

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Техносферная безопасность»

В. С. Хомякова
Н. Б. Четкова

ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Часть 1

**ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ
ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА**

Екатеринбург
УрГУПС
2017

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Уральский государственный университет путей сообщения
Кафедра «Техносферная безопасность»

В. С. Хомякова
Н. Б. Четкова

ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Учебное пособие
по дисциплине «Защита в чрезвычайных ситуациях»
для студентов направления подготовки «Техносферная безопасность»,
а также всех специальностей и направлений, изучающих дисциплину
«Безопасность жизнедеятельности»
всех форм обучения
В двух частях

Часть 1

**ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ
ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА**

V. S. Homyakova
N. B. Chetkova

PROTECTION IN EMERGENCY SITUATIONS

Tutorial
on the discipline «Protection in emergency situations»
for students of the field of study «Technosphere safety»
and for all fields of study and specialties studying a discipline «life safety»
all forms of attendance
In two parts

Part 1

MAN-CAUSED EMERGENCY

Екатеринбург
УрГУПС
2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Раздел 1. Общая характеристика чрезвычайных ситуаций техногенного характера	6
1.1. Тезаурус области чрезвычайных ситуаций	6
1.2. Причины и факторы, определяющие последствия ЧС техногенного характера	13
1.3. Классификация ЧС техногенного характера.....	16
Раздел 2. Источники чрезвычайных ситуаций техногенного характера и меры защиты	21
2.1. Аварии на радиационно опасных объектах	21
2.1.1. Источники радиации	21
2.2.2. Последствия радиационных аварий	32
2.2. Аварии на химически опасных объектах	51
2.2.1. Характеристики опасных химических веществ	51
2.2.2. Последствия химических аварий.....	66
2.3. Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах	76
2.4. Аварии на гидродинамически опасных объектах.....	88
2.5. Аварии на транспорте	98
2.6. Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения	108
Заключение	116
Контрольный тест по дисциплине для самостоятельной работы	117
Библиографический список	120

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современного общества характеризуется интенсивным накоплением технических объектов и систем. Научно-технический прогресс способствует повышению благосостояния общества и в то же время влечет за собой множество опасностей. Особую угрозу безопасности общества несет увеличение числа аварий во всех сферах производственной деятельности. В качестве причин можно назвать многие факторы: широкое использование новых технологий и материалов, нетрадиционных источников энергии, массовое применением опасных веществ в промышленности и сельском хозяйстве.

К объектам техногенного риска относятся предприятия ядерно-энергетического и радиохимических циклов, действующие и ликвидированные горнорудные объекты, объекты складирования отходов горно-металлургических производств. Представляют опасность и промышленные объекты, использующие в технологических процессах аварийные химически опасные вещества (АХОВ); нефте-, газо- и продуктопроводы, гидротехнические сооружения, железнодорожный и автомобильный транспорт, перевозящий опасные грузы. Факторы риска увеличиваются в связи с расположением промышленных объектов в зонах повышенной сейсмичности, возможных затоплений, лесных пожаров.

Современные сложные производства проектируются с высокой степенью надежности, однако чем больше производственных объектов, тем больше вероятность аварии на одном из них. Абсолютной безаварийности не существует. Зачастую аварии приобретают катастрофический характер с уничтожением объектов, гибелью людей и тяжелыми экологическими последствиями (Челябинск-40, Чернобыль, Бхопал, Фукусима).

Обеспечение безопасности в техногенной сфере требует осуществления комплекса мероприятий по изучению возможных источников, поражающих факторов ЧС техногенного характера, а также разработке действий по их предупреждению и защите населения и территорий в условиях ЧС.

При подготовке будущих работников техносферы эти проблемы являются особенно актуальными, что обусловило содержание данного учебного пособия, в котором рассматриваются вопросы идентификации опасных техногенных факторов, возможных последствий аварий и катастроф на промышленных объектах и меры защиты.

Раздел 1

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

1.1. Тезаурус области чрезвычайных ситуаций

Ежегодно более 70 % чрезвычайных ситуаций (ЧС), возникающих в России, носит техногенный характер (рис. 1.1, табл. 1.1, 1.2). Число таких ЧС с каждым годом возрастает в районах, где высока концентрация угольной, химической, нефтяной и газовой промышленности и развита сеть автомобильных и железных дорог.

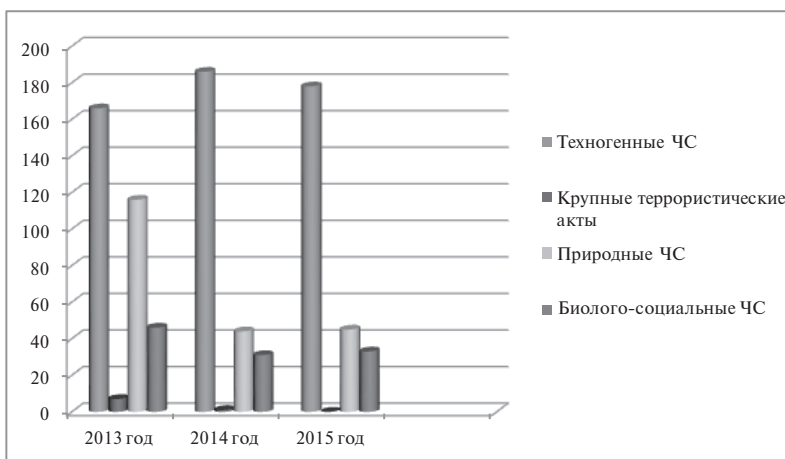


Рис. 1.1. Сведения о чрезвычайных ситуациях, происшедших на территории Российской Федерации за 2013 – 2015 годы

Более 72 млн человек в РФ проживает в зонах, на которых может возникнуть опасность чрезвычайных ситуаций техногенного характера для населения и территорий в случае аварий и катастроф: на потенциально опасных объектах (ПОО), где используются, производятся, перерабатываются, хранятся и транспортируются пожа-

ро-взрывоопасные, опасные химические и биологические вещества; на установках, складах, хранилищах, инженерных сооружениях и коммуникациях, разрушение (повреждение) которых может привести к нарушению нормальной жизнедеятельности людей (прекращению обеспечения водой, газом, теплом, электроэнергией, отоплению жилых массивов, выходу из строя систем канализации и очистки сточных вод).

Таблица 1.1

Сведения о чрезвычайных ситуациях, происшедших на территории Российской Федерации за 2015 год [20]

ЧС по характеру источников возникновения	Масштабность чрезвычайных ситуаций							Количество, чел.		Материальный ущерб, млн р.
	всего	локальные	муниципальные	межмуниципальные	региональные	межрегиональные	федеральные	погибло	пострадало	
Техногенные ЧС	179	134	37	0	8	0	0	656	1630	656,2762
Крупные террористические акты	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Природные ЧС	45	4	21	5	15	0	0	43	18114	7756,155
Биолого-социальные ЧС	33	14	13	3	3	0	0	0	1041	93,4675
Итого:	257	152	71	8	26	0	0	699	20785	8505,8984

Таблица 1.2

Сравнительная характеристика ЧС техногенного характера, происшедших на территории РФ за 2013 – 2015 годы

ЧС по характеру и виду источников возникновения	Количество ЧС			Погибло			Пострадало		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Аварии грузовых и пассажирских поездов	17	21	6	2	32	0	187	244	11
Аварии грузовых и пассажирских судов	5	1	6	22	0	64	83	0	147

Окончание табл. 1.2

ЧС по характеру и виду источников возникновения	Количество ЧС			Погибло			Пострадало		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Авиационные катастрофы	31	39	31	132	79	12	171	117	130
Дорожно-транспортные происшествия с тяжкими последствиями*	75	87	102	366	381	468	834	968	1171
Аварии на магистральных и внутрипромысловых нефтепроводах	4	1	5	0	0	0	0	0	0
Аварии на магистральных газопроводах	5	4	3	0	0	0	0	0	0
Взрывы в зданиях, на коммуникациях, технологическом оборудовании промышленных объектов	2	7	0	20	31	4	87	90	28
Взрывы в зданиях и сооружениях жилого и социально-бытового и культурного назначения	6	10	3	11	20	15	47	170	74
Аварии с выбросом (угрозой выброса) АХОВ	6	0	3	2	0	0	34	0	4
Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Внезапное обрушение производственных зданий, сооружений, пород	0	3	1	0	8	10	0	12	11
Обрушение зданий и сооружений жилого, социально-бытового и культурного назначения	6	4	4	8	5	28	178	19	54
Аварии на электроэнергетических системах	4	4	1	0	0	0	0	0	0
Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения	4	4	2	0	0	0	0	0	0
Аварии на тепловых сетях в холодное время года	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ИТОГО:	166	186	167	563	556	601	1621	1620	1630

* Автомобильные катастрофы, в которых погибло 5 и более человек или пострадало 10 и более человек.

