от вредного для их здоровья воздействия ионизирующих излучений

Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 05.12. 1995г. определяет правовые основы обеспечения, радиационной безопасности населения в целях охраны его здоровья, а также устанавливает основные гигиенические нормативы (допустимые пределы доз) облучения для населения, персонала и граждан, привлекаемых к ликвидации последствий радиационных аварий.

Статья 9 закона введена в действие с 1 января 2000 года. В этой статье устанавливаются *основные гигиенические нормативы (допустимые пределы доз)* облучения в результате использования источников ионизирующего излучения:

- для населения средняя годовая эффективная доза равна 0,001 зиверта (0,01Р) или эффективная доза за период жизни (70 лет) – 0,07 зиверта (7Р); в отдельные годы допустимы большие значения эффективной дозы при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последних лет, не превысит 0,001 зиверта (0,01Р);

- для работников средняя годовая эффективная доза равна 0,02 зиверта (2Р) или эффективная доза за период трудовой деятельности (50 лет) – 1 зиверту (100Р); допустимо облучение в годовой эффективной дозе до 0,05 зиверта (5Р) при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 0,02 зиверта (2Р) (работник – это физическое лицо, которое постоянно или временно работает непосредственно с источниками ионизирующих излучений).

Облучение граждан, привлекающихся к ликвидации последствий радиационных аварий, не должно превышать более чем в 10 раз среднегодовое значение основных гигиенических нормативов облучения для работников (персонала). Повышенное облучение граждан, привлекаемых для ликвидации последствий радиационных аварий, допускается один раз за период жизни при добровольном их согласии и предварительном информировании о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

### 1.11. Защита населения от ионизирующих излучений.

Организация защиты населения от ионизирующего излучения представлена на рис. 1.5.

Основные меры радиационной защиты, обеспечивающие снижение дозы облучения населения загрязненной территории и вводимые в зависимости от ее величины, включают:

- нормирование облучения;
- добровольное отселение жителей из загрязненных территорий;
- ограничение проживания и функционирования населения на отдельных участках загрязненной территории;
- регулирование возвращения жителей на загрязненные территории;
- дезактивацию отдельных участков загрязненной территории, зданий и сооружений;

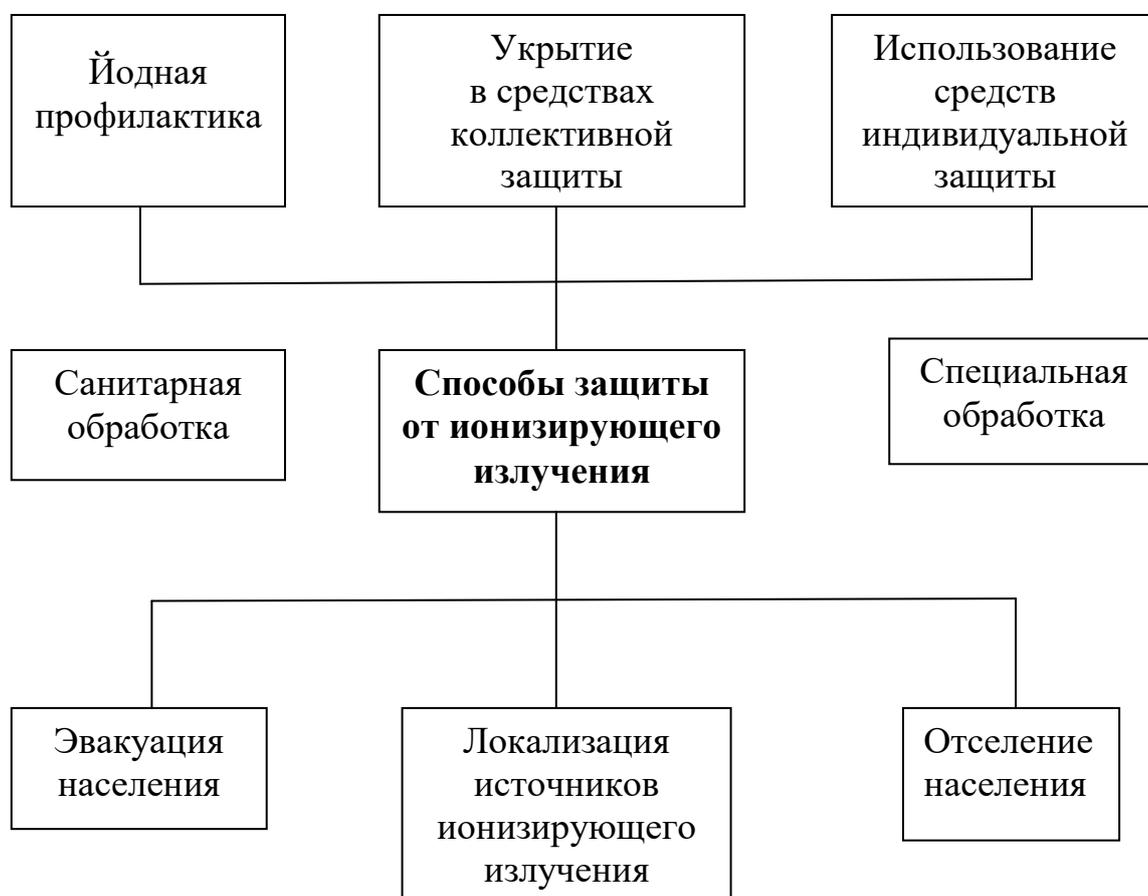


Рис. 1.5. Схема организация защиты населения от ионизирующего излучения

- систему мер в цикле сельскохозяйственных технологий и производств по снижению содержания радионуклидов в местной растительной и животной пищевой продукции, включая рекомендации для жителей по ведению личных приусадебных хозяйств;

- радиационный контроль и бракераж сельскохозяйственной, рыбной, лесной продукции, а также поставки радиационно чистых продуктов питания и фуража;

- радиационный контроль и бракераж, производимых на загрязненной территории, товаров;

- обеспечение безопасных условий труда на загрязненной территории;

- уменьшение доз медицинского облучения на основе принципа оптимизации, а также снижение уровней природного облучения, в частности, за счет ограничения поступления радона в жилые и производственные помещения.

Осуществление мер радиационной защиты населения в после аварийной ситуации может приводить к нежелательному вмешательству в его нормальную жизнь. Защита населения осуществляется с помощью мероприятий (переселение, дезактивация, ограничения в питании и проведении хозяйственной деятельности и др.), которые могут сопровождаться негативными психологическими эффектами, нарушениями здоровья, экологическим ущербом и значительными материальными затратами. Поэтому, при введении этих мер защиты и планирования их объема должны учитываться негативные последствия вмешательства.

### **1.11.1. Эвакуация населения при аварии на радиационно опасном объекте и выпадении радиоактивных осадков.**

Проживание на этой территории будет опасным для здоровья и жизни людей. Аналогичная ситуация может сложиться в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. В этих случаях приходится прибегать к эвакуации населения в «чистую», так называемую, безопасную зону, как основному способу защиты и единственному способу обеспечения нормальной жизнедеятельности.

Необходимость эвакуации определяется вероятной дозой радиоактивного облучения человека за первые 10 суток с момента аварии на АЭС:

- при возможной дозе 500 мЗв (50Р) и более планируется проведение общей эвакуации;

- при возможной дозе от 50 мЗв до 500 мЗв (5-50Р) планируется проведение частичной эвакуации (детей, женщин с детьми, беременных женщин).

Общие оптимизированные уровни вмешательства по накапливаемой дозе облучения (п.6.4 НРБ-99):

- начало временного отселения – 30 мЗв (3 бэр) в месяц, 4,1 мР\ч;

- прекращение временного отселения – 10 мЗв (1 бэр) в месяц, 1,37 мР\ч;

- выше этих пределов за месяц в течение года или двух лет – следует рассматривать вопрос об отселении людей с загрязненной территории на

постоянное жительство.

Решение на проведение местной и городской эвакуации принимают руководители регионов или правительство России, региональной – правительство России.

Эвакуацию предполагается провести в экстренном порядке, кроме 15 км зоны вокруг ЛАЭС, где возможна заблаговременная эвакуация.

Экстренная эвакуация выполняется путем вывоза населения за границу зоны радиоактивного загрязнения транспортом повышенной герметичности, то есть пассажирским транспортом, бортовыми автомобилями с тентами или специальным транспортом с закрытым кузовом.

Посадка населения на автотранспорт осуществляется у подъездов домов, предприятий, учреждений. Квартиры, здания сдаются представителям жилищно- эксплуатационной службы, опечатываются и передаются под охрану РУВД.

Учет вывозимого населения производится при посадке в автотранспорт, сборные эвакуационные пункты не развертываются.

При частичной эвакуации квартиры не сдаются.

С собой следует взять: документы, деньги, ценные бумаги, драгоценности, вещи до 50 кг на взрослого человека и запас чистых продуктов на двое- трое суток.

После посадки населения на автотранспорт, формируется автоколонна, следующая на промежуточный пункт эвакуации (ППЭ), который развертывается в «чистой» зоне силами Муниципального образования района размещения.

На промежуточном пункте эвакуации производится дозиметрический контроль эвакуируемых и их вещей, при необходимости, санитарная обработка и замена вещей, оказывается медицинская помощь. Затем население регистрируется и временно размещается.

Транспорт, на котором прибыли эвакуируемые, на территорию ППЭ не допускается, проходит частичную дезактивацию и используется для перевозки эвакуанаселения только на загрязненной территории.

Временное размещение эвакуанаселения производится в зданиях общественного назначения (гостиницы, дома отдыха, кинотеатры, клубы спортивные и другие здания и сооружения), возможно размещение в палатках, модулях и в жилых домах местного населения.

На этом заканчивается первый этап эвакуации. После ликвидации последствий аварии на радиационно-опасном объекте и загрязненной территории принимается решение на реэвакуацию или длительное проживание – это второй этап.

### **1.11.2. Индивидуальная защита населения от воздействия радиоактивного загрязнения при аварии на радиационно опасном объекте.**

Защита населения и работников организаций от воздействия радиоактивного загрязнения при аварии на радиационно опасном объекте осуществляется средствами защиты, которые подразделяются на:

- коллективные средства защиты;
- индивидуальные средства защиты.

*Коллективные средства защиты* – это защитные сооружения, предназначенные для укрытия групп людей с целью защиты их жизни и здоровья от последствий радиационных аварий.

Защитные сооружения подразделяются по степени защиты на убежища, противорадиационные укрытия, которые обеспечивают защиту людей от радиоактивных загрязнений не менее 2 суток.

При отсутствии стационарных убежищ и противорадиационных укрытий для защиты от воздействия радиоактивного загрязнения население может использовать жилые и бытовые помещения – квартиры, комнаты, подвалы, кладовые, которые должны быть загерметизированы.

Для осуществления герметизации помещений необходимо выполнить следующие мероприятия:

- выключить вентиляцию (при наличии);
- закрыть двери, окна, форточки;
- перекрыть дымоходы и вентиляционные каналы или заклеить липкой лентой (скотчем);
- заделать щели и другие неплотности в дверных проемах и оконных рамах липкой лентой (скотчем).

*Индивидуальные средства защиты* – это предметы, предназначенные для защиты от радиоактивных веществ. Они подразделяются на средства защиты органов дыхания и средства защиты кожи.

К средствам индивидуальной защиты органов дыхания относятся:

- фильтрующие противогазы ГП-5, ГП-7 и их модификации;
- респираторы (облегченные средства защиты органов дыхания) – Р-2, РУ-60М, РПГ-67 и другие;
- простейшие средства защиты органов дыхания - многослойные марлевые повязки, которые изготавливаются для взрослых из 10-12 слоев марли размером 30×20см (20×15см для детей), сложенных стопкой и завернутых внутрь марлевой косынки размером 100×60см (80×45см для детей), края которой надрезаются на длину 30 см для образования завязок. По периметру повязка прошивается. Надевается повязка таким образом, чтобы рот и нос были закрыты одновременно. Смачивание повязки многократно повышает ее защитные свойства.

Средства индивидуальной защиты кожи – предназначены для защиты кожных покровов, одежды и обуви от загрязнения радиоактивными веществами. К ним относятся:

- защитный костюм Л-1 (рис. 1.6), состоящий из комбинезона (брюки с защитными чулками), куртки с капюшоном и перчатками;



Рис. 1.6. Работа спасателя в защитном костюме Л-1

- общевойсковой защитный костюм ОЗК, состоящий из защитного плаща, чулок и перчаток.

Л-1 и ОЗК изготавливаются из прорезиненной ткани и могут использоваться многократно.

### **1.11.3. Рекомендации по применению препаратов стабильного йода населением (йодная профилактика).**

При авариях ядерного реактора происходит выброс в окружающую среду значительных количеств радиоизотопов йода. При попадании в организм радиоизотопы йода избирательно накапливаются в щитовидной железе, вызывая ее поражение (нарушение йодофиксирующей функции и др.).

Особую радиобиологическую опасность представляют изотопы Йода 131-135.

Радиоактивные изотопы йода могут поступать в организм через органы пищеварения, дыхания, раневые и ожоговые поверхности кожи. Всасывание растворимых соединений йода при указанных путях поступления в организм достигает 100%.

В ранний период после аварии опасность представляет ингаляционное поступление радиоизотопов йода.

Наибольшее практическое значение имеет элементарное поступление радиоактивного йода при употреблении молока и молочных продуктов от животных, выпасаемых на загрязненных радиоактивным йодом пастбищах, и поверхностно загрязненных овощей, фруктов.

*Для защиты организма от накопления радиоактивных изотопов йода в критическом органе - щитовидной железе и теле, применяются препараты стабильного йода.*

Препараты стабильного йода вызывают блокаду щитовидной железы, снижают накопление радиоизотопов йода в щитовидной железе и ее облучение.

В стране рекомендован и применяется йодистый калий. Своевременный прием йодистого калия обеспечивает снижение дозы облучения щитовидной железы на 97-99% и в десятки раз - всего организма.

*Эффективность йодной профилактики* зависит от времени приема препаратов стабильного йода:

- за 6 часов до ингаляции (выпадения радиоактивных осадков) – почти 100%;
- во время начала ингаляции (выпадения радиоактивных осадков) – 90%;
- через 2 часа после поступления радиоактивных веществ в организм – 10%;
- через 6 часов после поступления радиоактивных веществ в организм – 2%.

Разработаны стабилизированные *таблетки йодистого калия*, дозы его применения:

- 0.125г для взрослых и детей старше 2 лет;
- 0.040г для детей до 2 лет.

Срок хранения таблетки 4 года.

Для расширения арсенала средств защиты щитовидной железы от радиоизотопов йода в дополнение к йодиту калия рекомендуются другие препараты йода: *раствор Люголя и 5% настойка йода*, оказывающих равное с йодистым калием защитное действие при поступлении внутрь радиойода. Указанные препараты доступны для населения, так как почти всегда имеются в домашних аптечках.

Более широкий набор препаратов йода для защиты щитовидной железы от радиоизотопов йода позволит в чрезвычайных условиях оперативно осуществлять необходимые меры по обеспечению радиационной безопасности населения, находящегося в зоне радиоактивного выброса или употребляющего загрязненные радиоактивным йодом молоко и другие продукты питания. При отсутствии йодида калия раствор Люголя и настойка йода могут его заменить.

*Йодистый калий* применяют в следующих дозах (в одном из предлагаемых вариантов):

- взрослым и детям от 2 лет и старше - по I таблетке по 0,125 г, детям до 2 лет — по I таблетке по 0,040 г на прием внутрь ежедневно;
- беременным женщинам - по I таблетке по 0.125 г с одновременным приемом перхлората калия 0,75 г (3 таблетки по 0.25 г).

*5% настойка йода применяется:*

- взрослым и подросткам старше 14 лет - по 44 капли I раз в день или по 20-22 капли 2 раза в день после еды на 1/2 стакана молока или воды;
- детям от 5 лет и старше 5% настойка йода применяется в 2 раза меньшем количестве, чем для взрослых, т. е. по 20-22 капли I раз в день или по 10-11 капель 2 раза в день на 1/2 стакана молока .или воды;
- детям до 5 лет настойку йода внутрь не назначают.

*Настойка йода может применяться путем ее нанесения на кожу.*

Защитный эффект нанесения настойки йода на кожу сопоставим с ее приемом внутрь в тех же дозах. Настойка йода наносится тампоном в виде полос на предплечье, голени. Этот способ защиты особенно приемлем у детей младшего возраста (моложе 5 лет), поскольку перорально настойка йода у них не применяется. Для исключения ожогов кожи целесообразно использовать не 5%, а 2,5% настойку йода. Детям от 2-х до 5 лет настойку йода наносят из расчета 20-22 капли в день, детям до 2х лет - в половинной дозе, т. е. 10-11 капель в день.

*Раствор Люголя применяется*

- взрослым и подросткам старше 14 лет по 22 капли I раз в день или по 10-11 капель 2 раза в день после еды на 1/2 стакана молока или воды;
- детям от 5 лет и старше раствор Люголя применяется в 2 раза меньшем количестве, чем для взрослых, т. е. по 10-11 капель I раз в день или по 5-6 капель 2 раза в день на 1/2 стакана молока или воды;
- детям до 5 лет раствор Люголя не назначается.

Препараты йода применяют до исчезновения угрозы поступления в организм радиоактивных изотопов йода.

Для осуществления своевременной защиты населения от радиоактивных изотопов йода лечебно-профилактические учреждения создают запас йодида калия на все обслуживаемое население *из расчета приема его в течение 7 дней*. Предполагается, что за это время будет принято решение либо об эвакуации населения, либо исключено поступление радиойода в организм людей.

Обеспечение населения йодистым калием, раствором Люголя и 2,5-5% настойкой йода производится через аптечную сеть, для чего в аптеках создается необходимый запас препаратов йода.

Часть запасов йодистого калия медучреждение передает в детские дошкольные учреждения, интернаты, больницы, родильные дома и т. д., где они оперативно могут быть применены.

*Прием препаратов йода осуществляется населением самостоятельно* согласно рекомендациям по их применению, для чего должны быть выпущены и размножены в необходимом количестве памятки, которые можно получить в любой аптеке, а выше перечисленные учреждения обеспечиваются ими заранее.

Предлагаемые препараты стабильного йода не представляют опасности для организма в рекомендуемых дозах для защиты организма от радиоактивных изотопов йода, не оказывают побочного действия. Однако следует избегать передозировок.

Поэтому органами здравоохранения проводится разъяснительная работа через печать, радио, телевидение о показаниях к применению препаратов, порядка их применения, хранения и о поведении населения.

*Йодная профилактика начинается немедленно* при угрозе загрязнения воздуха и территории в результате аварии ядерных реакторов, утечки или выбросов предприятиями в атмосферу продуктов, содержащих радиоизотопы йода.

После изучения радиационной обстановки специально созданной комиссией принимается решение о продолжении или отмене йодной профилактики.

*Йодная профилактика должна быть продолжена* в следующих случаях:

- при превышении объективной активности радионуклидов йода в атмосферном воздухе  $1,5 \times 10^{-13}$  Ки/л ( $5,5 \times 10^{-3}$  Бк/л);
- при загрязнении пастбищ радионуклидами йода свыше  $0,7$  Ки/км<sup>2</sup> ( $2,6 \times 10^{10}$  Бк/км<sup>2</sup>);
- при превышении объемной активности радионуклидов йода в молоке  $1 \times 10^{-8}$  Ки/л ( $3,7 \times 10^2$  Бк/л).

*Важно помнить!*

- при аварии на АЭС обязательно проводить йодную профилактику населению, расположенному в пределах 10 км от АЭС;
- 20 – 24 капель раствора йода размещается в обычной медицинской пипетке (число капель зависит от диаметра носика пипетки);
- не принимать лицам с повышенной чувствительностью к йоду;
- разовая доза не должна превышать 20 капель;
- не принимать на тощак.

### **1.12. Мероприятия по защите работников организаций при угрозе возникновения аварии на радиационно опасном объекте.**

Основной целью защиты населения при аварии на радиационно опасном объекте является предотвращение или максимально возможное снижение степени радиационного воздействия на человека. Это

достигается проведением комплекса подготовительных мероприятий, проводимых в организации заблаговременно и мероприятий обеспечивающих защиту населения при авариях на радиационно опасном объекте можно разделить на 3 группы:

- мероприятия по подготовке организации к защите работников;
- мероприятия, проводимые на организации при угрозе возникновения аварии;
- мероприятия, проводимые на организации при возникновении аварии.

*Мероприятия по подготовке организации к защите работников:*

- разработка «Плана действий по предупреждению и ликвидации ЧС»;
- разработка и внедрение системы оповещения на всей территории организации;
- организация радиационного наблюдения и дозиметрического контроля за счет дежурных смен;
- обеспечение работников организации памятками по правилам поведения на местности загрязненной РВ;
- создание в организации запасов СИЗ органов дыхания и кожи, медицинских средств защиты, приближение их к рабочим местам;
- уточнение эвакуационных и порядка проведения экстренной эвакуации работников организации из зон возможного радиационного загрязнения;
- постоянное обучение работников правилам действий и способам защиты в условиях радиационного загрязнения;
- подготовка нештатных аварийно-спасательных формирований к проведению аварийно-спасательным и другим неотложным работам;
- создание в организации запасов герметизирующих материалов, дезактивирующих средств;
- другие мероприятия.

*Мероприятия, проводимые в организации при угрозе возникновения аварии (режим повышенной готовности - после получения сигнала об аварии на радиационно опасном объекте до момента радиационного загрязнения территорий):*

- немедленно довести сигнал об аварии на АЭС до всех работающих;
- развернуть Пункт управления организации и установить круглосуточное дежурство руководящего состава в нем;
- подготовить защитные сооружения к приему укрываемых. Получить средства индивидуальной защиты органов дыхания на пунктах выдачи в строго запланированное время;
- провести во взаимодействии с медицинской службой организации йодную профилактику работающих;
- с получением сигнала «Радиационная опасность» обеспечить

безаварийную остановку производства и укрытие людей в закрепленных защитных сооружениях;

- обеспечить устойчивую работу участков организации с непрерывным циклом производства (литейный цех, электроцех, котельная, насосная, компрессорная станция, газораспределительные пункты, трансформаторная подстанция и т.д.);

- развернуть посты радиационного, химического и биологического контроля (организовать ведение разведки территории организации силами разведчиков-дозиметристов), организовать групповой дозиметрический контроль в структурных подразделениях;

- провести герметизацию производственных помещений, зданий, сооружений, оборудования, машин, механизмов, источников водоснабжения, продуктов питания;

- создать максимальные запасы чистой воды во всех структурных подразделениях;

- привести в готовность необходимые нештатные аварийно-спасательные формирования организации (разведки, радиационной и химической защиты, медицинские, убежищ и укрытий, охраны общественного порядка, противопожарные и др.);

- произвести оповещение и сбор нештатных аварийно-спасательных формирований организации;

- руководящий состав перевести на круглосуточное дежурство;

- организовать прием радиационной и метео- информации из территориального отдела Главного управления МЧС России по району субъекта (по возможности).

*Мероприятия, проводимые в организации при возникновении аварии (режим чрезвычайной ситуации при радиоактивном заражении местности):*

- немедленно довести сигнал оповещения «Радиационная опасность» до всех работающих;

- провести мероприятия по безаварийной остановке производства и укрытию людей в закрепленных защитных сооружениях, загерметизированных помещениях;

- пребывание людей на открытой местности ограничить, при необходимости работы выполнять только в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и кожи;

- временно запретить всем употребление воды, продуктов питания из незащищенных источников;

- провести разведку на территории и в сооружениях организации, контроль за мощностью дозы осуществлять через каждые 6 часов;

- ввести режим радиационной защиты работников;

- провести (при достижении критериев для принятия решения) эвакуацию работников из зоны радиоактивного загрязнения;

- провести дезактивацию территории, сооружений, техники, одежды;

- провести санитарную обработку людей;

- организовать борьбу с пылеобразованием (вода, латексы и др.);
- обеспечить возможность возобновления деятельности организации в кратчайшие сроки;
- доступ на загрязненную территорию ограничить;
- периодически докладывать в территориальный отдел Главного управления МЧС России по району субъекта о сложившейся обстановке и выполненных мероприятиях.

Мероприятия радиационной защиты персонала, населения необходимо проводить в комплексе с мероприятиями социально-хозяйственного характера, направленными на жизнеобеспечение и восстановление нормальной жизнедеятельности населения.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какие организации и учреждения относятся к радиационно опасным объектам?
2. Причины возникновения радиоактивных излучений.
3. Естественные и искусственные источники радиоактивных излучений.
4. Радиоактивное излучение. Единицы измерения.
5. Классификация радиационно опасных аварий.
6. Характеристика зон возможного радиоактивного загрязнения при аварии на радиационно опасном объекте.
7. Международная шкала событий на АЭС (МАГАТЭ). Характеристика уровней шкалы событий на АЭС.
8. Воздействие на человека ионизирующего излучения.
9. Лучевая болезнь. Признаки лучевой болезни. Формы и периоды протекания лучевой болезни.
10. Профилактика воздействия на организм человека ионизирующего излучения.
11. Защита населения от ионизирующего излучения.
12. Рекомендации по применению препаратов стабильного йода населением (проведение йодной профилактики).
13. Эвакуация населения при аварии на радиационно опасном объекте и выпадении радиоактивных осадков.
14. Индивидуальная защита населения от воздействия радиоактивного загрязнения при аварии на радиационно опасном объекте.
15. Мероприятия по защите работников организаций при угрозе возникновения или возникновении аварии на радиационно опасном объекте.

## Тема 2. Аварии на химически опасных объектах

### **2.1. Опасности аварий на химически опасных объектах для человека и окружающей природной среды.**

Высокую озабоченность вызывают аварии в традиционной энергетике, на объектах топливного цикла (от добычи сырья до обращения с отходами), а также на других объектах с химической технологией.

Крупных аварий на объектах с химической технологией, сопровождающихся тяжелыми последствиями происходит значительно больше. Номенклатура продукции, выпускаемой химическим заводом с передовой технологией, обеспечивающей комплексную переработку сырья, включает тысячи различных материалов и веществ, многие из которых чрезвычайно токсичны и ядовиты. Опасность химических заводов для человека и окружающей природной среды, особенно при возникновении аварий, очевидна.

Примерами могут служить:

- широко известная крупная авария на химическом заводе, выпускающем различные химические вещества (в основном ароматические соединения), в г. Севезо (Италия), которая произошла в 1976г. В результате этой аварии пострадало около 1000 человек при общем числе жителей - 27,6 тыс. человек. В районе Севезо отмечалась массовая гибель животных, значительная территория подверглась воздействию диоксина;

- пожар на складе химической продукцией компании «Сандоз» в Базеле (Швейцария):

- сброс загрязненных вод в Рейн в 1986г. и др.

- однако самой крупной аварией на химическом производстве за всю историю развития мировой промышленности является катастрофа в г. Бхопал (Индия), происшедшая 3 декабря 1984г., которая сопровождалась большим выбросом метилзоционата, унесла 3000 жизней и привела к заболеванию более 200 тыс. человек.

В настоящее время энергонасыщенность современных объектов, даже неядерной энергетике, стала буквально колоссальной. Так, типовой нефтеперерабатывающий завод мощностью 10-15 млн. тонн в год сосредотачивает на своей промышленной площадке от 300 до 500 тыс. тонн углеводородного топлива. Энергосодержание этого топлива эквивалентно 3-5 мегатоннам тротила.

В химических технологиях предусматривается использование большого количества опасных веществ, высоких температур и давлений.

К объектам с химической технологией следует отнести и значительную часть объектов нехимических отраслей промышленности, где в технологических процессах применяются опасные вещества и имеют место химические превращения. Необходимо отметить, что по существу

большинство промышленных объектов, в известном смысле, являются объектами химического риска. При аварии любого промышленного объекта, представляющий процесс разрушительного высвобождения его собственного энергозапаса, при котором сырье, промежуточные продукты, продукция предприятия и отходы производства, вовлекаясь в аварийный процесс, создают поражающие факторы для населения и окружающей природной среды, уровень химического риска характеризуется довольно высокими значениями.

В Российской Федерации в настоящее время функционирует более 10 тыс. потенциально опасных химических объектов, относящихся к топливно-энергетическому комплексу, цветной и черной металлургии, химической, целлюлозно-бумажной, горнодобывающей и перерабатывающей, пищевой и другим отраслям промышленности и сельского хозяйства. При этом 70% из них расположены в 146 городах с населением более 100 тыс. человек. Из числа этих объектов более 50% имеют запасы аммиака, 35% хлора, 5% — соляную кислоту и около 10% другие химические вещества. Суммарный запас химически опасных веществ на предприятиях достигает 700 тыс. тонн.

подавляющее большинство химически опасных объектов было построено и введено в эксплуатацию 40-50 лет назад. При нормальном сроке эксплуатации до 15 лет химико-технологическое оборудование к настоящему времени многократно выработало свои ресурсы, морально устарело и физически изношено.

Угроза заражения в результате возникновения аварии на этих объектах подвержена территория площадью около 300 тыс. км<sup>2</sup> с населением более 54 млн человек.

К числу наиболее опасных в химическом отношении регионов России относятся: Северо-Западный, Центральный, Приволжский, Северо-Кавказский и Уральский.

В настоящее время на территории России накоплено около 2 млрд тонн токсичных отходов. Особую опасность загрязнения окружающей среды представляют отходы гальванических производств, а также отходы содержащие ртуть и хлорорганику.

Отдельная проблема — отходы нефтеперерабатывающей промышленности, представляющие собой нефтесодержащие шламы 2-го и 3-го класса опасности. В результате деятельности только государственных предприятий газового комплекса образуется 10 тыс. тонн нефтесодержащих шламов в год.

Существует проблема утилизации запрещенных и непригодных к использованию в сельском хозяйстве пестицидов. Среди них присутствуют такие стойкие органические загрязнители, как дихлордефинилтрихлорметилметан (ДДТ), гексахлорциклогексан (линдан),

гексахлорбензол и ряд других, обладающих сильными мутагенными и канцерогенными свойствами. На территории России хранится более 40 тыс. тонн таких пестицидов.

В промышленности интенсивно применяются технологии галогенирования с использованием элементного хлора и брома, представляющие высокую химическую опасность для персонала и окружающей природной среды, что связано с отсутствием альтернативных технологий, исключающих применение этих опасных реагентов.

По классификации Российской академии естественных наук и Московского института пожарной безопасности *химически опасные объекты относятся к 2-му классу по основному виду опасности*. К ним относятся:

1. Заводы нефтеперерабатывающие;
2. Заводы нефтеоргсинтеза;
3. Заводы нефтехимические;
4. Заводы сланцеперерабатывающие;
5. Заводы по производству искусственных волокон и нитей;
6. Заводы по производству каучука синтетического;
7. Заводы по производству пластмасс;
8. Заводы по производству материалов лакокрасочных;
9. Заводы по производству изделий резинотехнических;
10. Заводы по производству стекловолокон и стеклопластиков;
11. Заводы по производству оргстекла;
12. Заводы по производству электротехнических материалов;
13. Заводы по производству кино-, фото- и магнитных материалов;
14. Заводы по производству химических реактивов;
15. Заводы по производству химикатов;
16. Заводы по производству красителей синтетических;
17. Заводы по производству материалов пленочных;
18. Заводы по производству полимеров;
19. Заводы по производству минеральных удобрений;
20. Заводы по производству химических средств защиты растений;
21. Заводы по производству соды;
22. Заводы по производству медицинских препаратов;
23. Заводы по производству товаров бытовой химии;
24. Заводы химические прочие
25. Хранилища химически опасных веществ;
26. Железнодорожные транспортные средства с химически опасными веществами;
27. Автомобильные транспортные средства с химически опасными веществами;
28. Морские суда с химически опасными веществами;
29. Речные суда с химически опасными веществами;

30. Транспортные средства, перевозящие химически опасные вещества;

31. Химически опасные объекты прочие.

**На территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области** сегодня функционирует свыше 124 химически опасных объекта, в том числе на территории Санкт-Петербурга - 66 и Ленинградской области - 58. На этих объектах хранятся или перерабатываются хлор, аммиак, серная и азотная кислота, сероуглерод и т.д.

Наибольшие объемы хлора хранятся на расходном складе хлора ГП «Водоканал-Санкт-Петербурга» - более 200 тонн, Сясьском ЦБК – около 280 тонн. Но наибольшую опасность, с точки зрения вероятности и масштабов заражения представляют сортировочные железнодорожные станции, особенно ст. Московская-Сортировочная, расположенная в нарушении всех требований в центре жилой застройки.

Если на объектах хранения и переработки АХОВ, условия его содержания в той или иной степени обеспечивают меры по предупреждению и сокращению масштабов его разлива (хранение в контейнерах, в закрытых сооружениях, обвалованные емкости, обеспечение водяными завесами и т.д.), то на сортировочных станциях все эти меры отсутствуют, а предпосылок для механического воздействия на цистерны в процессе формирования железнодорожных составов более, чем достаточно.

Пример: при аварийном разливе цистерны с химическими веществами на железнодорожной станции «Московская-Сортировочная» в зону опасного химического заражения могут попасть до 500 тыс. человек.

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

## **2.2. Аварии на химически опасных объектах.**

Аварии на химически опасных объектах в большинстве случаев связаны с нарушениями установленных норм и правил при проектировании, строительстве и реконструкции химически опасных объектов, нарушением технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, аппаратов и реакторов, низкой трудовой и технологической дисциплины производственного процесса. Одна из возможных причин аварий на химически опасных объектах – стихийные бедствия.

### **2.2.1. Классификация химически опасных объектов.**

Административно территориальные единицы и объекты экономики по химической опасности классифицируются по количеству населения, попадающего в зону возможного химического заражения *аварийно химическими опасными веществами* (далее – АХОВ) (табл. 2.1).

**Критерии для классификации административно территориальных  
единиц и объектов экономики по химической опасности**

Классифицируемый объект	Определение классификации объектов	Критерий (показатель) для отнесения объекта и АТЕ к химически опасным	Численное значение критерия степени химической опасности по категориям химической опасности			
			I	II	III	IV
Объект экономики	ХОО - это объект, при разрушении (аварии) которого могут произойти массовые пораж. людей, сельскохозяй. животных и растений от АХОВ	Количество населения, попадающего в зону возможного химического заражения (ВХЗ) АХОВ	Более 75 тыс. чел.	От 40 до 75 тыс. чел.	Менее 40 тыс. чел.	Зона ВХЗ не выходит за пределы объекта и его СЗЗ
Административно территориальная единица (АТЕ)	Химически опасная АТЕ – АТЕ, более 10% населения которой могут оказаться в зоне ВХЗ при аварии на ХОО	Количество населения, попадающего в зону возможного химического заражения (ВХЗ) АХОВ	Более 50%	От 30% до 50%	От 10% до 30%	Менее 10% (химически неопасная АТЕ)

Примечание: ХОО - химически опасный объект.  
АТЕ - административно-территориальная единица.  
СЗЗ - санитарно-защитная зона.

Аварии на химически опасных объектах классифицируются по типу возникновения, источнику выброса, масштабу последствий и другим основаниям.

1. По типу возникновения аварии делятся на производственные и транспортные, при которых нарушается герметичность емкостей и трубопроводов, содержащих аварийные химически опасные вещества.

2. По источнику выброса АХОВ аварии подразделяются:

- на аварии с выбросом или выливом АХОВ при их производстве, переработке или хранении;
- аварии на транспорте с выбросом АХОВ;
- образование и распространение паров, аэрозолей АХОВ в процессе протекания химических реакций, начавшихся в результате аварии;
- аварии с химическими боеприпасами.

3. По масштабу последствий аварии классифицируются:

- локальные – последствия которых ограничиваются одним цехом, участком объекта;
- местные – последствия которых ограничиваются производственной площадью объекта или его санитарно-защитной зоной;
- общие – последствия которых распространяются за пределы санитарно-защитной зоны объекта.

В химических отраслях аварии делят на две категории:

1-ая - аварии в результате взрывов, вызывающих разрушение технологической схемы, инженерных сооружений, вследствие чего полностью или частично прекращен выпуск продукции и для восстановления требуются специальные ассигнования от вышестоящих организаций;

2-ая - аварии, в результате которых повреждено основное или вспомогательное 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 организаций.

### **2.2.2. Аварийно химические опасные вещества и их классификация.**

Аварийно химические опасные вещества это новый термин, присвоенный группе опасных химических веществ, которые на протяжении свыше трех десятилетий в гражданской обороне назывались сильнодействующими ядовитыми веществами.

1. В гражданской обороне термин «сильнодействующее ядовитое вещество» вместе с аббревиатурой СДЯВ был введен в середине 60-х годов.

В материалах Министерства обороны СДЯВ имели следующее определение: «СДЯВ – это вещества, применяемые в народнохозяйственных целях, которые при выбросе или выливе могут привести к заражению воздуха и вызвать массовые поражения населения, а также личного состава соединений и частей».

Под это определение попали аммиак, хлор, сернистый ангидрид, фосген и ряд других веществ, подобных им по физическим и токсическим свойствам.

В период использования термина «сильнодействующее ядовитое вещество» неоднократно делались попытки определить перечень опасных химических веществ (ОХВ) в целях решения практических задач по защите населения в чрезвычайных ситуациях.

2. В середине 80-х годов прошлого века Штабом ГО СССР совместно с Минхимпромом и Минздравом был разработан перечень ОХВ из 107 наименований.

При этом наряду с аммиаком и хлором в перечень были включены такие вещества как метанол, дихлорэтан и ряд других, представляющих наибольшую опасность для организма при внутреннем их потреблении и не способных образовать очаг массового поражения при непродолжительном ингаляционном воздействии. Кроме того, такие вещества и работа с ними находились под контролем службы охраны труда.

Поэтому в конце 80-х годов были разработаны новые критерии для отнесения ОХВ к СДЯВ, что привело к сокращению перечня СДЯВ.

3. Согласно «Временному перечню сильнодействующих ядовитых веществ» 1988 года к СДЯВ, представляющим реальную опасность и при авариях могущим вызвать чрезвычайные ситуации, отнесены 34 вещества.

Это – акрилонитрил, акролеин, аммиак, ацетонитрил, ацетонциангидрин, окислы азота, бромистый водород, бромистый метил, диметиламин, метиламин, метилакрилат, метилмеркаптан, мышьяковистый водород, сероводород, сероуглерод, сернистый ангидрид, соляная кислота, синильная кислота, триметиламин, формальдегид, фосген, фосфор треххлористый, хлорокись фосфора, фтор, фтористый водород, хлор, хлорпикрин, хлористый водород, хлорциан, хлористый метил, этилмеркаптан, этиленамин, этиленсульфид и окись этилена.

В этот перечень включены только те ОХВ, которые, обладая высокими летучестью и токсичностью, в аварийных ситуациях могут стать причиной массового поражения людей.

4. Однако в 1991 году с учетом масштабов использования веществ перечень СДЯВ был пересмотрен.

Количество СДЯВ теперь уменьшилось и доведено до 21. Исключены вещества, редко встречающиеся или применяемые в малых количествах и при авариях, не представляющих опасности для населения.

5. В 1994 году вместо СДЯВ ГОСТом Р 22.0.05–94 введен термин «опасное химическое вещество».

Опасное химическое вещество – химическое вещество, прямое или опосредованное, воздействие которого на человека может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель.

Данный термин оказался не совсем удачным, так как к этому классу веществ относятся все вредные вещества, используемые в промышленности, значительная часть, из которых не представляет опасности в аварийных ситуациях.

Аварии, произошедшие в последние годы на химически опасных объектах, показали, что чрезвычайные ситуации могут возникать не только в результате распространения ОХВ в атмосфере, но и при сбросах их в источники водопотребления. Ранее этой проблеме отводилось второстепенное значение.

Таким образом, возникла необходимость в выделении новой группы веществ, которая по своему определению должна быть отличной от группы СДЯВ. В этом случае наибольшую опасность представляют ОХВ, имеющие высокую температуру кипения и хорошую растворимость в воде.

Исходя из выше изложенного, возникла необходимость в выделении из перечня ОХВ группы только таких опасных веществ, которые при аварии могут привести к возникновению чрезвычайной ситуации.

6. Поэтому ГОСТом Р 22.9.05-95 с учетом современной международной терминологии был введен новый термин «аварийно химически опасное вещество». В этом стандарте дается следующее определение данного термина.

*Аварийно химически опасное вещество (АХОВ)* – опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (розливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах).

Итак, АХОВ охватывают только ту группу веществ, которая может представлять опасность в аварийных ситуациях.

По возможному пути проникновения в организм человека АХОВ подразделяются на вещества:

- ингаляционного действия (АХОВ ИД) – при поступлении через органы дыхания;
- перорального действия (АХОВ ПД) – при поступлении через рот;
- кожно-резорбтивного действия (АХОВ КРД) – при воздействии через неповрежденную кожу.

Аварийно химически опасное вещество ингаляционного действия – аварийно химически опасное вещество, при выбросе (розливе) которого может произойти массовое поражение людей ингаляционным путем

По токсическому воздействию на организм человека АХОВ классифицируются по некоторым признакам отравления.

Классификация АХОВ по характеру токсического действия на организм человека приведена в табл. 2.2.