Ежегодно в результате возникновения ЧС различного характера гибнет большое количество человек (рис. 1.2). В России риск смерти в ЧС в 100 раз выше, чем в развитых странах. Это связано со слабо-развитой экономикой, запущенным состоянием технических средств, варварским использованием природных ресурсов и неподготовленностью людей, их безответственностью и низкой дисциплиной.

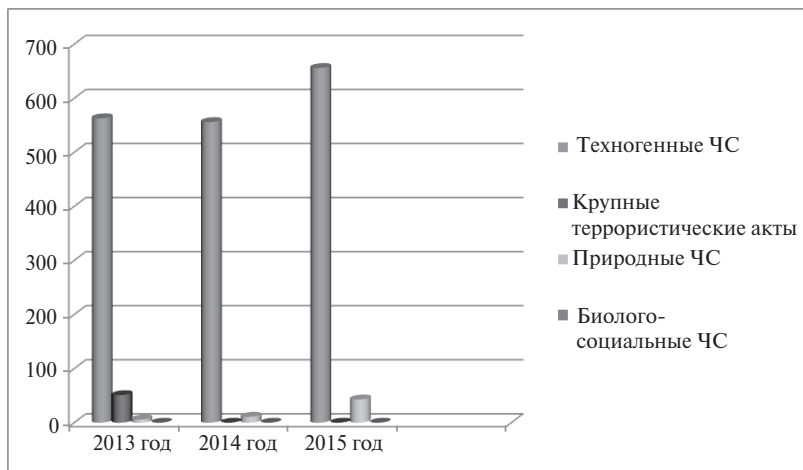


Рис. 1.2. Соотношение количества погибших в ЧС в РФ за 2013 – 2015 годы

Кроме того, техногенные аварии и катастрофы являются одним из источников экологической опасности. К числу наиболее тяжелых по экологическим последствиям аварий относятся аварии на объектах ядерно-топливного цикла (ЯТЦ), а именно на АЭС. Суммарный срок эксплуатации таких объектов составляет в среднем 6000 лет, за это время произошло четыре крупные катастрофы: Англия (Уиндскейл, 1957 г.), США (Три-Майл-Айленд, 1979 г.), СССР (Чернобыль, 1986 г.), Япония (Фукусима-1, 2011 г.).

Серьезную опасность представляют и предприятия нефте- и газо-химических комплексов с выбросом токсических химических веществ и крупными пожарами, на объектах ракетно-космических комплексов и др. В нефтеперерабатывающей промышленности в мире ежегодно случается примерно 60 катастроф. Каждая из них сопровождается человеческими жертвами (100–150 чел.) и несет ущерб в размере до 100 млн долларов.

С 1959 по 1978 гг. в мире произошло 7 крупных аварий на химически опасных объектах (ХОО), погибло 739 и ранено 2647 человек, эвакуации подверглись 18 тыс. человек.

С 1979 по 1986 гг. произошло 13 катастроф того же рода, в которых погибло более 3,9 тыс., ранено 4,8 тыс. и было эвакуировано около 1 млн человек. С 1986 по 2015 год имели место 7 радиационных аварий и катастроф, 6 из которых по шкале МАГАТЭ INES 3 и 4 уровня и 1 (Фукусима-1) 7 уровня.

Важно отметить, что насыщение промышленности современными системами и средствами производства и контроля не снижает риска возникновения аварий и катастроф.

Результатом негативного воздействия источников техногенной опасности на окружающую природную среду становится экологическое неблагополучие ее состояния, вплоть до экологического бедствия. Научно-технический прогресс XX века обусловил бурное развитие промышленности и антропогенное воздействие ее на окружающую среду. В результате по цепному механизму в геосфере произошли такие количественные и качественные изменения, кумуляция которых привела к превращению антропогенной деятельности в значительный фактор не только местного, регионального, но и глобального масштаба.

Технологическая мощь человечества обернулась глобальным экологическим кризисом. Человек как часть природы, испытывая негативные воздействия через атмосферный воздух, питьевую воду, продукты питания, излучения, стал жертвой инициированных им же самим процессов. На фоне глобального экологического кризиса происходит разрушение генома человека, появляются новые болезни.

Чрезвычайная ситуация — обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение жизнедеятельности людей (ФЗ № 68 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г.). Это базовое определение, им пользуются при решении вопросов классификации ЧС природного и техногенного характера.

Источник ЧС — событие, в результате которого сложилась или может возникнуть ЧС.

Поражающий фактор источника ЧС — это составляющая опасного явления или процесса, вызванная источником чрезвычайной си-

туации и характеризуемая физическими, химическими и биологическими действиями или проявлениями, которые определяются или выражаются соответствующими параметрами (ГОСТ Р 22.0.02—94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий).

Зона ЧС — территория или акватория, на которой в результате источника ЧС или распространения его последствий из других районов сложилась ЧС. В каждом конкретном случае ЧС обуславливается оперативной обстановкой.

Оперативная обстановка в зоне ЧС — это характеристика зоны ЧС, полученная на определенный момент времени и содержащая сведения о ее состоянии, поступивших для нее требуемых ресурсов, проведенных работах, а также различного рода внешних факторах, относящихся к данному событию. Целесообразно также оценивать обстановку на той или иной территории, где существует угроза возникновения чрезвычайной ситуации.

Защита населения — комплекс взаимоувязанных по месту, времени проведения, цели, ресурсам мероприятий, направленных на устранение или снижение на пострадавших территориях до приемлемого уровня угрозы жизни и здоровью людей в случае реальной опасности возникновения или в условиях реализации опасных и вредных факторов стихийных бедствий, техногенных аварий и катастроф.

Предупреждение ЧС — комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения ЧС, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Ликвидация ЧС — это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении ЧС и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь, а также на локализацию зон ЧС, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

В понятийном аппарате ЧС важное место занимают и такие термины, как «авария» и «катастрофа», которые определяют события, являющиеся источником ЧС техногенного характера.

Что же такое авария и катастрофа, в чем их основное различие? Очень часто в печати, по радио и телевидению одни и те же события называют по-разному: кто аварией, кто катастрофой. Действительно, резких и строгих границ и различий между ними вроде бы

не существует. Главным критерием является тяжесть потерь и наличие человеческих жертв.

Часто аварии происходят на автомобильном, железнодорожном, воздушном и водном транспорте, в системах коммунально-бытового оборудования. На промышленных предприятиях, они, как правило, сопровождаются взрывами, пожарами, обрушением, выбросом или разливом АХОВ.

Авария – повреждение машины, станка, установки, поточной линии, системы энергоснабжения, оборудования, транспортных средств, здания, сооружения. Эти происшествия не столь значительны без серьёзных человеческих жертв. Например: столкнулись несколько автомобилей, повреждены кузова, люди получили ушибы и другие травмы – это транспортная авария. Или, например, при посадке самолет повредил шасси, крылья, но люди практически не пострадали – авиационная авария.

Авария – чрезвычайное событие техногенного характера, произошедшее по конструктивным, производственным, технологическим или эксплуатационным причинам, либо из-за случайных внешних воздействий, и заключающееся в повреждении, выходе из строя, разрушении технических устройств или сооружений.

Если же, например, разбился самолет, есть человеческие жертвы или произошло столкновение поездов, нанесен не только материальный ущерб, а главное, есть погибшие и раненные, – эти события являются настоящей катастрофой.

Чернобыльскую катастрофу – катастрофу века сначала назвали аварией, и до сих пор можно услышать рассказы об аварии на 4-м энергоотсеке АЭС. Действительно, сначала ее приняли за аварию, но когда в первые дни от острой лучевой болезни погибло более 30 человек, когда действие поражающих факторов распространилось на многие области, а из зоны в 230 квадратных километров пришлось отселить большое количество людей, города Чернобыль и Припять превратились в мертвые населенные пункты, огороженные колючей проволокой, стало очевидным, что это катастрофа глобального масштаба.

Слово «катастрофа» – греческого происхождения, от *καταστροφή* – «переворот», означающее изменение существующих условий. Это событие с трагическими последствиями, крупная авария с гибелью людей.