### 2.2.3. Токсикологические характеристики аварийно химически опасных веществ

*Токсичность АХОВ* – способность их оказывать поражающее действие на организм. Токсичность характеризуется количеством вещества, вызывающим поражающий эффект, и характером токсического воздействия на организм.

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

*Пороговая концентрация* – это наименьшее количество АХОВ, которое может вызывать ощутимый физиологический эффект, при этом ощущаются лишь первичные признаки поражения и сохраняется работоспособность.

*Предельно допустимая концентрация (ПДК)* – максимально допустимая концентрация, которая при постоянном воздействии на человека в течении рабочего дня не может вызвать через длительный промежуток времени биологических изменений в организме.

Часто используются понятия смертельная концентрация и смертельная доза.

Таблица 2.2

#### Классификация аварийно химически опасных веществ по характеру токсического действия на организм человека

Группы АХОВ	Признаки отравления
<i>Нервные</i>	
Углеводороды, сероводород, аммиак, фосфорорганические соединения, спирты жирного ряда, анилин и др.	Вызывают расстройство функции нервной системы, судороги, паралич
<i>Раздражающие</i>	
Хлор, аммиак, диоксид серы, туманы кислот, фосген, оксиды азота и др.	Поражают верхние и глубокие дыхательные пути
<i>Прижигающие</i>	
Неорганические кислоты (серная, азотная и др.) щелочи, ангидриды, некоторые органические кислоты и др.	Раздражают и поражают кожные покровы и слизистые оболочки, вызывают образование язв, ожогов, нарывов

Группы АХОВ	Признаки отравления
<b>Ферментные</b>	
Синильная кислота и ее соли, мышьяк и его соединения, соли ртути, фосфорорганические соединения	Нарушают структуру ферментов, инактивирует их
<b>Печеночные</b>	
Хлорированные углеводороды, фосфор, селен, бромбензол	Вызывают структурные изменения ткани печени
<b>Кровяные</b>	
Оксид углерода, свинец и его неорганические соединения, ароматические смолы, гомологи бензола и др.	Ингибируют ферменты, участвуют в активации кислорода, взаимодействуют с гемоглобином
<b>Мутагены</b>	
Соединения свинца, ртути, оксиды этилена, хлорированные углеводороды и др.	Воздействуют на генетический аппарат клетки
<b>Канцерогены</b>	
Каменноугольная смола, ароматические амины, азодиазосоединения	Вызывают образование злокачественных опухолей

Основная группа АХОВ, представляющая опасность заражения источников водопотребления, приведена в «Методике прогнозной оценки загрязнения открытых водоисточников аварийно химически опасными веществами в чрезвычайных ситуациях». Однако и здесь перечень АХОВ носит весьма условный характер, поскольку используется их в промышленности и в сельском хозяйстве значительно больше.

В табл. 2.3 приведен перечень наиболее распространенных АХОВ и предельно допустимые концентрации этих веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны и населенных пунктов. Значение приведенных предельно допустимых концентраций характеризует токсичность веществ.

Таблица 2.3

**Перечень и предельно допустимые концентрации в воздухе наиболее распространённых аварийно химически опасных веществ**

№ п.п.	Наименование АХОВ	ПДК в воздухе, мг/м <sup>3</sup>		
		рабочей зоны	населённого пункта	
			разовая	суточная
1	Азотная кислота (концетрированная)	5,0	0,4	0,15
2	Аммиак	20	0,2	0,04
3	Ацетонитрил	10,0	–	0,002
4	Ацетонциангидрин	0,9	–	0,001

№ п.п.	Наименование АХОВ	ПДК в воздухе, мг/м <sup>3</sup>		
		рабочей зоны	населённого пункта	
			разовая	суточная
5	Водород хлористый	5,0	0,2	0,01
6	Водород фтористый	0,5	0,02	0,005
7	Водород цианистый	0,3	–	0,01
8	Диметиламин	1,0	0,005	0,005
9	Метиламин	1,0	–	–
10	Метил бромистый	1,0	–	–
11	Метил хлористый	20,0	–	–
12	Нитрил акриловой кислоты	0,5	–	0,03
13	Окись этилена	1,0	0,3	0,3
14	Сернистый ангидрид	10,0	0,5	0,5
15	Сероводород	10,0	0,008	0,008
16	Сероуглерод	1,0	0,03	0,005
17	Соляная кислота (концентрированная)	5,0	0,2	0,2
18	Формальдегид	0,5	0,035	0,003
19	Фосген	0,5	–	–
20	Хлор	1,0	0,1	0,03
21	Хлорпикрин	0,7	0,007	0,007

Необходимо к табличным сведениям добавить, что значительная часть таких веществ является легковоспламеняющимися и взрывоопасными.

Однозначно определить перечень всех АХОВ достаточно сложно в связи с тем, что это зависит не только от физико-химических и токсических свойств этих веществ, но и от условий их производства, хранения и применения.

В некоторых руководящих документах по вопросам ГО и безопасности в чрезвычайных ситуациях к аварийно химически опасным веществам, кроме перечисленных выше АХОВ, отнесены ещё наиболее распространенные ОХВ: компоненты ракетного топлива; отравляющие вещества (иприт, люизит, зарин, зоман, Ви-Экс); метилизоцианат; диоксин; метиловый спирт; фенол; бензол; концентрированная серная кислота; анилин; толуилндиизоцианат; ртуть металлическая.

#### **2.2.4. Физико-химические характеристики аварийно химически опасных веществ.**

АХОВ, как и все другие вещества, обладают рядом физико-химических характеристик.

Агрегатное состояние АХОВ в обычных условиях представляют собой жидкости, газ или твердые вещества.

*Растворимость АХОВ* – способность в смеси с одним или несколькими другими веществами образовывать однородные смеси – растворы.

*Плотность* – массовое содержание данного АХОВ в единице объема АХОВ, плотность которых больше плотности воды, будут проникать в глубину водоема, заражая его.

*Гидролиз* – разложение АХОВ водой. Чем меньше АХОВ подвержено гидролитическому разложению, тем продолжительнее его поражающее действие.

*Летучесть* – способность АХОВ переходить в парообразное состояние.

*Вязкость* – физическая характеристика, показывающая величину сопротивления жидкости передвижению одного слоя относительно другого. Вязкость влияет на степень дробления АХОВ и его растекаемость и впитываемость в подстилающие поверхности.

*Температура кипения АХОВ* позволяет косвенно судить о летучести и характеризует его стойкость. С ростом температуры вязкость уменьшается.

### **2.2.5. Характеристика наиболее распространенных аварийно химически опасных веществ.**

В связи с тем, что на подавляющем большинстве объектов находят весьма широкое применение такие АХОВ, как аммиак ( $\text{NH}_3$ ), хлор ( $\text{Cl}_2$ ), водород хлористый ( $\text{HCl}$ ), водород фтористый ( $\text{HF}$ ), водород цианистый (синильная кислота,  $\text{HCN}$ ), метиламин ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ), окись этилена ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ), сернистый ангидрид (сернистый газ, двуокись серы,  $\text{SO}_2$ ), соляная кислота (концентрированная,  $\text{HCl}$ ), формальдегид ( $\text{HCHO}$ ), фосген ( $\text{COCl}_2$ ), хлорпикрин ( $\text{CCl}_3\text{NO}_2$ ).

Рассмотрим их физико-химические и токсикологические характеристики.

**Аммиак ( $\text{NH}_3$ )** – бесцветный газ с резким характерным запахом, в 1,7 раза легче воздуха (плотность по воздуху – 0,597), хорошо растворяется в воде (при  $20^\circ\text{C}$  в одном объеме воды растворяется 700 объемов аммиака). Температура кипения плюс  $33,4^\circ\text{C}$ , а при температуре минус  $77,8^\circ\text{C}$  затвердевает.

Горюч, взрывоопасен в смеси с воздухом (пределы концентрации воспламенения от 15 до 28% по объему).

Аммиак используется при производстве азотной кислоты, соды, синильной кислоты и многих других неорганических соединений, удобрений, в органическом синтезе; при крашении тканей; в качестве хлороагента в холодильниках. 10% раствор аммиака известен под названием нашатырь, 18-20% раствор аммиака – аммиачная вода, широко используется в сельскохозяйственном производстве.

Порог ощущения аммиака –  $0,037 \text{ г/м}^3$ . Предельно допустимая концентрация в рабочих помещениях –  $0,02 \text{ г/м}^3$ . При концентрациях  $0,04$ - $0,08 \text{ г/м}^3$  наблюдается резкое раздражение глаз, верхних дыхательных путей, кашель, головная боль. Концентрация  $0,35$ - $0,7 \text{ г/м}^3$  опасна для жизни. Газообразный аммиак при концентрации равной  $0,28 \text{ г/м}^3$  вызывает раздражение горла,  $0,49$  – раздражает глаза,  $1,2 \text{ г/м}^3$  – вызывает сильный кашель,  $1,5$ - $2,7 \text{ г/м}^3$  приводит к смертельному исходу при воздействии в течении  $0,5$ - $1$  часа.

При контакте сжиженного аммиака с кожей приводит к обморожению различной степени, возможны ожоги и изъязвления на коже.

Для нейтрализации (дегазации) аммиака используется вода из расчета  $2 \text{ т}$  воды на одну тонну аммиака.

**Водород хлористый (HCl)** - газ с резким запахом, на воздухе дымит, в  $1,3$  раза тяжелее воздуха, хорошо растворяется в воде (водный раствор хлористого водорода - соляная кислота), температура кипения  $-85,1^\circ\text{C}$ , температура плавления  $-114,2^\circ\text{C}$ , негорюч, однако при нагревании емкости могут взрываться.

Применяется в производстве хлоридов металлов, синтетических смол, каучуков, органических красителей, гидролизного спирта, сахара, желатина, клея, для дубления и окраски кожи, пр производстве активированного угля, крашении тканей, травлении металлов, в металлургии и нефтедобыче.

Отравление происходит обычно не хлористым водородом, а туманом соляной кислоты, образующейся при взаимодействии газа с водяными парами воздуха. Пары действуют на организм как через органы дыхания, так и через кожу.

Предельно допустимая концентрация хлористого водорода в рабочих помещениях -  $0,005 \text{ г/м}^3$ , при  $0,015 \text{ мг/м}^3$  происходит раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей; концентрации  $0,05$  -  $0,07 \text{ г/м}^3$  переносятся с трудом.

**Водород фтористый (HF)** - бесцветная, легколетучая жидкость с резким запахом, на воздухе дымит, неограниченно растворяется в воде (водный раствор фтористого водорода - плавиковая кислота). Температура кипения  $-19,9^\circ\text{C}$ , температура плавления  $-83,4^\circ\text{C}$ . Пары легче воздуха (относительная плотность паров -  $0,7$ ). Характерной особенностью хлористого водорода является его способность интенсивно реагировать со многими силикатными материалами, в том числе и со стеклом. Негорюч, взрывоопасен при нагревании емкостей.

Фтористый водород используется для получения синтетического криолита, неорганических фторидов, фторуглеродов, термо- и химически стойких пластмасс (фторопластов); в качестве катализатора для ряда органических реакций; при травлении металлов, стекла, полупроводников;

для производства урана; для рафинирования меди, латуни; в производстве фильтрованной бумаги и угольных электродов и т.д.

При действии на организм фтористый водород сильно раздражает верхние дыхательные пути, при попадании на кожу вызывает пузырьковые дерматиты.

ПДК в воздухе рабочей зоны -  $0,0005 \text{ г/м}^3$ , порог раздражающего действия -  $0,008 \text{ г/м}^3$ , при  $0,05 \text{ г/м}^3$  происходит значительное раздражение слизистых оболочек. При контакте человека в течение нескольких часов с парами фтористого водорода с концентрацией  $0,2 - 0,4 \text{ г/м}^3$  возможен смертельный исход. При более высокой концентрации отравление возможно в течение 5-10 минут.

**Водород цианистый (синильная кислота, HCN)** - бесцветная, легколетучая подвижная жидкость с запахом миндаля, пары немного легче воздуха (относительная плотность паров -  $0,9$ ), хорошо растворима в воде, спирте, эфире, бензине. Легко сорбируется различными материалами (резина, кожа, текстиль, кирпич, бетон, пищевые продукты). Температура кипения -  $25,6^\circ\text{C}$ , температура плавления  $-14^\circ\text{C}$ .

Смесь паров с воздухом взрывоопасна (концентрационные пределы воспламенения от  $5,6$  до  $40\%$  по объему).

Синильную кислоту используют для получения аминокислот, акрилонитрила, при производстве пластмасс, в сельском хозяйстве - для борьбы с вредителями.

Отравление кислотой возможно при вдыхании паров и при попадании внутрь организма. В зависимости от концентрации паров и времени их действия различают поражения легкой, средней и тяжелой степени, а также молниеносную форму.

ПДК в воздухе рабочей зоны -  $0,0003 \text{ г/м}^3$ . Нахождение человека в атмосфере синильной кислоты с концентрацией  $0,1 \text{ мг/м}^3$  в течение 15 минут может привести к тяжелым поражениям, а дальнейшее пребывание - к летальному исходу. Через кожу проникает как газообразная, так и жидкая фаза синильной кислоты. Поэтому при длительном пребывании в атмосфере с высокой (более  $0,5 \text{ г/м}^3$ ) концентрацией кислоты в противогазе, но без средств защиты кожи, появляются признаки отравления.

**Метиламин ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ )** - бесцветный газ с резким аммиачным запахом, на воздухе дымит, в  $1,3$  раза тяжелее воздуха, хорошо растворяется в воде, смешивается с органическими растворителями (спиртом, ацетоном, бензолом и др.). Температура кипения  $-6,3^\circ\text{C}$ , температура плавления  $-93,5^\circ\text{C}$ .

В смеси с воздухом взрывоопасен, легко воспламеняется (концентрационные пределы воспламенения от  $4,9$  до  $20,8\%$  по объему).

Используется в производстве ускорителей вулканизации, средств защиты растений (инсектицидов, фунгицидов), лекарств, красителей, растворителей, поверхностно-активных веществ.

Опасен при вдыхании и попадании на кожу.

ПДК метиламина в рабочих помещениях - 0,001 г/м<sup>3</sup>. Порог раздражающего воздействия - 0,01 г/м<sup>3</sup>.

**Окись этилена (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)** - бесцветный газ с запахом эфира, в 1,5 раза тяжелее воздуха, хорошо растворяется в воде, спиртах и других органических растворителях. Температура кипения -10,7°C, температура плавления -113,3°C. В жидком состоянии пожароопасна, в парообразном состоянии - взрывоопасна. Концентрационные пределы взрываемости от 3,2 до 100% по объему.

Применяется при получении многих органических веществ (эфиров гликоля и полигликолей, акрилонитрила и т.д.); как инсектицид, фунгицид и дезинфицирующее средство в сельском хозяйстве.

ПДК в воздухе рабочей зоны - 0,001 г/м<sup>3</sup>. Концентрация 0,3 г/м<sup>3</sup> может вызвать острое отравление.

**Сернистый ангидрид (сернистый газ, двуокись серы, SO<sub>2</sub>)** - бесцветный газ с резким раздражающим запахом, в 2,2 раза тяжелее воздуха, на воздухе дымит; хорошо растворяется в воде (при этом образуется сернистая кислота), а также в спиртах, эфире, бензоле. Температура кипения -10,1°C, температура плавления -75,5°C. Негорюч, взрывоопасен при нагревании емкостей.

Сернистый ангидрид используется в производстве серной кислоты, серного ангидрида, солей серной и серноватистой кислот. Находит применение в бумажном и текстильном производстве; для дезинфекции помещений; для предохранения вин от скисания. Жидкий сернистый ангидрид применяется как хладоагент и растворитель.

Опасен при вдыхании. ПДК в воздухе рабочей зоны - 0,01 г/м<sup>3</sup>.

**Соляная кислота (концентрированная, HCl)** - концентрированный раствор хлористого водорода в воде с максимальной его концентрацией 38-39%. Кипит при 110°C. Негорючая агрессивная жидкость, реагирует с металлами с выделением водорода.

ПДК рабочей зоны - 0,005 г/м<sup>3</sup>.

Широко используется в промышленности. По масштабам использования из АХОВ после аммиака и хлора занимает прочное третье место. Обладая высокими токсическими свойствами, при поливах соляной кислоты возможно образование очагов химического поражения на значительных территориях.

Для нейтрализации концентрированной соляной кислоты рекомендуется использовать 5% раствор щелочи, гашеную известь,

аммиачную воду, щелочные отходы промышленного производства и др. В отсутствие щелочных компонентов может использоваться вода.

**Формальдегид (НСОН)** - бесцветный газ с резким удушливым запахом, немного тяжелее воздуха (относительная плотность паров - 1,03), хорошо растворяется в воде (40% водный раствор формальдегида - формалин). Температура кипения  $-19,2^{\circ}\text{C}$ , температура плавления  $-92^{\circ}\text{C}$ .

В смеси с воздухом и кислородом взрывоопасен, воспламеняется от огня (концентрационные пределы воспламенения от 7 до 73% по объему).

Формальдегид используется для получения феноло-формальдегидных смол, изопрена, красителей, взрывчатых веществ, лекарств, а также как дубящее, антисептическое и дезодорирующее средства.

Пары формальдегида раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей. При попадании на кожу вызывает покраснение, образование пузырей.

ПДК рабочей зоны -  $0,001 \text{ г/м}^3$ .

**Фосген (СОСl<sub>2</sub>)** - бесцветный газ с запахом прелого сена, в 3,4 раза тяжелее воздуха, на воздухе дымит, образуя соляную кислоту, плохо растворим в воде, хорошо - в органических растворителях, горючих и смазочных материалах. Температура кипения  $-8,2^{\circ}\text{C}$ , температура плавления  $-118^{\circ}\text{C}$ , негорюч, взрывобезопасен, но пожароопасен.

Используется при получении красителей трифенилметанового ряда, поликарбонатных полимеров, полиуретанов; при производстве мочевины и других химических продуктов.

Поражает легочную систему организма. Обладает кумулятивным действием. В ряде западных стран фосген находился на вооружении в качестве запасно-табельного отравляющего вещества.

ПДК рабочей зоны -  $0,0005 \text{ г/м}^3$ . При длительном воздействии считается уже опасной концентрация, равная  $0,005 \text{ г/м}^3$ , десятикратное превышение этой концентрации опасно при 30-60 минутном воздействии.

**Хлор (Сl<sub>2</sub>)** - зеленовато-желтый газ с резким раздражающим запахом, в 2,5 раза тяжелее воздуха. Облако зараженного воздуха вследствие этого может скапливаться в подвальных помещениях и низких участках местности. Мало растворяется в воде (0,07%), хорошо - в некоторых органических растворителях. Температура кипения  $-34,1^{\circ}\text{C}$ , температура плавления  $-101^{\circ}\text{C}$ . Хлор не горюч, но пожароопасен в контакте с горючими материалами.

Хлор широко используется в промышленности: отбеливание тканей и бумажной массы, производства пластмасс, каучуков, растворителей, в цветной металлургии, а также в коммунально-бытовом хозяйстве для обеззараживания питьевой воды. На ряде объектов промышленности его запасы составляют сотни и даже тысячи тонн. Сотни тысяч тонн

сжиженного хлора постоянно находятся в железнодорожных транспортных средствах.

Хлор в первую мировую войну использовался в качестве отравляющего вещества.

ПДК в рабочих помещениях – 0,001 г/м<sup>3</sup>. Раздражающее действие хлора проявляется при концентрации 0,01 г/м<sup>3</sup>, смертельные отравления возможны при концентрации 0,25 г/м<sup>3</sup> при экспозиции в течении 5 минут.

Первые признаки отравления – резкая за грудиной боль, резь в глазах, слезотечение, сухой кашель, рвота, нарушение координации, одышка.

При утечке хлора используют распыленный раствор кальцинированной соды или воду с целью осадить газ (водяные завесы). Места разлива заливают аммиачной водой, известковым молоком, раствором кальцинированной соды или каустика.

**Хлорпикрин (CCl<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>)** - бесцветная маслянистая жидкость с резким раздражающим запахом, его пары в 5,7 раза тяжелее воздуха, плохо растворим в воде, хорошо - в органических растворителях, горючих и смазочных материалах. Температура кипения -112,3°С, температура плавления -69°С. Пожароопасен, при нагревании разлагается с образованием фосгена.

Используется главным образом для борьбы с вредителями сельского хозяйства, а также в качестве учебного опасного химического вещества для подгонки средств индивидуальной защиты органов дыхания.

Поражает организм при поступлении через органы дыхания, вызывает сильное поражение легких и раздражение глаз. В капельно-жидком состоянии хлорпикрин может вызвать тяжелые поражения кожи.

ПДК рабочей зоны - 0,0007 г/м<sup>3</sup>. При концентрации 0,0002 г/м<sup>3</sup> слезотечение начинается через несколько секунд. Смертельная концентрация при 10-минутном воздействии 2 г/м<sup>3</sup>.

Токсические свойства АХОВ, общий характер их действия и признаки поражения человека представлены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

**Токсические свойства, общий характер действия и признаки поражения аварийно химически опасных веществ**

№ п.п.	Наименование АХОВ	Общий характер действия	Признаки поражения
1	Аммиак	Действует на нервную систему и мозг, нарушает свертываемость крови, снижение интеллектуального	<b>При малых концентрациях</b> происходит раздражение глаз и верхних дыхательных путей. <b>При средних</b> - сильное

№ п.п .	Наименование АХОВ	Общий характер действия	Признаки поражения
		<p>уровня с потерей памяти.</p> <p>Неврологические симптомы: тремор, нарушение равновесия, понижение болевой и тактильной чувствительности, головокружение и др.</p> <p>При остром отравлении наблюдается помутнение хрусталиков, роговицы, потеря зрения, охриплость и различные хронические заболевания (бронхит, эмфизема легких и др.)</p>	<p>раздражение глаз и носа, частое дыхание, слюнотечение, головная боль, покраснение лица.</p> <p>Наблюдается повышенное мочеиспускание и боль в области грудины.</p> <p><b>При высоких</b> - резкое раздражение слизистой оболочки рта и верхних дыхательных путей, роговой оболочки глаза, приступы кашля, чувство удушья, беспокойство, головокружение, боль в желудке, рвота.</p> <p><b>При очень больших</b> - мышечная слабость, судороги, резко снижается слух, возникает буйный бред. Смерть может наступить от сердечной слабости или остановки дыхания.</p>
2	Водород хлористый	Оказывает сильное раздражающее действие на органы дыхания	<p>Вызывает раздражение и сухость слизистой носа, чихание, кашель, удушье.</p> <p><b>При высоких концентрациях</b> - раздражение слизистых, конъюнктивит, помутнение роговицы, чувство удушья, хрипоты, рвота, потеря сознания. Сильно раздражающее воздействие на слизистые оболочки и кожу</p>
3	Водород фтористый	Оказывает сильное раздражающее действие на верхние дыхательные пути. При контакте со слизистыми оболочками	<p><b>При малых и средних концентрациях</b> вызывает кашель, приступы удушья, тяжесть в груди.</p> <p><b>При высоких</b></p>

№ п.п .	Наименование АХОВ	Общий характер действия	Признаки поражения
		<p>вызывает глубокие повреждения и некрозы. Нарушает ферментативные процессы в организме</p>	<p><b>концентрациях</b> - раздражение глаз и слизистой носа, слезотечение, слюнотечение. Иногда рвота, колики, приступы тетании, сердечно-сосудистые повреждения.  <b>При очень высоких концентрациях</b> - спазм гортани и бронхов. Смерть наступает в результате поражения легких (кровоизлияние и отек)</p>
4	Водород цианистый	<p>Является специфическим ингибитором тканевого дыхания в клетках. Тканевое дыхание угнетается почти полностью (на 90% и более) и, в первую очередь, в клетках нервной системы, что приводит к возбуждению и гибели нейронов.</p>	<p><b>В легкой степени</b> отравления пострадавший ощущает запах миндаля, металлический привкус во рту. Затем головокружение, головная боль и нарушение координации движений.  <b>При средней</b> - сильная слабость, зрачки расширены.  <b>При тяжелой форме</b> - судороги, потеря сознания, паралич. В дальнейшем происходит остановка дыхания и сердца. Характерным симптомом является ярко-розовая окраска кожи, слизистых оболочек губ и глаз, сохраняющаяся у погибшего.</p>
5	Метиламин	<p>Поражает нервную систему, вызывает нарушение эритропоеза, функции печени. Характерно раздражающее действие</p>	<p>Вызывает затруднение дыхания, слабость, рвоту, тошноту, сердцебиение, нарушение частоты пульса.  <b>При высоких концентрациях</b> -</p>

№ п.п .	Наименование АХОВ	Общий характер действия	Признаки поражения
		и кардиотоксическое	головокружение, судороги, смерть от остановки дыхания.
6	Окись этилена	Обладает местным и общерезорбтивным действием. Мутаген и алкиллирующий агент. Наркотик. Обладает раздражающим и сенсibiliзирующим действием.	<b>При слабом и сильном</b> отравлении наблюдается раздражение глаз, легкое сердцебиение, подрагивание мышц, покраснение лица, головные боли, понижение слуха, сильная рвота. <b>При сильном отравлении</b> - пульсирующая головная боль, головокружение, затруднение речи, рвота, боли в почках, вялость, скованность, спазм сосудов сетчатки.
7	Сернистый ангидрид	Вызывает спазм бронхов и увеличение сопротивления дыханию	Раздражает глаза и носоглотку, чихание и кашель возникают при действии в течение нескольких минут. При более длительном воздействии наблюдается рвота, речь и глотание затруднены. Смерть наступает от удушья, голосовой щели, внезапной остановки кровообращения в легких или шока.
8	Соляная кислота	Вызывает сильное раздражающее действие на органы дыхания	Вызывает першение в горле, затруднение дыхания, сухой кашель, одышку. При высоких концентрациях - клочущее дыхание, резкие боли за грудиной и в области желудка, рвота, возможен спазм и отек гортани, потеря сознания

№ п.п .	Наименование АХОВ	Общий характер действия	Признаки поражения
9	Формальдегид	Оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки и кожу. Резорбтивное действие появляется в угнетении центральной нервной системы	Вызывает раздражение глаз и верхних дыхательных путей. При вдыхании <b>высоких концентраций</b> развивается острый конъюнктивит, ринит, бронхит, отек области глотки и отек легких.
10	Фосген	Нарушается проницаемость стенок альвеол и кровеносных сосудов. Плазма выходит в полость альвеол и развивается отек легких. Наступает кислородное голодание организма, усиливающееся в связи с замедлением кровообращения	При вдыхании паров ощущается запах прелого сена (яблока). Период скрытого действия продолжается 4-6 часов, но в зависимости от полученной дозы может быть от 1 часа до суток. У пораженных - кашель, затруднение дыхания, боль в груди при вдохе, сильные хрипы. Развивается кислородная недостаточность. При явлении кислородного голодания наступает гибель пораженных (80% в течение первые двое суток)
11	Хлор	Раздражает дыхательные пути, может вызвать отек легких. При действии хлора в крови нарушается содержание свободных аминокислот и снижается активность некоторых оксидов	<b>При незначительных концентрациях</b> наблюдается покраснение конъюнктивы, мягкого неба и глотки, бронхит, легкая одышка, охриплость, чувство давления в груди. <b>При воздействии малых и средних концентраций</b> наблюдаются загрудинные боли, жжение и резь в глазах, мучительный сухой

№ п.п .	Наименование АХОВ	Общий характер действия	Признаки поражения
			<p>кашель, увеличивается одышка, пульс учащается, начинается отделение мокроты со слизью и отхаркивание пенистой желтой или красноватой жидкости.</p> <p><b>При высоких концентрациях</b> может наступить молниеносная смерть вследствие рефлекторного поражения дыхательного центра. Пострадавший задыхается, лицо синеет, он мечется, но тотчас падает и теряет сознание.</p>
12	Хлорпикрин	<p>Вызывает отек легких. Кроме того разрушительно действует на печень, почки и сердце</p>	<p>Уже при <b>небольших концентрациях</b> вызывает смыкание век, жжение и боль в глазах, слезотечение наступает без предшествующего скрытого периода.</p> <p><b>В жидком виде</b> вызывает сильные ожоги, которые обычно приводят к образования волдырей и сильным некротическим распадам тканей.</p> <p><b>Повышенные концентрации</b> ведут к болям в области желудка, рвоте и потере сознания. Быстро нарастает отек легких и происходит кровоизлияние в сердечную мышцу.</p>

### **2.3. Процесс протекания аварии на химически опасном объекте.**

*Химическая авария* – это авария, сопровождающаяся утечкой и выбросом опасных химических веществ из технологического оборудования или поврежденной тары, способная привести к гибели или заражению людей, сельскохозяйственных животных и растений, либо заражению химическими веществами окружающей природной среды в опасных для людей, животных и растений концентрациях.

Способ хранения АХОВ во многом определяет их поведение при авариях.

Анализ имеющихся место аварийных ситуаций показывает, что объекты с химически опасными компонентами могут быть источником:

- залповых выбросов АХОВ в атмосферу;
- сброса АХОВ в водоемы;
- «химического» пожара с поступлением токсичных веществ в окружающую среду;
- заражения объектов и местности в очаге аварии и на следе распространения облака;
- обширных зон задымления в сочетании с токсичными продуктами.

Следует отметить, что особенностью химически опасных аварий являются высокая скорость формирования и действия поражающих факторов

*Зоной химического заражения* называется территория или акватория, в пределах которого расположены или привнесены опасные химические вещества в концентрациях или количествах, создающих угрозу для жизни и здоровья людей, с/х животных и растений в течении определенного времени.

Зона химического заражения включает в себя территорию непосредственного разлива АХОВ и территорию, над которой распространилось облако зараженного воздуха с поражающими концентрациями. Величина зоны заражения зависит от физико-химических свойств, токсичности, количества пролившегося (выброшенного в атмосферу) АХОВ, метеоусловий и характера местности.

Размеры зоны заражения характеризуются глубиной и шириной распространения облака зараженного воздуха с поражающими концентрациями и площадью пролива АХОВ. Внутри зоны могут быть районы со смертельными концентрациями.

В зависимости от физико-химических свойств и агрегатного состояния АХОВ зоны заражения определяются по первичному и (или) вторичному облаку, при этом:

- для сжиженных газов – по первичному облаку,
- для сжатых газов – по первичному облаку,
- для жидкостей – по вторичному облаку.

*Первичное облако* – облако зараженного воздуха, образующееся при разрушении (повреждении) емкости в результате мгновенного (1-3 мин.) перехода в атмосферу всего количества или части содержимого в ней АХОВ.

*Вторичное облако* – облако зараженного воздуха, образующееся в результате испарения разлившегося АХОВ с подстилающей поверхности.

Первичное облако образуется лишь при разрушении емкостей, содержащих АХОВ под давлением. Оно характеризуется высокими концентрациями АХОВ, превышающими на несколько порядков смертельные концентрации при кратковременной экспозиции.

Особенностью поражающего действия вторичного облака по сравнению с первичным является то, что концентрация в нем паров АХОВ в 10-100 раз ниже. Продолжительность действия вторичного облака определяется временем испарения АХОВ и временем сохранения устойчивого направления ветра.

В свою очередь скорость испарения АХОВ зависит от его физико-химических свойств, температуры окружающей среды, площади разлива и скорости ветра в приземном слое.

Учитывая пространственную неопределенность направления и скорости ветра следует отметить, что площадь зоны возможного заражения представляет собой площадь территории, в пределах которой под воздействием ветра может перемешаться облако АХОВ.

От скорости ветра в значительной мере зависит форма и размеры зоны заражения. При скорости ветра от 0 до 0,5 м\с прогнозируемая зона заражения представляет окружность с радиусом равным глубине распространения облака, от 0,6 м\с до 1 м\с – полукруг, от 1,1 м\с до 2 м\с – сектор с углом в  $90^{\circ}$  и при скорости ветра более 2,1 м\с – сектор с углом в  $45^{\circ}$  (рис. 2.1).

Этот сектор характеризует территорию, на которой должны приниматься меры по обеспечению безопасности производственного персонала и населения.

Глубина зоны заражения зависит от скорости переноса переднего фронта зараженного облака. В свою очередь скорость переноса зависит не только от скорости ветра, но и от метеорологических условий, вертикальной устойчивости атмосферы.

Различают три степени вертикальной устойчивости атмосферы: инверсию, изотермию и конвекцию.

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

Наблюдается примерно за 1 час до захода солнца, разрушается примерно за 1 час после восхода солнца.

Возникает при ясной погоде, малых (до 4 м\с) скоростях ветра.

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

Характерна в утренние и вечерние часы (температура воздуха в пределах 20-30м от земной поверхности практически одинакова).

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

Наблюдается примерно через 2 часа после восхода солнца, разрушается примерно за 2-2,5 часа после захода солнца.

Возникает при ясной погоде, малых (до 4 м\с) скоростях ветра.

Инверсия и изотермия обеспечивают сохранение высокой концентрации АХОВ в приземном слое воздуха и распространение зараженного облака на значительные расстояния.

Конвекция вызывает рассеивание зараженного облака, что приводит к снижению концентрации паров АХОВ.



Рис. 2.1. Прогнозируемая зона заражения территории при аварии с АХОВ при скорости ветра более 2 м\с и направления вывода населения в безопасные районы

Решение о выходе из зоны заражения работников (или населения) может быть принято самостоятельно руководителем предприятия (главой муниципального образования), если в этом случае риск окажется более оправданным. При преодолении зоны заражения необходимо знать, что в зависимости от удаления от источника заражения и скорости ветра ширина зоны заражения может колебаться от нескольких десятков до нескольких сотен метров. То есть на выход из зоны заражения при движении пешехода со средней скоростью 4 км\ч потребуется максимум 10-15 минут. В условиях воздействия переносимых концентраций этого времени может быть достаточно чтобы обезопасить себя.

Движение следует осуществлять быстро. Необходимо избегать движения по оврагам, лощинам, паркам, обходить видимые скопления паров химически опасных веществ и дыма.

## **2.4. Прогнозирование и оценка химической обстановки в случае аварии на химически опасном объекте.**

### **2.4.1. Исходные условия прогнозирования и оценки химической обстановки.**

В результате аварии на химическом предприятии произошел вылив АХОВ на территорию, в результате которого произошло заражение окружающей среды и возможно поражение работников нашего предприятия.

В результате прогнозирования и оценки химической обстановки необходимо определить:

- параметры зоны химического заражения – площадь разлива АХОВ, глубины и ширины зоны химического заражения,
- времени подхода зараженного воздуха к нашему предприятию,
- времени поражающего действия АХОВ,
- возможных потерь среди работников нашего предприятия.

Число работающих в смене на нашем предприятии  $N_{\text{очн.}} = 50$  человек.

Обеспеченность средствами индивидуальной защиты органов дыхания от АХОВ (в данном случае от аммиака) – 60%.

Наше предприятие находится на расстоянии  $R = 3,5$  км от химического объекта.

На химического объекте находится АХОВ в количестве  $G = 100$ т аммиака.

Способ хранения АХОВ – в не обвалованной емкости.

Скорость ветра в приземном слое составляет  $V = 2$  м\с.

### **2.4.2. Определение параметров зоны химического заражения.**

#### **2.4.2.1. Определение площади и радиуса разлива аммиака.**

Используя выражение

$$\text{где } S_p = \frac{G}{\rho \times d} = \frac{100}{0,68 \times 0,05} = 2941 \text{ м}^2 \approx 3000 \text{ м}^2,$$

2.5),

$d$  – толщина слоя разлива АХОВ, м (для не обвалованных емкостей  $d = 0,05$  м, для обвалованных емкостей  $d = 0,45 - 0,5$  м).

Следовательно при разливе аммиака массой 100т из необвалованных емкостей площадь разлива АХОВ составит около  $3000 \text{ м}^2$ .

В параметры зоны вылива АХОВ входят его длина L и ширина b, а в идеальном случае разлив происходит по окружности с радиусом  $r_p$ , в метрах.

$$r_p = \sqrt{\frac{S_p}{\pi}} = \sqrt{\frac{3000}{3,14}} = 31 \text{ м}$$

Длина L и ширина b зоны вылива равна  $2 r_p$ , следовательно,

$$L = b = 62 \text{ м.}$$

Таблица 2.5

Глубина распространения облака, зараженного АХОВ, на открытой местности, емкости не обвалованы, скорость ветра в приземном слое 1 м\с, изотермия

Наименование АХОВ	Удельная плотность $\rho$ , т\м <sup>3</sup>	Количество АХОВ в емкости, т				
		25	50	75	100	150
Хлор	1,56	11,5	16,0	19,0	21,0	25,0
Фосген	1,42	11,5	16,0	19,0	21,0	25,0
Аммиак	0,68	1,3	1,9	2,4	3,0	3,8
Сернистый ангидрид	1,46	1,4	2,0	2,5	3,5	4,5
Сероводород	0,98	2,5	4,0	5,0	8,8	10,2

Примечания:

1. Глубина распространения облака при инверсии будет примерно в 5 раз больше, а при конвекции – в 5 раз меньше, чем при изотермии.

2. Глубина распространения облака на зараженной территории (в населенных пунктах со сплошной застройкой, в лесных массивах) будет примерно в 3,5 раза меньше, чем на открытой местности при соответствующей степени вертикальной устойчивости воздуха и скорости ветра.

3. Для обвалованных емкостей с АХОВ глубина распространения облака уменьшается в 1,5 раза.

4. При скорости ветра более 1 м\с вводятся поправочные коэффициенты согласно табл. 2.6.

Таблица 2.6

Поправочные коэффициенты при определении глубины распространения облака, зараженного АХОВ, при скорости ветра более 1 м\с

Степень вертикальной устойчивости воздуха	Скорость ветра, м\с					
	1	2	3	4	5	6
Инверсия	1,0	0,6	0,45	0,38	-	-
Изотермия	1,0	0,7	0,55	0,50	0,45	0,41
Конвекция	1,0	0,7	0,62	0,55	-	-

#### **2.4.2.2. Определение глубины зоны химического заражения.**

Определение глубины зоны химического заражения  $\Gamma$  производится используя табл.2.5, приложения к табл. 2.5.

Рассматриваются глубины зоны химического заражения для случаев вертикальной устойчивости воздуха – инверсия, изотермия и конвекция.

Из табл.2.5 следует, что при скорости приземного ветра в 1 м\с глубина зоны химического заражения будет:

- при изотермии  $\Gamma_{\text{ИЗОМ}} = 3$  км,
- при инверсии  $\Gamma_{\text{ИНВ}} = 15$  км (приложение 1 к табл. 2.5),
- при конвекции  $\Gamma_{\text{КОНВ}} = 0,6$  км (приложение 1 к табл. 2.5).

Учитывая поправочные коэффициенты (табл.2.6) при определении глубины распространения облака, зараженного АХОВ, при скорости ветра более 1 м\с находим глубины зоны химического заражения при скорости приземного ветра 2 м\с:

- при изотермии  $\Gamma_{\text{ИЗОМ}} = 3 \times 0,7 = 2,1$  км,
- при инверсии  $\Gamma_{\text{ИНВ}} = 15 \times 0,6 = 9,0$  км,
- при конвекции  $\Gamma_{\text{КОНВ}} = 0,6 \times 0,7 = 0,42$  км.

#### **2.4.2.3. Определение ширины зоны химического заражения.**

Ширина зоны химического заражения  $\Pi$  зависит от глубины распространения зараженного воздуха  $\Gamma$  и определяется по формулам:

- ширина зоны при изотермии  $\Pi_{\text{ИЗОМ}} = \Gamma_{\text{ИЗОМ}} \times 0,3 = 2,1 \times 0,3 = 0,63$  км,
- ширина зоны при инверсии  $\Pi_{\text{ИНВ}} = \Gamma_{\text{ИНВ}} \times 0,15 = 9,0 \times 0,15 = 1,35$  км,
- ширина зоны при конвекции  $\Pi_{\text{КОНВ}} = \Gamma_{\text{КОНВ}} \times 0,8 = 0,42 \times 0,8 = 0,34$  км.

Вывод: из рассмотрения зон химического заражения для различных случаев вертикальной устойчивости воздуха видим, что наиболее опасным является случай – инверсия.

Ширина зоны химического заражения при инверсии составит 1,35 км, что при благоприятных условиях (достаточного времени до подхода зараженного облака к предприятию) возможно эвакуация (выведение) людей за пределы зоны химического заражения на расстояние половины ширины т.е. на 600-700м.

#### **2.4.3. Определение времени подхода зараженного облака к предприятию.**

Определение времени подхода зараженного облака в минутах к предприятию производится по формуле

$$t_{\text{ПОДХ}} = \frac{R}{60 \times V_{\text{CP}}} = \frac{3500}{60 \times 3} = 19,4 \text{ мин.}$$

где  $R$  – расстояние от места разлива АХОВ, в метрах,  $R = 3500$  м (по условию),

$60$  – множитель для перевода секунд в минуты,

$V_{\text{cp}}$  – средняя скорость переноса зараженного воздуха воздушным потоком, м\с. Средняя скорость ветра отличается от скорости ветра в приземном слое, так как с увеличением расстояния воздух поднимается и скорость перемещения зараженного воздуха увеличивается и определяется

$$V_{\text{cp}} = 1,5 - 2,0 \times V = 1,5 \times 2 \text{ м\с (по условию)} = 3 \text{ м\с}$$

Множители выбираются в зависимости от расстояния. При расстоянии до точки наблюдения менее 10 км выбирается множитель 1,5, а при более 10 км – 2,0.

В нашем случае  $R = 3,5 \text{ км} < 10 \text{ км}$ , поэтому выбираем множитель 1,5 и при скорости ветра в приземном слое 2 м\с средняя скорость ветра будет 3 м\с.

Таким образом, время подхода зараженного облака к объекту составит  $t_{\text{подх}} = 19$  мин.

#### **Вывод:**

За время подхода зараженного облака к предприятию равное 19 мин. при хорошо организованном оповещении о химической опасности можно подготовить работников к необходимости нахождения в химически опасной зоне, а также этого времени достаточно, чтобы работников вывести за пределы опасной зоны (при скорости передвижения пешехода 4-5 км\ч возможно за 19 мин. преодолеть расстояние около 1500 м, что в 2 раза превышает половину ширины зоны химического заражения т.е. на 600-700м).

#### **2.4.4. Определение времени поражающего действия АХОВ.**

Для определения времени поражающего действия АХОВ (аммиака) воспользуемся табл. 2.7 и 2.8.

Из табл. 2.7 определяем время испарения аммиака из не обвалованной емкости при скорости ветра 1 м\с

$$t_{\text{исп}} = t_{\text{пораж}} = 1,2 \text{ час.}$$

Используя табл. 4 при скорости ветра 2 м\с

$$t_{\text{исп}} = t_{\text{пораж}} = 1,2 \text{ час.} \times 0,7 = 0,84 \text{ час.} = 50 \text{ мин.}$$

Таблица 2.7

Время испарения АХОВ, час., при скорости ветра 1 м\с

Наименование АХОВ	Вид хранения АХОВ	
	Не обвалованные емкости	Обвалованные емкости
Хлор	1,3	22
Фосген	1,4	23
Аммиак	1,2	20
Сернистый ангидрид	1,3	20
Сероводород	1,0	19

Примечание: при скорости ветра более 1 м\с вводятся поправочные коэффициенты согласно табл. 2.8.

Таблица 2.8

Поправочные коэффициенты  
для определения времени испарения АХОВ, час.,  
при скорости ветра более 1 м\с

Скорость ветра, м\с	1	2	3	4	5	6
Поправочный коэффициент	1,0	0,7	0,55	0,43	0,37	0,32

**Вывод:**

Через 50 мин. после начала химического заражения на предприятии уровень химического заражения должен уменьшиться до нормального. Но перед возвращением работников из места временного размещения вне зоны химического заражения (или выхода из герметизированных помещений на предприятии) следует провести химическую разведку местности и помещений и при необходимости провести их дегазацию, силами нештатных аварийно-спасательных формирований предприятия.

**2.4.5. Определение возможных потерь среди работников предприятия.**

Для определения возможных потерь среди работников предприятия воспользуемся данными табл. 2.9.

Таблица 2.9

Возможные потери людей от АХОВ в очаге поражения, %

Условия расположения людей	Обеспеченность людей СИЗ органов дыхания, %									
	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100
На открытой местности	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В простейших укрытиях, в герметизированных	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

помещениях зданий										
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Примечание: Ориентировочная структура потерь людей в очаге поражения от АХОВ составляет:

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

Из табл. 2.9 видно, что потери П работников при их обеспеченности средствами индивидуальной защиты органов дыхания от аммиака – 60% (по условию) и при нахождении работников в герметизированных помещениях здания (или простейших укрытиях) составят 22%.

При численности работающей смены на нашем предприятии  $N_{\text{очн.}} = 50$  человек общие потери составят

$$П = 50 \text{ чел.} \times 22\% = 11 \text{ чел.}$$

Потери по степени тяжести распределяться следующим образом (согласно примечания к табл. 5):

- поражения легкой степени –  $11 \text{ чел.} \times 25\% = 2,75 \approx 3 \text{ чел.}$
- поражения средней и тяжелой степени –  $11 \text{ чел.} \times 40\% = 4,4 \approx 4 \text{ чел.}$
- поражения со смертельным исходом –  $11 \text{ чел.} \times 35\% = 3,85 \approx 4 \text{ чел.}$

#### **Вывод:**

Общие потери при воздействии химического заражения от аммиака на предприятии составят 11 чел. При этом, 3 чел. получают поражения легкой степени и им возможно оказание первой помощи непосредственно на предприятии; 4 чел. получают поражения средней и тяжелой степени – им необходимо оказание первой помощи в лечебных учреждениях; 4 чел. получают поражения со смертельным исходом. На предприятии останутся работоспособными 42 чел., которые способны провести мероприятия по ликвидации последствий химического заражения и продолжить производственную деятельность.

### **2.5. Мероприятия по снижению тяжести последствий и защите персонала при аварии на химически опасном объекте.**

В связи с скоротечностью возникновения аварии на ХОО защита работников организаций и населения, проживающего вблизи ХОО, и сохранения их трудоспособности должна быть заранее спланированной.

Планируемые мероприятия по защите персонала объектов экономики и населения отражаются в «Плане действий по предупреждению и ликвидации ЧС».

В полном объеме мероприятия, проводимые в случае возможной аварии, выполняются на химически опасных объектах, а на предприятиях, расположенных вблизи их, проводятся только отдельные мероприятия,

позволяющие обеспечить защиту работников.

### **2.5.1. Организационные мероприятия.**

Организационные мероприятия - проводятся на объектах заблаговременно, основными из них являются:

- контроль химической обстановки в повседневных условиях;
- организация системы оповещения работников и населения в случае аварии и периодическая ее проверка;
- обеспечение работников СИЗ и в первую очередь наибольшей работающей смены, содержание их в постоянной готовности;
- заблаговременное прогнозирование зон возможного загрязнения АХОВ по реальным метеоданным (направление и скорость ветра в приземном слое атмосферы измеряется не менее 2-х раз в сутки).
- организация укрытия в защитных сооружениях, имеющих на предприятии или эвакуации рабочих, служащих и населения при необходимости.

### **2.5.2. Инженерно-технические мероприятия.**

Инженерно-технические мероприятия предусматривают:

- содержание в исправном состоянии оборудования, КИП, средств автоматизации, трубопроводов, складов АХОВ, аварийной сигнализации;
- своевременное выполнение графика планово-предупредительного ремонта химического оборудования и транспортных средств на ХОО;
- содержание в рабочем состоянии технических средств обнаружения АХОВ;
- рассредоточение запасов АХОВ, строительство для них заглубленных хранилищ, размещение под хранилищем АХОВ аварийных резервуаров ловушек, направленных стоков;
- рекогносцировка и оборудование рубежей постановки отсечных водных завес на наиболее вероятных направлениях распространения АХОВ в зависимости от розы ветров;
- поддержание в постоянной готовности газоспасательной службы и других формирований, предназначенных для ликвидации последствий химического заражения;
- соблюдение на объекте установленных правил техники безопасности.

### **2.5.3. Мероприятия в случае аварии, связанной с выбросом (выливом) АХОВ.**

В случае аварии, связанной с выбросом (выливом) АХОВ, немедленно организуется мероприятия по локализации и ликвидации последствий химического заражения, при этом:

- оповещаются должностные лица, работники и население о возникновении аварии;
- проводится оценка химической обстановки;

- организуется ведение химической разведки и обозначение границ очага химического загрязнения;
- организуется охрана района аварии;
- используются средства индивидуальной и коллективной защиты;
- организуется поиск, вынос пораженных, и оказание им первой медицинской помощи;
- проводится эвакуация работников из очага химического загрязнения или угрожаемой зоны загрязнения;
- выполняются неотложные аварийно-технические мероприятия по локализации и ликвидации очага химического загрязнения.

#### **2.5.4. Ответственные лица за обеспечение защиты работников от АХОВ на химически опасном объекте.**

Ответственными лицами за обеспечение защиты работников от АХОВ на химически опасном объекте являются:

- руководитель объекта - руководитель гражданской обороны;
- главный инженер,
- начальник отдела (сектора, специалист) по делам ГО и ЧС объекта;
- дежурный диспетчер;
- начальники цехов (смен);
- начальник газоспасательной службы.

Они обеспечивают необходимые условия для безопасной эксплуатации химически опасного объекта и своевременное проведение всех мероприятий по защите работников в случае аварии.

В соответствии с требованиями нормативных документов дежурный диспетчер обязан оповестить должностных лиц предприятий, учреждений, организаций и население, находящиеся вблизи химически опасного объекта в радиусе до 2,5 км от объекта.

В организациях, которые расположены вблизи химически опасных объектов, для организации химической безопасности работников должны быть спланированы следующие мероприятия:

- прогнозирование зоны возможного заражения АХОВ по реальным метеоданным (определение времени подхода облака загрязненного воздуха к организации и расчет продолжительности поражающего действия АХОВ);
- обеспечение работников индивидуальными средствами защиты органов дыхания;
- организация и ведение химической разведки в организации;
- оповещение работников об аварии на ХОО;
- порядок экстренной эвакуации работников организации (порядок, маршруты эвакуации и районы размещения);
- порядок реэвакуации работников и возобновление производственной деятельности.

## 2.6. Основные способы защиты населения от АХОВ.

Основными способами защиты населения от АХОВ являются:

- использование средств индивидуальной защиты органов дыхания (далее - СИЗОД) и защитных сооружений;
- временное укрытие в жилых и производственных зданиях;
- эвакуация населения из зон возможного заражения.

Каждый из перечисленных способов может использоваться в конкретно сложившейся обстановке либо самостоятельно, либо в сочетании с другими способами защиты.

### 2.6.1. Использование средств индивидуальной защиты органов дыхания.

Особого внимания заслуживает способ защиты населения с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания, поскольку он может быть наиболее эффективным в реальных условиях. Этот способ находит широкое применение на химических производствах для защиты промышленно-производственного персонала. При наличии средств индивидуальной защиты он может найти также широкое применение и для защиты работников организаций и населения, находящихся вблизи химически опасных объектов (рис. 2.2).

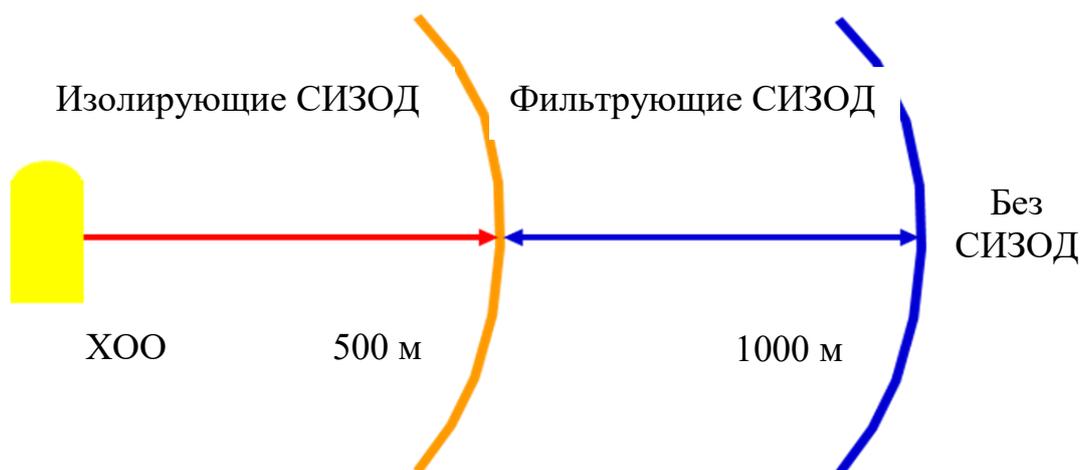


Рис. 2.2. Схема применения СИЗОД работниками организаций и населением при аварии с АХОВ в зависимости от расстояния от ХОО

#### *Рекомендации по применению СИЗОД при авариях с АХОВ.*

Нахождение работников организаций или населения без СИЗОД возможно, если количество АХОВ в выбросе (выливе) не превышает минимально безопасный объем – это такое количество АХОВ, которое не представляет опасности для работников организаций и населения, находящегося на удалении 1000 м и более от места аварии при наихудших метеоусловиях:

- степень вертикальной устойчивости атмосферы – инверсия,
- температура воздуха 20°С (0°С зимой),
- скорость среднего ветра – 1 м/с.

Таковыми минимально безопасными объемами некоторых АХОВ на химически опасных объектах являются:

- для аммиака – 40 т
- для хлора – 1,5 т
- для диметиламина – 2,5 т
- для синильной кислоты (водорода цианистого) – 0,7 т
- для водорода фтористого (плавиковой кислоты) – 20 т
- для этилмеркаптана – 9 т

Защиту органов дыхания работников организаций и населения от паров АХОВ (табл. 2.10) при работе в зоне заражения или выходе из нее обеспечивают респираторы типа РПГ-67-КД, РУ-60М-КД (с коробкой для данного вида АХОВ), фильтрующие промышленные противогазы (для данного вида АХОВ), фильтрующие гражданские противогазы типа ГП-5, ГП-7 с дополнительными патронами ДПГ-1 (ДПГ-3) или ГП-7Б; при высоких концентрациях или когда концентрация неизвестна - изолирующие противогазы типа ИП-4. Для предупреждения попадания АХОВ в капельно-жидком состоянии на кожные покровы необходимо использовать прорезиненные защитные костюмы, сапоги и перчатки.

Таблица 2.10

**Рекомендации по выбору СИЗОД для защиты от АХОВ**

Тип АХОВ	Рекомендуемые СИЗОД при превышении ПДК		
	до 10 раз	от 10 до 100 раз	более 100 раз
Пары и газы органических и неорганических веществ	Изолирующие дыхательные аппараты (противогазы)		
Кислые газы и пары при одновременном присутствии аэрозолей	Респираторы типа РПГ-67	Противогазы ГП-7, ГП-5 с ДПГ-1 (ДПГ-3) или ГП-7Б, промышленный противогаз малого габарита марки В	Промышленный противогаз большого габарита, изолирующий противогаз
Пары аммиака и сероводорода при раздельном и совместном их присутствии	Респиратор типа РПГ-67 с патроном КД	Противогазы ГП-7, ГП-5 с ДПГ-3, промышленный противогаз малого габарита марки КД	Промышленный противогаз большого габарита марки КД, изолирующий противогаз

Тип АХОВ	Рекомендуемые СИЗОД при превышении ПДК		
	до 10 раз	от 10 до 100 раз	более 100 раз
Смесь кислых газов и паров (водород, фтористый аммиак, сероводород, окись углерода)	Противогазы ГП-7, ГП-5 с ДПГ-1 (ДПГ-3) или ГП-7Б	Противогазы ГП-7, ГП-5 с ДПГ-1 (ДПГ-3) или ГП-7Б, промышленный противогаз малого габарита марки БКФ	Изолирующие противогазы

При отсутствии штатных СИЗОД работниками организаций и населению при выходе из зоны заражения возможно кратковременно использовать простейшие средства индивидуальной защиты – ватно-марлевые повязки из марли или ткани, в общем случае смоченные водой, а при защите от хлора, смоченные 2-х% раствором пищевой соды, а от аммиака - смоченная 5-и% раствором лимонной кислоты.

### 2.6.1.1. Гражданские противогазы.

Для защиты от АХОВ взрослого населения при авариях на химически опасных объектах применяются малогабаритные гражданские противогазы ГП-5 и ГП-7 (рис. 2.3) с дополнительной коробкой с ДПГ-1 (ДПГ-3) или современный ГП-7Б.



Рис. 2.3. Гражданский противогаз ГП-7Б.

Фильтрующие противогазы ГП-5 и ГП-7 в зависимости от характера возможной обстановки могут использоваться либо самостоятельно, либо с дополнительными патронами ДПГ-3 или ДПГ-1.

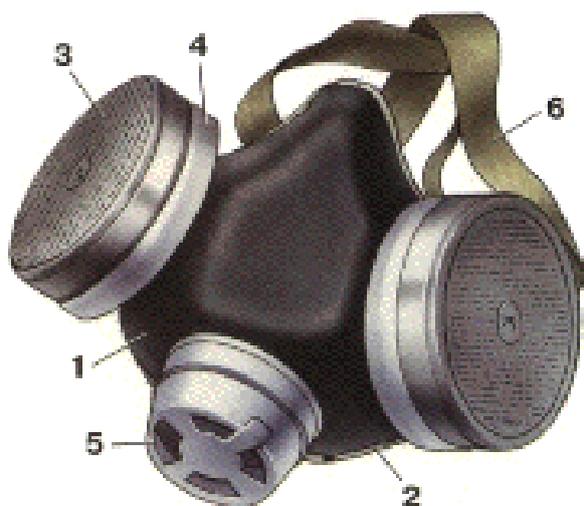
Дополнительные патроны обеспечивают более высокий уровень защитных свойств противогазов от различных АХОВ, в том числе ДПГ-3 от аммиака, диметиламина, хлористого водорода и цианистого водорода; ДПГ-1, кроме того, от двуокиси азота, окиси этилена, окиси углерода и хлористого метила.

Из-за отсутствия защитных свойств гражданских противогазов от таких АХОВ как аммиак, окислы азота, окись этилена и окись углерода использование их в зонах химического заражения, образованных от выброса в окружающую среду этих веществ, без дополнительных патронов не эффективно.

Современные фильтрующие противогазы ГП-7Б внешне похожи на ГП-7, но отличается универсальной фильтрующей коробкой (без дополнительного патрона ДПГ-3), и предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз человека от отравляющих веществ, радиоактивной пыли, биологических аэрозолей и различных АХОВ, в том числе аммиака, хлора, сероводорода, хлорциана, синильной кислоты и др.

#### 2.6.1.2. Респираторы.

Респираторы типа РПГ-67-КД (рис. 2.4), РУ-60М-КД представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных химически опасных веществ, газов, аэрозолей, паров и пыли. Широкое распространение они получили в шахтах, на рудниках, на химически вредных и запыленных предприятиях, при работе с удобрениями и ядохимикатами, на металлургических предприятиях, при покрасочных, погрузочно-разгрузочных и других работах



## РПГ-67

- 1 - резиновая полумаска;
- 2 - обтюратор;
- 3 - поглощающие патроны;
- 4 - пластмассовые манжеты с клапанами вдоха;
- 5 - клапан выдоха с предохранительным экраном;
- 6 - оголовье.

Рис. 2.4. Респиратор РПГ-67.

### 2.6.1.3. Простейшие средства защиты, многослойная марлевая повязка.

Многослойная марлевая повязка (ММП) изготавливается из 10 – 12 слоев марли размером 30\*20 см (20\*15 см для детей), сложенных стопкой и завернутых внутрь марлевой косынки размером 100\*60 см (80\*45 см для детей), края которой надрезаются на длину 30 см для образования завязок. По периметру повязка прошивается. Надевается повязка таким образом, чтобы рот и нос были закрыты одновременно (рис. 2.5).

Смачивание повязки многократно повышает ее защитные свойства.

Для приготовления нейтрализующих растворов необходимо:

- от хлора – 20 г питьевой соды растворить в 1 л воды,
- от аммиака – 50 г лимонной кислоты растворить в 1 л воды.

### 2.6.2. Укрытие в защитных сооружениях, жилых и производственных помещениях.

*Укрытие людей в защитных сооружениях ГО* позволяет обеспечить более высокий уровень защиты работников организаций и населения.



Рис. 2.5. Многослойная марлевая повязка.

Однако в условиях мирного времени этот способ находит весьма ограниченное применение, поскольку постоянное поддержание защитных сооружений в готовности к приему укрываемых в экстремальных условиях при внезапно сложившейся обстановке требует значительных финансовых затрат.

Обеспечить защиту людей от первичного и в течение некоторого времени и от вторичного облака зараженного воздуха могут *жилые и производственные здания*. В отсутствие возможности использования других способов эти здания могут служить временным укрытием людей в загерметизированных помещениях в условиях химических аварий. При этом следует иметь в виду, что чем меньше коэффициент воздухообмена

внутреннего помещения, тем выше его защитные свойства. Так жилые и служебные помещения имеют более высокий коэффициент защиты по сравнению с помещениями производственных зданий. На эффективность использования данного способа существенное значение оказывает этажность застройки.

### **2.6.3. Эвакуация населения при аварии на химически опасном объекте.**

При аварии, связанной с выбросом или разливом АХОВ, облако зараженного воздуха, перемещаясь по направлению ветра постепенно расширяется, концентрация АХОВ уменьшается вплоть до безопасной.

Развитие аварии на ХОО происходит очень быстро. Поэтому эвакуационные мероприятия не разворачиваются, а все защитные мероприятия, в том числе и эвакуационные мероприятия проводятся руководством объектовых органов управления.

Эвакуации, если нет возможности использовать другие способы защиты, подлежат население, попадающее в зону химического заражения, поражающей концентрации. Критерием принятия решения на эвакуацию является превышение прогнозируемой или реальной пороговой токсодозы для определенного АХОВ.

Решение на проведение эвакуации принимает руководитель организации, чья территория попадает в зону химического заражения, после получения информации об аварии.

Оповещение об эвакуации населения проводится с помощью локальной диспетчерской связи, средств массовой информации, подвижных радиостанций.

Эвакуацию предполагается проводить заблаговременно по территориально - производственному принципу путем вывода и вывоза населения за границу зоны заражения и размещения в зданиях общественного назначения. Она может проводиться с использованием различных видов транспорта или пешим порядком. Маршруты для эвакуации выбирают с учетом метеорологических условий, особенностей местности и сложившейся химической обстановки. Эффективность защиты работников организаций и населения с использованием данного способа защиты может быть достигнута лишь в том случае, если эвакуация производится до подхода облака зараженного воздуха. В противном случае пребывание людей в атмосфере зараженного воздуха открыто на местности может усугубить положение.

Регистрация эвакуации производится непосредственно в местах размещения.

Определяющее значение на выбор способа защиты оказывает удаление мест пребывания людей (жилых кварталов, населенных пунктов и пр.) от места аварии. При значительном удалении, безусловно, основным способом защиты будет эвакуация людей в безопасные районы. Другие способы защиты могут не потребоваться вообще.

Вместе с тем на практике чаще встречаются случаи, в которых необходимо сочетание различных способов защиты. Например, не представляется возможным эвакуировать людей непосредственно из зоны химического заражения сразу же после аварии. В этом случае целесообразно определенное время находиться в помещениях, при необходимости используя подручные средства для их герметизации, а также на верхних или нижних этажах в зависимости от характера распространения АХОВ (его физических свойств).

Затем, если в этом возникнет крайняя необходимость, организуется вывоз людей в безопасные районы. Производственный персонал работающей смены, используя как подготовленные помещения (с герметизацией), так и СИЗОД, действует согласно инструкции, действующей на данном производстве.

## **2.7. Перечень мероприятий первой медицинской помощи, оказываемой пораженному человеку аварийно химически опасными веществами.**

При контакте с любым АХОВ в зонах заражения необходимо осуществить следующие мероприятия по медицинской защите и лечению пострадавших:

- экстренное прекращение поступления яда в организм (вынос, вывод пораженных из зоны заражения, их санитарная обработка, использование средств индивидуальной защиты кожи и органов дыхания);
- ускоренное выведение яда из организма (применение рвотных, слабительных средств);
- восстановление и поддержание функционирования жизненно важных систем организма (реанимационные мероприятия);
- кислородные ингаляции как метод лечения гипоксических состояний, возникающих при острых отравлениях опасными химическими веществами;
- использование лекарственных (антидотных) средств профилактики и лечения отравлений АХОВ.

Проведение всех перечисленных мер должно осуществляться в определенной последовательности.

- в первую очередь защитить органы дыхания от дальнейшего поступления АХОВ. Надеть противогаз или ватно-марлевую повязку, предварительно смочив ее водой, а лучше 2-х% раствором питьевой соды при выбросе хлора и 5-и% раствором лимонной кислоты при выбросе аммиака;
- вывести или вынести пострадавших из зоны поражения;
- после эвакуации пораженного из очага поражения при наличии показаний проводится частичная санитарная обработка покрытых участков кожи раствором соды или борной кислоты;
- снять с пораженного загрязненную одежду и обувь;

- если пострадавший в сознании – дать обильное питье, промыть глаза и лицо водой;

- в случае попадания ядовитых веществ внутрь – вызвать рвоту или сделать промывание желудка;

- при отсутствии сознания пораженного укладывают на правый бок лицом вниз. При рвоте полость рта и глотки очищается от рвотных масс с помощью марли (полотенца, носового платка). Неотложная реанимационная помощь на до госпитальном этапе заключается, главным образом, в восстановлении проходимости дыхательных путей, проведении искусственной вентиляции легких и непрямого (закрытого) массажа сердца;

- восстановление проходимости дыхательных путей проводится следующим образом. Пораженный лежит на спине, голова запрокинута максимально назад. Оказывающий помощь располагается слева, левой рукой придерживает подбородок пораженного, правую руку располагает на лбу. Резким движением за подбородок, разжимает зубы и открывает рот, после чего с помощью тампона, бинта, куска марли очищает полость рта пострадавшего от инородных масс, а затем вводит в него воздуховод или дыхательную трубку;

- после восстановления проходимости дыхательных путей проводят искусственную вентиляцию легких экспираторным методом через рот или нос либо при помощи специальных медицинских аппаратов. Следует помнить, что при отравлениях АХОВ экспираторные методы искусственной вентиляции легких небезопасны для оказывающего помощь;

- непрямой (наружный) массаж сердца осуществляется при остановке сердца. Пострадавший лежит на спине, оказывающий помощь – слева, скрещенные ладони рук на нижней трети груди перпендикулярно ей; ритмичными толчками надавливают на грудную клетку. Массаж сочетается с искусственной вентиляцией легких: через каждые 5 толчков делается одно вдувание;

- после восстановления работы сердца, дать дышать кислородом и обеспечить покой;

- пораженного госпитализировать (транспортировать только в лежачем положении);

Признаки поражения и перечень мероприятий первой медицинской помощи, оказываемой пораженному АХОВ, приведен в табл.2.11.

Таблица 2.11

**Первая медицинская помощь при отравлениях различными АХОВ**

<b>Наименование АХОВ</b>	<b>Признаки поражения</b>	<b>Первая помощь</b>
<b>1. АХОВ раздражающего действия</b>		
Водород фтористый	При контакте с кожей и слизистыми - резко выраженные	<u>В зараженной атмосфере:</u> обильное промывание глаз водой, надевание

Наименование АХОВ	Признаки поражения	Первая помощь
	воспалительные явления (конъюнктивит, дерматит); возбуждение, беспокойство, слабость, слюнотечение, возможны судороги	противогаза, эвакуация на носилках или транспортом. <u>Вне зоны поражения:</u> промывание глаз водой, обработка пораженных участков кожи водой или мыльным раствором, покой, немедленная эвакуация в лечебное учреждение. Ингаляции кислорода не проводить!
Водород хлористый	Резкое раздражение слизистых глаз и верхних дыхательных путей, резь в глазах, слезотечение, кашель, общее возбуждение, мышечная слабость, иногда судороги	Аналогична, как и при отравлении фтористым водородом
Метиламин, диметиламин	Затруднение дыхания, слабость, тошнота, насморк, кашель, сердцебиение, резь в глазах, судороги, потеря сознания	Эвакуация из зоны заражения, обильное промывание 2-х% раствором борной кислоты или водой, покой и тепло. При поражении диметиламином - закапывание в глаза 2 капель 2-х% раствора новокаина
Окислы азота, азотная кислота	Кашель, головная боль, резь в глазах, слезотечение, тошнота, рвота, одышка	Аналогична, как и при отравлении фтористым водородом. Кроме того: вдыхание в течении нескольких минут противодымной смеси
Сернистый ангидрид	Выраженное раздражение кожи и слизистых в местах контакта - образование пузырей, затруднение дыхания и глотания, кашель	Аналогична, как и при отравлениях фтористым водородом
Хлор	Сильное жжение, резь в глазах, слезотечение, учащение дыхания,	Аналогична, как и при отравлениях фтористым водородом

Наименование АХОВ	Признаки поражения	Первая помощь
	мучительный кашель, общее возбуждение, страх, в тяжелых случаях - рефлекторная остановка дыхания	
<b>2. АХОВ прижигающего действия</b>		
Аммиак	Обильное слезотечение, боль в глазах, ожог конъюнктивы и роговицы, потеря зрения, приступообразный кашель; при поражении кожи - химический ожог 1 и 2 степени	<p><u>В зоне заражения:</u>  обильное промывание глаз и пораженных участков кожи водой, надевание противогаза, срочный выход (вывоз) из зоны заражения.</p> <p><u>Вне зоны заражения:</u>  покой, тепло. При физических болях в глазах закапать 2 капли 1% раствора новокаина или 2% раствора дикаина с 0,1% раствором адреналина гидрохлорида; на пораженные участки кожи - примочки 3-5% раствором борной, уксусной или лимонной кислот. Внутрь - теплое молоко с питьевой содой; обезболивающие средства; 1 мл 1% раствора морфина, гидрохлорида или промедола; при остановке дыхания - искусственное дыхание</p>
Соляная кислота	При контактном воздействии на коже появляются волдыри, пораженные участки имеют серо-белесоватый цвет; на слизистых оболочках глаз - воспалительные явления, помутнение роговицы; при	<p><u>В зоне заражения:</u>  обильное промывание глаз и лица водой; надевание противогаза, срочный вывод (вывоз) из очага поражения.</p> <p><u>Вне зоны заражения:</u>  обогрев, покой, смывание</p>

Наименование АХОВ	Признаки поражения	Первая помощь
	вдыхании паров - охриплость, кашель, боль в груди, одышка	кислоты с открытых участков кожи и одежды кодой, обильное промывание глаз водой. При затруднении дыхания - тепло на область шеи
<b>3. АХОВ удушающего действия</b>		
Фосген	В начальном периоде - кратковременные (10-15 мин.) неприятные ощущения в носоглотке, за грудиной; скрытый период - в среднем 4-6 часов; в разгар интоксикации - одышка, мучительный кашель, синюшность кожи и слизистых, учащение сердцебиений	<u>В зоне заражения:</u> надевание противогаза, вынос (вывоз) пострадавшего из зоны заражения. <u>Вне зоны заражения:</u> покой, тепло, кислородные ингаляции, при раздражении глаз - обильное промывание 2% раствором пищевой соды или водой
Хлорпикрин	Отсутствие скрытого периода действия, быстрое развитие сильного раздражающего действия (резь, жжение в глазах, слезотечение, першение в горле, кашель, рвота); при попадании на кожу - деоматит	Аналогична, как при поражении фосгеном. Дополнительно рекомендуется закапывание в глаза 1-2 капель 1% раствора дикаина
<b>4. АХОВ общетоксического действия</b>		
Водород цианистый (синильная кислота)	В начальной стадии - незначительное местное раздражение слизистых верхних дыхательных путей и глаз, горечь во рту, слюнотечение, тошнота, мышечная слабость, одышка, чувство страха; при продолжительном воздействии - одышка, расширение зрачков, судороги, потеря сознания, брадикардия, аритмия	<u>В зоне заражения:</u> надевание противогаза, под маску противогаза - ампулу с амилнитритом, немедленное удаление из зоны заражения. <u>Вне зоны заражения:</u> повторное вдыхание паров амилнитрита со смоченной им ватки, покой, тепло, при наличии ссадин на коже - обильное промывание водой, мыльная раствором,

Наименование АХОВ	Признаки поражения	Первая помощь
		эвакуация в лечебное учреждение.
Окись этилена	При ингаляционных поражениях - тошнота, рвота, понос, чувство тяжести в области желудка; раздражение верхних дыхательных путей и глаз может быть не выражено; при воздействии на кожу - дерматит с образованием пузырей	<u>В зоне заражения:</u> надевание противогаза и эвакуация из зоны заражения. <u>Вне зоны заражения:</u> обильное промывание кожи и слизистых водой, покой, тепло
Сероводород	Жжение и боль в горле при глотании, одышка, головная боль, головокружение, слабость, рвота, тахикардия, возможны судороги	<u>В зоне заражения:</u> надевание противогаза, эвакуация из зоны заражения, покой, промывание глаз водой, вдыхание паров амилнитрита со смоченной им ватки. <u>Вне зоны заражения:</u> промывание глаз и открытых участков кожи водой, 2% раствором пищевой соды, закапывание 1-3% раствора новокаина, покой, тепло, при нарушении дыхания - ингаляция кислорода.
Сероуглерод	Головная боль, головокружение, покраснение лица, тошнота, чувство опьянения, нарушение координации движения, угнетенность, сонливость, возможны судороги	<u>В зараженной зоне:</u> надевание противогаза, немедленная эвакуация на носилках. <u>После выхода из зараженной зоны:</u> кислородная ингаляция, тепло, покой, при необходимости искусственное дыхание.

Наименование АХОВ	Признаки поражения	Первая помощь
<b>5. АХОВ наркотического действия</b>		
Метил бромистый	Головная боль, головокружение, двоение в глазах, галлюцинации, возбуждение, нарушение координации движения, тошнота, судороги	<u>В зоне заражения:</u> надевание противогаза, эвакуация из зоны заражения. <u>Вне зоны заражения:</u> полный покой, тепло, при нарушении дыхания - ингаляция кислорода, искусственное дыхание; при болях в глазах - 2-3 капли 2% раствора новокаина или 0,5% раствора дикаина
Метил хлористый	Общая слабость, головокружение, тошнота, рвота, сонливость, повышенная температура, тахикардия, ухудшение зрения; в тяжелых случаях - затемнение сознания, судороги, расширение зрачков	<u>В зоне заражения:</u> надевание противогаза, вынос из зоны заражения. <u>Вне зоны заражения:</u> ингаляция кислорода, искусственное дыхание, покой, тепло, щелочное питье, срочная госпитализация
Формальдегид	Резкий кашель, давление в груди, одышка, нарушение координации движения, тошнота, рвота, двигательное возбуждение, нарушение сознания, судороги	<u>В зоне заражения:</u> надевание противогаза, удаление из зоны заражения. <u>Вне зоны заражения:</u> вдыхание паров нашатырного спирта, обмывание пораженной кожи водой или 5% раствором нашатырного спирта, промывание глаз водой, тепло и покой

### Контрольные вопросы:

1. Перечень организаций, относящийся к химически опасным объектам.
2. Классификация химически опасных объектов.
3. Определение аварийно химических опасных веществ и их классификация.

4. Токсикологические характеристики аварийно химически опасных веществ.

5. Физико-химические характеристики аварийно химически опасных веществ.

6. Процесс протекания аварии на химически опасном объекте с выбросом (выливом) АХОВ.

7. Порядок прогнозирования и оценки химической обстановки в случае аварии на химически опасном объекте (на примере выброса в атмосферу аммиака).

8. Организационные мероприятия по снижению тяжести последствий и защите персонала при аварии на химически опасном объекте.

9. Инженерно-технические мероприятия по снижению тяжести последствий и защите персонала при аварии на химически опасном объекте.

10. Мероприятия при внезапно возникнувшей аварии, связанной с выбросом (выливом) АХОВ.

11. Должностные лица, отвечающие за обеспечение защиты работников от АХОВ на химически опасном объекте.

12. Защита работников организаций и населения от АХОВ с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания.

13. Защита работников организаций и населения от АХОВ путем укрытия в защитных сооружениях, жилых и производственных помещениях.

14. Защита работников организаций и населения от АХОВ путем их эвакуации при аварии на химически опасном объекте.

15. Перечень мероприятий оказания первой медицинской помощи пораженным людям аварийно химически опасными веществами.

## Тема 3. Аварии на пожаро – взрывоопасных объектах

### **3.1. Пожаро- и взрывоопасные объекты.**

*Пожаро- и взрывоопасные объекты* – предприятия, на которых производятся, хранятся, транспортируются взрывоопасные продукты или продукты, приобретающие при определенных условиях способность к возгоранию или взрыву.

В России имеется свыше 8 тыс. пожаро- и взрывоопасных объектов. Наиболее часто аварии со взрывами и пожарами происходят на предприятиях химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности, а также складах боеприпасов. Они приводят к серьезным последствиям: разрушению промышленных и жилых зданий, поражению производственного персонала и населения, значительным материальным потерям.

На предприятиях, производящих порох, ракетное твердое топливо, взрывчатые вещества, пиротехнические средства и составы, а также продукцию на их основе, возможны еще более масштабные происшествия с массовым поражением работников предприятий и населения близлежащих населенных пунктов, разрушением промышленных объектов, складов и арсеналов.

Классификация многих пожаро- и пожаровзрывоопасных зданий определяется принятым на практике категорированием помещений.

Кроме промышленных объектов, имеющих здания, к пожаровзрывоопасным объектам следует отнести стационарные и подвижные цистерны и суда для перевозки легковоспламеняющихся жидкостей и сжиженных горючих газов, морские нефтехранилища, танкеры с легковоспламеняющимися жидкостями, нефтепроводы, газопроводы, морские нефтедобывающие платформы, нефтяные и газовые скважины, угольные шахты и другие объекты.

К пожароопасным относят объекты, имеющие в своем составе горючие и трудно горючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), которые могут гореть самостоятельно после удаления источника зажигания. Это помещения, здания, сооружения, транспортные средства, леса, торфяники, посевы созревших зерновых культур и многое другое.

По классификации Российской академии естественных наук и Московского института пожарной безопасности *пожаро- и взрывоопасные объекты относятся к 3-му классу по основному виду опасности*. К ним относятся:

1. Предприятия нефтяной промышленности;
2. Предприятия газовой промышленности;
3. Предприятия угольной промышленности;
4. Предприятия сланцевой промышленности;
5. Газовые и нефтяные скважины;

6. Угольные шахты;
7. Морские нефтедобывающие платформы;
8. Предприятия добывающей промышленности прочие;
9. Предприятия нефтеперерабатывающей промышленности;
10. Предприятия нефтехимической промышленности;
11. Предприятия газоперерабатывающей промышленности;
12. Предприятия химической промышленности;
13. Предприятия медицинской промышленности;
14. Предприятия металлургической промышленности;
15. Предприятия машиностроения;
16. Объекты ядерной энергетики;
17. Теплоэлектростанции и теплоэлектроцентрали;
18. Энергетические объекты коммунального хозяйства;
19. Энергетические объекты прочие;
20. Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности;
21. Предприятия деревообрабатывающей промышленности;
22. Цеха изготовления древесной пыли;
23. Цеха изготовления угольной пыли;
24. Цеха изготовления сахарной пудры;
25. Размолочные отделения мельниц;
26. Элеваторы;
27. Предприятия по производству боеприпасов, взрывчатых веществ, порохов и твёрдотопливных ракетных двигателей;
28. Предприятия промышленности прочие;
29. Склады нефти и жидких нефтепродуктов;
30. Склады горюче-смазочных материалов;
31. Наземные, подземные и полуподземные резервуары с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами;
32. Морские эстакадные, полупогруженные и подводные нефтехранилища;
33. Железнодорожные эстакады для слива и налива легковоспламеняющихся жидкостей;
34. Открытые нефтеловушки и пруды-отстойники с плавающей нефтяной пленкой;
35. Автозаправочные станции;
36. Газозаправочные станции;
37. Склады химических реактивов;
38. Склады химических средств защиты растений;
39. Склады киноплёнки;
40. Ракетные комплексы;
41. Склады боеприпасов, взрывчатых веществ и твёрдотопливных ракетных двигателей;
42. Склады взрыво- и пожаровзрывоопасной продукции прочие;
43. Железнодорожные цистерны с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами;

44. Автомобильные цистерны с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами;
45. Морские суда с нефтью и нефтепродуктами;
46. Речные суда с нефтью и нефтепродуктами;
47. Морские суда со сжиженными газами;
48. Транспортные средства с боеприпасами, взрывчатыми веществами и ракетной техникой;
49. Боевые корабли и подводные лодки;
50. Транспортные средства с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами прочие;
51. Нефтепроводы;
52. Газопроводы;
53. Базы сжиженного газа
54. Продуктопроводы прочие;
55. Взрыво- и пожаровзрывоопасные объекты прочие;
56. Пожароопасные объекты с большим количеством людей (крупные производственные, административные, общественные и жилые здания, зрительные залы и т.д.);
57. Пожароопасные объекты с большими материальными ценностями (музеи, библиотеки, выставочные залы и т.д.);
58. Пожароопасные объекты с большим количеством домашних животных и птицы;
59. Склады пожароопасной продукции;
60. Большие лесные массивы;
61. Большие торфяники;
62. Посевы созревших зерновых на больших площадях;
63. Пожароопасные объекты прочие;
64. Транспортные средства, перевозящие взрыво- и пожароопасные грузы.

### **3.2. Поражающие факторы, возникающие в результате взрывов.**

Поражающие, опасные и вредные факторы взрыва вызывают поражения людей и наносящие вред их здоровью, разрушения зданий, сооружений и наносящие вред окружающей среде.

Взрыв – это горение, сопровождающееся освобождением большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени. Виды взрывов представления в табл. 3.1

Взрывоопасные явления характеризуются следующими поражающими факторами:

- воздушной ударной волной, возникающей в результате любого взрыва газо-воздушных смесей, резервуаров с перегретой жидкостью и резервуаров под давлением;
- светового излучения – излучения в диапазоне ультрафиолетового, видимого и инфракрасного излучений и вызывающее возгорания, воспламенения, возникает в результате любого взрыва;

- тепловым излучением пожаров и разлетающимися осколками;
- действием токсичных веществ, которые применялись в технологическом процессе или образовались в ходе пожара или других аварийных ситуаций.