Производственная или транспортная катастрофа – крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

Основным признаком, который разграничивает катастрофы и менее значительные происшествия, является *величина ущерба или потеря*. Определение этой величины важно для организации защиты от чрезвычайных ситуаций, которые парализуют повседневную деятельность населения на определенной территории. Приносимый катастрофами социальный и экономический ущерб может быть прямым и косвенным.

Прямой ущерб – это гибель и ранения людей, а также различные разрушения.

Косвенный экономический ущерб – может быть вызван нарушением режима хозяйственной деятельности вне зоны бедствия из-за перерыва в работе различных коммуникаций, линий электропередач, а также из-за непосредственного отвлечения сил и средств для восстановления разрушенного и т. п.

Особым видом косвенного ущерба являются загрязнение природной среды радиоактивными, токсичными, болезнетворными веществами из-за разрушения соответствующих препятствий и сооружений, вызванное стихийным бедствием.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение чрезвычайной ситуации.
2. Что является источником ЧС техногенного характера? Приведите примеры.
3. Дайте определение аварии. В чем отличие аварии от катастрофы?
4. Дайте определение понятия «Зона ЧС». В чем отличие данного понятия от понятия «Очаг поражения»?

1.2. Причины и факторы, определяющие последствия ЧС техногенного характера

Среди основных причин возникновения ЧС техногенного характера специалисты выделяют следующие:

– не в полной мере внедряются положения Федерального закона от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;

– не выработаны механизмы их реализации органами исполнительной власти. Несоблюдение требований нормативных документов при разработке проектной документации, несоответствие стандартов

и норм безопасности, разработанных многие годы назад, современному уровню развития техники и технологий. Например: при введении ПОО на Северном Кавказе до 1998 г. использовалась карта сейсмического районирования 1983 г., которая оценивала сейсмическую активность на 1-2 балла ниже фактической, а также размещались такие объекты в густо населенной зоне;

- уровень износа основных фондов в промышленности, энергетике и на транспорте остается достаточно высоким – 80 %;

- из-за отсутствия достаточного финансирования не осуществляется в полном объеме модернизация, ремонт и профилактические работы на ПОО;

- рост количества и сложности технических систем приводит к закономерному росту числа ЧС (на малых площадях часто концентрируется большое количество энергетических мощностей);

- необходимость транспортировки больших объемов химических, радиоактивных, взрывоопасных и др. грузов, часто при ненадежности транспортных средств;

- значительно снизилась производственная и технологическая дисциплина вследствие оттока квалифицированных кадров из-за низкой оплаты труда. По данным МЧС, человеческим фактором обусловлено 45 % ЧС на АЭС, 60 % ЧС – при авиакатастрофах, 80 % – при катастрофах на море, 37 % – на ХОО;

- в последние годы в качестве возможных причин ЧС техногенного характера стали реально рассматриваться диверсии и террористические акты на ПОО;

- одна из вероятных причин – опасные природные процессы и стихийные бедствия. Пример: в 1990 году в Кемерово на аптечном складе ПО «Фармация» в результате попадания снега на дезинфекционный порошок ДП-2 произошла экзотермическая реакция с выделением хлора. Пострадали 13 человек, из образовавшейся зоны химического заражения было временно эвакуировано население.

В условиях современного производства среди основных факторов, обуславливающих тенденцию роста числа техногенных аварий и катастроф, можно выделить:

- неустойчивое (напряженное) состояние объекта (личности, общества, государства, системы), при котором воздействие на него всех потоков вещества, энергии и/или информации превышают максимально допустимые значения (это снижает способности предупреждения, ослабления, устранения и отражения опасностей);

- общее увеличение объемов промышленного производства;

- увеличение в промышленности доли высоких технологий и сложности технологических систем;
- увеличение энергоемкости, внедрение новых материалов, опасных для природы и человека;
- несовершенство и устарелость оборудования, снижение технологической и трудовой дисциплины;
- высокие скорости производственных процессов, сжатые сроки введения производств в эксплуатацию, жесткая конкуренция;
- накопление отходов производства и энергетики, в том числе химических и радиоактивных;
- увеличение взаимозависимостей, различных по характеру производств и усложнение инфраструктуры;
- недостатки контроля надзорных органов и государственных инспекций;
- нехватка квалифицированных кадров, обладающих культурой безопасности на производстве и в быту;
- недостаточный уровень предупредительных мероприятий по уменьшению масштабов и последствий чрезвычайных ситуаций, снижению риска их возникновения.

Перечисленные факторы повышают риск возникновения опасных ситуаций, аварий и катастроф техногенного характера во всех сферах хозяйственной деятельности.

Последствия аварий и катастроф и связанных с ними ЧС определяются пространственно-временными факторами, такими как:

- интенсивность воздействия поражающих факторов;
- размещение населенного пункта относительно очага воздействия;
- характеристики грунтов;
- конструктивные решения и прочностные свойства зданий и сооружений;
- плотность застройки и расселения людей в пределах населенного пункта;
- размещение людей в зданиях в течение суток и в зоне риска в течение года.

Поражающие факторы источника ЧС в зависимости от специфики поражающего действия подразделяются на:

- *механические* – взрывная волна, ураган, смерч, придавливание, разрушение конструкциями зданий, обвалы, наводнения;
- *химические* – АХОВ, попадающие в атмосферу, воду, продукты питания, действующие через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы;

– *радиационные* – ионизирующие излучения, возникающие вследствие аварии на объектах, использующих ядерное топливо и радиоактивные изотопы;

– *термические* – воздействие высоких и низких температур;

– *биологические* – биологические средства и токсины;

– *психогенные* – стрессы, неврозы, психозы.

Чрезвычайные ситуации техногенного характера, как и ЧС любого типа, в своем развитии проходят пять стадий.

Первая – стадия накопления отклонений от нормального состояния или процесса. Иными словами, это стадия зарождения ЧС, которая может длиться сутки, месяцы, иногда – годы и десятилетия.

Вторая – инициирование чрезвычайного события, лежащего в основе ЧС.

Третья – процесс чрезвычайного события, во время которого происходит высвобождение факторов риска (энергии или вещества), оказывающих неблагоприятное воздействие на население, объекты и природную среду.

Четвертая – стадия затухания (действие остаточных факторов и сложившихся чрезвычайных условий), которая хронологически охватывает период от перекрытия (ограничения) источника опасности – локализации чрезвычайной ситуации – до полной ликвидации ее прямых и косвенных последствий, включая всю цепочку вторичных, третичных и т. д. последствий. Эта фаза при некоторых ЧС может по времени начинаться еще до завершения третьей фазы. Продолжительность этой стадии может составлять годы, а то и десятилетия.

Пятая – стадия ликвидации последствий и проведения аварийно-спасательных работ.

1.3. Классификация ЧС техногенного характера

Аварии, катастрофы, пожары, обрушения и другие бедствия за последние годы оказывают все возрастающее негативное воздействие на социально-экономическую обстановку в России. Рост числа техногенных ЧС, усугубление последствий и масштабов воздействия, массовые случаи инфекционных заболеваний, пищевых отравлений достигли такого размера, что начали заметно сказываться на безопасности государства и его населения.

Стоит вспомнить такие события, как Чернобыльская катастрофа, крупная авария с выбросом радиоактивного облака под Том-

ском в апреле 1993 года, пожар на КАМАЗе, продолжавшийся несколько недель, пожар на Московском шинном заводе в феврале 1996 года, аварии на теплотрассах г. Хабаровска, где практически всю зиму 1990–1991 года город оставался без теплоснабжения, почти ежегодные прорывы плотин и дамб, многочисленные случаи железнодорожных и авиационных катастроф (декабрь 1997 г. Иркутск, когда упал самолет «Руслан»), массовые пищевые отравления (1999 г. отравленная кока-кола в Бельгии из-за некачественной углекислоты).

Так, в 1995-м году, когда происходило становление Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС, из почти 1500 ЧС крупного масштаба 1025 носили техногенный характер. От всех ЧС за год пострадали 50 тысяч человек, погибли 4400 человек.

Одной из основных классификаций является *классификация ЧС по масштабам возможных последствий*, где за основу берется величина (значимость) события, наносимый ущерб, количество пострадавших, количество сил и средств, затраченных на ликвидацию последствий. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» определяет 6 типов ЧС в зависимости от территории распространения, количества людей, погибших или получивших ущерб здоровью, либо размера ущерба (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Классификация ЧС по масштабам возможных последствий

Виды ЧС	Условия		
	Пострадало, чел.	Материальный ущерб, р.	Зона ЧС
Локального характера	Не более 10	Не более 100 тыс.	Объект
Муниципально-го характера	Не более 50	Не более 5 млн	1 поселение (н/пункт)
Межмуниципального характера	Не более 50	Не более 5 млн	2 и более поселений
Регионального характера	Не более 500	Более 5 млн, но менее 500 млн	1 субъект РФ
Межрегионального характера	Не более 500	Более 5 млн, но менее 500 млн	2 и более 2-х субъектов РФ
Федерального характера	Более 500	Более 500 млн	Территория РФ (несколько регионов)

Если рассматривать всю совокупность возможных ЧС в современном мире, то их целесообразно первоначально разделить на *конфликтные* и *бесконфликтные*. Техногенные ЧС по причине возникновения являются бесконфликтными.

ЧС техногенного характера по ведомственной принадлежности, другими словами, в зависимости от того, где, в какой отрасли народного хозяйства сложилась данная ЧС, подразделяются на ЧС, произошедшие:

- в *строительстве* (промышленном, гражданском, транспортном);
- в *промышленности* (атомной, химической, пищевой, металлургической, машиностроении, газодобывающей и т. д.);
- в *коммунально-бытовой сфере* (на водопроводно-канализационных системах, газовых, тепловых или электросетях);
- на *транспорте* (железнодорожном, воздушном, водном, автомобильном);
- в сельском и лесном хозяйстве.

По характеру явлений ЧС техногенного характера подразделяют на 6 основных групп. В основу данной классификации положен источник ЧС (табл. 1.4).

Таблица 1.4

ЧС техногенного характера

ЧС техногенного характера	
Аварии на химически опасных объектах	На предприятиях пищевой промышленности, имеющих холодильные установки, на очистных сооружениях, на химических предприятиях. Сопровождаются выбросом химических веществ в окружающую среду
Аварии на радиационно опасных объектах	На АЭС, предприятиях ядерно-топливного цикла, на предприятиях по захоронению радиационных отходов. Сопровождаются выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду
Аварии на пожаро-взрывоопасных объектах	Сопровождающиеся пожарами и взрывами, уничтожением материальных ценностей
Аварии на гидродинамически опасных объектах	Гидродинамические аварии. Приводят к затоплению территорий (наводнению)
Аварии на транспорте	На железнодорожном, автомобильном, воздушном, водном, трубопроводном транспорте
Аварии на коммунально-энергетических сетях	На системах водоснабжения, теплоснабжения, электро-снабжения, газоснабжения

Классификация источников ЧС техногенного характера:

1. *Транспортные аварии (катастрофы):*

- товарных поездов;
- пассажирских поездов;
- речных и морских грузовых судов;
- на магистральных трубопроводах и др.

2. *Пожары, взрывы, угроза взрывов:*

- пожары (взрывы) в зданиях, на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов;
- пожары (взрывы) на транспорте;
- пожары (взрывы) в зданиях и сооружениях жилого, социально-бытового, культурного значения и др.

3. *Аварии с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ (АХОВ):*

- аварии с выбросом (угрозой выброса) АХОВ при их производстве, переработке или хранении (захоронении);
- утрата источников АХОВ;
- аварии с химическими боеприпасами и др.

4. *Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ:*

- аварии на атомных станциях;
- аварии транспортных средств и космических аппаратов с ядерными установками;
- аварии с ядерными боеприпасами в местах их хранения, эксплуатации или установки;
- утрата радиоактивных источников и др.

5. *Аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ (БОВ):*

- аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ на предприятиях и в научно-исследовательских учреждениях;
- утрата БОВ и др.

6. *Внезапное обрушение зданий, сооружений:*

- обрушение элементов транспортных коммуникаций;
- обрушение производственных зданий и сооружений;
- обрушение зданий и сооружений жилого, социально - бытового и культурного значения.

7. *Аварии на электроэнергетических системах:*

- аварии на автономных электростанциях с долговременным перерывом электроснабжения всех потребителей;
- выход из строя транспортных электроконтактных сетей и др.

8. *Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения:*

- аварии в канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ;
- аварии на тепловых сетях в холодное время года;
- аварии в системах снабжения населения питьевой водой;
- аварии на коммунальных газопроводах.

9. *Аварии на очистных сооружениях:*

- аварии на очистных сооружениях сточных вод промышленных предприятий с массовым выбросом загрязняющих веществ;
- аварии на очистных сооружениях промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ.

10. *Гидродинамические аварии:*

- прорывы плотин (дамб, шлюзов и др.) с образованием волн прорыва и катастрофическим затоплением;
- прорывы плотин с образованием прорывного паводка и др.

Каждому виду ЧС свойственна своя *скорость распространения опасности*, которая является важной составляющей интенсивности протекания ЧС и характеризует степень внезапности воздействия поражающих факторов. С этой точки зрения события техногенного характера можно разделить на:

- *внезапные* (взрывы, транспортные аварии);
- *с быстро распространяющейся опасностью* (пожары, выбросы газообразных АХОВ);
- *с умеренно распространяющейся опасностью* (выброс радиоактивных веществ, аварии на коммунальных системах, т. п.);
- *с медленно распространяющейся опасностью* (аварии на очистных сооружениях).

Вопросы для самоконтроля

1. Как классифицируются ЧС в зависимости от скорости распространения опасности?
2. Назовите основные критерии классификации ЧС по масштабам возможных последствий.
3. Какую ситуацию называют ЧС межрегионального характера? В чем отличие ЧС регионального характера от межрегиональной?
4. Какие события техногенного характера относятся к внезапным и почему?

Раздел 2

ИСТОЧНИКИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА И МЕРЫ ЗАЩИТЫ

2.1. Аварии на радиационно опасных объектах

2.1.1. Источники радиации

Естественные источники радиации. Радиационный фон, создаваемый *космическими лучами*, дает чуть меньше половины внешнего облучения, получаемого населением от естественных источников радиации. Космические лучи в основном приходят из глубин Вселенной, но некоторая их часть рождается на Солнце во время солнечных вспышек. Космические лучи могут достигать поверхности Земли или взаимодействовать с ее атмосферой, порождая вторичное излучение и приводя к образованию различных радионуклидов. Одни участки земной поверхности более подвержены его действию, чем другие. Северный и Южный полюсы получают больше радиации, чем экваториальные области, из-за наличия у Земли магнитного поля, отклоняющего заряженные частицы (из которых в основном и состоят космические лучи).

Следует отметить, что уровень облучения растет с высотой, поскольку над нами остается все меньше воздуха, играющего роль защитного экрана. Люди, живущие на уровне моря, получают в среднем из-за космических лучей эффективную эквивалентную дозу около 300 микрозивертов (миллионных долей зиверта) в год; для людей же, живущих выше 2000 м над уровнем моря, это величина в несколько раз больше.

Еще более интенсивному, хотя и относительно непродолжительному, облучению подвергаются экипажи и пассажиры самолетов. При подъеме с высоты 4000 м (максимальная высота, на которой расположены человеческие поселения: деревни шерпов на склонах Эвереста) до 12000 м (максимальная высота полета трансконтинентальных авиалайнеров) уровень облучения за счет космических

лучей возрастает примерно в 25 раз и продолжает расти при дальнейшем увеличении высоты до 20000 м (максимальная высота полета сверхзвуковых реактивных самолетов) и выше. При перелете из Нью-Йорка в Париж пассажир обычного турбореактивного самолета получает дозу около 50 мкЗв, а пассажир сверхзвукового самолета на 20 % меньше, хотя подвергается более интенсивному облучению. Это объясняется тем, что во втором случае перелет занимает гораздо меньше времени. Всего за счет использования воздушного транспорта человечество получает в год коллективную эффективную эквивалентную дозу около 2000 чел-Зв.

Земная радиация. Основные радиоактивные изотопы, встречающиеся в горных породах Земли, это калий-40, рубидий-87 и члены двух радиоактивных семейств, берущих начало соответственно от урана-238 и тория-232 — долгоживущих изотопов, включившихся в состав Земли с самого ее рождения. Уровни земной радиации неодинаковы для разных мест земного шара и зависят от концентрации радионуклидов в том или ином участке земной коры.