Таблица 3.1

**Виды и энергия взрывов**

<b>Виды взрывов</b>	<b>Энергия взрывов</b>
Взрыв взрывчатых веществ (ВВ)	Освобождение химической энергии
Взрыв сосудов под давлением	Освобождение энергии сжатых газов (баллоны, компрессорные установки, автоклавы и др.)
Взрыв топливо-воздушных (ТВС) или газо-воздушных смесей (ГВС)	Объемный взрыв. Смесь воздуха углеводородных газов (метан, этан, пропан, бутан)
Взрыв пыле-воздушных смесей (ПВС)	Объемный взрыв. Смесь с воздухом пыли при концентрации менее $65 \text{ г/м}^3$ (пыль древесная, мучная, угольная, торфяная, зерновая, сахарной пудры, льна, пеньки, джута, табака и др.)

В результате возникновения поражающих, опасных вредных факторов складывается обстановка, под которой понимают совокупность их воздействия на территорию района, населенного пункта, организации, оказывающих влияние на безопасность жизнедеятельности работников организаций и населения.

**3.2.1. Ударная волна.**

Ударная волна возникает в результате различных взрывов и вызывает разрушения зданий, сооружений, различных коммуникаций и поражения людей.

Ударная волна возникает в результате любого взрыва и представляет собой область резкого и сильного сжатия среды, которое (сжатие) распространяется во все стороны с очень высокой скоростью. Мощность взрыва оценивается количеством взрывчатого вещества в килограммах (кг), тоннах (т), килотоннах (кт) и мегатоннах (Мт). Из рис. 3.1 видно, что взрыв произошел в момент времени  $t_1$  и его избыточное давление во фронте ударной волны  $\Delta P_{фс}$  течением времени (расстояния) падает до атмосферного  $P_0$  в момент времени  $t_2$ , и в течение времени  $t_2 - t_3$  избыточное давление меньше атмосферного и приближается к атмосферному.

*Избыточное давление* во фронте ударной волны определяется выражением

$$\Delta P_{\phi} = P_{\text{макс}} - P_0.$$



Рис. 3.1. Параметры воздушной ударной волны

Избыточное давление во фронте ударной волны  $\Delta P_{\phi} = P_{\text{макс}} - P_0$  и измеряется в  $\text{кГс}/\text{см}^2$  или паскалях (Па), где  $1\text{кГс}/\text{см}^2 = 100\text{кПа}$ .

Избыточное давление во фронте ударной волны  $\Delta P_{\phi}$  зависит от величины тротилового эквивалента для твердых взрывчатых веществ (За эталон принимается взрыв тринитротолуола – ТНТ), расстояния до эпицентра (точки) взрыва и определяется по эмпирической формуле

$$\Delta P_{\phi} = 105 (q_{\text{ув}})^{1/3}/R + 410(q_{\text{ув}}^2)^{1/3}/R^2 + 1370q_{\text{ув}}/R^3, \text{ кПа},$$

где:  $q_{\text{ув}} = q/2$  ( $q$  – тротильный эквивалент твердого взрывчатого вещества),  $\text{кГ}$ ;  $R$  – расстояние до эпицентра взрыва, м.

Избыточное давление во фронте ударной волны оказывает на людей, сооружения ударное воздействие и объекты испытывают давление со всех сторон. В результате объект испытывает удар, резко встряхивается, опрокидывается и сжимается со всех сторон. Все элементы испытывают перегрузки и если это давление выше критического, предельного для данного объекта, то он получает различные повреждения, вплоть до полного разрушения. Величины предельных значений можно получить в технических справочниках. Особенностью избыточного давления во фронте ударной волны является его способность затекать через проемы внутрь зданий, сооружений.

*Давление скоростного напора  $P_{\text{ск}}$ .*

Скоростной напор – торможение движения масс воздуха препятствием на пути распространения ударной волны, т.е. тех масс воздуха, которые следуют за передним фронтом ударной волны. В результате создается

динамическая нагрузка и скоростной напор старается отбросить препятствие со своего пути – метательное действие скоростного напора. Измеряется в кГс/см или кПа и рассчитывается по эмпирической формуле

$$P_{ск} = 2,5 \Delta P_{ф} / (\Delta P_{ф} + 7 P_0).$$

Давление скоростного напора всегда положительно. При небольших значениях  $\Delta P_{ф}$  величина  $P_{ск}$  примерно равна  $0,5 \Delta P_{ф}$ , при больших значениях  $\Delta P_{ф}$  величина  $P_{ск}$  увеличивается, но всегда меньше  $\Delta P_{ф}$ .

Фаза сжатия  $\tau^+$  - время, в течение которого давление во фронте ударной волны выше атмосферного  $P_0$ . Величина  $\tau^+$  измеряется в секундах и зависит от тротилового эквивалента  $q$ , кг и расстояния до точки взрыва  $R$ , м. В фазе сжатия массы воздуха двигаются от эпицентра взрыва.

По окончании действия фазы сжатия объект попадает в фазу разрежения  $\tau^-$ , когда давление во фронте ударной волны  $\Delta P_{ф}$  меньше атмосферного  $P_0$ . В фазе сжатия массы сжатого воздуха двигаются в сторону эпицентра взрыва.

*Скорость распространения ударной волны.*

Скорость распространения ударной волны может определяться по формуле

$$V_{ск} = 5 \Delta P_{ф} / (7 P_0) + C_0 / [1 + 6 \Delta P_{ф} / 7 P_0]^{1/2},$$

где  $C_0 = 340$  м/с – скорость распространения ударной волны в воздухе и  $C_0 = 1500$  м/с – скорость распространения ударной волны в воде.

*Действие ударной волны на людей, здания, сооружения.*

Ударная волна может оказывать прямое или косвенное воздействие на препятствие. При прямом ударная волна оказывает непосредственное воздействие на объект, а при косвенном на объект действуют обломки зданий, сооружений, конструкций, падающие стволы деревьев, крупные ветки. Поражающее действие косвенного воздействия наступает при меньших значениях избыточного давления во фронте УВ.

При прямом воздействии ударной волны человек может получить травмы 4-х степеней тяжести:

- *легкие* – при избыточном давлении 20 - 40 кПа, характеризуются ушибами, вывихами конечностей, легкими контузиями, временным повреждением слуха;

- *средние* – при избыточном давлении 40 - 60 кПа, характеризуются серьёзными контузиями, сопровождающиеся тошнотой, рвотой, повреждением органов слуха, кровотечениями из носа, ушей, переломами конечностей;

- *тяжелые* – при избыточном давлении 60 - 100 кПа, характеризуются серьёзными контузиями с рвотой, рвотой с кровью, сильными и

многочисленными переломами, сильными носовыми и ушными кровотечениями;

- *крайне тяжелые травмы* наступают при избыточном давлении более 100 кПа, которые, как правило, приводят к летальному исходу.

Прямое воздействие ударной волны на здания, сооружения, элементов объекта в зависимости от величины давления, вызывают различные механические повреждения, которые подразделяются на полные, сильные, средние и слабые.

#### *Защита от воздействия ударной волны.*

Если объект расположен открыто, то на него действует избыточное давление во фронте ударной волны  $\Delta P_f$  и скоростной напор  $P_{ск}$ . При заглублении объекта на него действует только давление во фронте ударной волны способность «затекать», «обтекать» объект, а поэтому лучшей защитой для человека являются различные убежища, укрытия.

Здания, сооружения, электронная аппаратура должны конструироваться так, чтобы вторичных поражающих факторов было как можно меньше, а для прямого воздействия ударной волны их предел устойчивости должен быть как можно выше.

Для повышения устойчивости функционирования электронная аппаратура к воздействию ударной волны необходимо использовать различные виды амортизации аппаратуры, крепления ее к стенам, полам, потолкам, между собой с целью защиты от воздействия ударной волны. Наиболее важные элементы целесообразно разносить по месту расположения. Аппаратуру, обеспечивающую наиболее важные каналы связи, необходимо располагать в защитных сооружениях, т.е. в подвалах, убежищах.

В результате взрывов образуются зоны поражения, разрушения, радиусы которых определяются избыточным давлением во фронте ударной волны:

- *зона полных разрушений* - избыточное давление на внешней границы зоны более 50 кПа. Зона характеризуется поражением незащищенных людей от воздействия вторичных поражающих факторов, полным разрушением зданий, сооружений, частичным разрушением коммунально – энергетических сетей (КЭС), технологических сетей, части противорадиационных укрытий (ПРУ), в населенных пунктах образуются сплошные завалы, уничтожаются леса, возникают пожары.

- *зона сильных разрушений* - избыточное давление на внешней границы зоны составляет 30 кПа, т.е. зона лежит в пределах 50 - 30 кПа и характеризуется поражением незащищенных людей до 90% от воздействия вторичных поражающих факторов, зданий, сооружений в зависимости от прочностных характеристик. В населенных пунктах образуются местные и сплошные завалы, образуются завалы в лесах, в населенных пунктах

возгораются 50% зданий и сооружений, сохраняются убежища и противорадиационные укрытия.

- *зона средних разрушений* образуется между 30 и 20 кПа на границах зоны. Зона характеризуется потерями людей до 20% от действия вторичных поражающих факторов, разрушениями зданий и сооружений в зависимости от прочностных характеристик, образованием местных и очаговых завалов, сплошными пожарами и сохранением коммунально – энергетических сетей, убежищ и ПРУ.

- *зона слабых разрушений* лежит в пределах 20 - 10 кПа и характеризуется отдельными разрушениями зданий, сооружений, возникновением отдельных пожаров.

#### *Особенности взрыва горюче-воздушных смесей.*

К горюче – воздушным смесям (ГВС) относятся пары жидких горючих веществ, различные виды пыли (древесная, угольная, текстильная и пр.), которые в смеси с кислородом воздуха способны взрываться с выделением энергии.

Отличие ГВС от твердых взрывчатых веществ заключается в том, что в каждой молекуле обычного взрывчатого вещества, например ТНТ (тротилнитротолуол), содержится кислород, необходимый для окислительного процесса (Взрыв – это окислительный процесс с выделением энергии взрывного характера). Так в формуле пороха содержится порядка 42% кислорода и взрыв происходит без доступа воздуха из внешней среды (орудийный снаряд, винтовочный патрон и пр.). Для обеспечения условий взрыва ГВС необходим кислород, который берется из окружающего воздуха. Так для взрыва пропиленоксида требуется 62% кислорода от общей массы вещества и, следовательно, масса взрывчатого вещества будет больше на 62%, а поэтому и мощность взрыва ГВС будет больше взрыва ТНТ при прочих равных условиях. Для взрыва ГВС необходимо создание детонирующего состава, масса которого должна составлять 1% от массы ГВС. Детонирующая масса должна находиться в парообразном или аэрозольном состояниях. При воспламенении создаются условия для взрыва всей массы ГВС.

При сравнении взрыва ТНТ со взрывом ГВС видим, что выделяемая энергия в ккал/с для керосина в 9,3 раза, пропиленоксида в 7,2 раза, алюминиевого порошка в 6,7 раза выше, чем при взрыве ТНТ.

Расчет избыточного давления во фронте ударной волны  $\Delta P_{ф}$  при известных массе ГВС  $Q$ , т, расстоянии  $R$ , м, можно воспользоваться эмпирическими формулами в зависимости от коэффициента  $k$ :

$$\text{при } k < 2 \quad \Delta P_{ф} = 233,3 / (1 + 29,8k^3)^{1/2} - 1, \text{ кПа}$$

$$\text{при } k > 2 \quad \Delta P_{ф} = 22 / k (\lg k + 0,158)^{1/2}, \text{ кПа}$$

где  $k$  – коэффициент, зависящий от  $Q$ , т,  $R$ , м.

Коэффициент «к» определяется по формуле  $k = 0,014 R/Q^{1/3}$ .

На взрывоопасных объектах в случаях разрушения емкостей с жидким топливом, при взрывах текстильной, древесной, угольной и другой пыли, при разрушении продуктопроводов возникают 3 зоны поражения:

*I зона* – зона бризантного действия в пределах облака ГВС с примерно одинаковым избыточным давлением во фронте ударной волны равным 170 кПа. В этой зоне имеет место сплошной пожар за счет разлива топлива;

*II зона* – зона действия продуктов взрыва, где избыточное давление во фронте ударной волны резко падает и на внешней границе составляет 30 кПа, а радиус этой зоны определяется соотношением  $R_{II} = 1,7 R$ , м;

*III зона* – зона слабых разрушений с избыточным давлением во фронте ударной волны на внешней границе 10 кПа, т.е. охватывает зоны средних и слабых разрушений, возникающих в случае взрыва ТНТ.

Радиусы зон разрушений зависят от массы продукта  $Q$ , т и для дизельного топлива составляют примерно:

для $Q=10$ т	$R_I = 40$ м, $R_{II} = 68$ м,
для $Q=100$ т	$R_I = 90$ м, $R_{II} = 153$ м,
для $Q = 500$ т	$R_I = 150$ м, $R_{II} = 255$ м,
для $Q = 1000$ т	$R_I = 190$ м, $R_{II} = 323$ м.

Еще одной особенностью взрыва ГВС является небольшой световой импульс.

### 3.2.2. Световое излучение.

Световое излучение представляет собой электромагнитные излучения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной частях спектра. Источником светового излучения является светящаяся область, состоящая из нагретых до очень высоких температур конструкционных материалов и воздуха, возникающая в результате взрыва.

Поражающее действие светового излучения характеризуется световым импульсом, под которым понимают отношение световой энергии за все время действия светового излучения к площади освещенной поверхности, расположенной перпендикулярно распространению световых лучей.

За единицу измерения светового импульса принят джоуль на квадратный метр – Дж/ м<sup>2</sup> или калория на квадратный сантиметр – кал / см<sup>2</sup>.

Величина светового импульса зависит от массы взрывчатого вещества, измеряемого для ТНТ в тротиловом эквиваленте  $q$  и для ГВС массы  $Q$ , кг, расстоянии до эпицентра взрыва  $R$ , км и коэффициента ослабления светового излучения средой распространения «к», 1/км. Величина светового импульса может быть рассчитана по формуле

для взрыва ТНТ	$I_{\text{ТНТ}} = 74 q / R^2 e^{-kR}$ , кДж/м <sup>2</sup> ,
для взрыва ГВС	$I_{\text{ГВС}} = 74 Q / R^2 e^{-kR}$ , кДж/м <sup>2</sup> ,

где  $k = 0,1 \text{ 1/км}$ .

Лучистая энергия светового излучения, падая на поверхность тела, отражается, поглощается или проходит через него – прозрачная среда. В результате поглощения световой энергии телом происходит его нагрев и он тем больше (нагрев), чем выше поглощающая способность тела, чем больше величина светового импульса, длительность времени его воздействия и чем меньше расстояние до точки взрыва.

Время действия светового излучения  $\tau_{\text{си}}$  зависит от величины тротилового эквивалента  $q$ ,  $t$  или массы ГВС,  $Q$ ,  $t$  и определяется по формуле

$$\begin{aligned}\tau_{\text{си}}^{\text{ТНТ}} &= 0,1q^{1/3}, \text{ с} \\ \tau_{\text{си}}^{\text{ГВС}} &= 0,1Q^{1/3}, \text{ с}\end{aligned}$$

и измеряется в секундах.

Основное поражающее действие светового излучения определяется степенью разогрева тела, т.е. той тепловой добавкой, которую получает тело в момент действия светового излучения.

*Поражающее действие светового излучения на человека, здания, сооружения и защита от него.*

Световое излучение, действуя на человека вызывает ожоги открытых участков тела и поражения глаз.

В зависимости от величины светового излучения ожоги делятся на три степени:

*I степень* – наступает при величине светового импульса 100 - 200 кДж/м и вызывает покраснение кожного покрова, небольшую её припухлость, болезненные ощущения, может быть незначительное повышение температуры тела;

*II степень* – наступает при величине светового импульса 200 - 400 кДж/м и вызывает появление пузырей на кожном покрове человека, сильные болезненные ощущения, повышение температуры тела;

*III степень* - наступает при величине светового импульса 400 - 600 кДж/м и вызывает омертвление кожного покрова, появляются язвы.

Тяжесть поражения зависит не только от степени ожога, но и от размеров пораженных участков кожного покрова. При больших величинах светового импульса может возгореться одежда человека.

Кроме поражения кожного покрова имеет место поражение глаз трех степеней:

*I степень поражения* – временное ослепление человека, возникающее в результате прямого взгляда незащищенными глазами на светящуюся область. Такое ослепление может длиться несколько минут. Особенно сильное воздействие на глаза оказывается в темное время суток;

*II степень поражения* – это ожоги глазного дна, наступающее при прямом и длительном взгляде на светящуюся область;

*III степень поражения* – ожоги роговицы и век глаз наступает при тех же условиях, что и ожоги кожного покрова.

При прогнозировании ситуации со возможным взрывом следует брать минимальные значения светового излучения, которое вызывает ожоги кожного покрова 3 –х степеней. При защищенных глазах временное ослепление и ожоги глазного дна сводятся к минимуму.

Защита человека – любая тень, укрытие, темные очки, шторы, жалюзи на окнах и др.

Тепловое воздействие светового излучения может вызвать повреждение металлических конструкций из – за сильного нагрева, возгорание деревянных конструкций, возникновение пожаров на территории организаций, в населенных пунктах, в лесах. Так в городах под воздействием светового излучения могут возникать отдельные, массовые, сплошные пожары и огневые штормы.

Вероятность возникновения возгораний от светового излучения увеличивается с увеличением мощности светового импульса. При небольших мощностях светового импульса время его действия незначительно и промежуток времени между приходом светового излучения и ударной волны мал, а поэтому объект еще не успеет загореться, так как приходящая ударная волна успевает его погасить. При больших мощностях взрыва действие светового излучения увеличивается и приходящая ударная волна усиливает процесс возгорания, так как имеет место поступление воздуха, способствующее горению.

Световой импульс при взрыве ГВС незначителен по сравнению со световым импульсом при взрыве ТНТ при одной и той же величине избыточного давления во фронте ударной волны в точке наблюдения, а поэтому и возможность возгорания в этом случае невелика. Но в зоне бризантного действия имеет место сплошной пожар за счет растекания горючего.

Для защиты объектов от воздействия светового излучения необходимо принимать меры обычной противопожарной безопасности – территория должна быть чистой, нельзя допускать захламленности территорий, особенно горючими материалами. Хранилища горюче – смазочных материалов (ГСМ), находящиеся на территории объекта, желательно помещать в подземные хранилища, открытые емкости следует обваловывать, для того, чтобы не дать растекаться горючей жидкости за пределы вала. На объектах должны быть созданы посты пожаротушения, оборудованные противопожарным инвентарем: лопаты, багры, топоры, песок, огнетушители и пр.

Для уменьшения возможности возгорания зданий, сооружений из горючих материалов необходимо производить окраску светоотражающими красками, обмазку негорючими материалами (глиной), деревянные конструкции окрашиваются известкой. На окнах помещений необходимо иметь светоотражающие шторы, жалюзи, в помещениях устанавливать систему автоматической пожарной сигнализации, средства автоматического пожаротушения, оборудовать огнетушителями, иметь пожарные рукава с подачей воды.

Блоки электронной аппаратуры должны помещаться в металлических корпусах, экранах, окрашенных светоотражающими красками или отполированными.

Между близкорасположенными зданиями для уменьшения возможности перехода с одного здания на другое устанавливаются противопожарные стены.

### **3.3. Классификация пожаро - взрывоопасных объектов.**

По взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности все ПВОО подразделяются на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д. Особенно опасны объекты относящиеся к категориям - А, Б, В.

*Категория А (взрывопожароопасная)* – нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, трубопроводы, склады нефтепродуктов (помещения в которых находятся горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28<sup>0</sup>С в количествах, которые могут образовать парогазовоздушные смеси и при воспламенении которых развивается избыточное давление взрыва превышающее 5 кПа, или вещества и материалы, способные взрываться и гореть при воздействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом).

*Категория Б (взрывопожароопасная)* – цехи приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, выборные и размольные отделения мельниц (помещения, в которых пыли или волокна, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости с температурой вспышки более 28<sup>0</sup>С в количествах, которые могут образовать взрывоопасные пылевоздушные и паровоздушные смеси и при воспламенении которых развивается избыточное давление взрыва превышающее 5 кПа).

*Категория В (пожароопасная)* – лесопильные, деревообрабатывающие, столярные, модельные производства (помещения, в которых горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна) способны при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом гореть).

Категория Г – помещения предприятий, в которых находятся негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии и процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и

твердые вещества, которые сжигаются и утилизируются в качестве топлива.

Категория Д – склады и предприятия по хранению негорючих материалов в холодном состоянии (мясных, рыбных и др. продуктов).

Возникновение пожаров прежде всего зависит от степени огнестойкости зданий и сооружений, которая подразделяется на пять новых групп (табл. 3.2).

Степень огнестойкости зданий и сооружений определяется минимальными пределами огнестойкости строительных конструкций и возгораемостью материалов, из которых они состоят, и временем невозгораемости.

Все строительные материалы, а следовательно, и конструкции из них делятся на три группы: негорючие, трудногорючие и горючие.

Негорючие – это такие материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются.

Таблица 3.2

**Степени огнестойкости зданий и сооружений**

Степень огнестойкости	Части зданий и сооружений			
	Несущие лестничных клеток	Лестничные площадки и марши	Несущие конструкции перекрытий	Элементы перекрытий
I	3 ч. негорючие	1 ч. негорючие	1 ч. негорючие	0,5 ч. негорючие
II	2,5 ч. негорючие	1 ч. негорючие	0,25 ч. негорючие	0,25 ч. негорючие
III	2 ч. негорючие	1 ч. негорючие	0,25 ч. негорючие	горючие
IV	0,5 ч. трудно-горючие	0,25 ч. трудно-горючие	0,25 ч. трудно-горючие	горючие
V	горючие			

Трудногорючие – которые под воздействием огня или высокой температуры с трудом воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть при наличии источника огня.

Горючие – это такие материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются, или тлеют и продолжают гореть и тлеть после удаления источника огня.

Пожары на крупных промышленных предприятиях и в населенных пунктах подразделяются на отдельные и массовые. Отдельные - пожары в здании или сооружении. Массовые - это совокупность отдельных пожаров, охвативших более 25% зданий. Сильные пожары при определенных

условиях могут перейти в огненный шторм.

### **Пожаро – взрывоопасные объекты в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.**

В Санкт-Петербурге и Ленинградской области имеется 183 пожаро- и взрывоопасных объектов, в том числе эксплуатируются 1485 км магистральных газопроводов, где 49,1 км - это отводы к 12 городам через 63 газораспределительных станций (ГРС). Передача газа потребителям Санкт-Петербурга осуществляется через 6 газораспределительных пунктов высокого давления, 442 газораспределительных пунктов среднего давления по трубопроводам:

- высокого давления (3 - 12 кгс/см)	- 362 км;
- среднего давления (0,05-3 кгс/см)	- 920 км;
- низкого давления (0,02-0,05 кгс/см)	- 3566 км.

Еще большую опасность представляют собой нефтепродуктопроводы Кириши-Санкт-Петербург, постоянно заполненные бензином, авиакеросином, дизтопливом, особенно на тех участках, которые проходят через густонаселенные районы города, в частности через Кировский район (Дачное, проспект Маршала Жукова и далее до морского торгового порта), следующий: п. Красный Бор (ЦПС) - нефтебаза Ручьи (Красногвардейский район), всего 304 км.

Вдоль магистральных трубопроводов в соответствии с нормативными требованиями в целях безопасности образуются безопасные (охранные) зоны (50 м в городе и 25 м на сельскохозяйственных землях) и минимально допустимые расстояния до капитальных застроек. Однако ряд районов эти требования нарушают, что может привести к чрезвычайным ситуациям.

У нас пожары происходят на промышленных предприятиях, объектах сельского хозяйства, в учебных заведениях, детских дошкольных учреждениях, в жилых домах. Например, только по России каждые 4-5 минут вспыхивает пожар. Ежегодно в дым и пепел превращаются ценности на миллиарды рублей. Каждый час в огне погибает 1 человек и около 20 получают ожоги и травмы.

Пожары одни из самых распространенных чрезвычайных ситуаций мирного времени, постоянно наносящие огромный материальный ущерб и приводящие к человеческим жертвам. В военное время пожары практически всегда сопровождают применение средств поражения.

Яркий пример этому – агрессия блока НАТО против Югославии. Почти все репортажи из этой страны велись на фоне заводских и фабричных корпусов, жилых и административных зданий, охваченных огнем.

К сожалению, статистика о пожарной обстановке на территории РФ не может не беспокоить. Ежедневно на территории страны происходит около 800 пожаров, в среднем каждый час гибнет 2 человека. Относительные показатели количества пожаров к численности населения у нас в 3,5 раза

больше, чем в развитых странах, гибель людей – до 9 раз. Всего за последние 10 лет количество пожаров в Санкт-Петербурге возросло на 38%.

На жилищный фонд приходится около 70% общего количества пожаров и 9 из 10 погибших.

### **3.4. Характеристика аварий на пожаро- и взрывоопасных объектах.**

Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах, связанные с сильными взрывами и пожарами, могут привести к тяжелым социальным и экономическим последствиям. Вызываются они в основном взрывами емкостей и трубопроводов с легковоспламеняющимися и взрывоопасными жидкостями и газами, коротким замыканием электропроводки, взрывами и возгоранием некоторых веществ и материалов.

Пожары при промышленных авариях вызывают разрушения сооружений из – за сгорания или деформации их элементов от высоких температур.

Наиболее опасны пожары в административных зданиях. Как правило, внутренние стены облицованы панелями из горючего материала. Потолочные плиты также выполнены из горючих древесных плит. Во многих случаях возникновению возгорания способствует неудовлетворительная огнестойкость древесины и других строительных материалов, особенно пластиков.

Чрезвычайно опасен в пожарном отношении применяемый при изготовлении мебели поролон, который при горении выделяет ядовитый дым, содержащий цианистые соединения. Кроме того, в условиях стесненного производства становятся опасными вещества, считающимися негорючими. Так, взрывается и горит древесная, угольная, торфяная, алюминиевая, мучная, зерновая и сахарная пыль, а также пыль хлопка, льна, пеньки, джута. Самовозгораются такие обычные химикаты, скипидар, камфора, барий, пирамидон и многие другие.

Аварии на объектах нефтегазодобывающей промышленности всегда приносят большие бедствия. Так, вырвавшийся нефтяной или газовый фонтан при воспламенении перебрасывает огонь на резервуары с нефтью, на компрессорные установки и нефтепроводы, мастерские, гаражи, жилые дома и лесные массивы. Бушующее пламя горящего фонтана поднимается огромным смерчем к небу, тяжелый дым застилает окрестности. Температура внутри такого смерча настолько велика, что плавятся стальные буровые вышки и другие конструкции.

Нередки пожары от возгорания горючего при перевозках. Во время пожаров на железнодорожном транспорте, как правило, обрываются провода, из-за чего парализуется все движение.

В зависимости от физико-химических свойств горючих материалов и возможности их тушения различными средствами, пожары классифицируют следующим образом (табл. 3.3):

Таблица 3.3

### Классификация пожаров

Класс пожара	Характеристика горючей среды или горящего объекта	Рекомендуемые средства тушения
А	Обычные твердые материалы (дерево, уголь, бумага, резина, текстиль и др.)	Все виды средств (прежде всего вода)
В	ЛВЖ, ГЖ, плавящиеся при нагреве материалы (стеарин, каучук и др.)	Распыленная вода, пена, порошки, АОС
С	Горючие (в том числе сжиженные) газы	Газовые составы, порошки, вода (для охлаждения оборудования), АОС
Д	Материалы и их сплавы, металлосодержащие соединения	Специальные порошки
Е	Электроустановки под напряжением	АОС, порошки, диоксид углерода

Примечание:

1. АОС – огнетушащий аэрозольный состав, который получают сжиганием твердотопливной композиции, окислителя и восстановителя (горючего).

2. Средства пожаротушения, как правило, маркируются с учетом классов пожаров, для тушения которых они предназначены.

Аварии, связанные с сильными взрывами и пожарами, могут привести к тяжелым социальным и экономическим последствиям: Вызываются они в основном взрывами емкостей и трубопроводов с легковоспламеняющимися и взрывоопасными жидкостями и газами, коротким замыканием электропроводки, взрывами и возгоранием некоторых веществ и материалов. Кроме того, в условиях стесненного производства становятся опасными вещества, считающиеся негорючими. Так, взрывается и горит древесная, угольная, торфяная, алюминиевая, мучная, зерновая и сахарная пыль, а также пыль хлопка, льна, пеньки, джута. Самовозгораются такие обычные химикаты, как скипидар, камфора, барий и многие другие.

### Причины и условия возгорания

*Причинами возгорания являются:*

- неосторожное обращение с огнем (забыли выключить газовую плиту, утюг, фен и др.) – 36,3%;

- короткое замыкание в неисправной электропроводке – 24,2%;
- печное оборудование – 13,7%;
- поджоги – 9,4%;
- детские шалости – 1,9%;
- сварочные работы – 1,1%;
- технологические – 0,4%;
- прочие причины (самовоспламенение, молния и др.) – 13%.

*Условия, способствующие гибели людей:*

- состояние алкогольного опьянения;
- дети, оставленные без присмотра;
- преклонный возраст;
- состояние сна.

*Основные объекты, на которых возникают пожары:*

- жилой сектор – 71,1%;
- транспортные средства – 13,9%;
- общественные здания – 4,3%;
- производственные здания – 2,3%;
- складские помещения – 0,9%;
- строящиеся объекты – 0,6%;
- сельскохозяйственные объекты – 0,5%;
- прочие объекты – 6,6%.

### **3.5. Пожар, стадии развития горения.**

**Пожар** – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства. Виды горения приведены на рис. 3.2.

В начальной стадии пожара потушить пламя весьма не сложно. При этом любые средства могут оказаться достаточными. Но, как правило, пожар замечают уже по появившемуся дыму или пламени. И тогда справиться с ним становится трудно. Здесь полностью оправдываются слова, что в первую минуту пожар можно потушить стаканом воды, через 2 минуты – ведром, через три минуты – пожарным водоемом. При пожаре образуются зоны горения, теплового воздействия и задымления.

*Зона горения* – часть пространства, в котором протекает процесс термического разложения или испарения горючих веществ и материалов (твердых, жидких, газообразных, паров) в объеме диффузного факела пламени.

*Зона теплового воздействия* – часть пространства, в которой протекают процессы теплообмена между поверхностью пламени, окружающими строительными конструкциями и горючими материалами. Передача теплоты в окружающую среду осуществляется конвекцией, излучением и теплопроводностью. На границе зоны тепловое воздействие приводит к заметному изменению состояния материалов, конструкций и

создает невозможные условия для пребывания людей без средств противопожарной защиты.

*Зона задымления* – часть пространства, примыкающая к зоне горения и заполнения дымовыми газами в концентрациях, создающих угрозу жизни и здоровью людей или затрудняющих действия пожарных подразделений.

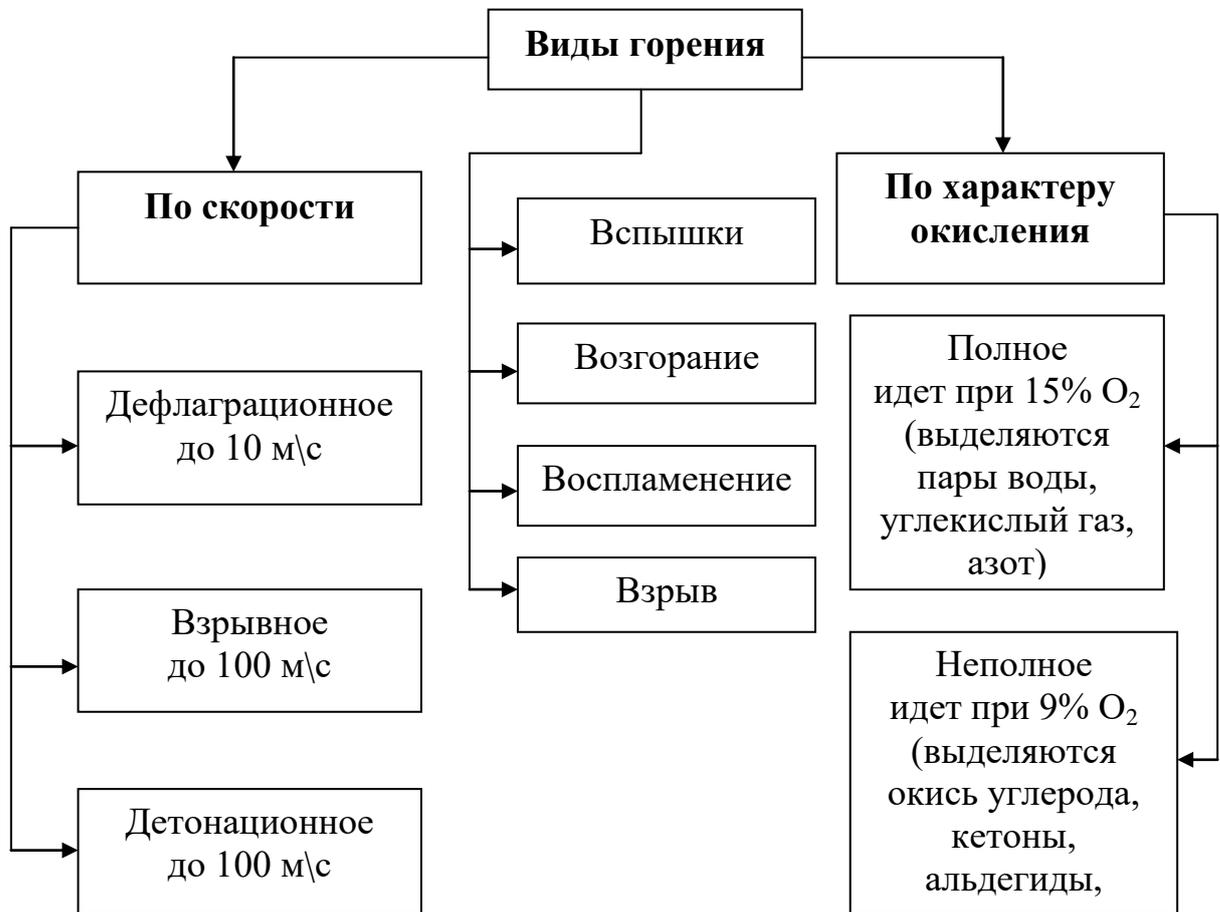


Рис. 3.2. Классификация видов горения

К техногенным пожарам относятся пожары в жилых и производственных зданиях, пожары при авариях на взрыво- и пожароопасных объектах, связанные с возгоранием ЛВЖ и ГЖ, а также пожары на радиационно- и химически опасных объектах.

Возникновение и развитие пожаров зависит от степени и предела огнестойкости зданий и сооружений, которые зависят от характера материалов по возгораемости (рис. 3.3)

***Пожары классифицируются*** по типу, внешним признакам горения, по месту возникновения и времени начала тушения, по плотности застройки.

*По типу пожаров:*

- индустриальные (пожары на заводах, организациях, хранилищах и

др.);

- бытовые (пожары в жилых домах, объектах культурно-бытового назначения);

- природные пожары.

<b>Характер материалов по возгораемости</b>		
<b>Горючие</b>	<b>Трудно горючие</b>	<b>Негорючие</b>
Строительные материалы, которые горят при удалении источника зажигания (древесина, целлюлоза, рубероид, битум, пластмасса, войлок, линолеум)	Материалы, которые горят только в присутствии источников зажигания, при его удалении горение прекращается (древесностружечная и древесноволокнистая плиты, штукатурка, асфальтобетон, глиносоломенные плиты, дерево с огнестойкой защитой)	Материалы, которые не воспламеняются, не тлеют, не горят (металлы, кирпич, бетон, гипс, гранит, мрамор)

Рис.3.3. Классификация материалов по возгораемости

*По внешним признакам горения:*

- наружные (открытые);

- внутренние;

- скрытые (в пустотах и внутри конструкций).

*По месту возникновения пожара:*

- в зданиях и сооружениях;

- на скрытых площадях складов;

- на горючих массивах (лесные, торфяные, степные).

*По времени начала тушения пожара:*

- незапущенные (ликвидируются населением, работниками организаций, силами первых прибывших пожарных);

- запущенные (из-за позднего обнаружения или сообщения в пожарную охрану).

*По плотности застройки:*

- отдельные пожары (городские пожары) – горение в отдельном здании при невысокой плотности застройки (плотность застройки – процентное отношение застроенных площадей к общей площади организации, населенного пункта. Безопасной считается плотность застройки менее 20%);

- сплошные пожары – вид пожара, охватывающий значительную территорию при плотности застройки более 20-30%;

- огневой шторм – редкое, но грозное последствие пожара при плотности застройки более 30%;

- тление в завалах.

*Распространение (стадии) пожара в помещении:*

- первые 10-20 минут пожар распространяется линейно вдоль горючего материала. В это время помещение заполняется дымом, рассмотреть пламя невозможно. Температура воздуха поднимается до 250 - 300<sup>0</sup>С. Это температура воспламенения всех горючих материалов;

- через 20 минут начинается объемное распространение пожара;

- спустя еще 10 минут наступает разрушение остекления. Увеличивается приток свежего воздуха, резко увеличивается развитие пожара. Температура достигает 900<sup>0</sup>С;

- в следующие 10 минут наступает фаза выгорания, максимальная скорость пожара;

- после выгорания основных горючих веществ в помещении происходит фаза стабилизации пожара (от 20 минут до 5 часов). Если огонь не может перекинуться на другие помещения, то пожар распространяется через окна на внешнюю сторону здания. В это время происходит обрушение выгоревших конструкций.

### **3.6. Локализация и ликвидация пожара.**

В тушении пожара можно условно выделить два периода, т.е. *локализацию и ликвидацию пожара.*

Пожар считается локализованным, когда нет угрозы людям и животным, а развитие пожара ограничено и обеспечена возможность его ликвидации имеющимися силами и средствами.

Ликвидированным пожар считается, когда горение прекращено и приняты меры по предотвращению возобновления горения.

И локализация, и ликвидация пожара достигается путем ограничения интенсивности и затем прекращением горения. Эти задачи можно решить на основе хорошо известных принципов прекращения горения:

- охлаждения реагирующих веществ ниже определенных температур;

- изоляции реагирующих веществ от зоны горения;

- разбавления реагирующих веществ до негорючих концентраций или концентраций, не поддерживающих горение;

- химического торможения реакций горения (ингибирование);

- механического срыва пламени сильной струей газа или воды.

Для этих целей применяются различные **огнетушащие вещества**.

По основному (доминирующему) признаку прекращения горения огнетушащие вещества подразделяются на:

- охлаждающего действия (вода, твердая углекислота и др.);
- разбавляющего действия (не горючие газы, водяной пар, тонко распыленная вода и т.п.);
- изолирующего действия (пены, сыпучие негорючие материалы, листовые материалы);
- тормозящие реакцию горения (бромистый метилен, бромистый этил, огнетушащие составы на их основе и др.).

В Федеральном Законе «О пожарной безопасности» и в Правилах пожарной безопасности РФ ППБ-01-93 определены обязанности каждого гражданина при обнаружении пожара или признаков горения (задымления, запаха гари, повышения температуры и т.п.).

Каждый гражданин при обнаружении пожара или признаков горения обязан:

- немедленно об этом сообщить по телефону «01» в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию);
- принять, по возможности, меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

### **3.7. Основные способы и средства тушения загорания (огня).**

При тушении пожара важное значение имеет информация о характере пожара, направлении распространения огня, вероятности взрыва, выброса в атмосферу опасных и вредных веществ, возможных обрушениях, поражениях электрическим током, оптимальных средствах и способах тушения. Спасатели приступают к тушению пожара сразу же после обнаружения источника возгорания.

Для прекращения горения необходимо:

- не допустить проникновения в зону горения окислителя (кислорода воздуха), а также горючего вещества;
- охладить эту зону ниже температуры воспламенения (самовоспламенения);
- разбавить горючие вещества негорючими; интенсивно тормозить скорость химических реакций в пламени (ингибированием);
- механически срывать (отрывать) пламя.

На этих принципиальных методах и основаны известные способы и приемы тушения пожаров.

*Вода* — наиболее распространенное средство для тушения огня. Огнетушащие свойства ее заключаются в способности охладить горящий

предмет, снизить температуру пламени. При ее испарении образуется пар (из 1 л воды - более 1700 л пара), который ограничивает доступ воздуха к очагу горения. Будучи поданной на очаг горения сверху, неиспарившаяся часть воды смачивает и охлаждает поверхность горящего предмета и, стекая вниз, затрудняет загорание его остальных, не охваченных огнем, частей.

Вода электропроводна, поэтому ее нельзя использовать для тушения сетей и установок, находящихся под напряжением. При попадании воды на электрические провода может возникнуть короткое замыкание. Обнаружив загорание электрической сети, необходимо в первую очередь обесточить электропроводку в квартире, а затем выключить общий рубильник (автомат) на щите ввода. После этого приступают к ликвидации очагов горения, используя огнетушитель, воду, песок.

Воду применяют для тушения твердых горючих веществ и материалов, тяжелых нефтепродуктов, а также для создания водяных завес и охлаждения объектов, находящихся вблизи очага пожара. Тонкораспыленной водой можно тушить даже легковоспламеняющиеся жидкости. Для тушения плохо смачиваемых веществ (хлопок, торф) в нее вводят вещества, снижающие поверхностное натяжение.

Запрещается тушить водой горящий бензин, керосин, масла и другие легковоспламеняющиеся и горючие жидкости в условиях жилого дома, гаража или сарая. Эти жидкости, будучи легче воды, всплывают на ее поверхность и продолжают гореть, увеличивая площадь горения при растекании воды.

Воду не применяют при тушении горючих жидкостей, удельный вес которых меньше, чем у нее, так как они, всплывая и растекаясь по поверхности, увеличивают площадь пожара. Нельзя использовать воду для тушения веществ, вступающих с ней в бурную химическую реакцию (металлический натрий, калий, магний, карбид кальция и т.д.), а также необесточенных электропроводов и приборов

*Пена* бывает двух видов: химическая и воздушно-механическая.

*Химическая пена* образуется при взаимодействии щелочного и кислотного растворов в присутствии пенообразователей.

*Воздушно - механическая пена* представляет собой смесь воздуха (90%), воды (9,7%) и пенообразователя (0,3%). Растекаясь по поверхности горячей жидкости, она блокирует очаг, прекращая доступ кислорода воздуха. Пенной можно тушить и твердые горючие материалы.

*Инертные и негорючие газы* (диоксид углерода, азот, водяной пар) понижают концентрацию кислорода в очаге горения. Ими можно гасить любые очаги, включая электроустановки. Исключение составляет диоксид углерода, который нельзя применять для тушения щелочных металлов, поскольку при этом происходит реакция его восстановления.

*Огнегасительные средства* - водные растворы солей. Распространены растворы бикарбоната натрия, хлоридов кальция и аммония, глауберовой

соли и др. Соли, выпадая в осадок из водного раствора, образуют изолирующие пленки на поверхности.

*Галоидоуглеводородные огнегасительные средства* позволяют тормозить реакции горения. К ним относятся: тетрафтордибромметан (хладон 114В2), бромистый метилен, трифторбромметан (хладон 13В1) и др. Эти составы имеют большую плотность, что повышает их эффективность, а низкие температуры замерзания позволяют использовать при низких температурах. Ими можно гасить любые очаги, включая электроустановки, находящиеся под напряжением.

*Огнетушащие порошки* представляют собой мелкодисперсные минеральные соли с различными добавками, препятствующими их слеживанию и комкованию. Их огнетушащая способность в несколько раз превышает способность галоидоуглеводородов. Они универсальны, так как подавляют горение металлов, которые нельзя тушить водой. В состав порошков входят: бикарбонат натрия, диаммонийфосфат, аммофос, силикагель и т. п.

*Песок*, покрывая горящую поверхность, прекращает доступ к ней кислорода, препятствует выделению горючих газов и понижает температуру горящего предмета. Сырой песок обладает токопроводящими свойствами и поэтому его нельзя использовать при тушении предметов, находящихся под электрическим напряжением. Песок не должен содержать посторонних горючих примесей. Ящик для песка должен иметь вместимость 0,5; 1,0 или 3 м<sup>3</sup> и комплектоваться совковой лопатой (ГОСТ 3620-76).

*К подручным средствам пожаротушения* также относятся асбестовые и грубошерстные покрывала, которыми накрывают небольшие очаги пожара, чтобы прекратить к ним доступ воздуха.

Ликвидируя пожар, спасатели используют немеханизированные и механизированные инструменты.

*К немеханизированным инструментам* относятся пожарные и плотницкие топоры, ломы, багры, крюки, продольные и поперечные пилы, совковые и штыковые лопаты, ведра, набор для резки электрических проводов. Этот набор предназначен для обесточивания отдельных участков электрической сети, находящейся под напряжением не более 220В. Он состоит из ножниц, резиновых бот, перчаток и коврика; его хранят в специальном ящике и закрепляют за одним из спасателей.

*К механизированным инструментам*, применяемым для выполнения различных работ при тушении пожаров, относятся дисковая и цепная бензомоторная пила типа «Дружба-4», портативные ранцевые установки для газовой резки металлов, электрические пилы, долбежные, пневматические отбойные молотки и другие устройства. Наибольшее распространение в арсенале спасателей получил универсальный механизированный комплект УКМ-4, который состоит из мотопривода, дымососа, отбойного молотка, дисковой и цепной пил. С помощью такого

комплекта можно нагнетать в помещения свежий воздух или откачивать из них дым, пробивать отверстия в стенах, резать различные конструкции, причем все эти работы способен выполнять один человек. Дисковая пила ПДС-400, разработанная на базе бензомоторной пилы «Урал», предназначена для вскрытия фюзеляжа самолета при выполнении аварийно-спасательных работ. Она может также использоваться при работах по вскрытию и разборке металлических конструкций.

При проведении спасательных работ и тушении пожара в верхних этажах зданий, когда стационарные лестницы и другие устройства пути использовать невозможно, спасатели пользуются *пожарными ручными лестницами*. Существуют три типа ручных пожарных лестниц: лестница-палка (ЛП), лестница-штурмовка (ЛШ) и выдвижная (З-КЛ). Их изготавливают из дерева или алюминиевого проката, они просты по конструкции и удобны в работе. Высота лестницы-палки в рабочем положении 3 м. Лестница-штурмовка, или подвесная лестница, имеет стальной крюк, при помощи которого она навешивается на подоконник вышележащего этажа; длина лестницы-штурмовки

Выдвижная лестница состоит из трех деревянных колен, каждое из которых представляет собой раму с двумя наклонными боковыми стойками и 12 ступенями. Колена лестницы соединяются между собой металлическими скобами. Механизм выдвижения (сдвигания) лестницы представляет собой канатно-блочное устройство, состоящее из троса, цепи, трех блоков в обоймах и двух кронштейнов с ушками для крепления концов троса. В собранном виде длина выдвижной лестницы составляет 4,5 м, в рабочем положении - около 10,7 м.

Деревянные лестницы З-КЛ сейчас заменяются металлическими (из алюминиевого сплава) трехколенными выдвижными лестницами Л-60 с теми же техническими характеристиками, но на 10 кг легче. Существуют также автомобильные пожарные лестницы с высотой подъема 16, 30 и 45 м, и коленчатые автоподъемники с высотой подъема 18, 30, 50, 75 м.

### **3.8. Первичные средства пожаротушения.**

Каждый объект должен быть оборудован первичными средствами пожаротушения, а сотрудники должны обладать навыками по их использованию.

*Первичные средства пожаротушения* - это устройства, инструменты и материалы, предназначенные для локализации и (или) ликвидации загорания на начальной стадии (огнетушители, внутренний пожарный кран, вода, песок, кошма, асбестовое полотно, ведро, лопата и др.). Эти средства всегда должны быть наготове и, как говорится, под рукой.

### **3.8.1. Пожарный щит.**

Пожарный щит - предназначен для размещения первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и пожарного инвентаря в производственных и складских помещениях, не оборудованных внутренним противопожарным водопроводом и автоматическими установками пожаротушения. На территории предприятий (организаций), не имеющих наружного противопожарного водопровода, или при удалении зданий (сооружений), наружных технологических установок этих предприятий на расстояние более 100 м от наружных пожарных водосточников, должны оборудоваться пожарные щиты.

На щитах размещается следующий ручной пожарный инвентарь: ломы, багры, лопата, топоры, ведра (рис. 3.4). Рядом со стендом устанавливается ящик с песком (рис. 3.5), а также бочка с водой емкостью 200–250 литров.

Песок и земля с успехом применяются для тушения небольших очагов горения, в том числе проливов горючих жидкостей (керосин, бензин, масла, смолы и др.). Используя песок (землю) для тушения, нужно принести его в ведре или на лопате к месту горения. Насыпая песок главным образом по внешней кромке горячей зоны, старайтесь окружать песком место горения, препятствуя дальнейшему растеканию жидкости. Затем при помощи лопаты нужно покрыть горящую поверхность слоем песка, который впитает жидкость. После того как огонь с горячей жидкости будет сбит, нужно сразу же приступить к тушению горящих окружающих предметов. В крайнем случае вместо лопаты или совка можно использовать для подноски песка кусок фанеры, противень, сковороду, ковш.

Ломы, багры, топоры должны быть хорошо заточены. Угол заточки фаски ломов и багров рекомендуется 65–70 градусов, топоров - 45–50. При пожаре ломы, багры, лопаты, топоры применяют для разборки деревянных конструкций. Лом сильным ударом вводят между досок, после чего, работая им, как рычагом, отрывают доски пола или перегородки. Если огонь проник в междуэтажное перекрытие, штукатурку отбивают кольцом багра.

Топор применяют для перерубания досок, конструктивных элементов, открывания дверей.

### **3.8.2. Кошма.**

Кошма предназначена для изоляции очага горения от доступа воздуха. Этот метод очень эффективен, но применяется лишь при небольшом очаге горения.

Нельзя использовать для тушения загорания синтетические ткани, которые легко плавятся и разлагаются под воздействием огня, выделяя токсичные газы. Продукты разложения синтетики, как правило, сами являются горючими и способны к внезапной вспышке.



Рис. 3.4. Внешний вид пожарного щита



Рис. 3.5. Ящик для песка

### 3.8.3. Внутренний пожарный кран.

Внутренний пожарный кран предназначен для тушения загораний веществ и материалов, кроме электроустановок под напряжением.

Для тушения пожара внутри здания используют противопожарные водопроводы, снабженными пожарными кранами, которые вместе со стволом и пожарным рукавом (10-20 м), уложенным «гармошкой» или в «скатку», устанавливаются в шкафчиках и действуют от водопроводной сети (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Внешний вид внутреннего пожарного крана

На корпусе крана и рукаве имеются специальные соединительные головки. Пожарный рукав должен храниться присоединенным к крану и стволу. Шкафчик для хранения пожарного рукава должен быть закрыт снаружи на задвижку и опломбирован.

Работу крана нужно периодически проверять. Для этого отсоединяют рукав, под кран ставят ведро и открывают кран. Особенное внимание нужно уделять проверке пожарных кранов после ремонта водопроводной сети. Причиной течи в кране может быть неисправность сальника, отсутствие или износ прокладки. Рукав для соединения с пожарным краном и стволом имеет с обоих концов специальные гайки. Для плотного соединения гайки снабжены резиновыми прокладками. Рукава надо периодически очищать от пыли и перекачивать, меняя место продольных складок (рис.3.7). Мокрые рукава необходимо сушить, но не на солнце. В процессе эксплуатации следят, чтобы на рукавах не было протертостей и надрыва ткани.



Рис. 3.7. Требования по уходу и содержанию внутреннего пожарного крана

Чтобы привести пожарный кран в действие, необходимо сорвать пломбу, открыть дверцу шкафчика и раскатать рукав в направлении очага пожара. Затем рукав присоединяют к пожарному крану (если это не было сделано предварительно) и, поворачивая маховичок вентиля крана против часовой стрелки до предела, пускают воду. В том случае, когда с пожарным краном работают два спасателя, один из них раскатывает рукав и берет в руки ствол, а другой присоединяет рукав к крану и пускает воду (рис. 3.8).

Действовать струей надо так, чтобы пресечь распространение огня, а не идти за ним в след. Струю надо направлять в место наиболее сильного горения. Вертикальные поверхности следует тушить сверху вниз. Если огонь развивается внутри конструкции (под полом, в перегородках), надо вскрыть их (сбить штукатурку, оторвать доски), чтобы обеспечить доступ к открытому огню. Электрические цепи, если они находятся в зоне пожара, необходимо отключить.



Рис. 3.8. Действия при возникновении пожара

Категорически запрещается использование внутренних пожарных кранов, а также рукавов и стволов для работ, не связанных с тушением загораний и проведением тренировочных занятий.

При возникновении несанкционированного горения или обнаружении пожара необходимо немедленно вызвать пожарную охрану. Это надо сделать даже в том случае, если загорание ликвидировано собственными силами, так как огонь может остаться незамеченным в скрытых местах (в пустотах деревянных перекрытий и перегородок, в чердачном помещении и т.д.), и впоследствии горение может возобновиться. Это возможно даже через несколько часов.

Не пытайтесь тушить огонь, если он начинает распространяться на мебель и другие предметы, а также если помещение начинает наполняться дымом. Тушить пожар самостоятельно целесообразно только на его ранней стадии, при обнаружении загорания, и в случае уверенности в собственных силах. Если с загоранием не удалось справиться в течение первых нескольких минут, то дальнейшая борьба не только бесполезна, но и смертельно опасна.

### **3.8.4. Огнетушители.**

Самое основное, что хотелось бы посоветовать: не экономьте на малом, купите себе надежный огнетушитель, ознакомьтесь с правилами его применения, поставьте на видное место, и пусть он будет ангелом-хранителем на объекте.

Промышленностью их выпускается несколько типов, отличающихся по огнегасительному составу и механизму действия:

- пенные - продолжительность действия пенных огнетушителей- 40-70с, длина струи - 4-8м;
- углекислотные - продолжительность действия - 30-60с, длина струи - 1,5-3,5м;
- аэрозольные,
- углекислотно-бромэтиловые,
- порошковые.

Огнетушители являются надежными первичными средствами тушения пожаров до прибытия пожарных подразделений и незаменимы при тушении загораний на автотранспорте и другом подвижном составе. Огнетушители по виду огнетушащего средства подразделяются на углекислотные, химические пенные, воздушно-пенные, порошковые, комбинированные и т. д.

Рассмотрим наиболее распространенные огнетушители.

#### **3.8.4.1. Углекислотные огнетушители.**

Углекислотные огнетушители предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, электрустановок под напряжением до 1000 В, двигателей внутреннего сгорания, горючих жидкостей.

Запрещается тушить материалы, горение которых происходит без доступа воздуха

В верхней части углекислотных огнетушителей укреплен маховичок вентиля-запора, а сбоку находится раструб снегообразователя (рис. 3.9). Для приведения аппарата в действие необходимо повернуть раструб снегообразователя к огню, в левую руку взять рукоятку, а правой повернуть маховичок вентиля-запора против часовой стрелки до упора, направляя струю газа (снега) в очаг горения (рис. 3.10). Выбрасываемой из раструба снегообразной массой покрыть горящую поверхность до прекращения горения.

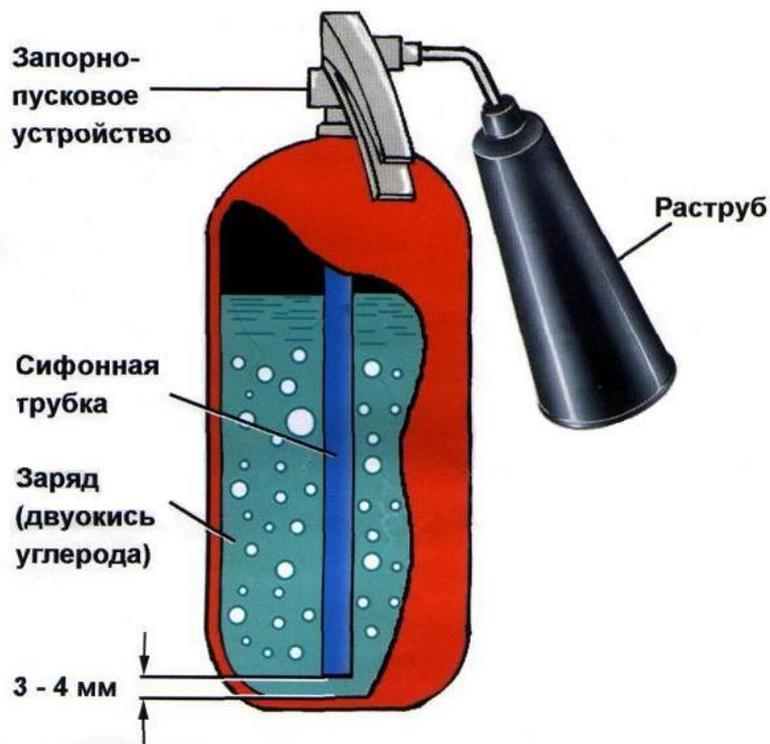


Рис. 3.9. Внутреннее строение углекислотных огнетушителей

Принцип действия углекислотного огнетушителя основан на вытеснении двуокси углерода избыточным давлением. При открывании запорно-пускового устройства  $\text{CO}_2$  по сифонной трубке поступает к раструбу.  $\text{CO}_2$  из сжиженного состояния переходит в твердое (снегообразное). Температура резко понижается (до минус  $70^\circ\text{C}$ ). Углекислота попадая на горящее вещество, изолирует от кислорода.

Углекислотные огнетушители бывают переносными (ОУ – 2, 3, 5, 6, 8, 10) и передвижными (ОУ – 20, 40, 80, 400) (рис. 3.11, табл. 3.4).

Углекислотный огнетушитель представляет собой стальной армированный баллон, в горловину которого ввернут затвор пистолетного типа с сифонной трубкой (рис. 3.9, 3.10). Затвор имеет ниппель, к которому присоединяется пластмассовая трубка с раструбом. Двуокись углерода, испаряясь при выходе в раструб, частично превращается в углекислотный снег (твердая фаза), который прекращает доступ кислорода к очагу и одновременно охлаждает очаг загорания.



Рис. 3.10. Внешний вид углекислотных огнетушителей

Таблица 3.4

**Характеристики углекислотных огнетушителей**

Характеристика	ОУ-2	ОУ-3	ОУ-5	ОУ-6	ОУ-8	ОУ-10	ОУ-20	ОУ-40	ОУ-80
Масса огнетушащего вещества, кг	1,4	2,1	3,5	4,2	5,6	7	14	28	56
Масса огнетушителя, кг	6,2	7,6	13,5	14,5	20	30	50	160	239
Длина струи, м	3	2,5	3	3	3	3	3	5	5
Продолжительность действия, с	8	9	9	10	15	15	15	15	15
Огнетушащая способность, м <sup>2</sup> (бензин)	0,41	0,41	1,08	1,08	1,73	1,73	1,73	2,8	4,52

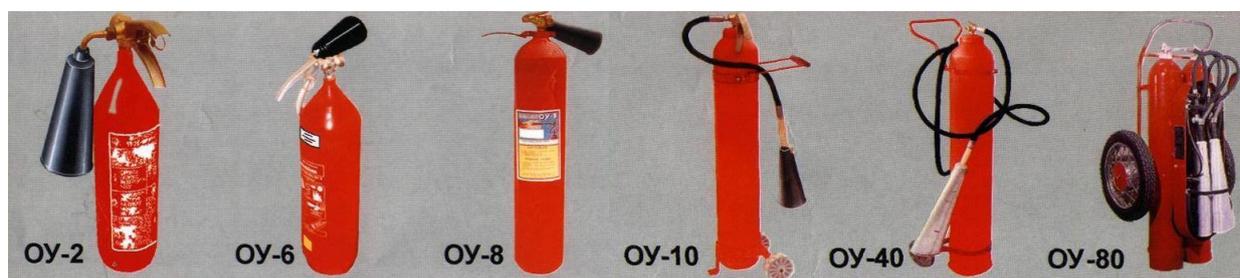


Рис. 3.11. Внешний вид различных углекислотных огнетушителей

Баллон огнетушителя постоянно находится под высоким давлением, поэтому не реже одного раза в год он должен быть испытан на пробное давление.

Огнетушитель нельзя хранить вблизи отопительных приборов,

нагретых поверхностей и агрегатов, а также под действием прямых солнечных лучей. Нагревание корпуса огнетушителя свыше 50 градусов категорически запрещено. Углекислотные огнетушители можно содержать в неотапливаемых, холодных помещениях (до – 25 градусов).

Углекислотным огнетушителем тушат начальную стадию загораний любых материалов, предметов и веществ, в том числе и веществ, не допускающих контакта с водой, электродвигателей, любых легковоспламеняющихся жидкостей.

Углекислотные огнетушители незаменимы при тушении пожаров генераторов электрического тока, при тушении пожаров в лабораториях, где струя из пенного огнетушителя или из пожарного крана может разбить лабораторную посуду, что приведет к смешению реактивов и может вызвать вспышки, взрывы, выделения ядовитых газов. Эти огнетушители не имеют себе равных при тушении пожаров в архивах, хранилищах произведений искусств, и других подобных помещениях, где вода может повредить документы, ценности.

Недостатком углекислотных огнетушителей является кратковременность действия и крайне малое дистанционное действие. Поэтому они эффективны только для тушения начинающихся пожаров.

При пожаре надо, взяв огнетушитель левой рукой за ручки, поднести его как можно ближе к огню, выдернуть чеку или сорвать пломбу, направить раструб в очаг пожара и открыть вентиль или нажать рычаг пистолета (в случае пистолетного запорно-пускового устройства). С помощью раструба струю выходящего газа нужно последовательно переводить с одного горящего места на другое (рис. 3.12, 3.13). Раструб нельзя держать голой рукой, так как он имеет очень низкую температуру.



Рис. 3.12. Приведение в действие ручного углекислотного огнетушителя



Рис. 3.13. Приведение в действие передвижного углекислотного огнетушителя

### 3.8.4.2. Пенные огнетушители.

Пенные огнетушители предназначены для тушения пожаров и загораний твердых веществ и материалов, ЛВЖ и ГЖ, кроме щелочных металлов и веществ, горение которых происходит без доступа воздуха, а также электроустановок под напряжением.

Пенными огнетушителями запрещается тушить электроустановки под напряжением.

Различают химические пенные и воздушно – пенные огнетушители (рис. 3.14, 3.15, табл. 3.5).

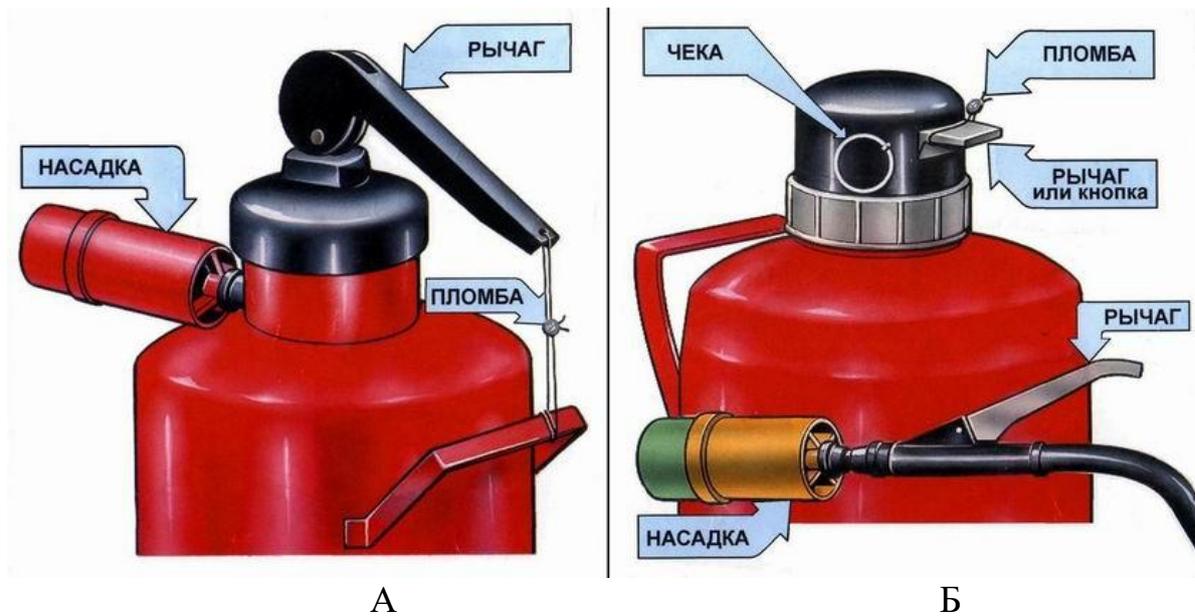


Рис. 3.14. Внешний вид химических пенных (А) и воздушно – пенных (Б) огнетушителей

Пенные огнетушители бывают переносными (ОХВП-10, 10мм, ОВП-5(з), 10, 10(з)) и передвижными (ОВП-50, 100) (рис. 3.15, табл. 3.5).



Рис. 3.15. Внешний вид различных углекислотных огнетушителей

**Характеристики пенных огнетушителей**

Характеристика	ОХВП-10	ОХВП-10мм	ОВП-5(з)	ОВП-10	ОВП(с)-10(з)	ОВП-50	ОВП-100
Масса огнетушащего вещества, кг	8,7	8,7	4,7	8	8,5	45	95
Масса огнетушителя, кг	13	14	9	15	16	80	148
Длина струи, м	4-5	4	3,5	3	3,5	6,5	6,5
Продолжительность действия, с	50-60	50-60	30	40	40	25-35	45-65
Огнетушащая способность, м <sup>2</sup> (бензин)	1,07	065	1,73	1,73	2,8	3,25	6,5
Кратность пены	50	50	50-70	50-70	50-70	50-70	70

**Химические пенные огнетушители.**

Огнетушитель предназначен для тушения пожаров твердых материалов, а также различных горючих жидкостей на площади не более 1 квадратного метра, за исключением электроустановок, находящихся под напряжением, а также щелочных материалов. Огнетушитель рекомендуется использовать и хранить при температуре от 5 до 45 градусов.

Химический пенный огнетушитель подлежит зарядки каждый год независимо от того, использовался он или нет.

Огнетушитель представляет собой стальной сварной баллон (рис. 3.16). В верхнее днище вварена горловина, закрытая чугунной крышкой с запорным устройством, состоящим из резинового клапана, пружины, прижимающей к горловине кислотного стакана при закрытом положении рукоятки.

С помощью рукоятки поднимается и опускается клапан. На горловине расположен спрыск, закрываемый специальной мембраной, предотвращающей выход заряда до полного смешения кислоты со щелочью. Стакан для кислотного заряда изготовлен из полиэтилена.

Щелочную часть заряда растворяют в 8,5 литрах воды и заливают в корпус огнетушителя. Кислотную часть заряда также растворяют в нагретой воде с доведением объема полученного раствора до 0,45 литра и заливают в стакан.

При срабатывании запорно-пускового устройства открывается клапан стакана, освобождая выход кислотной части огнетушащего вещества.

При переворачивании огнетушителя кислота и щелоч вступают во взаимодействие. При встряхивании реакция ускоряется. Образующаяся пена поступает через насадку (спрыск) к очагу пожара.



Рис. 3.16. Внутреннее строение химических пенных огнетушителей

Чтобы привести огнетушитель в действие, необходимо прочистить спрыск металлическим стержнем, повернуть рукоятку запорного устройства на 180 градусов (при этом открывается клапан кислотного стакана) и перевернуть огнетушитель вверх дном (рис. 3.17). Затем встряхнуть его, направив на очаг пожара.



Рис. 3.17. Приведение в действие химического пенного огнетушителя

Работа химического пенного огнетушителя основана на вытеснении огнетушащего состава (химической пены) под действием избыточного давления, создаваемого углекислым газом, который образуется в процессе взаимодействия кислотной и щелочной частей заряда.

При повороте рукоятки запорно – пускового устройства открываются отверстия в стакане с кислотной частью. Через них кислотная часть попадает в корпус огнетушителя, где взаимодействует со щелочной частью. В результате реакции выделяется углекислый газ и образуется химическая пена. Пена под давлением поступает к спрыску, который формирует

компактную струю. Химическая пена, попадая на горящее вещество, охлаждает его и изолирует от кислорода воздуха.

При работе с пенными огнетушителями нужно соблюдать требования техники безопасности. Дело в том, что при взаимодействии кислотной и щелочной частей заряда выделяется такое количество углекислотного газа, которое создает большое давление внутри корпуса огнетушителя. Оно может превысить допустимые нормы. Причиной этого является засорение спрыска, из-за чего задерживается выход пены. Поэтому прежде чем привести огнетушитель в действие, необходимо прочистить спрыск шпилькой.

### **Воздушно – пенные огнетушители.**

Воздушно – пенный огнетушитель предназначен для тушения различных веществ и материалов, за исключением щелочных и щелочноземельных элементов, а также электроустановок, находящихся под напряжением.

Работа воздушно – пенного огнетушителя основана на вытеснении огнетушащего состава (раствора пенообразователя) под действием избыточного давления (рис. 3.18), создаваемого рабочим газом (воздух, углекислый газ, азот). При нажатии на кнопку крышки огнетушителя происходит прокалывание заглушки баллона с рабочим газом. Газ по сифонной трубке поступает в корпус огнетушителя и создает избыточное давление, под действием которого раствор пенообразователя подается по сифонной трубке и шлангу к воздушно-пенному насадку. В нем, за счет разницы диаметров шланга и насадка, создается разрежение, в результате чего подсасывается воздух. Раствор пенообразователя, проходя через сетку насадка, смешивается с засасываемым воздухом и образует воздушно – механическую пену. Пена, попадая на горящее вещество охлаждает его и изолирует от кислорода воздуха.

Приведение в действие воздушно-пенного огнетушителя представлено на рис. 3.19.

Огнетушащая эффективность этих огнетушителей в два с половиной раза выше эффективности химических пенных огнетушителей одинаковой емкости. Бывают огнетушители переносные ОВП – 5, ОВП – 10, передвижные ОВП – 100 и стационарные ОВП – 250.

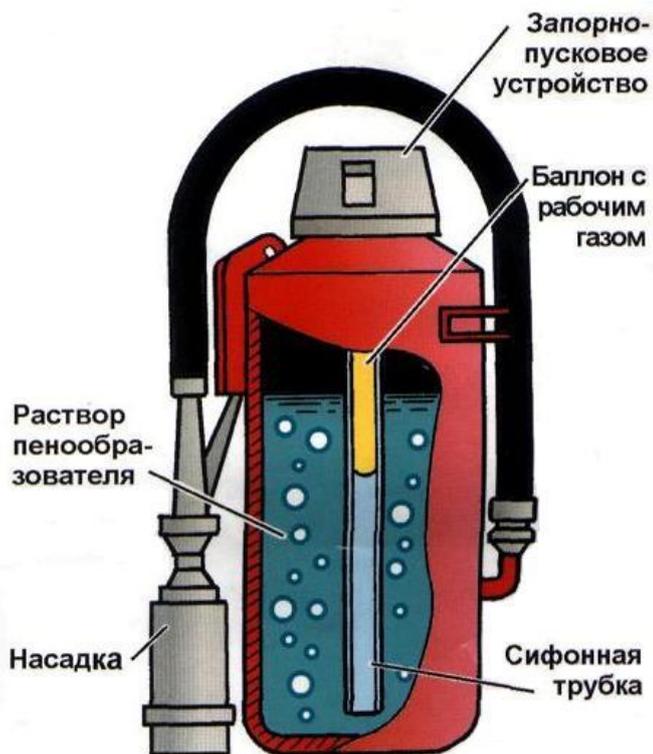


Рис. 3.18. Внутреннее строение воздушно-пенных огнетушителей



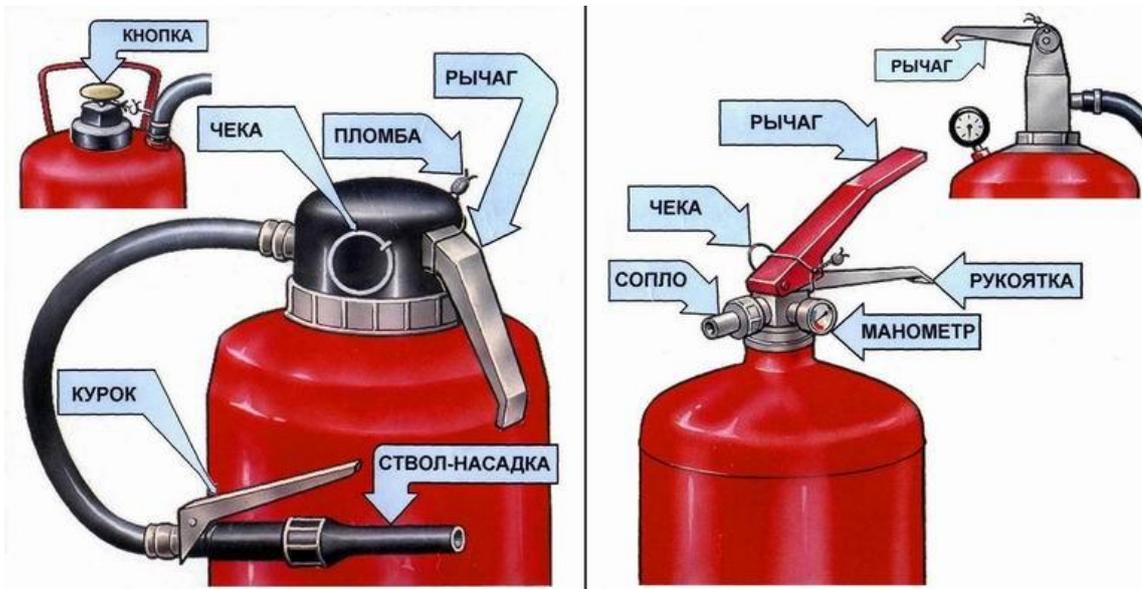
Рис.3.19. Приведение в действие воздушно-пенного огнетушителя

### 3.8.4.3. Порошковые огнетушители.

Порошковые огнетушители предназначены для тушения загораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, лаков, красок, пластмасс, электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 вольт.

Огнетушители может применяться в быту, на предприятиях и на транспорте. Температурный диапазон хранения от минус 35<sup>0</sup>С до плюс 50<sup>0</sup>С.

Порошковые огнетушители различают со встроенными газовыми источниками давления и закачные (рис. 3.20).



А

Б

Рис. 3.20. Внешний вид порошковых огнетушителей со встроенными газовыми источниками давления (А) и закачных (Б)

Порошковые огнетушители бывают переносными (ОПУ-2, 5, 7Ф, 10, ОП-1(з), 2(з), 5(з), 10(з)) и передвижными (ОП-50, %9з), 100) (рис. 3.21, табл. 3.6).



Рис. 3.21. Внешний вид различных порошковых огнетушителей

Работа порошкового огнетушителя с встроенным газовым источником давления основана на вытеснении огнетушащего состава под действием избыточного давления, создаваемого рабочим газом (углекислый газ, азот).

Таблица 3.6

**Характеристики порошковых огнетушителей**

Характеристика	ОПУ-2	ОПУ-5	ОП-7Ф	ОПУ-10	ОП-50	ОП-1(з)	ОП-2(з)	ОП-5(з)	ОП-10(з)	ОП-50(з)
Масса огнетушителя, кг	2	4,4	6,4	8,5	45	1	2	5	10	49
Масса огнетушителя, кг	3,6	8,8	10	15	80-100	2,5	3,7	8,2	16	85
Длина струи, м	4	5	7	6,5	10	3	3	3,5	4,5	5
Продолжительность действия, с	8	10	12	15	25-40	6	6	10	13	25
Огнетушительная способность, м <sup>2</sup> (бензин)	0,7	2,81	3,9	4,52	6,2	0,41	0,66	1,73	4,52	7,32
Срок до перезарядки, лет	4	2	4	4	5	5	5	5	5	5

При воздействии на запорно-пусковое устройство происходит прокалывание заглушки баллона с рабочим газом или воспламенение газогенератора (рис. 3.22). Газ по трубке подвода рабочего газа поступает в нижнюю часть корпуса огнетушителя и создает избыточное давление, в результате чего порошок вытесняется по сифонной трубке в шланг к стволу. Устройство позволяет выпускать порошок порциями. Для этого необходимо периодически отпускать рукоятку, пружина которой закрывает ствол. Порошок, попадая на горящее вещество, изолирует его от кислорода, содержащегося в воздухе.

При срабатывании запорно-пускового устройства прокалывается заглушка с рабочим газом (углекислый газ, азот). Газ по трубке подвода поступает в нижнюю часть корпуса огнетушителя и создает избыточное давление. Порошок вытесняется по сифонной трубке в шланг к стволу. Нажимая на курок ствола, можно подавать порошок порциями. Порошок попадая на горящее вещество, изолирует его от кислорода воздуха.

В порошковом закачном огнетушителе рабочий газ закачан непосредственно в корпус огнетушителя. При срабатывании запорно-пускового устройства порошок вытесняется газом по сифонной трубке в шланг и к стволу-насадке или в сопло (рис. 3.23). Она попадает на горящее вещество, охлаждает его и изолирует от кислорода.

Порошок можно подавать порциями. Он попадает на горящее вещество и изолирует его от кислорода воздуха.



Рис. 3.22. Внутреннее строение порошкового огнетушителя со встроенными газовыми источниками давления

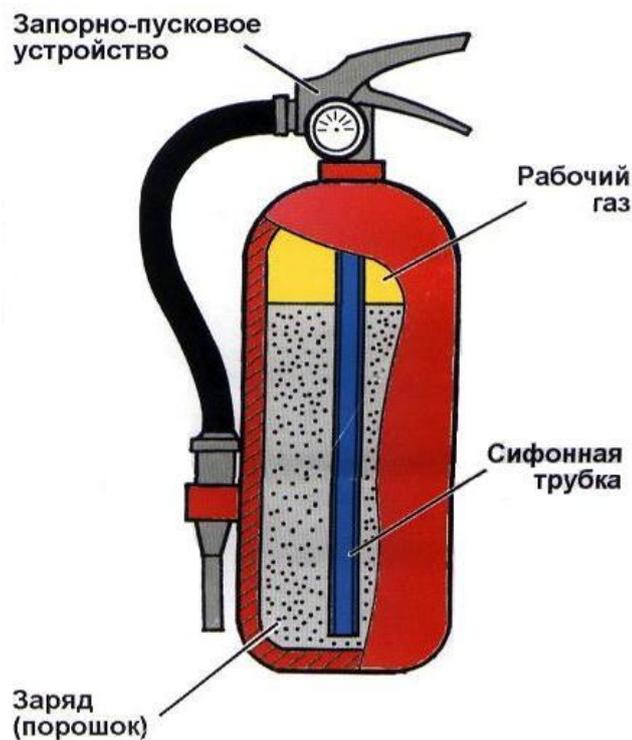


Рис. 3.23. Внутреннее строение порошкового закачного огнетушителя

Для приведения порошкового огнетушителя в действие необходимо выдернуть чеку или фиксатор, направить огнетушитель или ствол огнетушителя на очаг пожара, поднять рычаг вверх (или нажать на кнопку для прокола газового баллона), через 5 секунд приступить к тушению

пожара (рис. 3.24, 3.25).

Перед тушением убедитесь в отсутствии скруток и перегибов на шланге огнетушителя.

После тушения убедитесь, что очаг ликвидирован и пожар не возобновился.



Рис. 3.24. Приведение в действие огнетушителя с газовым источником давления



Рис. 3.25. Приведение в действие закачного огнетушителя

### 3.8.5. Определение необходимого количества первичных средств пожаротушения.

При определении видов и количества первичных средств пожаротушения следует учитывать физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, их отношение к огнетушащим веществам, а также площадь производственных помещений, открытых площадок и установок.

Комплектование технологического оборудования огнетушителями осуществляется согласно требованиям технических условий (паспортов) на это оборудование или соответствующим правилам пожарной безопасности.

Комплектование импортного оборудования огнетушителями производится согласно условиям договора на его поставку.

Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей следует производить в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, *класса пожара* горючих веществ и материалов в защищаемом помещении или на объекте:

**класс А** – пожары твердых веществ, в основном органического происхождения, горение которых сопровождается тлением (древесина, текстиль, бумага);

**класс В** – пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ;

**класс С** – пожары газов;

**класс Д** – пожары металлов и их сплавов;

**класс Е** – пожары, связанные с горением электроустановок.

Выбор типа огнетушителя (передвижной или ручной) обусловлен размерами возможных очагов пожара. При их значительных размерах необходимо использовать передвижные огнетушители.

Выбирая огнетушитель с соответствующим температурным пределом использования, необходимо учитывать климатические условия эксплуатации зданий и сооружений.

Если возможны комбинированные очаги пожара, то предпочтение при выборе огнетушителя отдается более универсальному по области применения.

**В общественных зданиях и сооружениях** на каждом этаже должны размещаться не менее двух ручных огнетушителей.

Помещения категории Д могут не оснащаться огнетушителями, если их площадь не превышает 100 м<sup>2</sup>.

При наличии нескольких небольших помещений одной категории пожарной опасности количество необходимых огнетушителей определяется с учетом суммарной площади этих помещений.

Огнетушители, отправленные с предприятия на перезарядку, должны заменяться соответствующим количеством заряженных огнетушителей.

**При защите помещений ЭВМ, телефонных станций, музеев, архивов и т.д.** следует учитывать специфику взаимодействия огнетушащих веществ с защищаемым оборудованием, изделиями, материалами и т.п. Данные помещения следует оборудовать хладоновыми и углекислотными огнетушителями с учетом предельно допустимой концентрации огнетушащего вещества.