В среднем примерно 2/3 эффективной эквивалентной дозы облучения, которую человек получает от естественных источников радиации, поступает от радиоактивных веществ, попавших в организм с пищей, водой и воздухом. Совсем небольшая часть этой дозы приходится на радиоактивные изотопы типа углерода-14 и трития, которые образуются под воздействием космической радиации. Все остальное поступает от источников земного происхождения. В среднем человек получает около 180 мкЗв в год за счет калия-40, который усваивается организмом вместе с нерадиоактивными изотопами калия, необходимыми для жизнедеятельности организма. Однако значительно большую дозу внутреннего облучения человек получает от нуклидов радиоактивного ряда урана-238 и в меньшей степени от радионуклидов ряда тория-232. Некоторые из них, например, нуклиды свинца-210 и полония-210, поступают в организм с пищей. Они концентрируются в рыбе и моллюсках, поэтому люди, потребляющие много рыбы и других даров моря, могут получить относительно высокие дозы облучения.

Десятки тысяч людей на Крайнем Севере питаются в основном мясом северного оленя (карибу), в котором оба упомянутых выше радиоактивных изотопа присутствуют в довольно высокой концентрации. Особенно велико содержание полония-210. Эти изотопы попадают в организм оленей зимой, когда они питаются лишайниками, в которых накапливаются оба изотопа. Дозы внутреннего об-

лучения человека от полония-210 в этих случаях могут в 35 раз превышать средний уровень. А в другом полушарии люди, живущие в Западной Австралии в местах с повышенной концентрацией урана, получают дозы облучения, в 75 раз превосходящие средний уровень, поскольку едят мясо и требуху овец и кенгуру. Прежде чем попасть в организм человека, радиоактивные вещества, как и в рассмотренных выше случаях, проходят по сложным маршрутам в окружающей среде, и это приходится учитывать при оценке доз облучения, полученных от какого-либо источника.

Другие источники радиации. Уголь, подобно большинству других природных материалов, содержит ничтожные количества первичных радионуклидов. Последние, извлеченные вместе с углем из недр земли, после сжигания угля попадают в окружающую среду, где могут служить источником облучения людей. Хотя концентрация радионуклидов в разных угольных пластах различается в сотни раз, в основном уголь содержит меньше радионуклидов, чем земная кора в среднем. Но при сжигании угля большая часть его минеральных компонентов спекается в шлак или золу, куда в основном и попадают радиоактивные вещества. Большая часть золы и шлаки остаются на дне топки электросиловой станции. Однако более легкая зольная пыль уносится тягой в трубу электростанции. Количество этой пыли зависит от отношения к проблемам загрязнения окружающей среды и от средств, вкладываемых в сооружение очистных устройств. Облака, извергаемые трубами тепловых электростанций, приводят к дополнительному облучению людей, а, оседая на землю, частички могут вновь вернуться в воздух в составе пыли. Согласно текущим оценкам, производство каждого гигаватт-года электроэнергии обходится человечеству в 2 чел-Зв ожидаемой коллективной эффективной эквивалентной дозы облучения. На приготовление пищи и отопление жилых домов расходуется меньше угля, но зато больше зольной пыли летит в воздух в пересчете на единицу топлива. Таким образом, из печек и каминов всего мира вылетает в атмосферу зольной пыли, возможно, не меньше, чем из труб электростанций. Кроме того, в отличие от большинства электростанций жилые дома имеют относительно невысокие трубы и расположены обычно в центре населенных пунктов, поэтому большая часть загрязнений попадает непосредственно на людей. До последнего времени на это обстоятельство почти не обращали внимания, но по предварительной оценке из-за сжигания угля в домашних условиях для приготовления пищи и обогрева жилищ во всем мире в 1979 г. ожидаемая коллективная

эффективная эквивалентная доза облучения населения Земли возросла на 100000 чел-Зв. Не много известно также о вкладе в облучение населения от зольной пыли, собираемой очистными устройствами. В некоторых странах более трети ее используется в хозяйстве, в основном в качестве добавки к цементам и бетонам. Иногда бетон на 4/5 состоит из зольной пыли. Она используется также при строительстве дорог и для улучшения структуры почв в сельском хозяйстве. Все эти применения могут привести к увеличению радиационного облучения, но сведений по этим вопросам публикуется крайне мало.

Еще один источник облучения населения – термальные водоемы. Некоторые страны эксплуатируют подземные резервуары пара и горячей воды для производства электроэнергии и отопления домов; один такой источник вращает турбины электростанции в Лардерелло в Италии с начала двадцатого века. Измерения эмиссии радона на этой и еще на двух, значительно более мелких, электростанциях в Италии показали, что на каждый гигаваатт-год вырабатываемой ими электроэнергии приходится ожидаемая коллективная эффективная эквивалентная доза 6 чел-Зв, т. е. в три раза больше аналогичной дозы облучения от электростанций, работающих на угле. Однако, поскольку в настоящее время суммарная мощность энергетических установок, работающих на геотермальных источниках, составляет всего 0,1 % мировой мощности, геотермальная энергетика вносит ничтожный вклад в радиационное облучение населения. Но этот вклад может стать весьма весомым, поскольку ряд данных свидетельствует о том, что запасы этого вида энергетических ресурсов очень велики. Добыча фосфатов ведется во многих местах земного шара; они используются главным образом для производства удобрений, которых в 1977 г. во всем мире было получено около 30 млн т. Большинство разрабатываемых в настоящее время фосфатных месторождений содержит уран, присутствующий там в довольно высокой концентрации. В процессе добычи и переработки руды выделяется радон, да и сами удобрения радиоактивны, и содержащиеся в них радиоизотопы проникают из почвы в пищевые культуры.

Радиоактивное загрязнение в этом случае бывает обыкновенно незначительным, но возрастает, если удобрения вносят в землю в жидком виде или если содержащие фосфаты вещества скармливают скоту. Такие вещества действительно широко используются в качестве кормовых добавок, что может привести к значительному повышению содержания радиоактивности в молоке. Все эти аспекты применения фосфатов дают за год ожидаемую коллективную эффективную эквивалентную дозу, равную примерно 6000 чел-Зв.

Антропогенные источники радиации. За последние несколько десятилетий человек создал несколько сотен искусственных радионуклидов и научился использовать энергию атома в самых разных целях: в медицине и для создания атомного оружия, для производства энергии и обнаружения пожаров, для изготовления светящихся циферблатов часов и поиска полезных ископаемых. Все это приводит к увеличению дозы облучения как отдельных людей, так и населения Земли в целом (рис. 2.1).

Индивидуальные дозы, получаемые разными людьми от искусственных источников радиации, сильно различаются (табл. 2.1).

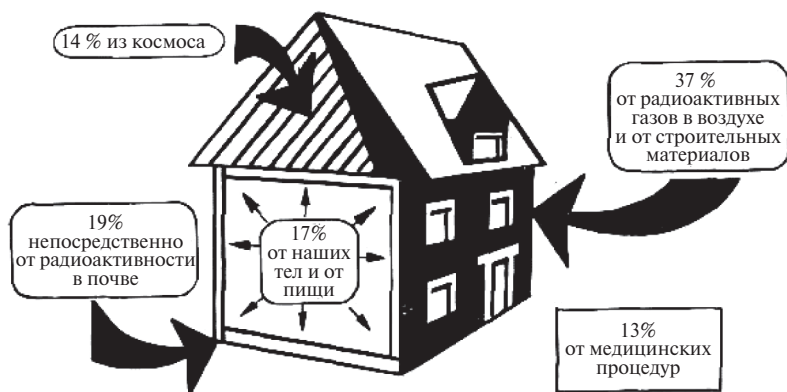


Рис. 2.1. Источники ионизирующих излучений

Таблица 2.1

Возможные дозы облучения человека

1 мкбэр	Просмотр одного хоккейного матча
100 мкбэр	Фоновое облучение населения за год
370 мбэр	Сеанс флюорографии
1 мбэр	Просмотр телевизора по 4 часа в день
0,1 мбэр	ТЭЦ на угле
500 мкбэр	Допустимое облучение населения за год
2–8 бэр	Рентгенография легких
3 бэр	Облучение при рентгенографии зуба
5 бэр	Допустимое облучение персонала РОО за год в условиях нормальной эксплуатации объекта
10 бэр	Допустимое разовое аварийное облучение населения

25 бэр	Допустимое разовое аварийное облучение персонала РОО
30 бэр	Облучение при рентгенографии желудка
75 бэр	Кратковременные незначительные изменения в составе крови
100 бэр	Нижний уровень развития лучевой болезни

В большинстве случаев эти дозы весьма невелики, но иногда облучение за счет техногенных источников оказывается во много тысяч раз интенсивнее, чем за счет естественных. Как правило, для техногенных источников радиации упомянутая вариабельность выражена гораздо сильнее, чем для естественных. Кроме того, порождаемое ими излучение обычно легче контролировать.