Помещения, оборудованные автоматическими стационарными установками пожаротушения, обеспечиваются огнетушителями на 50%, исходя из их расчетного количества.

**Расстояние от возможного очага пожара** до места размещения огнетушителя не должно превышать:

- 20м для общественных зданий и сооружений;
- 30м для помещений категорий А, Б и В;
- 40м для помещений категории Г;
- 70м для помещений категории Д.

На объекте должно быть определено лицо, ответственное за приобретение, ремонт, сохранность и готовность к действию первичных средств пожаротушения.

Учет проверки наличия и состояния первичных средств пожаротушения следует вести в специальном журнале произвольной формы.

Каждый огнетушитель, установленный на объекте, должен иметь порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. На него заводят паспорт по установленной форме.

Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться, проверяться и своевременно перезаряжаться.

В зимнее время (при температуре ниже 1<sup>0</sup>С) огнетушители необходимо хранить в отапливаемых помещениях.

***Размещение первичных средств пожаротушения*** в коридорах, проходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Их следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений ***на высоте не более 1,5м.***

Для размещения первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и пожарного инвентаря ***в производственных и складских помещениях, не оборудованных внутренним противопожарным водопроводом и автоматическими установками пожаротушения***, а также на территории организаций, не имеющих наружного противопожарного водопровода, или при удалении зданий (сооружений), наружных технологических установок этих предприятий на расстояние более 100 м от наружных пожарных водоисточников ***должны оборудоваться пожарные щиты.***

Необходимое количество пожарных щитов и их тип определяются в зависимости от категории помещений, зданий (сооружений) и наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности, предельной защищаемой площади одним пожарным щитом и класса пожара по ИСО № 3941-77.

### **3.9. Тушение начинающихся пожаров подручными средствами пожаротушения.**

Тушение пожара — это работа профессионалов-пожарных, а первичные средства применяются для борьбы с загоранием.

Подразделение, прибывшее на место пожара первым, сразу же приступает к разведке, в ходе которой устанавливаются:

- вид, скорость и площадь пожара;
- наиболее опасное направление распространения пожара по фронту, флангам и т.д.;
- присутствие людей в зоне лесного пожара, а также в местах его возможного распространения;
- наличие препятствий для распространения пожара;

- возможность подъезда к месту пожара и использования механизированных средств его локализации и ликвидации;
- наличие водоисточников;
- безопасные места стоянки транспортных средств и вероятные пути отхода. Для проведения разведки используются вертолеты, самолеты, автомобили, вездеходы, катера и т. д.

По результатам разведки разрабатывается план тушения пожара, в котором предусматриваются:

- способы и приемы ликвидации пожара;
- сроки выполнения отдельных видов работ;
- организация связи;
- мероприятия по непрерывной разведке пожара;
- вопросы безопасности

При возникновении пожара необходимо немедленно вызвать пожарную охрану. Это надо сделать даже в том случае, если пожар ликвидирован собственными силами. Огонь может остаться незамеченным в скрытых местах (в пустотах деревянных перекрытий и перегородок, в чердачном помещении и т.д.) и впоследствии пожар возобновится.

Не пытайтесь тушить пожар, если он начинает распространяться на мебель и другие предметы, а также если помещение начинает наполняться дымом. Тушить пожар самостоятельно целесообразно только на его ранней стадии и в случае отсутствия сомнений в собственных силах. Если с пожаром не удалось справиться в течение нескольких минут, то дальнейшая борьба не только бесполезна, но и смертельно опасна.

***При тушении водой*** необходимо помнить, что не каждая емкость пригодна для того, чтобы быстро вылить воду на требуемое расстояние. Наиболее эффективны в этом случае ведра. Вылить воду из ведра может каждый человек, но правильно ее использовать для тушения пожара возможно только после некоторой тренировки. Если взять ведро за дужку и, размахнувшись, вылить воду вперед, то в редком случае можно полить то место, которое необходимо. Чаще всего при этом вода выльется вся сразу по некоторой дуге, описываемой ведром при размахе. На огонь попадет только часть воды из ведра, а большая часть ее прольется в сторону. Чтобы воду из ведра расходовать экономично и только с пользой для тушения огня, нужно выливать ее по частям, направленными сильными струями. Лучше всего сделать это так: наполнить ведро на две трети его емкости, затем правой рукой подхватить ближнюю кромку днища ведра, а левой взяться за ближнюю часть его борта. Откинувшись корпусом несколько назад, сделать быстрое энергичное движение вперед. Одновременно с этим, вытянув обе руки, направить выливаемую из ведра воду в нижнюю точку перед собой. При отсутствии ведра такими же приемами можно вылить воду из кастрюли, таза, бидона и т. д.

***Песок и землю*** с успехом применяют для тушения пожара, особенно в тех случаях, когда воспламенилась горючая жидкость. При горении твердых веществ используют так же песок и землю, если не имеется других средств тушения огня. Песок и земля, брошенные лопатой на горящее вещество, сбивают пламя и изолируют его от доступа воздуха. Наиболее успешный результат получается при тушении керосина, масла, смолы и других легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Если удастся покрыть горящую поверхность настолько, чтобы сверху образовался сухой, не пропитанный жидкостью слой песка или земли, то выделение горючих паров прекращается. При тушении пожара песком (землей) удобней всего применять лопаты совкового типа, а так же металлические и деревянные совки. В крайнем случае вместо лопаты или совка можно использовать для подноски песка кусок листовой стали, фанеры, противень, сковороду, ковш.

Используя песок (землю) для тушения, нужно принести его в ведре или на лопате к месту пожара. Насыпая песок, главным образом по наружному краю зоны, охваченной огнем, стараться окружать песком место горения и препятствовать дальнейшему растеканию жидкости по полу. Затем при помощи лопаты покрыть горящую поверхность слоем песка, который впитает жидкость. После того, как огонь с горячей жидкости будет сбит, нужно сразу же приступить к тушению еще горящих окружающих предметов.

***Тушить водой горящий бензин, керосин, масла и другие легковоспламеняющиеся и горючие жидкости в условиях жилого дома, гаража или кладовой не рекомендуется.*** Эти жидкости, будучи легче воды, всплывают на ее поверхность и продолжают гореть, увеличивая площадь горения при растекании воды. Поэтому для тушения, кроме огнетушителей, следует применять песок, землю, а так же использовать плотные ткани, одеяла, пальто смоченные водой.

Применяя огнетушители для тушения пожаров необходимо использовать правила работы с ними (рис. 3.24).

При тушении горячей поверхности жидкости, разлитой на полу, надо не забывать гасить также горящие или тлеющие окружающие предметы. Даже небольшой уголек или искра, оставшиеся в недоступном для наблюдения месте, могут воспламенить пары горевшей жидкости, и пожар возобновится с прежней силой.

Обнаружив, что загорелись электрические сети, необходимо в первую очередь обесточить электропроводку в квартире, а затем выключить общий рубильник на щите ввода. Выключив ток, следует приступить к тушению очагов огня, применив для этого огнетушитель, воду, песок.

До того момента, когда будет выключен электрический ток, горящую изоляцию провода можно тушить сухим песком, бросая его лопатой или совком. Одновременно с этим будет сбиваться пламя, охватывающее горячие предметы, расположенные вблизи проводов. Потушив горящую

изоляцию электрической сети в квартире, нужно выяснить, не горит ли она дальше за групповым щитком, на вводе в дом.

Правильный выбор способов тушения пожара и использование соответствующих средств уменьшит количество пострадавших и снизит материальный ущерб.

### **3.10. Характерные случаи тушения пожаров**

#### ***3.10.1. Тушение пожаров в жилых и производственных зданиях.***

Все работы делятся на два этапа:

1 этап – спасение людей и локализация пожара.

2 этап – непосредственно ликвидация горения.

В зависимости от размеров очага, можно использовать первичные средства пожаротушения:

- заливка очага водой из ведер;
- засыпка песком или землей;
- заливка из внутренних пожарных кранов;
- использование огнетушителей (рис. 3.26).



Рис. 3.26. Правила работы с огнетушителями

### 3.10.2. Тушение пожаров при загорании легко воспламеняющихся и горючих жидкостей.

К легко воспламеняющимся жидкостям относятся нефтепродукты с температурой воспламенения ниже 45°C, к горючим жидкостям - с температурой воспламенения выше 45°C.

Небольшие очаги горения, разлитой жидкости можно ликвидировать первичными средствами пожаротушения:

- засыпкой очага горения жидкости песком, землей;
- покрытием очага кошмой, брезентом;
- использованием пенных и порошковых огнетушителей.

### ***3.10.3. Тушение пожара на радиационно опасных объектах или на территории загрязненной радиоактивными веществами.***

Основной особенностью ликвидации таких пожаров является обеспечение защиты пожарных от воздействия радиации.

С этой целью:

- личный состав должен иметь табельные приборы радиационной разведки и дозиметрического контроля; средства индивидуальной защиты кожи и органов дыхания;
- перед началом работ принимаются специальные медицинские препараты;
- организуется посменная работа пожарных расчетов, с целью не допустить облучения л/с свыше допустимых норм;
- пункты сбора и по возможности машины располагать с наветренной стороны;
- запрещается пребывание в опасной зоне лиц, не связанных с выполнением работ;
- при организации связи в условиях ионизирующего излучения предпочтение должно отдаваться громкоговорящим установкам и проводным линиям;
- предусмотреть отвод загрязненной радиоактивными веществами воды, использованной при тушении пожара.

### ***3.10.4. Действия людей, участвующих в тушении пожаров в зданиях.***

При пожаре в подвале происходит быстрое распространение огня и дыма в верхние этажи. Из-за недостатка кислорода и неполного сгорания веществ повышается концентрация оксида углерода, поэтому, при тушении пожаров в подвалах необходимо строго соблюдать правила техники безопасности, работа должна вестись в противогазах с гопкалитовыми патронами, либо в изолирующих противогазах.

Перед входом в задымленное помещение устанавливают пост безопасности. Постовой обязан поддерживать постоянную связь (через переговорное устройство или голосом) с работающей группой.

В задымленных помещениях следует передвигаться вдоль стен ближе к окнам; нужно обязательно запоминать маршрут движения по характерным приметам, числу поваров, планировке помещений, оборудованию и т.д. Путь движения следует тщательно обследовать на ощупь ногой, постукиванием ломом или другим предметом.

Во избежание ожогов, двери в помещение нужно открывать

осторожно, оставаясь под прикрытием дверного полотна. При обнаружении очагов горения, принимаются меры по их устранению с помощью огнетушителей, ствола от автоцистерны, баллонов с газами, перекрытия кранов на газопроводе и т.д. К очагам пожаров нужно подходить кратчайшим и наиболее удобным путем через входные дверные проемы, лестничные клетки, коридоры. Если эти пути отрезаны или в них создались высокая температура и сильное задымление, используют оконные проемы, пожарные лестницы, коленчатые подъемники; в отдельных случаях, в помещения проникают через отверстия, специально проделываемое в стенах и перегородках.

Командиры пожарных расчетов в этом случае перед началом работ должны проверить наличие людей, их состояние здоровья и проинструктировать о порядке выполнения работ в очаге поражения и соблюдения требований безопасности.

В ходе работы необходимо постоянно наблюдать за работой подчиненных, при необходимости оказывать им соответствующую помощь. Следует также вести учет продолжительности работы личного состава в противогазах в зараженной атмосфере. Замену противогазных коробок (регенеративных патронов) на новые производят в незараженном секторе. В зоне смертельных концентраций АХОВ можно работать только в изолирующих противогазах и защитной одежде, изолирующего типа.

После выполнения задачи средства защиты, техника и средства пожаротушения обрабатываются дегазирующими растворами.

*При спасении пострадавших и при тушении пожара необходимо соблюдать некоторые правила:*

- прежде чем войти в горящее помещение накрыться с головой мокрой тканью, плащом курткой;

- дверь в задымленное помещение открывать осторожно, медленно и стоя в стороне от двери, чтобы избежать вспышки пламени от резкого притока воздуха;

- в сильно задымленном помещении передвигаться пригнувшись или ползком;

- во избежание отравления угарным газом использовать изолирующий противогаз, респиратор или, в крайнем случае, дышать через увлажненную ткань;

- на места ожогов наложить повязки и отправить пострадавшего в ближайший медицинский пункт;

- не входить в зону задымления при видимости менее 10м.

Таким образом, при выполнении любых работ, а особенно, при тушении пожаров в зданиях и сооружениях, действиях в условиях радиоактивного и химического заражения, необходимо помнить, что это опасно для людей, находящихся в непосредственной близости от подобных объектов. Поэтому, безопасность работающих в этих условиях зависит от организации работ и соблюдения правил техники безопасности.

### **3.10.5. Меры безопасности при тушении пожаров.**

При проведении мероприятий по тушению пожаров необходимо соблюдать меры безопасности, в том числе:

- следить за изменениями обстановки, состоянием строительных конструкций и в случае явной угрозы обрушения немедленно предупредить всех работающих и выйти в безопасное место;

- пожарные должны иметь противопожарную одежду, стальные каски, рукавицы, снаряжение и топоры. Работать без боевой одежды и снаряжения запрещается;

- при работе учитывать опасность отравления людей окисью углерода и др. АХОВ. Предусматривать работу в противогазах с гапколитовыми патронами и в изолирующих противогазах;

- при работе на высоте следует применять страхующие приспособления, исключающие падение;

- запрещается устраивать в зоне пожара, ночлег. Места отдыха и ночлега должны располагаться не ближе 100 м от локализованной части пожара и ограждающими минерализованными полосами шириной не менее 2 м;

- при наличии окиси углерода и высокой температуры воздушной среды время работы смен формированиями 30-40 минут;

- в задымленных помещениях работы ведутся группами 2-4 чел.;

- перед входом в горящие или сильно задымленные помещения личный состав обвязывается веревкой, конец которой передается человеку, остающемуся у входа;

- двери, ведущие в горящие помещения, следует открывать осторожно, используя дверные полотна для защиты от огня при возможном выбросе пламени;

- избегать попадания пены из огнетушителей на слизистые и кожные покровы;

- пенные огнетушители нельзя использовать для тушения оборудования под напряжением свыше 36 вольт.

### **3.11. Противопожарные мероприятия. Обязанности должностных лиц.**

К числу первоначальных противопожарных мероприятий на промышленных объектах относятся:

- оборудования зданий и сооружений установками пожарной автоматики и организация их повседневного обслуживания, внедрение пожаробезопасных технических моющих средств (вертолин – 74, импульс, фокус – 74, ТМС – 57, омега и др.) на участках обезжиривания и очистки поверхностей деталей, агрегатов и готовой продукции;

- определение параметров пожарной и взрывной опасности веществ и материалов, используемых в технологическом процессе;

- применение электрооборудования, соответствующего классу пожаро-взрывоопасности производственных помещений;

- использование противопожарных преград, быстродействующих огнепреградителей, заслонок для предотвращения распространения пожаров в производственных помещениях и в вентиляционных системах.

К противопожарным преградам относятся стены, перегородки, перекрытия, двери, ворота, люки, тамбур-шлюзы и окна. Противопожарные стены должны быть выполнены из несгораемых материалов, иметь предел огнестойкости не менее 2,5 часов и опираться на фундаменты. Противопожарные двери, окна и ворота в противопожарных стенах должны иметь предел огнестойкости не менее 1,2 часа, а противопожарные перекрытия – не менее 1 часа. Перекрытия не должны иметь проемов и отверстий, через которые могут проникать продукты горения при пожаре;

- повышение огнестойкости конструкций зданий, изоляция пожароопасного оборудования, агрегатов или вынос их на открытые площадки;

- проведение безопасной эвакуации людей в случае возникновения пожара. При возникновении пожара люди должны покинуть здание в течение минимального времени, которое определяется кратчайшим расстоянием от места их нахождения до выхода наружу. Число выходов из зданий, помещений и с каждого этажа не должно быть менее двух. При этом лифты не используются. Ширина участков путей эвакуации должна быть не менее 1м, а дверей – не менее 0,8м, высота прохода на путях эвакуации – не менее 2м.

запрещение применения горючих материалов для отделки путей эвакуации.

- внедрение систем противодымной защиты в противопожарных производственных зданиях;

- поддержание в работоспособном состоянии ранее смонтированных установок дымоудаления;

- оборудование цехов, лабораторий, складов знаками безопасности, упорядочение огневых работ и др.

Персональная ответственность за обеспечение пожарной безопасности организаций и их структурных подразделений в соответствии с действующим законодательством возлагается на его руководителя.

***Руководитель организации обязан:***

- организовать на подведомственных объектах изучение и выполнение типовых и отраслевых правил пожарной безопасности работников;

- назначать руководство структурных подразделений (цехов, отделов, складов, мастерских) ответственными за пожарную безопасность производственных и служебных помещений;

- проводить работу по приведению объекта в образцовое противопожарное состояние;

- требовать от начальников структурных подразделений строгого соблюдения противопожарного режима на подведомственных им объектах,

принятия мер к выявлению и устранению причин, способных вызвать пожар;

- создавать пожарно-технические комиссии на объекте и требовать от них решения вопросов, направленных на обеспечение пожарной безопасности предприятия, в первую очередь – в технологических процессах производства;

- организовать на объекте добровольные пожарные дружины и занятия по пожарно – техническому минимуму с работников;

- своевременно и полностью обеспечивать объект средствами пожаротушения, связи, сигнализации, постоянно содержать их в исправном состоянии, широко внедрять автоматические средства извещения от пожарах и стационарные автоматические системы пожаротушения;

- обеспечивать строгое соблюдение противопожарных мероприятий при производстве пожароопасных и огневых работ.

***Руководитель организации, прибывший к месту пожара обязан:***

- продублировать сообщение в пожарную охрану и поставить в известность вышестоящее руководство и ответственного дежурного по объекту;

- организовать спасение людей используя для этого имеющиеся силы и средства;

- проверить включение в работу автоматических систем противопожарной защиты;

- выполнить мероприятия, способствующие предотвращению развития пожара и задымления помещений (отключить электроэнергию, газовую сырьевые коммуникации);

- прекратить все работы в здании (если это допустимо по технологическому процессу);

- удалить за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара;

- осуществить общее руководство до прибытия подразделений пожарной охраны;

- обеспечить соблюдение требований безопасности работниками, принимающими участие в тушении пожара;

- организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей;

- организовать встречу подразделений пожарной охраны и ее проводку к очагу пожара;

- по прибытии пожарного подразделения проинформировать их о конструктивных и технологических особенностях объекта, количестве и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых материалов и изделий, и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара.

В каждой организации необходимо соблюдать требования противопожарного режима.

**Противопожарный режим** определяет комплекс мероприятий и требований пожарной безопасности, в том числе:

- места для курения;
- допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- порядок уборки горючих отходов;
- порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- действия работников при обнаружении пожаров;
- порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа;
- план эвакуации на случай пожара.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие предприятия и организации относятся к пожаро- и взрывоопасным объектам.
2. Поражающие факторы, возникающие в результате взрывов (ударная волна, избыточное давление, давление скоростного напора, скорость распространения ударной волны).
3. Действие ударной волны на людей, здания, сооружения.
4. Защита от воздействия ударной волны.
5. Особенности взрыва горюче-воздушных смесей.
6. Световое излучение. Поражающее действие светового излучения на человека, здания, сооружения и защита от него.
7. Классификация пожаро - взрывоопасных объектов.
8. Степени огнестойкости зданий и сооружений
9. Пожаро – взрывоопасные объекты в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.
10. Характеристика аварий на пожаро– и взрывоопасных объектах.
11. Классификация пожаров (причинами возгорания, условия, способствующие гибели людей при пожарах, основные объекты, на которых возникают пожары).
12. Пожар и стадии развития горения.
13. Основные способы и средства тушения загорания (огня).
14. Первичные средства пожаротушения (пожарный щит, внутренний пожарный кран, огнетушители.).
15. Предназначение, устройство и порядок работы с углекислотным огнетушителем.
16. Предназначение, устройство и порядок работы с химические пенным и воздушно – пенным огнетушителем.
17. Предназначение, устройство и порядок работы с порошковым огнетушителем со встроенным газовым источником давления и закачным.
18. Определение необходимого количества первичных средств пожаротушения.
19. Размещение первичных средств пожаротушения.

20. Тушение начинающихся пожаров подручными средствами пожаротушения (водой, песком, землей, правилами работы с огнетушителями).

21. Тушение пожаров в жилых и производственных зданиях.

22. Тушение пожаров при загорании легко воспламеняющихся и горючих жидкостей.

23. Тушение пожара на радиационно опасных объектах или на территории загрязненной радиоактивными веществами.

24. Действия людей, участвующих в тушении пожаров в зданиях.

25. Меры безопасности при тушении пожаров.

26. Действия руководителя организации, прибывшего к месту пожара.

27. Требования противопожарного режима в организации.

## Тема 4. Аварии на гидродинамических опасных объектах

### **4.1. Гидродинамические опасные объекты.**

*Гидродинамическими опасными объектами* называют сооружения естественного или искусственного образования, создающие разницу между верхним уровнем воды (*верхний бьеф*) и нижним уровнем воды (*нижний бьеф*).

*Бьеф* является участком поверхности воды, примыкающей к плотине, шлюзу и т.п. выше или ниже по течению.

К гидродинамическим опасным объектам относятся:

- гидротехнические сооружения напорного типа (это плотины, создающие подъем и, следовательно, напор воды, который затем используется для вращения каких-либо механизмов: турбин, лопастей, мельниц (рис. 4.1), запруды, дамбы, водоприемники и водозаборные сооружения, напорные бассейны и уравнивательные резервуары, гидроузлы, малые гидроэлектростанции и сооружения, входящие в состав защиты городов и сельскохозяйственных угодий);

- естественные плотины (образуются в горных районах в результате землетрясений, обвалов, оползней), которые почти всегда представляют опасность для нижерасположенных населенных пунктов, объектов промышленности и сельского хозяйства.



Рис. 4.1. Внешний вид плотины

Основной целью гидротехнических опасных объектов является:

- использование кинетической энергии воды (ГЭС),
- охлаждение технологических процессов ТЭС и АЭС,
- мелиорации,
- защиты прибрежных территорий (дамбы),
- забора воды для орошения и водоснабжения,

- регулирования уровня воды,
- обеспечение деятельности морских и речных портов, судостроительных и судоремонтных предприятий, для судоходства (шлюзы),
- подводной добычи, хранения и транспортировки (трубопроводы) полезных ископаемых (нефти, газа).

Гидротехнических сооружений различного назначения в России насчитывается более 65 тыс., в том числе около 30 тыс. напорных, решающих задачи гидроэнергетики, водного транспорта, сельского хозяйства и регулирования стока. Из общего количества напорных гидротехнических сооружений 400 сооружений относится к числу крупных, обеспечивающих создание водохранилищ емкостью более 10 млн м<sup>3</sup>, 2000 сооружений является средними, обеспечивающих создание водохранилищ емкостью от 1 до 10 млн м<sup>3</sup>, и около 25 тыс. сооружений относится к числу малых, обеспечивающих создание водохранилищ емкостью до 1 млн м<sup>3</sup>. Гидротехнические сооружения, эксплуатируются на 200 водохранилищах и 56 накопителях отходов, являются потенциально опасными объектами.

Около 10% гидротехнических сооружений являются бесхозными, 30% - не имеют службы эксплуатации. Более 6000 сооружений нуждаются в капитальном ремонте, из них 400 в аварийном состоянии. Средний процент износа гидротехнических сооружений напорного типа составляет около 40%.

Наиболее крупные гидротехнические сооружения напорного типа:

- Братская ГЭС на р. Ангара, емкость водохранилища - 169,3 км<sup>3</sup>;
- Красноярская ГЭС на р. Енисей, емкость водохранилища – 73,3 км<sup>3</sup>.

В зонах риска только крупных водохранилищ расположено около 370 населенных пунктов общей численностью до 1 млн человек, а также многочисленных объекты экономики.

В Ленинградской области функционирует 6 гидроэлектростанций (ГЭС):

- Светогорская ГЭС,
- Лесогорская ГЭС,
- Невская ГЭС,
- Волховская ГЭС,
- Нижнесвирская ГЭС,
- Верхнесвирская ГЭС.

#### **4.2. Наиболее крупные аварии гидродинамических опасных объектах.**

В последние десятилетия произошли несколько крупных аварий на гидродинамических опасных объектах, в числе которых:

– прорыв плотины Киселевского водохранилища на р. Какве (Свердловская обл.) в 1993 году. Чрезвычайная ситуация возникла вследствие катастрофического паводка, образовавшегося в результате сильных дождей и заключительной фазе весеннего половодья. От наводнения пострадали 6,5 тыс., из них 12 погибли. В зону затопления попали 1772 дома, из них 1250 стали непригодными для жилья. Пострадали многие промышленные и сельскохозяйственные объекты (общий ущерб – 63,3 млрд руб.);

- разрушение плотины Тирлянского водохранилища в 1994 году (Башкортостан) на притоке р. Белой (суммарный ущерб 52,3 млрд руб.);

- наводнение в Краснодарском крае (июль 2002 года) привело к разрушению его гидроузла, унесло жизни 114000 человек и причинило материальный ущерб на сумму в 15 млрд руб.;

- *крупнейшей в истории катастрофой* на гидроэнергетическом объекте России и одной из самых значительных в истории мировой гидроэнергетики является авария в машинном зале *Саяно-Шушенской ГЭС* на реке Енисей произошла 17 августа 2009 года. Она расположена на границе Красноярского края и Хакасии. Строительство ГЭС началось в 1968 году, первый гидроагрегат был пущен в 1978 году, последний — в 1985 году. В постоянную эксплуатацию электростанция была принята в 2000 году. Технически ГЭС состоит из бетонной арочно-гравитационной плотины высотой 245м и приплотинного здания ГЭС, в котором размещены 10 радиально-осевых гидроагрегатов. Плотина ГЭС образует крупное Саяно-Шушенское водохранилище сезонного регулирования.

В результате аварии была остановлена работа станции, 75 человек погибли, 85 получили ранения. Последствия аварии отразились на экологической обстановке акватории, прилегающей к ГЭС, на социальной и экономической сферах региона.

В результате аварии потоки воды быстро затопили машинный зал и помещения, находящиеся под ним. Все гидроагрегаты ГЭС были затоплены, при этом на работавших гидрогенераторах произошли короткие замыкания, выведшие их из строя. Произошёл полный сброс нагрузки ГЭС, что привело в том числе и к обесточиванию самой станции. На центральном пульте управления станцией сработала светозвуковая сигнализация, после чего пульт был обесточен — пропала оперативная связь, электропитание освещения, приборов автоматики и сигнализации. Затворы на водоприёмниках гидроагрегатов оставались открытыми, и вода по водоводам продолжала поступать на турбины, что привело к разрушению некоторых гидроагрегатов (сильно повреждены статоры и крестовины генераторов). Потоками воды и разлетающимися обломками гидроагрегатов были полностью разрушены стены и перекрытия машинного зала в районе гидроагрегатов. Гидроагрегаты были завалены обломками машинного зала. Сотрудники станции, которые имели такую возможность, быстро покинули место аварии.

По степени ущерба авария считается самой крупной техногенной катастрофой в гидроэнергетике. В ходе расследования обстоятельств трагедии было заведено уголовное дело по статье «нарушение правил охраны труда, повлекшее по неосторожности смерть человека», среди обвиняемых - ряд административных работников, руководивших станцией до аварии.

#### **4.3. Классификация гидротехнических сооружений.**

По классификации Российской академии естественных наук и Московского института пожарной безопасности *гидродинамические опасные объекты относятся к 5-му классу по основному виду опасности.*

Гидротехнические сооружения напорного фронта подразделяют на постоянные и временные.

*Постоянными* называют гидротехнические сооружения, используемые для выполнения каких-либо технологических задач (для производства электроэнергии, мелиорации территории и т. п.).

*К временным* относят сооружения, используемые в период строительства и ремонта постоянных гидротехнических сооружений.

Кроме того, гидротехнические сооружения подразделяют на основные и второстепенные.

*К основным* относят сооружения напорного фронта, прорыв которых повлечет за собой нарушение нормальной жизнедеятельности населения близлежащих населенных пунктов, разрушение, повреждение жилых зданий или объектов народного хозяйства. Этих сооружений в России около 40.

*К второстепенным* относят гидротехнические сооружения напорного фронта, разрушение или повреждение которых не повлечет за собой существенных последствий.

Гидротехнические сооружения напорного типа в зависимости от вероятных последствий при разрушении *подразделяются на классы* (табл. 4.1).

Класс основных постоянных гидротехнических сооружений напорного типа зависит и от важности объектов, расположенных в нижнем бьефе, и от максимального расчетного напора.

Класс гидротехнических сооружений напорного типа зависит также от их высоты и типа грунтов основания (табл. 4.2).

Устойчивость и прочность гидротехнических сооружений напорного типа задается по максимальным расчетным значениям уровня воды, скорости ветра, высоты волны. Так, например, расчетная обеспеченность уровней воды должна быть не более: для сооружений I класса – 1 раз в 100 лет (1%), II и III классов – 1 раз в 20 лет (5%), IV класса – 1 раз в 10 лет (10%).

Таблица 4.1

**Классификация гидротехнические сооружения напорного типа  
в зависимости от вероятных последствий при разрушении**

<b>Гидротехнические сооружения</b>	<b>Мощность, млн. кВт</b>	<b>Класс</b>
Гидравлических, гидроаккумулирующих и тепловых электростанций	1,5 и более менее 1,5	I II - IV
Мелиоративных систем	Свыше 300	I
	От 100 до 300	II
	От 50 до 100	III
	50 и менее	IV

Таблица 4.2

**Классификация гидротехнических сооружений напорного типа  
в зависимости от их высоты и типа грунтов основания**

<b>Сооружения</b>	<b>Тип грунтов основания</b>	<b>Высота сооружений, м, при их классе</b>			
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
Плотины из грунтовых материалов	A	Более 100	75-100	25-75	Менее 25
	B	Более 75	35-100	25-35	Менее 15
	B	Более 50	25-50	15-25	Менее 15
Плотины бетонные и железобетонные	A	Более 100	60-100	25-60	Менее 25
	B	Более 50	25-50	10-25	Менее 10
	B	Более 25	20-25	10-20	Менее 10

Примечание: Типы грунтов:

A – скальные,

B – песчаные, глинистые в твердом и полутвердом состоянии,

B – глинистые, водонасыщенные в пластичном состоянии.

#### **4.4. Аварии на гидродинамических опасных объектах.**

##### **4.4.1. Виды аварий на гидродинамических опасных объектах.**

Аварии на гидродинамических опасных объектах называют гидродинамическими.

*Гидродинамическая авария* – чрезвычайное событие, связанное с выходом из строя (разрушением) гидротехнического сооружения или его части и неуправляемым перемещением больших масс воды, несущих разрушения и затопления обширных территорий.

Гидродинамические аварии подразделяются на следующие виды:

- прорыв плотин (дамб, шлюзов, перемычек и др.) с образованием волны прорыва, приводящие к катастрофическим затоплениям;
- прорыв плотин (дамб, шлюзов, перемычек и др.), приводящие к возникновению прорывного паводка;

- прорыв плотин (дамб, шлюзов, перемычек и др.), приводящие к смыву плодородных почв или отложению наносов на больших территориях.

Затопление прибрежных территорий с находящимися на них населенными пунктами, хозяйственными объектами может наступить в результате разрушения гидротехнических сооружений (плотин, дамб, перемычек), расположенных выше по течению реки, или системы ирригационных сооружений в орошаемых районах.

*Затопления* – это покрытие территории водой (рис. 4.2). Под термином «затопления» здесь и в дальнейшем имеется в виду затопление местности при разрушении гидротехнических сооружений.

*Катастрофическое затопление* – это бедствие из-за гидродинамической аварии, являющееся результатом разрушения плотины и заключающееся в стремительном затоплении волной прорыва нижерасположенной местности и возникновении наводнения.



Рис. 4.2. Затопление территорий населенных пунктов в результате гидродинамической аварии

Катастрофическое затопление характеризуется следующими параметрами:

- максимально возможными высотой и скоростью волны прорыва;
- расчетным временем прихода гребня и фронта волны прорыва в соответствующий створ (местность);
- максимальной глубиной затопления участка местности;
- длительностью затопления территории;
- границами зоны возможного затопления.

*Зона катастрофического затопления* – зона затопления, в пределах которой произошли массовые потери людей, сельскохозяйственных животных и растений, значительно повреждены или уничтожены материальные ценности, в первую очередь здания и другие сооружения.

На затопляемой территории выделяют *четыре зоны катастрофического затопления* (рис. 4.3):

- первая зона непосредственно примыкает к гидросооружению и простирается на 6-12 км. от него. Высота волны может достигать здесь нескольких метров. Характерен бурный поток воды со скоростью течения 30 км/ч и более. Время прохождения волны 30 минут;

- вторая зона-зона быстрого течения (15-20 км/ч). Протяженность этой зоны может быть 15-25 км. Время прохождения волны 50-60 км;

- третья зона-зона среднего течения (10-15 км/ч) протяженность до 30-50 км. Время прохождения волны 2-3 часа;

- четвертая зона- зона слабого течения (разлива). Скорость течения здесь может достигать 6-10 км/ч. Протяженность зоны в зависимости от рельефа местности может составлять 35-70 км.

Время, в течение которого затопленные территории могут находиться под водой, колеблется от 4 часов до нескольких суток.

Катастрофическое затопление образуется покрытием обширных территорий слоем воды от 0,5 до 10 м и более.

Аварии на гидротехнических опасных объектах вызывают:

- повреждение и разрушение гидротехнических сооружений и гидроузлов и кратковременное или долговременное прекращение выполнения ими своих функций;

- поражение людей;

- разрушение сооружений волной прорыва;

- затопление обширных территорий.

Поражение людей и разрушение сооружений вызывается волной прорыва, образующейся в результате разрушения гидротехнического сооружения, имеющей высоту от 2 до 12 м и скоростью движения от 3 до 25 км/ч (для горных районов – до 100 км/ч).

Масштабы последствий гидродинамических аварий зависят от:

- параметров и технического состояния гидротехнических сооружений;

- характера и размеров разрушений;

- объема запасов воды в водохранилище;

- от характера волны прорыва;

- рельефа местности;

- сезона и времени суток происшествия;

- наличия защитных гидротехнических сооружений;

- конкретных мер и уровня подготовки к действиям и организованности в условиях аварии руководящего состава, работников организаций, аварийно-спасательных служб.



Рис. 4.3. Зоны критического затопления в результате аварии на гидротехнических опасных объектах

#### 4.4.2. Причины гидродинамических аварий.

За последние 70 лет в мире произошло более тысячи аварий крупных гидротехнических сооружений. Причины их различны, но чаще всего аварии происходят из-за разрушения основания.

На гидротехнические сооружения постоянно воздействуют водный поток, колебание температуры, льды, наносы, статические и гидродинамические нагрузки, происходит истирание поверхности, коррозия металлов, выщелачивание бетона, гниение древесных конструкций (или их истачивание живыми организмами). Поэтому со временем растет вероятность разрушения того или иного сооружения и затопления водой прилегающей территории. Причем опасны не только прорывы плотин на больших водохранилищах — опасен прорыв задвижки в сельском пруду, разрыв водотока на территории города, предприятия.

Кроме того, прорыв может произойти из-за воздействия сил природы (землетрясения, урагана, обвала, оползня), конструктивных дефектов, нарушения правил эксплуатации, воздействия паводков, недостаточности

водосбросов, а в военное время - в результате воздействия средств поражения, диверсионных актов.

Основные причины аварий на гидротехнических сооружениях приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

**Основные причины аварий на гидротехнических сооружениях**

<b>Причины разрушения гидротехнических сооружений</b>	<b>Частота данного вида разрушения, %</b>
Разрушение основания	40
Недостаточность водосброса (перелив воды через гребень плотины)	23
Слабость конструкции	12
Неравномерная осадка	10
Высокое давление на плотину	5
Военные действия	3
Оползание откосов	2
Дефекты материалов	2
Неправильная эксплуатация	2
Землетрясения	1

**4.4.3. Поражающие факторы гидродинамических аварий.**

Основными поражающими факторами при авариях на гидротехнических опасных объектах являются:

- разрушительная волна прорыва,
- зона затопления (водный поток и стойкие воды, затопляющие территорию суши и объекты).

Начальной фазой гидродинамической аварии является прорыв плотины, который представляет собой процесс образования прорана и неуправляемого потока воды водохранилища из верхнего бьефа через проран в нижний бьеф. Во фронте устремляющегося в проран потока воды образуется волна прорыва.

*Проран* – узкий проток в теле (насыпи) плотины, косе, отмели, в дельте реки, или спрямленный участок реки, образовавшийся в результате размыва излучины в половодье. От размеров прорана зависят объем, скорость падения воды и параметры волны прорыва.

*Волна прорыва* – волна, образующаяся во фронте проходящего в проран потока воды, имеющего значительную скорость движения и обладающего большой разрушительной силой.

Следовательно, поражающее действие волны прорыва гидродинамической аварии связано с распространением с большой скоростью воды, создающей угрозу возникновения ЧС.

Основными параметрами поражающего действия волна прорыва являются скорость, высота и глубина волны прорыва, температура воды, время существования волны прорыва.

Поражающее действие волны прорыва проявляется в виде непосредственного ударного воздействия на людей и сооружение массы воды, движущейся с большой скоростью, и перемещаемых ею обломков разрушенных зданий и сооружений, других предметов.

Волной прорыва может быть разрушено большое количество зданий и других сооружений. Степень разрушения будет зависеть от их прочности а также от высоты и скорости движения волны.

При катастрофическом затоплении угрозу жизни и здоровью людей, помимо воздействия волны прорыва, представляют пребывание в холодной воде, нервно-психическое перенапряжение, а также затопление (разрушение) систем, обеспечивающих жизнедеятельность населения.

Чрезвычайные ситуации в зоне затопления нередко сопровождаются вторичными поражающими факторами:

- пожарами, вследствие обрывов и короткого замыкания электрических кабелей и проводов,
- оползнями и обвалами в результате размыва грунта,
- инфекционными заболеваниями по причине загрязнения питьевой воды,
- резкого ухудшения санитарно - эпидемиологического состояния в населенных пунктах вблизи зоны затопления и районах временного размещения пострадавших, особенно в летнее время.

При прорыве плотин значительны участки местности через 15-30 минут обычно оказываются затопленными слоем воды толщиной от 0,5 до 10 метров и более. Время, в течение которого территория может находиться под водой, колеблется от нескольких часов до нескольких суток.

Волна прорыва в своем движении вдоль русла течения все время изменяет высоту, скорость движения, ширину и др. параметры. Поэтому она имеет зоны подъема и спада. Передняя часть движущейся массы воды называется фронтом волны прорыва. Она может быть очень крутой (вблизи прорана) или относительно пологой на значительном удалении от него.

Вслед за фронтом волны прорыва высота воды начинает интенсивно увеличиваться, достигая через некоторое время максимума, превышающего высоту окружающих берегов, в результате чего начинается затопление.

После прекращения подъема уровня воды по всей ширине потока наступает длительный период движения, близкий к установившемуся. Он будет тем длиннее, чем больше объем водохранилища – пока от туда вытечет вся вода. Последней фазой образования зоны затопления является спад уровней воды.

После прохождения волны прорыва остается переувлажненная пойма и сильно деформированное русло реки.

Разрушительное действие волны прорыва заключается главным образом в движении больших масс воды с высокой скоростью и таранного действия всего того, что перемещается вместе с водой (камни, доски, бревна, различные конструкции и др.).

#### **4.4.4. Последствия гидродинамических аварий.**

Последствия аварий на гидродинамических опасных объектах труднопредсказуемы. Эти объекты располагаются в черте города или выше по течению крупных населенных пунктов и являются объектами повышенного риска, так как при разрушении они могут привести к катастрофическому затоплению обширных территорий, городов и сёл, объектов экономики, к массовой гибели людей.

Общие потери населения могут достигать ночью 90 %, а днём – 60 %.

Последствия катастрофического затопления могут быть усугублены авариями на потенциально опасных объектах, попадающих в его зону.

В зонах катастрофического затопления могут разрушаться (размываться) системы водоснабжения, канализации, сливных коммуникаций, места сбора мусора и прочих отходов. В результате нечистоты, мусор и отбросы загрязняют зоны затопления и распространяются вниз по течению. Возрастает опасность возникновения и распространения инфекционных заболеваний.

#### **4.5. Действия населения при авариях на гидродинамических опасных объектах.**

##### **4.5.1. Правила безопасного поведения при гидродинамических авариях.**

Городам и другим населённым пунктам, расположенным ниже по течению от плотин, угрожает опасность затопления. Поэтому проживающие в них люди должны знать правила безопасного поведения и порядок действий при гидродинамических авариях.

Если Вы проживаете на прилегающей к гидроузлу территории, уточните, попадает ли она в зону воздействия волны прорыва и возможного катастрофического затопления. Узнайте, расположены ли вблизи места Вашего проживания возвышенности, и каковы кратчайшие пути движения к ним.

Изучите сами и ознакомьте членов семьи с правилами поведения при воздействии волны прорыва и затопления местности, с порядком общей и частной эвакуации. Заранее уточните место сбора эвакуируемых, составьте перечень документов и имущества, вывозимых при эвакуации.

Запомните места нахождения лодок, плотов, других плавсредств и подручных материалов для их изготовления.

Население должно быть ознакомлено с системой предупреждения об опасности.

Для оповещения об опасности могут использоваться сирены, телефоны, радиовещание, телевещание, средства громкоговорящей связи.

При получении информации об угрозе затопления и об эвакуации необходимо:

- выходить (выезжать) из опасной зоны в безопасный район или на возвышенные участки местности; предусмотреть несколько возможных маршрутов эвакуации на возвышенные участки местности.

- взять с собой документы, деньги, предметы первой необходимости и запас продуктов на 2-3 суток;

- перед уходом выключить электричество и газ, плотно закрыть окна, двери, вентиляционные и другие отверстия.

#### **4.5.2. Действия в случае внезапной гидродинамической аварии.**

При внезапном затоплении для спасения от удара волны прорыва необходимо по возможности срочно занять ближайшее возвышенное место, забраться на крупное дерево или подняться на верхний этаж устойчивого здания.

При подтоплении дома отключить его электроснабжение, подавать сигнал о нахождении в доме (квартире) людей путём вывешивания из окна днем флага из яркой ткани, а ночью – фонаря. Для получения информации использовать радиоприемник с автономным питанием. Наиболее ценное имущество переместить на верхние этажи и чердаки.

Организовать защиту продуктов питания и питьевой воды. Не употреблять в пищу продукты, которые находились в воде, и не использовать для питья непроверенную воду. Колодцы с питьевой водой могут быть использованы после предварительного осушения (полной очистки воды).

При перемещении по местности, подвергшейся затоплению, соблюдать осторожность и сообщить о повреждениях и разрушениях энергетических сетей, канализационных и водопроводных магистралей в соответствующие коммунальные службы.

Не пытайтесь эвакуироваться самостоятельно. Это возможно только при видимости незатопленной территории, угрозе ухудшения обстановки, необходимости получения медицинской помощи, израсходовании продуктов питания и отсутствии перспектив в получении помощи со стороны.

#### ***Если вы оказались в воде необходимо:***

- при приближении волны прорыва нырнуть в глубину у основания волны;

- отталкивать опасные предметы с острыми краями;

- держаться за плавающие предметы;

- попытаться связать из плавающих предметов плот и забраться на него;
- вплавь или с помощью подручных средств выбираться на сухое место, лучше всего на дорогу или дамбу, по которым можно добраться до незатопленной территории.

#### **4.5.3. Действия после гидродинамической аварии.**

Перед входом в здание убедитесь, что нет опасности его дальнейшего разрушения, в отсутствии значительных повреждений перекрытий и стен. Необходимо остерегаться оборванных и провисших проводов, сообщать о наличии таких повреждений, а также разрушениях канализационных и водопроводных магистралей в соответствующие коммунальные службы.

Проветрить здание для удаления накопившихся газов. Не пользоваться спичками или другими источниками открытого огня до полного проветривания помещения и проверки исправности системы газоснабжения. Проверить исправность электропроводки, труб газоснабжения, водопровода и канализации.

Откройте все двери и окна для просушки здания, уберите мусор и дайте возможность полам и стенам высохнуть. Уберите грязь с пола и стен, откачайте воду из подвалов.

Не пользуйтесь источниками электроэнергии, пока не будет проверена электрическая сеть.

#### **4.6. Меры по уменьшению последствий аварий на гидродинамических опасных объектах.**

Безопасность населения при катастрофическом затоплении обеспечивается заблаговременным осуществлением мер, направленных на его предотвращение или ограничение его масштабов. К числу таковых относятся:

- а) административные:
  - - правильный выбор места размещения плотины и населенных пунктов;
  - ограничение строительства жилых домов и объектов экономики в местах, подверженных действию возможной волны прорыва;
  - эвакуация населения, причем в зонах где время добегания прорывной волны после разрушения плотины составляет до 4 часов.
- б) инженерно-технические:
  - обвалование населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий;
  - создание надежных дренажных систем;
  - берегоукрепительные работы для предотвращения оползней, обрушений и пр.;
  - устройство гидроизоляции и специальных укреплений на зданиях и сооружениях;

- насаждение низкоствольных лесов из тополей, ив, ольхи и березы, что увеличивает шероховатость поверхности и способствует уменьшению скорости волны прорыва.

Основные меры по защите населения при авариях на гидродинамических опасных объектах;

- своевременное оповещение населения об угрозе катастрофического затопления и принятие необходимых мер для его защиты; В случае аварии на гидротехническом сооружении немедленно используются все средства оповещения населения - сирены, радио, телевидение, телефон и средства громкоговорящей связи.

- самостоятельный выход населения из зоны возможного катастрофического затопления до подхода волны прорыва;

- организованная эвакуация населения в безопасные районы до подхода волны прорыва;

- укрытие населения на незатопленных частях зданий и сооружений, а также на возвышенных участках местности;

- организация и проведение аварийно-спасательных работ в зоне затопления;

- оказание квалифицированной и специализированной помощи пострадавшим;

- проведение неотложных работ по обеспечению жизнедеятельности населения.

#### **4.7. Материальный ущерб от аварий на гидродинамических опасных объектах.**

В обобщенном виде последствия аварий выражаются с помощью показателей материального ущерба.

Материальный ущерб от аварий оценивается числом единиц разрушенных, поврежденных, вышедших из строя объектов и сооружений, а также в денежном выражении. Различают прямой и косвенный материальный ущерб.

*К прямому материальному ущербу относятся:*

- повреждение и разрушение гидротехнических сооружений, жилых и производственных зданий, железных и автомобильных дорог, линий электропередач и связи, мелиоративных систем;

- гибель скота и урожая сельскохозяйственных культур;

- уничтожение и порча сырья, топлива, продуктов питания, кормов, удобрений;

- затраты на временную эвакуацию населения и перевозку материальных ценностей в незатапливаемые места;

- смыв плодородного слоя почвы и занесение почвы песком, глиной или камнями.

*К косвенному материальному ущербу относятся:*

- затраты на приобретение и доставку в пострадавшие районы продуктов питания, одежды, медикаментов, строительных материалов и техники, кормов для скота;
- сокращение выработки промышленной и сельскохозяйственной продукции и замедление темпов развития народного хозяйства;
- ухудшение условий жизни местного населения;
- невозможности рационального использования территории, находящейся в зоне возможного затопления;
- возникновение заболеваний и эпидемий в результате разрушения канализационных систем.

### **Контрольные вопросы:**

1. Виды гидродинамических опасных объектов.
2. Классификация гидротехнических сооружений напорного типа.
3. Виды аварий на гидродинамических опасных объектах.
4. Катастрофическое затопление. Характеристика зон катастрофического затопления.
5. Причины гидродинамических аварий.
6. Поражающие факторы гидродинамических аварий.
7. Правила безопасного поведения при гидродинамических авариях.
8. Действия в случае внезапной гидродинамической аварии. Что делать, если вы оказались в воде.
9. Меры по уменьшению последствий аварий на гидродинамических опасных объектах.
10. Материальный ущерб от аварий на гидродинамических опасных объектах.

## Тема 5. Транспортные аварии и катастрофы

Днем и ночью в железнодорожных поездах, автомобилях и автобусах, на морских и речных судах, на самолетах едут, плывут, летят по стране люди, едут на заводы и стройки, в учебные заведения, на курорты и в туристические лагеря. В наше время трудно найти человека, которые не пользуются услугами различных видов транспорта.

Однако развитие транспортной системы, повышение ее роли в обществе сопровождается негативными факторами, среди которых наиболее отрицательным является высокий уровень аварийности транспортных средств и дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП).

Любое транспортное средство – источник повышенной опасности. Это связано с возможными ДТП, крушениями и авариями пассажирских поездов, воздушных и морских судов, травмами при посадке в транспортное средство и в процессе его движения.

Ежегодно в России транспортом перевозится более 3,5 млрд тонн грузов, из них:

- железнодорожным транспортом — около 50% от общего количества;
- автомобильным транспортом — 39%;
- внутренним водным транспортом — 8%;
- морским транспортом — 3%.

Ежесуточные перевозки людей превышают 100 млн человек, в том числе:

- по железной дороге — около 47%;
- автотранспортом — 37%;
- авиацией — 15%;
- речными и морскими судами — 1%.

При этом в среднем гибнет на 1 млрд пассажиро километров в автомобильных перевозках — 33,415 человек, воздушных — 1,065. В железнодорожных авариях людские потери значительно ниже.

В целом транспортно-дорожная безопасность человека как пассажира и пешехода обеспечивается высоким уровнем профессиональной подготовки водителей (машинистов, пилотов), конструктивными свойствами транспортных средств, составляющими их техническую безопасность, а также строгим и неукоснительным выполнением пассажирами, пешеходами правил пользования различными видами транспорта и правил дорожного движения. Вместе с тем участники транспортного потока в силу неправильных действий либо поведения могут создавать опасные дорожно-транспортные ситуации как на самом транспортном средстве, так и вне его. При этом под участниками транспортного потока понимаются лица, принимающие непосредственное участие в процессе движения как водитель (машинист, пилот и т. п.), пассажир транспортного средства, пешеход.

Транспорт является источником опасности не только для его пассажиров, но и для населения, проживающего в зонах транспортных магистралей, поскольку по ним перевозится большое количество легковоспламеняющихся, химических, радиоактивных, взрывчатых и других веществ, представляющих при аварии угрозу жизни и здоровью людей. Такие вещества составляют в общем объеме грузоперевозок около 12%.

По классификации Российской академии естественных наук и Московского института пожарной безопасности *опасные транспортные средства относятся к 4-му классу по основному виду опасности*. К ним относятся транспортные средства, которые перевозят большое количество пассажиров или дорогостоящие неопасные грузы, а также опасные транспортные сооружения, в том числе:

1. Суда морские пассажирские;
2. Суда морские грузопассажирские;
3. Паромы морские железнодорожные и автомобильно-транспортные;
4. Суда морские контейнеровозы, трайлеровозы, лихтеровозы;
5. Суда речные пассажирские и грузопассажирские;
6. Суда морские и речные прочие;
7. Самолеты пассажирские магистральные;
8. Самолеты транспортно-грузовые;
9. Авиационная техника прочая;
10. Поезда железнодорожные пассажирские;
11. Поезда железнодорожные товарные;
12. Поезда метрополитена;
13. Мосты железнодорожные;
14. Тоннели железнодорожные;
15. Тоннели метрополитена;
16. Эскалаторы метрополитена;
17. Средства железнодорожные прочие;
18. Автобусы;
19. Троллейбусы;
20. Трамваи;
21. Мосты автодорожные;
22. Опасные транспортные средства прочие.

### **Транспортные аварии (катастрофы).**

Не все опасные ситуации разрешаются благополучно, значительная их часть заканчивается транспортными авариями.

*Транспортная авария* – это авария транспортного средства, повлекшая за собой гибель людей или причинившая пострадавшим тяжелые телесные повреждения, уничтожение и повреждение транспортных сооружений и средств или ущерб окружающей природной среде.

Транспортные аварии разделяют по видам транспорта, на котором они произошли, и по поражающим факторам опасных грузов.

*Опасный груз* – это опасное вещество, материал, изделие и отходы производства, которые вследствие их специфических свойств при транспортировании или перегрузки могут создать угрозу жизни и здоровью людей, вызвать загрязнения окружающей природной среды, повреждение или уничтожение транспортных сооружений, средств и иного имущества.

*Транспортная катастрофа* - это транспортная авария с трагическими последствиями, связанными с гибелью людей.

Лучший способ повысить личную транспортно-дорожную безопасность – это не создавать аварийные ситуации, а в случае их возникновения (не зависимо в следствие чего они возникли) успешно им противодействовать.

### **Классификация ДТП.**

Число происшествий, квалифицируемых как дорожно-транспортные, весьма велико и, естественно, они должны быть классифицированы в зависимости от тяжести их последствий.

*Все ДТП подразделяются на три группы:*

- ДТП, в которых погибли или получили ранения люди;
- ДТП с материальным ущербом без пострадавших, а также ДТП, в которых люди получили легкие телесные повреждения и не относятся к числу раненых;
- отдельные ДТП, которые по формальным признакам могут быть квалифицированы как дорожно-транспортные, но сведения о них в государственную статистическую отчетность не включаются.

По статистике, чрезвычайные ситуации обусловленные ДТП, по количеству стоят на 2-м месте после пожаров. В среднем в расчете на каждые 10 тыс. транспортных средств совершается 56 ДТП.

### **5.1. Аварии на железнодорожном транспорте.**

Этот вид транспорта существенно проигрывает авиационному – в удобстве и гибкости обслуживания пассажиров. Однако в пригородных перевозках, в обеспечении связи больших городов с городами – спутниками ж/д транспорт не имеет себе равных.

Пассажир, воспользовавшись услугами ж/д транспорта, находится в зоне повышенной опасности. Это связано с возможными крушениями и авариями пассажирских поездов, травмами при посадке и движении поезда, нарушениями пожарной безопасности. Постоянную опасность представляет система электроснабжения. Особенно опасно, если в результате аварии провода линии электропередач оказываются внизу: может произойти поражение не только от непосредственного контакта, но и от шагового напряжения. Кроме того по железной дороге перевозятся

опасные грузы – от топлива и нефтепродуктов до радиоактивных отходов. Поэтому опасность может возникнуть не только от непосредственной аварии поезда, но и от попадания его в опасную зону, образовавшуюся вследствие аварии на других объектах, расположенных вблизи ж/д пути. Опасными зонами на ж/д транспорте являются: ж/д пути и переходы, вокзалы, посадочные платформы и собственно вагон.

*Крушение поезда* – это столкновение пассажирского или грузового поезда с другим поездом или подвижным составом, сход поезда с ЖД пути, результат которых гибель и ранение людей, разрушение локомотива или вагонов.

Чаще всего происходит сход подвижного состава с рельсов, столкновения, наезды на препятствия на переездах, пожары и взрывы непосредственно в вагонах (рис. 5.1). Не исключаются размыты железнодорожных путей, обвалы, оползни, наводнения. При перевозке опасных грузов, таких как газы, легковоспламеняющиеся, взрывоопасные, ядовитые и радиоактивные вещества, происходят взрывы, пожары. Ликвидировать такие аварии очень сложно. Тем не менее, ехать в поезде примерно в три раза безопаснее, чем лететь на самолете, и в 10 раз безопаснее, чем ехать в автомобиле.

Несколько примеров серьезных железнодорожных аварий и катастроф.

- 4 июня 1988 года. г. Арзамас. В 9.30. в 300 м от вокзала взорвались три вагона с промышленной взрывчаткой. Уничтожены: локомотив, 11 вагонов, 250 м железнодорожных путей; разрушены: вокзал и 185 близлежащих зданий.

- 3 июня 1989 года. Республика Башкортостан, Произошла железнодорожная катастрофа. В зоне взрыва продуктопровода оказались два встречных поезда. Разрушено 350 м пути. Взрывная волна сбросила с полотна 11 вагонов, 7 из которых полностью сгорели. В поездах находилось более 1300 человек. Многие погибли, еще больше людей получили ожоги и травмы.

- крушением века называют столкновение сразу трех поездов 22 декабря 1990 года. на станции Ельниково Южной дороги. Сгорели полностью 7 вагонов. Не обошлось и без жертв (рис. 5.2).

*Железнодорожная авария* – авария на железной дороге, повлекшая за собой повреждение одной или нескольких единиц подвижного состава до степени капитального ремонта и (или) гибель одного или нескольких человек, причинение пострадавшим телесных повреждений различной тяжести либо полный перерыв движения на аварийном участке, превышающий нормативное время.



Рис. 5.1. Авария электрички из-за неисправности железнодорожного пути



Рис. 5.2. Крушение железнодорожного поезда

Среди катастроф, крушений поездов и аварий различают:

- сход подвижного состава с рельсов;
- столкновения;
- наезды на препятствия на переездах;
- пожары и взрывы на подвижном составе;
- столкновения поездов между собой.

*Следствием аварий и катастроф* на станциях и перегонах являются:

- взрывы опасных грузов, приводящие к разрушению пути, вагонов, локомотивов, сооружений, зданий депо;
- пожары подвижного состава, станционных построек и других сооружений;
- разлив и выброс в атмосферу агрессивных или ядовитых веществ;
- поражение железнодорожных работников, пассажиров огнем, взрывами, ядовитыми жидкостями и газами;
- значительный материальный ущерб железнодорожному хозяйству, уничтожение перевозимых грузов.

В зависимости от численности пострадавших *различают 5 категорий железнодорожных аварий и катастроф*:

- первая категория – пострадали 1-5 человек
- вторая категория – пострадали 6-11 человек
- третья категория – пострадали 16-30 человек
- четвертая категория – пострадали 31-50 человек
- пятая категория- пострадали более 50 человек.

### **5.1.1. Основные причины крушения железнодорожных поездов.**

*Основными причинами крушения поездов* на железных дорогах чаще всего обусловлены следующими причинами:

- нарушениями при переводе стрелок, неисправными тормозами, засыпание машиниста локомотива, ошибочным восприятием им сигналов, несогласованностью действий с руководителями маневровых работ, невнимательность и халатность машинистов;
- неудовлетворительным состоянием путей (50% всех аварий), подвижного состава (43% всех аварий), взломом рельсов, нарушением технологии ремонта путей, средств сигнализации, централизации и блокировки;
- взрывами в поездах или цистернах;
- взрывами рядом с поездом;
- пожарами в поезде (рис. 5.3);
- столкновение поезда на переезде с автотранспортной техникой (нарушения правил переезда железнодорожных путей автомобильным транспортом) и др.

Более 40% железнодорожных аварий происходят по вине путейских рабочих.



Рис. 5.3. Пожар железнодорожной цистерны

### **5.1.2. Правила безопасного поведения при пользовании железнодорожным транспортом.**

*При ожидание поезда* на платформе не устраивайте подвижные игры. Не бегите по ней рядом с вагоном прибывающего поезда и не стойте ближе 2 м от края платформы во время прохождения состава. Подходите непосредственно к вагону после полной остановки поезда. Посадку в вагон и выход из него производите только со стороны перрона или посадочной платформы.

Знайте, что с точки зрения безопасности самые лучшие места в поезде – центральные вагоны, купе с аварийным выходом-окном или расположенное ближе к выходу из вагона, нижние полки.

Как только Вы оказались в вагоне, узнайте, где расположены аварийные выходы и огнетушители.

*При движении поезда* соблюдайте следующие правила: не открывайте наружные двери, не стойте на подножках и не высовывайтесь из окон; тщательно укладывайте багаж на верхних багажных полках; не срывайте без крайней необходимости стоп-кран; запомните, что даже при пожаре нельзя останавливать поезд на мосту, в тоннеле и в других местах, где осложниться эвакуация; курите только в установленных местах; не возите с собой горючие, химически- и взрывоопасные вещества; не включайте в электросеть вагона бытовые приборы; при запахе горелой резины или появлении дыма немедленно обращайтесь к проводнику.

Если Вы оказались в вагоне, поезд тронулся необходимо помнить, *как уменьшить опасные последствия железнодорожной катастрофы*:

- тяжелые вещи ставьте вниз, так как при толчке они могут свалиться с верхних полок и нанести травму;
- не загромождайте на ночь двери купе (в темноте и без того трудно выбраться наружу при крушении);
- запомните, где лежит ваша одежда, документы и деньги (это пригодится при необходимости срочно покинуть вагон);
- на ночь убирайте со столика в купе посуду, бутылки, чтобы при толчке осколки не поранили вас.

### **5.1.3. Поведение во время крушения (столкновения) железнодорожного поезда.**

При крушении (столкновении) или экстренном торможении:

- закрепитесь, чтобы не упасть, ухватитесь за поручни, выступы полок или другие неподвижные части вагона или сгруппируйтесь и прикройте голову руками во избежание травм. Безопаснее всего опуститься на пол вагона;
- при переворачивании вагона крепко держитесь руками, упритесь ногами в верхнюю полку, стену, закройте глаза, чтобы избежать попадания в них осколков стекол;
- после того как вагон обретет устойчивость, осмотритесь, наметьте пути к выходу;
- после первого удара не расслабляйтесь и держите все мышцы напряженными до тех пор, пока не станет окончательно ясно, что движения больше не будет.

### **5.1.4. Действия после железнодорожной аварии.**

*Сразу после аварии быстро* выбирайтесь из вагона через дверь или окна – аварийные выходы (в зависимости от обстановки), так как высока вероятность пожара. Выходите из вагона по одному. При необходимости разбивайте окно купе только тяжелыми подручными предметами (очистите рамы от осколков). При покидании вагона через аварийный выход выбирайтесь только на полевую сторону железнодорожного пути, взяв с собой документы, деньги, одежду или одеяла (оставляйте вещи в вагоне).

*При пожаре в вагоне* немедленно сообщите об этом проводнику, громко, отчетливо и спокойно объявите пассажирам о случившемся, разбудите спящих пассажиров и возьмите на руки маленьких детей, закройте окна, чтобы ветер не раздувал пламя, и уходите от пожара в передние вагоны. Если не возможно – идите в конец поезда, плотно закрывая за собой все двери. Прежде чем выйти в коридор, подготовьте защиту для дыхания: шапки, шарфы, куски ткани, смоченные водой. Используйте огнетушители и подручные средства (одеяла, мокрые тряпки и т.п.), вместе с пассажирами попытайтесь потушить огонь. Если огонь отрезал вас от выходов, войдите в купе или туалет, плотно прикрыв за собой дверь, откройте окно, давайте сигнал о своем местонахождении, размахивая платком, шарфом и т.п.

Помните о том, что при пожаре материал, которым облицованы стены вагонов малминит, выделяет токсичный газ, опасный для жизни.

*Оказавшись снаружи*, немедленно включайтесь в спасательные работы: при необходимости помогите пассажирам других купе разбить окна, вытаскивайте пострадавших, детей и пострадавших выносите на руках и т.д.

*Если при аварии разлилось топливо*, отойдите от поезда на безопасное расстояние, т.к. возможен пожар и взрыв.

Если *токонесущий провод оборван и касается земли*, удаляйтесь от него прыжками или короткими шажками, чтобы обезопасить себя от шагового напряжения. Расстояние, на которое растекается электроток по земле, может быть от двух (сухая земля) до 30 м (влажная).

## **5.2. Аварии на автомобильном транспорте.**

### **5.2.1. Причины аварий на автомобильном транспорте.**

Около 75% всех аварий на автомобильном транспорте происходит из-за нарушения водителями правил дорожного движения. Наиболее опасными видами нарушений по-прежнему остаются превышение скорости, игнорирование дорожных знаков, выезд на полосу встречного движения и управление автомобилем в нетрезвом состоянии. Очень часто приводят к авариям плохие дороги (главным образом скользкие), неисправность машин (на первом месте – тормоза, на втором – рулевое управление, на третьем – колеса и шины). К серьезным ДТП приводят невыполнение правил перевозки опасных грузов и несоблюдение при этом необходимых требований безопасности.

В салоне автомобиля маленькие дети, шалящие и шумящие, являются сильным отвлекающим фактором. В 24% аварийных ситуаций именно малыши и подростки становятся причиной невнимательности тех, кто сидит за рулем.

На втором месте в печальном списке находится разговоры по мобильному телефону. Они становятся причиной аварий 12% случаев. Среди прочих отвлекающих факторов отмечается назойливость и болтливость пассажиров, домашних животных, еду или перемещение вещей по салону автомобиля.

Особенность автомобильных аварий состоит в том, что 80% раненых погибает в первые три часа из-за обильных кровопотерь. Кровопотеря в течение первого часа бывает столь велика и сильна, что даже блестяще проведенная операция оказывается бесполезной. Здесь очень важна первая доврачебная помощь. Однако уровень медицинской подготовки работников ГБДД крайне низок или отсутствует вовсе. Подготовка населения и тех, кто сидит за рулем, практически равна нулю. Вот почему смертность от ДТП у нас 10-15 раз выше, чем во всем мире.

Одним из самых распространённых ДТП является наезд транспортных средств на пешеходов. В среднем эти происшествия составляют 35-40 %, и в отдельных городах и населённых пунктах – до 80 % от их общего числа. Большинство таких происшествий – 70 %-совершается по вине самих пешеходов. Так, только в странах Европы ежегодно гибнет около 130 тысяч человек и около 2,4 миллиона получает телесные повреждения.

Различают следующие виды ДТП:

- наезды на людей и другие подвижные объекты, находящиеся в полосе движения автомобиля;
- наезды на неподвижные объекты, в том числе и на неподвижно стоящие на дороге транспортные средства, на путепроводы (при несоблюдении высоты перевозимого груза (рис. 5.4)) и др.;
- столкновение автомобилей друг с другом и другими средствами;
- опрокидывание транспортных средств в результате заноса, потери управления, неблагоприятных дорожных условий, применением водителем резких или неправильных приемов управления.

### 5.2.2. Аварии легкового транспорта.

В случае аварии легкового автомобиля (столкновение со встречной машиной, падения машины с насыпи и др.) последствия могут быть самыми трагическими. Соблюдение элементарных правил безопасности значительно увеличит шансы на выживание при автомобильных авариях.



Рис. 5.4. Автомобильная авария, связанная с превышением высоты перевозимого груза

### **5.2.2.1. Действия водителя, когда удар от столкновения неизбежен.**

Сохраняйте самообладание – это позволит управлять машиной до последней возможности.

До предела напрягите все мышцы, не расслабляйтесь до полной остановки. Сделайте все, чтобы уйти от встречного удара: кювет, забор, кустарник, даже дерево лучше идущего на Вас автомобиля.

Помните о том, что при столкновении с неподвижным предметом удар левым или правым крылом хуже, чем всем бампером. При неизбежности удара защитите голову. Если автомашина идет на малой скорости, вдавитесь в сиденье спиной, и, напрягая все мышцы, упритесь руками в рулевое колесо. Если же скорость превышает 60 км/ч и Вы не пристегнуты ремнем безопасности, прижмитесь грудью к рулевой колонке. Если Вы едете на переднем месте пассажира, закройте голову руками и завалитесь на бок, распростершись на сидении. Сидя на заднем сидении, постарайтесь упасть на пол. Если рядом с Вами ребенок – накройте его собой.

*После того как удар произошел* первым делом надо определиться, где и в каком положении вы находитесь, нет ли пожара, не подтекает ли бензин. В зависимости от ситуации двигайтесь к выходу. Если двери не открылись, надо открывать или разбивать окна.

### **5.2.2.2. Действия водителя, если машина упала в воду.**

При падении в воду машина может держаться на плаву некоторое время, достаточное для того, чтобы покинуть ее. Выбирайтесь через открытое окно, т.к. при открывании двери машина резко начнет тонуть.

При погружении на дно с закрытыми окнами и дверьми воздух в салоне автомобиля держится несколько минут. Включите фары (чтобы машину было легче искать), активно провентилируйте легкие (глубокие вдохи и выдохи позволяют наполнить кровь кислородом «впрок»), избавьтесь от лишней одежды, захватите документы и деньги.

Выбирайтесь из машины через дверь или окно при заполнении машины водой наполовину, иначе Вам помешает поток воды, идущей в салон. При необходимости разбейте лобовое стекло тяжелыми подручными предметами. Протиснитесь наружу, взявшись руками за крышу машины, а затем резко плывите вверх. Оказавшись вне машины, помните, что у вас не меньше 30 – 40 секунд. Этого достаточно, чтобы выплыть на поверхность.

Каждому гражданину необходимо знать, *что делать, если произошла авария:*

- остановиться, включить аварийную световую сигнализацию или выставить знак аварийной остановки;
- вытащить пострадавшего из машины;
- срочно в первые 20 минут оказать первую медицинскую помощь (через 30 минут может быть поздно);

- используя автомобильную аптечку остановить кровотечение;
- смазать йодом и перевязать раны;
- зафиксировать подручными материалами переломы конечностей;
- вызвать «Скорую помощь» или отправить пострадавшего в медучреждение на попутной машине, записав номер и фамилию водителя;
- записать адреса и фамилии свидетелей;
- вызвать работников ГИБДД;
- заполнить необходимые документы о ДТП.

### **5.2.3. Аварии общественного транспорта.**

В единой транспортной системе важное место занимает городской транспорт. Он представлен различными видами транспортных средств, осуществляющих перевозку пассажиров и грузов. Это – автобусы, трамваи троллейбусы, такси, грузовые и личные автомобили, а также метрополитен.

#### ***5.2.3.1. Причины аварий на общественном транспорте.***

Интенсивность транспортных потоков, низкая квалификация водителей, недисциплинированность участников дорожного движения и другие обстоятельства являются *причиной огромного количества аварий* (в основном автодорожных), многие из которых заканчиваются трагически. Основными видами аварий городского транспорта являются: опрокидывания, столкновения транспортных средств, наезды на пешеходов, животных и неподвижные препятствия. В настоящее время автомобильный транспорт стал наиболее опасен. Его жертвами становятся водители, пассажиры и пешеходы. По нашим дорогам сплошным потоком едут (и с большой скоростью) легковые и грузовые автомобили, автобусы, мотоциклы, всегда есть опасность того, что эти «самодвижущиеся повозки» (так называли когда-то первые автомобили) столкнутся друг с другом и т. д. (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Авария общественного транспорта

### **5.2.3.2. Правила поведения при поездках в общественном транспорте.**

При поездках в общественном транспорте пассажирам необходимо соблюдать следующие *правила поведения*:

- обратить внимание на расположение аварийных и запасных выходов;
- при возникновении какой - либо опасной ситуации в первую очередь действовать по указанию водителя трамвая, троллейбуса или автобуса;
- не выходить из вагона трамвая, когда водитель переводит стрелку;
- не прыгать в трамвай (троллейбус, автобус) на ходу;
- выходить из общественного транспорта следует осторожно, чтобы не попасть под движущийся транспорт;
- при нахождении около дверей остерегаться ушибов рук дверями подвижного состава;
- не высовываться из окон, опасаясь быть задетым движущимся транспортом или каким либо препятствием;
- при подходе транспорта к остановке не приближаться к нему менее чем на полметра, чтобы не быть задетым их выступающими частями и случайно не попасть под колеса;
- не трогать без необходимости ручки и механизмы управления дверями;
- запрещается разговаривать с водителем во время движения;
- запрещается подходить к общественному транспорту , особенно трамваю или троллейбусу, у которого выставлены оградительные знаки аварийной остановки;
- при движении необходимо крепко держаться за поручни;
- в темное время суток ожидайте транспорт на освещенном месте;
- в пустом транспорте занимайте место в передней части недалеко от водителя
- следите за своими вещами;
- после высадки автобус обходите сзади, а трамвай – спереди.

### **5.2.3.3. Действия в случае аварии (столкновения):**

- сгруппируйтесь, крепче ухватитесь за поручни, старайтесь избежать падения;
- если вы в кресле, упритесь ногами в пол, руками в переднее сидение, а голову наклоните вперед;
- после остановки покиньте транспортное средство через двери, окна или аварийные выходы, выдернув специальный шнур и выдавив стекло;
- помогите пострадавшим;
- электрическое питание трамваев и троллейбусов создает дополнительную угрозу поражения человека электричеством (особенно в дождливую погоду), поэтому наиболее безопасными являются сидячие

места. Если обнаружилось, что салон находится под напряжением – покиньте его.

#### **5.2.3.4. Действия в случае возникновения пожара в автобусе, трамвае или троллейбусе:**

- немедленно сообщить о пожаре водителю и пассажирам;
- потребуйте остановиться и открыть двери (или нажмите кнопку аварийного открывания дверей);
- постарайтесь использовать для тушения очага пожара огнетушитель в салоне и подручные средства;
- Будьте осторожны! В троллейбусах и трамваях металлические части могут оказаться под напряжением в результате нарушения защитной изоляции проводов;
- при необходимости используйте для эвакуации аварийные люки в крыше и выходы через боковые окна, которые следует открывать по инструкции, имеющейся на них. Если надо, выбейте ногами стекла. Не касайтесь металлических частей, так как в трамвае и троллейбусе возможно поражение электричеством.
- в транспорте обычно имеются материалы, выделяющие при горении ядовитые газы, поэтому покидать салон быстро, закрывая рот и нос платком, шарфом или элементами одежды;
- выбравшись из салона, отойдите подальше, так как могут взорваться баки с горючим или произойти замыкание высоковольтной сети;
- немедленно по телефону или через водителей проезжающих машин сообщите о пожаре в пожарную часть, окажите посильную помощь пострадавшим.

#### **5.2.3.5. Действия после аварии (столкновения).**

Определитесь, в каком месте автомобиля, и в каком положении Вы находитесь, не горит ли автомобиль и не подтекает ли бензин (особенно при опрокидывании). Если двери заклинены, покиньте салон автомобиля через окна, открыв их или разбив тяжелыми подручными предметами. Выбравшись из машины, отойдите от нее как можно дальше – возможен взрыв.

При падении автобуса в воду дождитесь заполнения салона водой наполовину, задержите дыхание и выныривайте через дверь, аварийный выход или разбитое окно.

### **5.3. Аварии на воздушном транспорте.**

#### **5.3.1. Причины аварий на воздушном транспорте.**

В гражданской авиации случаи полного или частичного разрушения воздушного судна, имеющего на борту пассажиров, принято называть авиационными происшествиями. Они могут произойти на воздухе и на земле. Причины аварийности на воздушном транспорте – моральное и физическое старение парка воздушных судов, ухудшение качества

техобслуживания и ремонта авиа техники, снижение требований к безопасности полетов, ошибки пилотирования.

Авиакатастрофы делятся на катастрофы, аварии и поломки.

*Авиакатастрофа* – опасное происшествие на воздушном судне, в полете или в процессе эвакуации, приведшее к гибели или пропажи без вести людей, причинению пострадавшим телесных повреждений, разрушению или повреждению судна и перевозимых на нем материальных ценностей.

*Основные причины аварий:*

- ошибки человека	50-60%,
- отказ техники	15-30%,
- воздействие внешней среды	10-20%,
- прочие	5-10%.

*По элементам полета причины аварий распределяются:*

- взлет	30%,
- крейсерский полет	18%,
- заход на посадку	16%,
- посадка	36%.

Возможны следующие *типы аварийных ситуаций в полете:*

- разряжение воздуха в салоне;
- пожар в самолете;
- удар при падении или посадке самолета (рис.5.6).



Рис. 5.6. Авария самолета при посадке

Несмотря на принимаемые меры, количество аварий и катастроф не уменьшается. Гражданам необходимо знать основные понятия и положения безопасности при пользовании воздушным транспортом.

*Декомпрессия* – это разряжение воздуха в салоне самолета при нарушении его герметичности. Быстрая декомпрессия обычно начинается с оглушительного рева (уходит воздух). Салон наполняется пылью и туманом. Резко снижается видимость. Из легких человека быстро выходит воздух, и его нельзя задержать. Одновременно могут возникнуть звон в ушах и боли в кишечнике.

При разряжении воздуха в салоне самолета, не дожидаясь команды, немедленно наденьте кислородную маску. Не пытайтесь оказать кому-либо помощь до того, как сами наденете маску, даже если это Ваш ребенок: если Вы не успеете помочь себе и потеряете сознание, вы оба окажетесь без кислорода. Сразу же после надевания маски пристегните ремни безопасности и подготовьтесь к резкому снижению.

### ***5.3.2. Действия при «жесткой» посадке и после нее:***

- перед каждым взлетом и посадкой тщательно подгоняйте ремень безопасности. Он должен быть плотно закреплен как можно ниже у Ваших бедер;
- проверьте, нет ли у Вас над головой тяжелых вещей;
- полезно держать под рукой на коленях небольшую сумку с мягкими вещами, которая может смягчить удар при аварии;
- желательно быть в верхней одежде: пальто или куртка (не синтетика!) могут защитить вас от ожогов, если придется выбираться из пожара;
- оставайтесь в обуви – на случай, если вам придется идти по осколкам, горящему пластику;
- туфельки на шпильках женщинам следует снять лишь перед надувным трапом и не выпускать обувь из рук, чтобы на земле обуться;
- снять галстук, очки, заколки – в экстремальных ситуациях опасна даже авторучка в боковом кармане.

Аварии на взлете и посадке внезапны, поэтому обращайтесь внимание на дым, резкое снижение, остановку двигателей и т.д. Освободите карманы от острых предметов, согнитесь и плотно сцепите руки под коленями (или схватитесь за лодыжки). Голову уложите на колени или наклоните ее как можно ниже. Ноги уприте в пол, выдвинув их как можно дальше, но не под переднее кресло. В момент удара максимально напрягитесь и подготовьтесь к значительной перегрузке. Ни при каких обстоятельствах не покидайте своего места до полной остановки самолета, не поднимайте панику.

### 5.3.3. Действия при возникновении пожара в самолете.

При пожаре после остановки самолета (рис. 5.7) следует направиться к ближайшему выходу при этом:

- защитите открытые участки тела от прямого воздействия огня, используя имеющуюся одежду, пледы и т.д.;

- *Помните! Дым, а не огонь - первая опасность.* Не дышите дымом, пригнитесь или даже пробирайтесь на четвереньках, внизу салона дыма меньше. Дышите только через хлопчатобумажные или шерстяные элементы одежды, по возможности, смоченные водой;

- немедленно направляйтесь к ближайшему выходу, так как высока вероятность взрыва, избегайте выхода через люки, вблизи которых имеется открытый огонь или сильная задымленность;

- не стойте в толпе у выхода, если очередь не двигается, ищите другие выходы. Если переход завален, пробирайтесь через кресла, опуская их спинки;

- при эвакуации избегайтесь от ручной клади, это может стоить вам жизни;

- будьте решительны и дисциплинированы, боритесь с паникой на борту любыми средствами, окажите помощь стюардессе;

- не становитесь сами причиной пожара, учитывайте наличие на борту самолета значительного количества топлива и других горючих жидкостей и материалов (в качестве декоративно-отделочных материалов применяются горючие пластмассы, обладающие высокой дымообразующей способностью и выделяющие высокотоксичные продукты неполного сгорания при горении в замкнутом пространстве);

- выходя через аварийный люк, действуйте по правилу: сначала нога, потом голова;



Рис. 5.7. Пожар самолета при аварийной посадке

- при необходимости прыжка не опасайтесь возможных травм – остаться в салоне самолета при угрозе пожара и взрыва гораздо опаснее;
- после выхода из самолета удалитесь от него как можно дальше и лягте на землю, прижав голову руками – возможен взрыв;
- не создавайте помех работе аварийно-спасательных команд;
- в любой ситуации действуйте без паники и решительно, это способствует Вашему спасению.

#### **5.4. Аварии на водном транспорте.**

Катастрофы на море – самый древний вид аварии общественного транспорта. Как утверждают знатоки, дно наиболее «оживленных» морей буквально устлано останками кораблей, потерпевших крушения за многие века.

##### ***5.4.1. Причины возникновения аварий на водном транспорте.***

Катастрофы на воде происходят как по вине ураганов, штормов, льдов, так и из-за ошибок кораблестроителей, капитанов, лоцманов и членов экипажа.

Много аварий происходит из-за ошибок при проектировании и строительства судов. Половина из них является следствием неумелой эксплуатации. Основной причиной аварий – является человек. Часты столкновения (рис. 5.8) и опрокидывания судов (рис. 5.9), посадка на мель, взрывы и пожары на борту, неправильное расположение грузов и плохое их крепление, розлив нефтепродуктов и ядовитых веществ.

К работам по ликвидации последствий аварии, катастроф и спасению утопающих привлекаются все члены экипажа. При необходимости капитан может обратиться и к другим лицам, находящимся на судне. Он руководит всеми работами. К работам по спасению судна привлекаются специальные суда-спасатели, буксиру, пожарные катера, экипажа других плавательных средств, специальные подразделения аварийно-спасательных, судоподъемных и подъемно-технических работ.

Основные задачи при ликвидации аварий: спасение людей, терпящих бедствие, борьба за живучесть корабля, ликвидация пожара, пробоин.

Из-за невозможности покинуть судно люди попадают в чрезвычайно сложную обстановку, когда их шансы на спасение минимальны.

Риск для жизни человека при пользовании услугами морского транспорта существенно выше, чем на авиационном и железнодорожном транспорте, но ниже, чем на автомобильном.

##### ***5.4.2. Предварительных меры защиты пассажиров при пользовании услугами морского транспорта.***

Среди предварительных мер защиты пассажиру можно посоветовать:

- ознакомиться с судовыми инструкциями и памятками;
- знать, где хранятся индивидуальные средства спасения-спасательные жилеты (рис. 5.10) и научиться пользоваться ими;
- узнать наиболее короткий путь на верхнюю шлюпочную палубу;
- запомнить знаки тревожного оповещения.



Рис. 5.8. Столкновение судов



Рис. 5.9. Опрокидывание судна



Рис. 5.10. Спасательный жилет

***Пассажиру на судне запрещается:***

- избегать судовых учебных тревог;
- перекладывать индивидуальные средства спасения и использовать их не по назначению;
- отключать громкоговорящую судовую трансляцию.