Фактором, определяющим экономическое развитие общества, уровень его материальной культуры и обеспеченности, является энергетика. Повышение благосостояния населения обуславливает увеличение производства продуктов питания, товаров повседневного и длительного пользования, что в свою очередь приводит к росту добычи сырья.

Приведем простой пример: для удовлетворения потребностей одного человека из недр Земли ежегодно извлекается около 30 тонн минеральных ископаемых. Обратим внимание на следующие цифры: при полном сжигании 1 кг нефти или угля самого высокого качества выделяется примерно 11,6 кВт/ч электроэнергии, а реакция деления ядер атомов 1 кг урана-235 дает энергии = 22,9 млн кВт/ч, другими словами, в 2 миллиона раз больше. Поэтому, когда в XX веке был расщеплен атом, это открытие послужило толчком к развитию ядерной энергетики, которая позволяет заменить многие традиционные источники энергии (нефть, природный газ, уголь). В сравнении с ТЭС это наиболее экономически выгодные и экологически чистые источники энергии.

Однако ядерная энергетика таит в себе не только огромные возможности, но и огромную опасность. Кроме того, ядерные материалы и ионизирующие излучения во все возрастающих масштабах используются во многих отраслях народного хозяйства, их приходится хранить, перевозить на большие расстояния, перерабатывать. Все эти операции создают дополнительный риск радиоактивного загрязнения окружающей среды и поражения людей, животных, растений.

В природе существуют устойчивые и неустойчивые химические элементы. У неустойчивых элементов внутриядерных сил для сохранения прочности ядра недостаточно, ядра атомов таких элементов самопроизвольно распадаются и образуют ядра атомов других

элементов. Данное свойство некоторых веществ называется *радиоактивностью*.

Радиоактивные вещества (РВ) – химические элементы, ядра атомов которых самопроизвольно превращаются в ядра других элементов. Процесс превращения сопровождается излучением, которое назвали ионизирующим. Активность РВ зависит от периода полураспада данного вещества.

Радиоактивность (от лат. *radio* – «излучаю», *radius* – «луч» и *activus* – «действенный») – способность ядер атомов отдельных элементов самопроизвольно распадаться с образованием атомов других элементов.

Радиоактивный распад – явление спонтанного превращения атомного ядра в другое ядро или ядра. Радиоактивный распад сопровождается испусканием одной или нескольких частиц (например, электронов, нейтрино, альфа-частиц, фотонов).

В качестве единицы радиоактивности принято считать один акт радиоактивного распада в секунду. Единицей измерения радиоактивности является беккерель:

$$1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп./с}$$

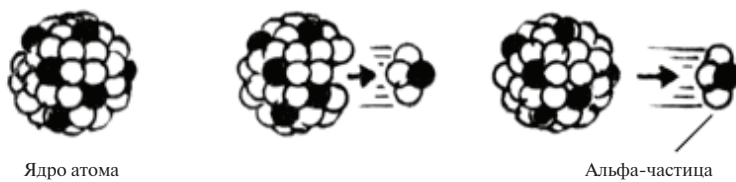
Радиоактивные вещества – источники ионизирующих излучений – имеют ряд специфических особенностей:

- не имеют цвета, запаха, вкуса и специфических внешних признаков;
- способны вызывать поражение не только при взаимодействии, но и на некотором удалении от источника;
- поражающие свойства РВ не могут быть уничтожены ни химическим, ни физическим способом, так как их активность зависит только от периода полураспада вещества.

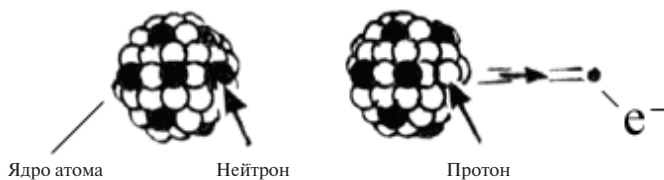
Ионизирующее излучение – излучение, которое создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы разных знаков.

Различают фотонное (электромагнитное) и корпускулярное ионизирующие излучения. К фотонному ионизирующему излучению относят ультрафиолетовое и рентгеновское излучения, а также гамма-излучение, возникающее при ядерных реакциях. К корпускулярному ионизирующему излучению относят потоки α - и β -частиц, ускоренных ионов, электронов и нейтронов, а также осколков деления тяжелых ядер. Виды ионизирующих излучений, процесс образования и их характеристики представлены на рис. 2.2, 2.3, 2.4 и в табл. 2.2.

Альфа-распад



Бета-распад



Гамма-излучение

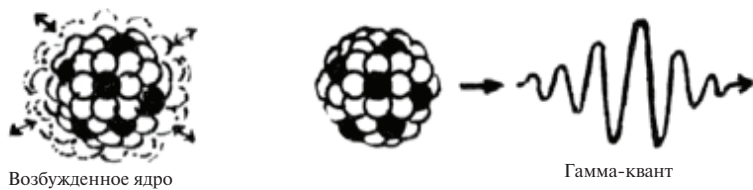


Рис. 2.2. Процесс образования ионизирующих излучений

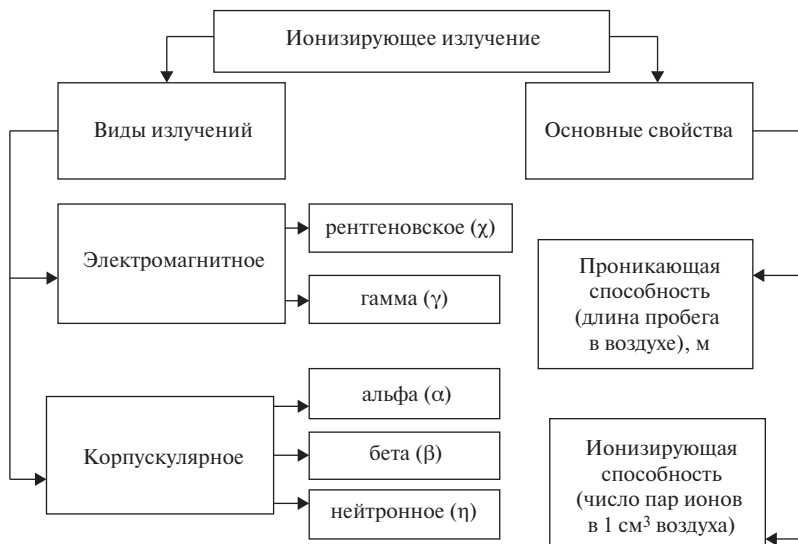


Рис. 2.3. Виды ионизирующих излучений

Таблица 2.2

Характеристика ионизирующих излучений

Вид излучения	Состав	Проникающая способность	Ионизирующая способность	Защита
Альфа	Поток ядер гелия	10 см в воздухе	3000 пар ионов на 1 см пути	Лист писчей бумаги
Бета	Поток электронов	20 м в воздухе	70 пар ионов на 1 см пути	Летняя одежда наполовину задерживает
Гамма	Электромагнитное излучение	Сотни метров	Несколько пар ионов на 1 см пути	Не задерживается
Нейтронное	Поток нейтронов	Несколько км	Несколько тысяч пар ионов на 1 см пути, кроме того, вызывает наведенную активность	Задерживается только материалами из углеводов

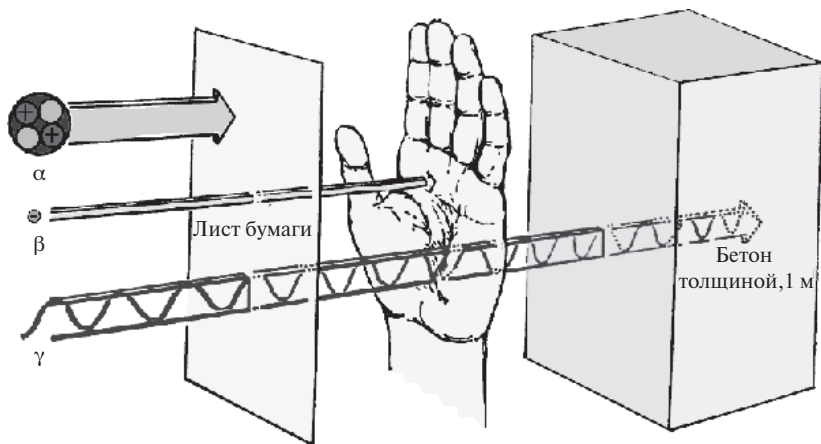


Рис. 2.4. Проникающая способность ионизирующих излучений

Радиационное воздействие на персонал и население в зоне радиоактивного загрязнения характеризуется величинами доз *внешнего и внутреннего облучения людей*. Под *внешним* понимается прямое облучение человека от источников ионизирующего излучения, расположенных вне его тела, главным образом от источников гамма-излучения и нейтронов. *Внутреннее* облучение происходит за счет ионизирующего излучения от источников, находящихся внутри человека. Эти источники образуются в критических (наиболее чувствительных) органах и тканях. Внутреннее облучение происходит за счет источников альфа-, бета- и гамма-излучения.