***5.4.3. Действия пассажиров при высадке с судна на плавательные средства:***

Помните, что решение об оставлении судна принимает только капитан. При высадке с судна выполняйте указания членов экипажа и соблюдайте следующие правила:

- в первую очередь в шлюпках предоставляются места женщинам, детям, раненым и старикам;
- перед посадкой в шлюпку или на спасательный плот наденьте на себя побольше одежды, а сверху – спасательный жилет (рис. 5.10). Если есть возможность, погрузите в шлюпку (5.11, 5.12) одеяла, дополнительную одежду, аварийное радио, питьевую воду и еду;
- если Вы вынуждены прыгать с борта корабля в воду, то желательно с высоты не более 5 м, закрыв рот и нос одной рукой, второй крепко держась за жилет;
- так как в воде с каждым движением увеличиваются потери тепла, плывите только к спасательному средству;

- после погрузки на спасательное средство необходимо отплыть на безопасное расстояние от тонущего судна (не менее 100 м).



Рис. 11. Спасательное средство (шлюпка)



#### 5.12. Современная спасательная шлюпка

##### ***5.4.4. Действия пассажиров при нахождении на плавательных средствах на воде.***

- в открытом море, если нет обоснованной надежды достичь берега или выйти на судовые пути, старайтесь держаться вместе с другими шлюпками вблизи места гибели судна;
- примите таблетки от морской болезни;

- чтобы сберечь тепло, на шлюпке держитесь ближе к другим пострадавшим, делайте физические упражнения;
- держите ноги по возможности сухими. Регулярно поднимайте ноги и двигайте ими для снятия отечности;
- давайте пить только больным и раненым. Никогда не пейте морскую воду. Сохраняйте жидкость в организме, сокращая бесполезные движения. Для сокращения потоотделения днем увлажняйте одежду, а для снижения температуры внутри тела смачивайте водой его наружную оболочку. Употребляйте в день не более 500-600 мл воды, разделив их на многочисленные малые дозы с самой большой дозой вечером.

Помните, что без питья средний взрослый человек может оставаться в живых от 3 до 10 дней. При рационе 500-600 мл воды в сутки разумно действующий взрослый человек способен продержаться даже в тропиках не меньше 10 дней без серьезных изменений в организме;

- питайтесь только аварийным запасом пищи. Без пищи можно прожить месяц и более;
- сохраняйте дымовые шашки до момента, когда появится реальная возможность того, что их заметят. Не применяйте шашки все вместе в надежде обнаружить себя, поручите их применение одному человеку;
- Не паникуйте!

#### ***5.4.5. Действия пассажиров в воде при отсутствии спасательных плавательных средств:***

- находясь в воде, подавайте сигналы свистком или поднятием руки;
- двигайтесь как можно меньше, чтобы сохранить тепло. Потеря тепла в воде происходит в несколько раз быстрее, чем на воздухе, поэтому движения даже в теплой воде должны быть сведены к тому, чтобы только держаться на плаву. В спасательном жилете для сохранения тепла сгруппируйтесь, обхватите руками с боков грудную клетку и поднимите бедра повыше, чтобы вода меньше омывала область паха. Этот способ увеличит расчетный срок выживания в холодной воде почти на 50%;
- если на Вас нет спасательного жилета, поищите глазами какой-нибудь плавающий предмет и ухватитесь за него, чтобы было легче держаться на плаву до прибытия спасателей;
- отдыхайте, лежа на спине.

#### **5.5. Аварии и пожары в метро.**

На сегодняшний день функционирует 5 линий петербургского метро, эксплуатационная длина составляет 113,6 км. Количество станций — 67 (среди них 7 пересадочных узлов), 11 совмещено с вокзалами или железнодорожными станциями. В систему входят 72 вестибюля, 251 эскалатор и 856 турникетов. Имеется 5 эксплуатационных и одно ремонтное депо.

За год в среднем метро перевозит более 800 миллионов пассажиров, что ставит её на 16-е место в мире по уровню загруженности.

#### ***5.5.1. Причины возникновения аварий в метро.***

Сегодня метро стало одним из распространенных и наиболее надежных видов транспорта. Но и здесь могут происходить аварии и катастрофы.

Для строительства метро в нашем городе используются верхние Протерозойские глины, расположенные большей частью на глубине 60-80 м. По своим физико-химическим характеристикам они не могут привести к чрезвычайным ситуациям при строительстве метро. Наибольшую опасность, чреватую возникновением чрезвычайных ситуаций, представляют собой вертикальные и наклонные проходки, т.к. они пересекают самые различные, в т.ч. пльвунные горизонты.

Замыкания, вспышки обмоток электродвигателей, катушек автоматов, коробок контактных рельсов - вот лишь небольшой перечень традиционных источников аварий и катастроф, причин возникновения чрезвычайных ситуаций. В результате неисправностей может произойти внезапное остановка эскалатора, экстренное торможение и остановка электропоезда в туннеле и др.

Население, пользующиеся метро, могут оказаться в различных ситуациях в которых необходимо помнить и использовать некоторые правила безопасного нахождения в метрополитене.

#### ***5.5.2. Действия при экстренной остановке эскалатора:***

-инерция движения бросит вас вперед. Чемодан, который вы придерживали, понесется вперед, сбивая других пассажиров. Вдвое - втрое увеличится скорость спуска того, кто бежал по эскалатору. Человек, сидящий на ступенях, имеет все шансы не только застрять полами одежды в ступеньках или гребенке, но и нырнуть головой вниз;

- если вы что-то уронили на эскалаторе, лучше не пытаться лавировать между ног пассажиров. Дежурный обязан остановить машину по вашей просьбе, и вы соберете свои вещи. А если помощь опаздывает, модно повернуть ручку аварийного тормоза на балюстраде эскалатора;

#### ***5.5.3. Действия, если при технических неполадках поезд стоит в тоннеле:***

- выполняйте все распоряжения машиниста электропоезда;
- если вагон стоит долго и пассажиры начинают задыхаться и падать в обморок, не стоит жалеть окон – разбейте их;
- при эвакуации из вагона выходить стоит через эвакуационные двери, расположенные справа по ходу движения поезда, и двигаться по указанию машиниста к ближайшей станции метро по тропинке только с правой стороны от рельс.

#### **5.5.4. Действия, если пассажиры оказались на пути:**

- если вы что-нибудь уронили на путь метро не надо отчаянно прыгать на путь. Это крайне опасно! Помни, что у дежурного по станции есть специальные клещи;

- если вы все же оказались на пути, прежде всего не пробовать подтянуться или выбраться на край платформы: именно под ней идет 800 – вольтный контактный рельс, и хотя он укрыт кожухом, испытывать его изоляцию не стоит. Если поезд еще не выезжает на станцию, надо бежать к голове платформы (там, где зеленый свет и часы). Если поезд уже показался, остается лечь между рельсами – глубина лотка рассчитана на то, чтобы ходовая часть вагонов не коснулась лежащего человека.

**Действия, если вы заметили бесхозный чемодан, коробку, сумку и т.д.**

- не трогайте предмет.

- постарайтесь организовать охранение.

- срочно сообщить работнику метрополитена. На случай, если в коробке что-то «тикает», каждая станция оборудована специальной комнатой, где подозрительная находка дождетса саперов.

**Три основные правила при пользовании метрополитеном:**

- при нахождении на эскалаторе следует стоять справа, лицом по направлению движения, держаться за поручень, проходить с левой стороны и не задерживаться при сходе с него;

- малолетних детей необходимо держать на руках или за руку, не разрешая им прислоняться к неподвижным частям эскалатора;

- на платформе в ожидании поезда пассажирам следует размещаться равномерно по длине поезда.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ в метрополитене:**

- заходить за ограничительную линию у края платформы и подходить к вагону до полной остановки поезда;

- сидеть на ступеньках эскалатора, облокачиваться и класть вещи на поручни, бежать по эскалатору и платформе;

- спускаться на пути и ходить по ним;

- открывать двери вагона во время движения, задерживать закрытие и открытие дверей на остановках;

- входить на станцию и проезжать в поездах в нетрезвом состоянии;

- курить на станциях и в вагонах;

- провозить пожароопасные, взрывчатые, отравляющие и ядовитые вещества и предметы, бытовые и газовые баллоны.

**Контрольные вопросы:**

1.Транспортные аварии. Классификация ДТП.

2.Аварии на железнодорожном транспорте. Основные причины крушения поездов.

3.Правила безопасного поведения при пользовании железнодорожным транспортом.

4. Поведение во время крушения (столкновения) поезда.
5. Действия после железнодорожной аварии.
6. Аварии на автомобильном транспорте. Основные причины и виды автомобильных ДТП.
7. Аварии на легковом транспорте.
8. Действия водителя, когда удар от столкновения неизбежен.
9. Действия водителя, если автомобильная машина упала в воду.
10. Действия водителя, когда произошла автомобильная авария.
11. Аварии общественного транспорта. Основные причины аварий общественного транспорта.
12. Правила поведения пассажиров при поездках в общественном транспорте.
13. Действия в случае возникновения пожара в автобусе, трамвае или троллейбусе.
14. Аварии на воздушном транспорте. Основные причины аварий на воздушном транспорте.
15. Действия при «жесткой» посадке и после нее.
16. Действия при возникновении пожара в самолете.
17. Аварии на водном транспорте. Основные причины аварий на водном транспорте.
18. Основные меры по защите пассажиров при следовании на водном транспорте.
19. Действия при высадке с судна на плавательные средства.
20. Действия в воде при отсутствии спасательных плавательных средств.
21. Аварии и пожары в метро. Основные причины аварий.
22. Действия, если при технических неполадках ваш поезд стоит в тоннеле.
23. Действия, если Вы все же оказались на железнодорожном пути.

## Тема 6. Аварии на коммунально-энергетических системах

### **6.1. Коммунально-энергетическая система. Основные причины аварийности.**

По классификации Российской академии естественных наук и Московского института пожарной безопасности коммунально-энергетические системы относятся к 5-му классу по основному виду опасности. К ним относятся:

1. Системы централизованного водоснабжения;
2. Системы централизованного газоснабжения;
3. Системы централизованного теплоснабжения;
4. Системы централизованного электроснабжения;
5. Системы канализации.

*Коммунально-энергетическая система* занимает одно из основных мест в топливно-энергетической структуре нашей страны. На долю этого сектора приходится порядка одной трети всей тепловой энергии, которая вырабатывается в стране, а также порядка 13% всей электрической энергии. Вся эта энергия в той или иной степени потребляется системами содержания и эксплуатации предприятий электроснабжения, теплоснабжения и освещения населенных пунктов, а также системой обеспечения водоснабжения.

Конечная цель системы энергоснабжения потребителя - это постоянное и бесперебойное воссоздание естественной среды обитания человека. Это и горячее водоснабжение жилых помещений, и отопление, и освещение.

Разделение энергетики на «большую энергетику» и «отраслевую» также предполагает выделение такого вида, как коммунальная. На самом деле это разделение весьма условно, поскольку вся разница состоит лишь в параметрах и масштабах воспроизводства такой энергии, статусах государственной иерархии и отраслевой принадлежности.

Коммунальный сектор производит подавляющую долю тепловой энергетики на ее же источниках. При этом функционирование всех элементов осуществляется на основе достаточно скромного потенциала энергоносителей - их средние температуры составляют 350<sup>0</sup>С, давление 3 МПа, напряжение до 35 кВт. Также коммунальная энергетика несет достаточно важную социальную нагрузку, ведь именно она обеспечивает эффективное обслуживание конечного потребителя - населения, которое находится в жилых микрорайонах, жилых и общественных зданиях, сельских населенных пунктах.

В сфере жилищно-коммунальных услуг сегодня задействовано около 4200 предприятий коммунальной энергетики, эксплуатирующих около 2370 водопроводных и 1050 канализационных насосных станций, 138 тыс. трансформаторных подстанций, более 70 тыс. муниципальных котельных,

150 тыс. км теплосетей, около 400 тыс. км воздушных и кабельных электросетей, 373 тыс. км водопроводных сетей, канализационных — около 105 тыс. км.

На объектах коммунального хозяйства ежегодно происходит более 120 крупных аварий, материальный ущерб исчисляется десятками миллиардов рублей.

В последние годы каждая вторая авария случалась на сетях и объектах теплоснабжения, каждая пятая — на сетях водоснабжения и канализации.

Аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения в основном происходят в городах и крупных поселках, где наблюдается большое скопление людей, промышленных предприятий. Эти аварии в нашей жизни стали обыденным явлением. Что там авария теплосети или электроснабжения в отдельном доме, предприятии. Теперь "замерзают" целые города.

*Анализ причин аварийности* на объектах жилищно-коммунального хозяйства показывает, что аварии происходят:

- из-за ветхости сетей, некачественной подготовки инженерной инфраструктуры к отопительному сезону - 36%;
- из-за несоблюдения правил технической эксплуатации теплоэнергетического оборудования, неквалифицированных действий обслуживающего персонала – 32%;
- вследствие стихийных бедствий – 21%;
- другие причины (несанкционированное отключение электроэнергии, взрывы газа, пожары и т.п.) – 11%.

Помимо материального ущерба такие аварии наносят серьезный моральный ущерб и имеют негативные последствия среди населения.

Аварии на коммунально-энергетических системах жизнеобеспечения редко приводят к человеческим жертвам, но создают сложности в жизнедеятельности человека, особенно в зимний период, при авариях на тепловом, водном или электрическом оборудовании.

Можно выделить пять групп аварий:

- в системах водоснабжения;
- на канализационных системах (водоотведения);
- на системах газоснабжения;
- на сетях электроснабжения;
- на системах теплоснабжения.

## **6.2. Аварии в системах водоснабжения.**

При оценке элементов городской системы водоснабжения с точки зрения возможности ее повреждения от воздействия различного вида поражающих факторов необходимо исходить из следующего: наиболее легко повреждаются и разрушаются наземные здания и сооружения водопроводной системы (насосные станции, напорные башни, павильоны

артезианских скважин и др.). Водозаборные устройства, очистные сооружения, резервуары с чистой водой, как правило размещаются в частично или полностью заглубленных помещениях, и поэтому повреждаются реже.

Разрушение отдельных сооружений системы водоснабжения могут привести к полному или частичному прекращению подачи воды в разводящую сеть.

Аварии в системах водоснабжения нарушают обеспечение населения водой или делают воду непригодной для питья.

Подача воды прекращается не только из-за аварии непосредственно на каком-либо трубопроводе, но и при отключении электроэнергии, а резервный источник, как правило, отсутствует.

Подземные трубопроводы разрушаются во время землетрясений, оползней и, большей частью, от коррозии и ветхости (рис. 6.1). Наиболее уязвимы места соединений и вводов в здания.



Рис. 6.1. Разрыв трубопровода высокого давления

Крупные аварии с системе водоснабжения могут привести большой материальный ущерб, если не принять мер по их локализации и ликвидации. При этом крупные аварии носят комплексный характер: повреждение водопровода может повлечь затопление подвалов, где установлено электрооборудование и приборы энергоснабжения, отключение энергопитания может привести к остановке производственного процесса и т.д.

Устойчивость работы системы водоснабжения заключается в том, чтобы в любых условиях обеспечить подачу необходимого количества воды. Для этого следует оборудовать определенное количество отключающих и переключающих устройств, обеспечивающих подачу воды в любой трубопровод, минуя поврежденный.

Одним из лучших способов повышения устойчивости водоснабжения предприятий является строительство на открытых источниках

самостоятельных водозаборов. Отсюда вода может подаваться непосредственно в сеть объекта.

### **6.3. Аварии на канализационных системах (водоотведения).**

Разрушения и повреждения городской системы канализации могут возникнуть как от непосредственного воздействия избыточного давления ударной волны и волны сжатия в грунте, так и в результате разрушения наземных зданий и сооружений.

Аварии на канализационных системах способствуют массовому выбросу загрязняющих веществ и ухудшению санитарно-эпидемиологической обстановки.

Аварии на очистных сооружениях делятся на две группы:

-на очистных сооружениях сточных вод промышленных предприятий с выбросом более 10 тонн;

-на очистных сооружениях промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ.

Разрушения и повреждения подземных канализационных коммуникаций носят такой же характер, как и разрушение водопроводных сетей.

Чаще всего аварии происходят на коллекторах, канализационных сетях с образованием продольных и поперечных трещин. В большей степени, по сравнению с чугунными и стальными, подвержены разрушениям и повреждениям керамические и бетонные трубы.

При разрушении канализационных труб и коллекторов происходит их закупорка и канализационные воды изливаются на поверхность (рис. 6.2) через близлежащие смотровые колодцы и просачиваются через грунт в местах повреждения трубопроводов. При этом фекальные воды попадают в водопровод, что приводит к различным инфекционным и другим заболеваниям.

А если авария на станции перекачки? Тогда происходит переполнение резервуара сточной жидкостью, подъем ее уровня и излив наружу.

Чтобы не затоплялась окружающая территория, нужно предусмотреть устройство каналов для сброса стоков из сети в пониженные участки местности. Они должны быть выбраны заранее и согласованы с органами санитарного надзора и рыбоохраны.



Рис. 6.2. Затопление дворовой территории при аварии на канализационных сетях

На канализационных станциях перекачки сточных вод очень важно иметь свой резервный электроагрегат или передвижную электростанцию, которые обеспечили бы минимальную потребность в электроэнергии. Токоприемное устройство надо подготовить так, чтобы можно было быстро переключиться на резервный источник тока.

#### **6.4. Аварии на системах газоснабжения.**

Особую опасность на сегодня представляют разрушения и разрывы на газопроводах, в разводящих сетях жилых домов и промышленных предприятий. Аварии на компрессорных и газорегуляторных станциях (рис. 6.3), газгольдерах, хотя и происходят, но реже.

Газопроводы небольших диаметров, уложенные под землей, достаточно устойчивы к действию избыточного давления. Наиболее уязвимы наземные газовые сооружения и коммуникации.

Повреждения газовых сетей и сооружений, наблюдаемые при повседневной эксплуатации, приводящие к образованию отдельных мест утечек газа, происходят от разных причин: коррозии трубопроводов, нарушения плотности соединений в арматуре, в резьбе и фланцах трубопроводов, переломов труб, появления трещин и др.



Рис. 6.3. Устранение аварии на системах газоснабжения

Большую опасность представляют аварии на газопроводах низкого давления в разводящих сетях жилых домов. Число взрывов бытового газа в жилых домах растет. Основная причина – разрывы подводящих газопроводов, в основном по причине чрезмерного износа, самовольного подключения к газовым сетям, неисправности газового оборудования в жилых домах и несоблюдения жильцами элементарных правил обращения с газовым оборудованием и газовыми приборами.

Из-за старения и ветхости, деформации почвы разрывы на трубопроводах стали почти обычным явлением. Для устранения этого недостатка нужны капитальные вложения, а их то как раз и нет.

А вот взрывы в жилых домах и на предприятиях в результате утечки газа можно устранить без особых затрат, нужна только внимательность и элементарная дисциплина каждого пользователя.

### **6.5. Аварии на системах электроснабжения.**

Почти при всех стихийных бедствиях - землетрясениях, наводнениях, оползнях, селях, снежных лавинах, ураганах, бурях, смерчах - страдают воздушные линии электропередачи (рис. 6.4), реке здания и сооружения трансформаторных станций и распределительных пунктов. При обрыве проводов (рис. 6.5) почти всегда происходят короткие замыкания, а они, в свою очередь, приводят к пожарам.

Аварии на электроэнергетических системах могут привести к долговременным перерывам электроснабжения потребителей, обширных территорий, нарушению графиков движения общественного электротранспорта, поражению людей электрическим током.

Аварии на электроэнергетических системах делятся на три вида:

-аварии на автономных электростанциях с долговременным перерывом электроснабжения;

-аварии на электроэнергетических сетях с долговременным перерывом электроснабжения потребителей и территорий;

- выход из строя транспортных электрических контактных сетей.
- Отсутствие электроснабжения создает массу неприятностей:
- останавливаются лифты в домах, а в них застревают люди;
  - прекращается подача воды и тепла;
  - нарушается работа предприятий, городского электротранспорта, затрудняется деятельность лечебных учреждений;
  - ломается весь установившийся ритм жизнедеятельности.



Рис. 6.4. Авария на ЛЭП в результате стихийного бедствия, приводящая к длительным перерывам электроснабжения



Рис. 6.5. Авария на сетях электроснабжения в результате обрыва проводов

Для повышения устойчивости электроснабжения имеется несколько способов.

- снабжение предприятия, учреждения, населенного пункта с двух направлений, от независимых энергоисточников. Это значительно повышает надежность, так как одновременный выход из строя двух линий передачи электроэнергии (при закольцованности) менее вероятен;

- замена воздушных линий на кабельные подземные;
- создание автономных источников энергии для обеспечения электричеством, в первую очередь цехов с непрерывным технологическим циклом, водопроводных и канализационных станций, котельных, медицинских и других учреждений.

### **6.6. Аварии на системах теплоснабжения.**

Как показывает опыт прошедших зим, аварии на теплотрассах, в котельных, на ТЭЦ и разводящих сетях стали настоящим бичом, головной болью многих руководителей.

За последние годы существенно возросло количество ветхих сетей теплоснабжения (до 20%), требующих незамедлительной замены. Увеличилось также количество источников теплоснабжения, отработавших расчетный срок службы. На сегодня упомянутый показатель составляет: по котлам более 31%, по сосудам работающим под давлением – 12%, по трубопроводам пара – 13%.

Особую тревогу вызывает ситуация с теплоснабжением в северных и восточных районах России. Основная причина аварий – изношенность трубопроводов, котельного оборудования, оборудования теплоэлектростанций.

Разрушение городских коллекторов, в которых проложены трубопроводы с горячей водой и паром, может повлечь их затопление и прорыв на поверхность.

Характерными повреждениями трубопроводов является разрывы труб, поврежденных внешней коррозией, и повреждения в местах соединения с арматурой и в местах ввода в здания и сооружения.

Прорыв любой теплотрассы - большая беда, а случается она, большей частью, в самые морозные дни, когда увеличиваются давление и температура воды (рис. 6.6). Аварии на тепловых сетях в зимнее время года приводят к невозможности проживания населения в не отапливаемых помещениях и его вынужденной эвакуации.

Прокладка тепловых сетей на эстакадах, по стенам зданий экономически выгоднее и проще в обслуживании, но не приемлема в условиях города. Поэтому трубы приходится закапывать в землю или укладывать в специальные коллекторы.

В настоящее время большинство котельных работает на природном газе. Повреждение трубопроводов приводит к тому, что подача газа прекращается, работа останавливается. Чтобы этого не допустить, каждую котельную надо оборудовать так, чтобы она могла работать на нескольких видах топлива: жидком, газообразном и твердом. Переход с одного вида на другой должен проходить в минимальные сроки.



Рис. 6.6. Прорыв трубопровода на теплотрассе высокого давления

Надо помнить: кроме топлива котельные надо еще непрерывно снабжать электроэнергией. Поэтому, кроме питания от двух источников, целесообразно иметь и резервный электроагрегат, предназначенный для работы насосов и другой аппаратуры. В каждой котельной должно быть устройство для переключения питания с основной электросети на автономный источник.

### **6.7. Состояние коммунально-энергетической системы в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.**

Основные причины аварийности в коммунально-энергетической системе в Санкт-Петербурге и Ленинградской области:

- ветхость отопительных сетей;
- ненадежность наземных ЛЭП в пригородах Санкт-Петербурга и Ленинградской области;
- перенагруженность канализационных коллекторов и очистительных сооружений (как городских, так и особенно объектовых).

Большую угрозу для населения города и области представляет незащищенность водозаборов, т.к. практически вся вода для хозяйственных питьевых нужд берется из р. Невы. Подземных источников мало (чуть более 75 на 105 тыс. м<sup>2</sup>), большинство их находится в антисанитарном состоянии и используются предприятиями для технических нужд или законсервированы. Следует отметить, что запасы расположенных под Санкт-Петербургом водоносных горизонтов до конца не исследованы.

Одной из особенностей региона, особенно Санкт-Петербурга, является большая насыщенность промышленностью, оснащенной оборудованием, не допускающим внезапного прекращения подачи электроэнергии, воды и газа.

Внезапное отключение электроэнергии, газа или воды может привести к чрезвычайным ситуациям и гибели людей не менее чем на 40 предприятиях города. Кроме того, имеются участки, на которых возможно возникновение чрезвычайных ситуаций - когда производственная или иная деятельность человека производится в нарушение существующих нормативов.

Источниками подобных чрезвычайных ситуаций могут служить: напорные воды, характерные для грунтов Санкт-Петербурга, способные при определенных условиях привести к разрушению транспортных и инженерных подземных сооружений при проходке верхних пластов.

### **6.8. Локализация и ликвидация аварий на коммунально-энергетических сетях.**

Неотложные аварийно-восстановительные работы на коммунально-энергетических сетях проводятся в очаге любого стихийного бедствия или катастрофы на производственных предприятиях, с целью локализации и устранения аварий и повреждений, которые затрудняют проведение спасательных работ и могут вызвать новые аварии и дополнительное поражение людей.

Для этого привлекаются, как правило, формирования водопроводно-канализационных сетей, аварийно-газотехнические, аварийно-технические по электросетям. В состав формирований входят звенья по водопроводным, канализационным, тепловым, электрическим, газовым, сантехническим сетям. Они привлекаются к аварийным работам в соответствии с их предназначением.

Неотложные аварийно-восстановительные работы в первую очередь проводятся в местах аварий, препятствующих проведению аварийно-спасательных работ и угрожающих жизни людей (затопление, загазованность, возникновение пожаров).

Успешному проведению неотложных аварийно-восстановительных работ будет способствовать заблаговременное составление плана объекта, на котором указываются места нахождения коммунально-энергетических сетей и направления движения воды, газа и специальных продуктов, по трубопроводам, места расположения смотровых колодцев и камер с регулировочной аппаратурой, а также не заваливаемые ориентиры, к которым привязываются колодцы, насосные станции, скважины и другие важные элементы коммунально-энергетических сетей.

Основной способ локализации аварий и повреждений на коммунально-энергетических и технологических сетях - отключение разрушенных участков и стояков в зданиях. С этой целью используются задвижки в сохранившихся смотровых колодцах и запорные вентили в подвалах. На объект вода подается из городской магистрали или глубоких скважин насосной станции (водонапорной башни), создаваемой на объекте. Водопроводные трубы, как правило, заглубляются в грунт на 1,7-2,5 м

(ниже глубины промерзания). Для удобства их эксплуатации и обслуживания на линии через каждые 50- 100 м устраиваются смотровые колодцы, в которых размещаются регулировочная арматура и пожарные гидранты.

Повреждения и аварии в сети водоснабжения могут привести к затоплению подвальных помещений, используемых как убежища, противорадиационные укрытия, склады, помещения для размещения различного технического оборудования, а также затруднить или сделать невозможным тушение пожаров. Особенно большая опасность может возникнуть при сохранении напора воды в водопроводной сети.

### **6.8.1. Локализация и ликвидация аварий на системах водоснабжения.**

Виды неотложных работ по ликвидации аварий на системах водоснабжения подразделяются на:

- ликвидацию угрозы затопления подвалов;
- обеспечение движения в зоне ЧС;
- обеспечение водой для тушения пожаров;
- устранение повреждений на трубопроводах и сетевой арматуре.

В состав работ по спасению людей, находящихся в заваленных убежищах, укрытиях, подвалах и под завалами зданий, входят работы, связанные с предупреждением и ликвидацией затопления.

При угрозе затопления люди, находящиеся в подвале, должны быть немедленно выведены в безопасное место. При невозможности быстрого вывода из затопляемого помещения, необходимо в первую очередь попытаться выяснить причину поступления воды и принять срочные меры.

Работы по предупреждению и ликвидации затопления и размыва проезжей части дорог будет заключаться в отводе воды с дорожного полотна (устройство перепусков, каналов, люков, раскопка и расчистка канализационных и водосточных приемных колодцев с отключением поврежденных и разрушенных участков водопроводных линий).

После прекращения поступления воды и локализации аварий устраивают временные сооружения (настилы, мостики, эстакады), по которым могут пройти люди и техника.

При ведении неотложных работ в зоне ЧС одной из главных задач является обеспечение водой расчетов для тушения пожаров, при этом основными работами будут:

- восстановление частично поврежденных насосных станций и возобновление их работы;
- устройство временных насосных станций при полном разрушении основных станций;
- устранение повреждений и разрушений на сетевых сооружениях (восстановление и ремонт отдельных участков сети, устройство обводных линий и перепусков и др.);

- отключение отдельных участков водопроводной системы города с целью создания напора в наиболее важных местах тушения пожара;
- расчистка и подготовка смотровых колодцев и пожарных гидрантов для присоединения к ним водозаборных и водоразводящих средств тушения пожаров;
- обеспечение забора воды из искусственных водоемов, прудов, озер и рек (обеспечение проезда и устройство подъездов, спусков и аппарелей в местах водозабора).

На объектах, где сохранилась водопроводная сеть, разбирают завалы под колодцами, в которых установлены пожарные гидранты, с тем, чтобы получать воду для тушения пожаров. Для восстановления водоснабжения объекта в первую очередь используются запасные и водонапорные резервуары. При их отсутствии проводятся неотложные восстановительные работы на насосных станциях и скважинах.

Для ликвидации аварии на сети водоснабжения необходимо определить место разрушения водопроводной сети, которое определяется по потокам воды, вытекающей на поверхность через колодец, затем найти ближайшие к месту разрушения колодцы и отключить поврежденный участок. Для этого перекрываются задвижки в колодцах, находящихся со стороны насосной станции, а если направление воды неизвестно - с обеих сторон разрушенного участка.

В случае разрушения водопроводной сети в здании отключается поврежденная домовая сеть или отдельные стояки (в подвале или на лестничной клетке) путем перекрытия задвижек перед водомером или на стояках. Имеющиеся повреждения на водопроводных сетях устраняются заделкой отдельных мест утечки, ремонтом труб или их заменой новыми. После отключения поврежденных участков, вода из затопленных подвальных помещений откачивается насосами.

Размораживают водопроводные и канализационные металлические трубы небольших диаметров паяльной лампой, а трубы больших диаметров – пуском внутрь горячей воды или пара низкого давления.

### **6.8.2. Локализация и ликвидация аварий на канализационных системах (водоотведения).**

Неотложные работы в системах водоотведения будут заключаться в устранении или ограничении затоплений, препятствующих или затрудняющих проведение спасательных работ в зоне ЧС.

Аварии на канализационных сетях устраняются отключением поврежденных участков и отводом сточных вод. Разрушение канализационной сети может вызвать затопление подвалов, убежищ и укрытий. Для отключения разрушенного участка канализационной сети трубы, выходящие из колодца в сторону разрушенного участка, закрывают с помощью пробок, заглушек или щитами. Канализационные воды отводят устройством перепусков по поверхности, а также путем сброса вод с

аварийных участков в систему ливневой канализации или ближайшие низкие участка местности.

### **6.8.3. Локализация и ликвидация аварий на линиях газоснабжения.**

Неотложные работы на городских газовых сетях связаны главным образом с предотвращением и ликвидацией загазованности помещений, где могут находиться люди, или отдельных участков, где ведутся спасательные работы, а также с ликвидацией очагов воспламенения в местах утечки газа.

Из поврежденного газопровода газ просачивается через грунт, поднимается до плотного покрытия магистралей и проездов (асфальт, бетон) и распространяется по имеющимся полостям и песчаному грунту иногда на большие расстояния. Особенно опасно попадание газа в различного рода коллекторы (теплофикационные, кабельные, комбинированные), по которым газ может проникнуть в подвалы зданий, убежища и укрытия. Фильтруясь через грунт, газ теряет специфический запах, придаваемый ему одорантом, из-за чего определить загазованность помещений без газоанализатора бывает порой невозможно. Зажженная спичка, внесенная в загазованное помещение, или искра от электро выключателя могут привести к взрыву газозудной смеси.

Основная причина возможного появления газа – повреждение газовых домовых вводов или магистралей, проходящих по подвалу зданий.

Устранение аварий на газовых сетях осуществляется отключением отдельных участков на газораспределительных станциях, а также с помощью запорных устройств. В сохранившихся или частично разрушенных зданиях отключение производится в местах повреждения - у прибора, на стояке или на вводе в здание. При повреждении газовых сетей за пределами зданий отключение производится с помощью специальных клиновых задвижек или гидрозатворов. Газовые трубы (срезы или разрывы) низкого давления заделываются деревянными пробками и обмазываются сырой глиной или обматываются листовой резиной. Трещины на трубах обматывают плотным (брезентовым) бинтом или листовой резиной с накладкой хомутов. В случае воспламенения газа снижается его давление в сети, а само пламя гасится песком, землей или глиной. На место воспламенения можно набросить смоченный водой брезент. Все аварийные работы выполняются в изолирующих противогазах. Места работы освещаются с помощью взрывобезопасных ламп.

### **6.8.4. Локализация и ликвидация аварий на системах электроснабжения.**

Неотложные работы на системах электроснабжения городов проводятся в зонах ЧС с целью:

- отключения отдельных линий и участков сети электроснабжения в местах проведения спасательных работ для обеспечения безопасности людей и предотвращения образования пожаров;

- поддачи электроэнергии в отдельные районы.

Подача электроэнергии в отдельные районы или участки может потребоваться для самых различных целей:

- освещение территории на объектах работ;

- питание электродвигателей различных машин и электрофицированного инструмента, с использованием которых проводятся спасательные работы;

- обеспечение работы сохранившихся или временно развертываемых медицинских учреждений и др.

Аварии на электросетях устраняются только после их обесточивания. Для этого отключается распределительная сеть электроснабжения или ее отдельные участки. Распределительные пункты устраиваются обычно в каждом здании и предназначаются для отключения отдельных потребителей или участков сети. Выключаются рубильники на вводах в здания, разъединяются предохранители, перерезаются провода подводящей сети. При первой возможности поврежденные провода изолируются, убираются с земли и подвешиваются к временным опорам. На воздушных электролиниях заземление производится с обеих сторон от места работ на ближайших опорах, в подземных кабелях - с обеих сторон от места разрушения кабеля на ближайших трансформаторных пунктах и с помощью переносного заземления. Такие работы предупредят возникновение пожаров, исключат поражение людей током и создадут благоприятные условия для восстановительных работ.

Восстановление поврежденных отдельных участков воздушных линий производится путем соединения проводов или прокладки новых линий на уцелевших или временно создаваемых опорах. После соединения разорванных электропроводов или при прокладке временных участков неизолированные провода должны быть натянуты на безопасной высоте от поверхности земли в зависимости от напряжения в электролинии (табл. 6.1).

Таблица 6.1

**Допустимые расстояния  
о провисших неизолированных проводов до земли, м**

<b>Напряжение в электролинии, кВ</b>	<b>до 20</b>	<b>35-100</b>	<b>150</b>	<b>220</b>	<b>330</b>	<b>500</b>
От низшей точки провода до земли в ненаселенной местности	5	5	5,5	6	6,5	7
От низшей точки провода до земли в населенной местности	5,5	5,5	6	6,5	7	7,5

<b>Напряжение в электролинии, кВ</b>	<b>до 20</b>	<b>35-100</b>	<b>150</b>	<b>220</b>	<b>330</b>	<b>500</b>
От низшей точки провода до зеркала воды для судоходных рек	5	5	5,5	6	6,5	7
От низшей точки провода до зеркала воды для судоходных рек	3	3	3,5	4	4,5	5

Поврежденные участки кабельных линий соединяются временной воздушной линией или прокладкой соединительного кабеля на поверхности земли.

### **6.8.5. Локализация и ликвидация аварий на линиях теплоснабжения.**

Сеть теплоснабжения бывает коммунальной и промышленной.

Первая предназначена для отопления. В ней используется горячая вода с температурой до 150°С и давлением от 6 до 14 атм.

Во второй (промышленной) сети теплоносителем служит пар или горячий воздух с давлением до 25 атм.

Разрушение линий теплоснабжения может привести к затоплению горячей водой (заполнению паром) помещений, особенно подвальных, где оборудованы убежища и противорадиационные укрытия. Эта опасность особенно велика при сохранении напора в сети теплоснабжения. Места разрушения тепловой сети обнаруживаются по выходу горячей воды и пара, просадке грунта, таянию снега.

Чтобы исключить поражение людей, находящихся в убежищах и укрытиях, необходимо отключить вводы в здания или участки теплотрассы, идущие на территорию объекта. При повреждении системы теплоснабжения внутри зданий ее отключают от внешней сети задвижками на вводах в здание. Повреждения на трубах устраняют, как и в системе водоснабжения.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Коммунально-энергетическая система. Общая характеристика.
2. Причин аварийности на объектах жилищно-коммунального хозяйства.
3. Аварии в системах водоснабжения.
4. Аварии на канализационных системах (водоотведения).
5. Аварии на системах газоснабжения.
6. Аварии на системах электроснабжения.
7. Аварии на системах теплоснабжения.
8. Состояние коммунально-энергетической системы в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.
9. Локализация и ликвидация аварий на системах водоснабжения.

10. Локализация и ликвидация аварий на канализационных системах (водоотведения).
11. Локализация и ликвидация аварий на линиях газоснабжения.
12. Локализация и ликвидация аварий на системах электроснабжения.
13. Локализация и ликвидация аварий на линиях теплоснабжения.

## Заключение

При определении уровня потенциальной опасности чрезвычайных ситуаций техногенного характера для жизнедеятельности населения большую роль играет степень экономического развития региона и наличие потенциально опасных и критически важных объектов, плотность населения и иные местные условия.

Всего в России действует около 5 тыс. критически важных объектов, нарушение (или прекращение) функционирования которых может привести к потере управления, разрушению инфраструктуры, необратимому негативному изменению (или разрушению) экономики страны, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований или существенному ухудшению условий жизнедеятельности населения, проживающего на этих территориях, на длительный период времени.

Анализ потенциальных угроз чрезвычайных ситуаций техногенного характера показывает, что прогнозирование и оценка возможных чрезвычайных ситуаций, изучение источников их возникновения и особенностей поражающих факторов, является важной составной частью мер, определяющих подготовку к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных для защиты работников организаций и населения, предупреждения, локализации и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в конкретных организациях.

## Литература

1. Федеральный закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г. №68-ФЗ.
2. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 г. №3-ФЗ.
3. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 г. №69-ФЗ.
4. Постановление Правительства «Классификация ЧС природного и техногенного характера» от 13.09.1994 г. №1094.
5. ГОСТ Р 22. 0. 05 – 94. БЧС. Термины и определения основных понятий.
6. ГОСТ Р 22.0.05-94. БЧС. Техногенные ЧС.
7. Приказ МЧС России «Критерии информацией о ЧС» от 8.07.2004 г. №329.
8. Рекомендации по применению препаратов стабильного йода населением для защиты щитовидной железы и организма от радиоактивных изотопов йода: Министерство здравоохранения РФ, 1993.
9. ППБ 01-93 «Правила пожарной безопасности в РФ».
10. Нормы радиационной безопасности (НРБ – 99): Гигиенические нормы.-М.:ЦСЭНГСЭ Минздрава России, 1999.
11. Белоусова И.М. Естественная радиоактивность. М. Медгиз, 1960 г
12. Максимов М.Т. Ожагов Г.О. Радиоактивные загрязнения и их измерения. 1989 г.
13. Чернобыльская катастрофа: причины и последствия (экспертное заключение) / Под редакцией В.Б. Нестеренко. - М.: Энергоатомиздат, 1992.
14. Катастрофы и государство / С. К. Шойгу, Ю. Л. Воробьев, Ю. Л. Владимиров. – М.: Энергоатомиздат, 1997.
15. Краткая энциклопедия по действиям населения в чрезвычайных ситуациях / Под общ. ред. Ю. Л. Воробьева.- Калуга: Облиздат, 2000.
16. Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях: Учебник для населения / Н. А. Крючек, В. Н. Латчук, С. К. Миронов. – М.: НЦ ЭНАС, 2006.
17. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. В. Баринов. – М.: Владос-Пресс, 2005.
18. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: Учебное пособие для высшей школы / В. С. Сергеев. – М.: Академический проект, 2004.
19. Безопасность жизнедеятельности на предприятиях связи в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие / Ю.М. Воздвиженский. – СПб, СПбГУТ, 2002.

20. Хроника чрезвычайных ситуаций. Катастрофы тысячелетия: Обзор / С. Ю. Блинов. – СПб, НОУ «Центр гражданской защиты», 2002.
21. Действия населения при чрезвычайных ситуациях техногенного характера: Учебно-методическое пособие / С.Ю. Блинов.- СПб: НОУ «Центр гражданской защиты», 2002.
22. Основные мероприятия ГО и РСЧС по защите населения: Учебно-методическое пособие / С.Ю. Блинов.- СПб: НОУ «Центр гражданской защиты», 2002.
23. Защита персонала при аварии на АЭС: Учебно-методическое пособие / С.Ю. Блинов, Г.М. Федоров.- СПб: НОУ «Центр гражданской защиты», 2005.
24. Популярная медицинская энциклопедия, 2-е изд.-Таллинн, 1993.
25. Типовая инструкция по действиям дежурного диспетчера ХОО в случае аварии на нем с выбросом (выливом) СДЯВ №14\6, 1998.
26. Рекомендации по использованию помещений зданий и сооружений для защиты населения и персонала в случае аварии на объектах производящих или использующих радиоактивные, токсичные и взрывопожарные вещества. М.: ВНИИ ГО ЧС, 1993.