Человеческий организм поглощает энергию ионизирующих излучений. Степень поражения организма зависит от количества поглощенной энергии и определяется поглощенной дозой.

Основными дозиметрическими характеристиками ионизирующих излучений являются:

Поглощенная доза (доза поглощенного излучения) – количество энергии, поглощенное облучаемым веществом и рассчитанное на единицу массы данного вещества. В международной системе единиц поглощенная доза измеряется в Гр (грей).

$$1\text{Гр} = 1\text{ Дж/кг.}$$

1 грей достаточно большая единица, поэтому на практике используется внесистемная единица измерения – рад.

$$1 \text{ Грей} = 100 \text{ рад.}$$

Принято сравнивать биологическое действие всех видов излучения с биологическим действием рентгеновского и гамма-излучения.

Коэффициент, показывающий, во сколько раз поражающее действие данного вида излучения выше, чем рентгеновского, при одинаковой дозе поглощенного излучения, называют относительной биологической эффективностью (ОБЭ), или коэффициентом качества излучения (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Коэффициент качества излучения некоторых видов ионизирующих излучений

Вид излучения	КОБЭ
Рентгеновское и гамма-излучение	1
β - излучение	1
Тепловые нейтроны	3
Быстрые нейтроны	10
Протоны	10
α - излучение	20

Для оценки действия излучения на живые организмы введена специальная величина – *эквивалентная (эффективная) доза*.

Эквивалентной дозой поглощенного излучения называют величину, равную произведению поглощенной дозы на коэффициент биологической эффективности:

$$D_{\text{экв}} = D_{\text{погл}} \cdot \text{Кобэ.}$$

За единицу измерения эквивалентной дозы в международной системе единиц принят зиверт (Зв).

Зиверт соответствует поглощенной дозе 1 грей при коэффициенте относительной биологической эффективности, равном единице.

На практике для измерения эквивалентной дозы поглощенного излучения часто используют внесистемную единицу бэр (биологический эквивалент рада).

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр.}$$

2.2.2. Последствия радиационных аварий

Радиационно опасный объект (РОО) – предприятие, на котором хранят, используют, перерабатывают или транспортируют радиоактивные вещества и при авариях на котором могут произойти массовые радиационные поражения.

К радиационно опасным объектам относятся:

- предприятия ядерного топливного цикла, предназначенные для добычи и переработки урановой руды, переработки и захоронения радиоактивных отходов;
- атомные станции: атомные электрические станции, атомные теплоэлектроцентрали, атомные станции теплоснабжения;
- объекты с ядерными энергетическими установками: корабельными или космическими ЯЭУ, войсковыми атомными электростанциями;
- ядерные боеприпасы и склады для их хранения;
- научно-исследовательские институты, имеющие ядерные установки.

В настоящее время в России на десяти действующих АЭС эксплуатируется 33 энергоблока. Из них 16 реакторов с водой под давлением (11 ВВЭР-1000, 6 ВВЭР-440), 15 канальных кипящих реакторов (11 РБМК-1000 и 4 ЭГП-6), а также один реактор на быстрых нейтронах (БН-600). Доля выработки АЭС в общем энергобалансе России составляет ныне около 16 %, причём на северо-западе страны АЭС вырабатывают 42 % электроэнергии.

На территории России 10 действующих АЭС (Балаковская – в Саратовской области, Белоярская – в Свердловской области, Билибинская – в Магаданской области, Калининская – в Тверской области, Кольская – в Мурманской области, Ленинградская – в Ленинградской области, Смоленская – в Смоленской области, Курская – в Курской области, Нововоронежская – в Воронежской области, Ростовская – в г. Волгодонске Ростовской области) (рис. 2.5).

Практически все действующие АЭС расположены в европейской части России, и в непосредственной близости (в пределах 30-километровой зоны) от них проживает более 4 млн человек.

В Свердловской области, в городе Заречный, расположена Белоярская атомная электростанция им. И. В. Курчатова (БАЭС), вторая промышленная атомная станция в стране (после Сибирской), единственная в России АЭС с разными типами реакторов на одной площадке мощностью 600 МВт.

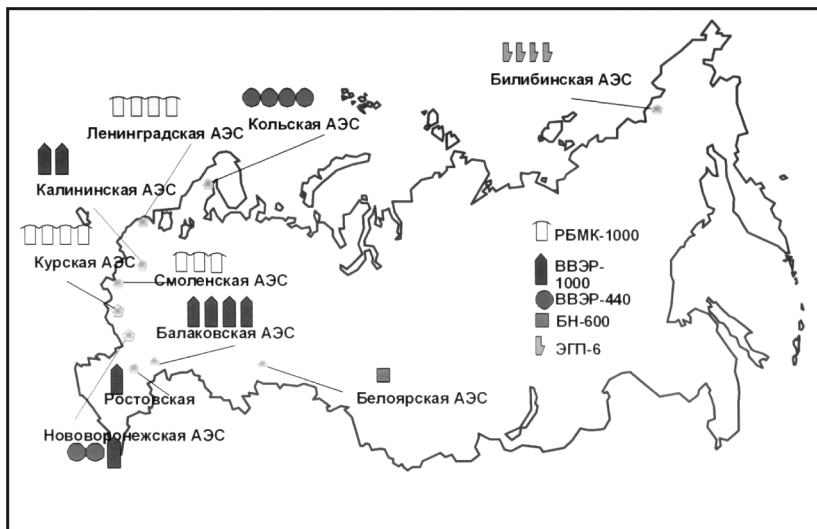


Рис. 2.5. АЭС России

750 предприятий промышленности, транспорта, связи и сельского хозяйства Свердловской области используют в своих технологиях источники ионизирующих излучений, радиоактивные вещества и образуют радиоактивные отходы (РО). Угрозу радиоактивного загрязнения окружающей среды представляют и места временного хранения РО на таких объектах, как АО «Уралмонацит» (г. Красноуфимск) и АО «Ключевской завод ферросплавов» (п. Двуреченск).

В случае аварии на перечисленных объектах, по оценкам Главного управления по делам ГОЧС Свердловской области, максимальная площадь радиоактивного загрязнения может составить около 2993,0 кв км. Количество населения, проживающего в зоне возможного радиоактивного загрязнения, может составить около 242,0 тыс. человек. Кроме того, отработанное ядерное топливо с предприятий ядерного топливного цикла, радиоактивные отходы с других предприятий в твердом и жидком состоянии перевозятся автомобильным и железнодорожным транспортом в места постоянного и временного хранения, что создает дополнительную опасность возникновения чрезвычайных ситуаций.

Атомная электростанция (АЭС) — ядерная установка для производства энергии в заданных режимах и условиях применения, располагающаяся в пределах определенной проектом территории,

на которой для осуществления этой цели используются ядерный реактор (реакторы) и комплекс необходимых систем, устройств, оборудования и сооружений с необходимыми работниками

Прообраз ядерного реактора был построен в декабре 1942 г. в США под руководством Э. Ферми. Это была так называемая «Чикагская стопка». *Chicago Pile* (впоследствии слово «Pile» наряду с другими значениями стало обозначать ядерный реактор). Такое название дали ему из-за того, что он напоминал собой большую стопку графитовых блоков, положенных один на другой. Между блоками были помещены шарообразные «рабочие тела» из природного урана и его диоксида.

В СССР первый реактор был построен под руководством академика И. В. Курчатова. Реактор Ф-1 был пущен 25 декабря 1946 г. Реактор имел форму шара, диаметр около 7,5 метров. У него не было системы охлаждения, поэтому он работал на очень малых уровнях мощности.

Исследования продолжились, и 27 июня 1954 г. вступила в строй первая в мире атомная электростанция мощностью 5 МВт в г. Обнинске.

При распаде урана U^{235} происходит выделение тепла, сопровождаемое выбросом двух-трех нейтронов. По статистическим данным — 2,5. Эти нейтроны сталкиваются с другими атомами урана U^{235} . При столкновении уран U^{235} превращается в нестабильный изотоп U^{236} , который практически сразу же распадается на Kr^{92} и Ba^{141} + эти самые 2–3 нейтрона. Распад сопровождается выделением энергии в виде гамма-излучения и тепла. Этот процесс и называется цепная реакция. Атомы делятся, количество распадов увеличивается в геометрической прогрессии, что в конечном итоге приводит к молниеносному, по нашим меркам, высвобождению огромного количества энергии — происходит атомный взрыв как следствие неуправляемой цепной реакции.

Однако в *ядерном реакторе* мы имеем дело с *управляемой ядерной реакцией*. В настоящее время существует два типа ядерных реакторов ВВЭР (водо-водяной энергетический реактор) и РБМК (реактор большой мощности канальный). Отличие в том, что РБМК — кипящий реактор, а ВВЭР использует воду под давлением в 120 атмосфер.

Ядерный реактор промышленного типа представляет собой котел, сквозь который протекает теплоноситель. Как правило, это обычная вода (75 % в мире), жидкий графит (20 %) и тяжелая вода (5 %). В экспериментальных целях использовался бериллий и предполагался углеводород.

Тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ) — стержни в циркониевой оболочке с ниобийным легированием, внутри которых расположены таблетки из диоксида урана (рис. 2.6).

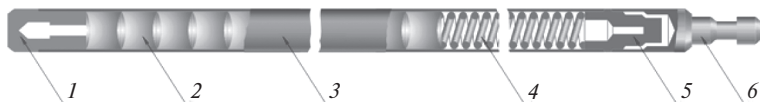


Рис. 2.6. ТВЭЛ реактора РБМК:

- 1 – заглушка; 2 – таблетки диоксида урана; 3 – оболочка из циркония;
4 – пружина; 5 – втулка; 6 – наконечник

Также ТВЭЛ включает в себя пружинную систему удержания топливных таблеток на одном уровне, что позволяет точнее регулировать глубину погружения/выведения топлива в активную зону. Они собраны в кассеты шестигранной формы, каждая из которых включает в себя несколько десятков ТВЭЛов. По каналам в каждой кассете протекает теплоноситель.

Активная зона реактора состоит из сотен кассет, поставленных вертикально и объединенных вместе металлической оболочкой – корпусом, играющим также роль отражателя нейтронов. Среди кассет с регулярной частотой вставлены управляющие стержни и стержни аварийной защиты реактора, которые в случае перегрева призваны заглушить реактор. Управляющие могут перемещаться вверх и вниз, погружаясь или, наоборот, выходя из активной зоны, где реакция идет интенсивнее всего. Это обеспечивают мощные электромоторы, в совокупности с системой управления. Стержни аварийной защиты призваны заглушить реактор в случае нештатной ситуации, упав в активную зону и поглотив большее количество свободных нейтронов.

Каждый реактор имеет крышку, через которую производится погрузка и выгрузка отработавших и новых кассет. Поверх корпуса реактора обычно устанавливается теплоизоляция. Следующим барьером идет биологическая защита – элемент конструкции ядерного реактора или слой воды под активной зоной, предназначенные для защиты персонала от ионизирующего излучения (ГОСТ 23.0.82 – 78. Реакторы ядерные. Термины и определения). Биологическая защита призвана не выпустить в атмосферу радиоактивный пар и куски реактора, если все-таки произойдет взрыв (рис. 2.7).

Ядерный взрыв в современных реакторах крайне мало вероятен, потому что топливо достаточно мало обогащено и разделено на ТВЭЛы. Даже если расплавится активная зона, топливо не сможет настолько активно прореагировать. Максимум, что может произойти, – тепловой взрыв, как на Чернобыле, когда давление в реакторе

достигло таких величин, что металлический корпус просто разорвало, а крышка реактора весом в 5000 т сделала прыжок с переворотом, пробив крышу реакторного отсека и выпустив пар наружу. Если бы Чернобыльская АЭС была оснащена правильной биологической защитой, то катастрофа обошлась бы человечеству намного дешевле.

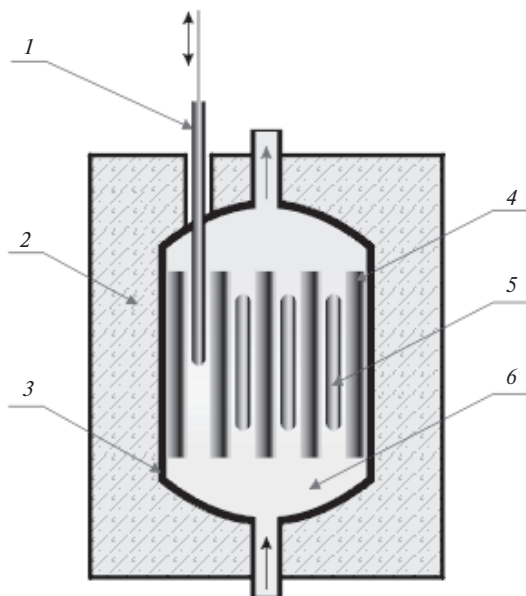


Рис. 2.7. Ядерный реактор:

1 – управляющий стержень; 2 – биологическая защита; 3 – корпус;
4 – ядерное топливо; 5 – стержень аварийной защиты

После поступления в активную зону реактора с помощью насосов вода нагревается с 250 до 300 градусов и выходит с «другой стороны» реактора. Это называется первым контуром. Далее она направляется в теплообменник, где встречается со вторым контуром, после чего пар под давлением поступает на лопатки турбин. Турбины вырабатывают электричество.

Устройства, в которых осуществляются контролируемые цепные реакции деления, называются ядерными реакторами. Принцип работы ядерного реактора основан на реакции ядерного распада. Ней-

троны, высвобождающиеся в таких реакциях, обладают чрезвычайно высокой скоростью. Поэтому для контроля цепной реакции в реакторах используют материалы, в которых нейтроны теряют часть энергии. Такие материалы, снижающие скорость нейтронов, называются замедлителями ядерных реакций.

Принцип работы ядерного реактора следующий: внутри циркулирует обычная вода, очищенная от всех примесей. Реактор запускается, когда из его активной зоны извлекаются стержни, поглощающие нейтроны. Во время цепной реакции высвобождается большая тепловая энергия, циркулируя через активную зону реактора и омывая топливные элементы (ТВЭЛы), вода нагревается до 320 градусов.

Проходя внутри теплообменных трубок парогенератора, вода первого контура отдает тепло воде второго контура, не соприкасаясь с ней, что исключает попадание радиоактивных веществ за пределы реакторного зала.

А далее все, как на обычной теплоэлектростанции. Вода второго контура превращается в пар, который с бешеной скоростью вращает турбину, а турбина приводит в движение электрогенератор. Он-то и вырабатывает электрический ток (рис. 2.8).

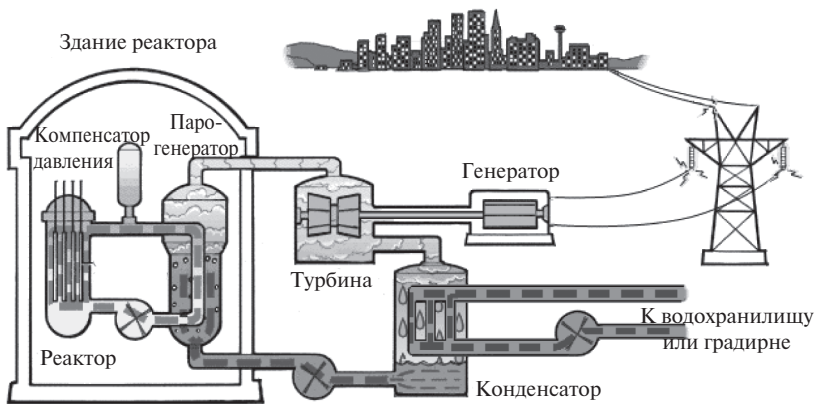


Рис. 2.8. Схема работы АЭС

Радиационная авария – происшествие, приведшее к выходу (выбросу) радиоактивных продуктов и ионизирующих излучений за предусмотренные проектом пределы (границы) в количествах, превышающих установленные нормы безопасности.

Радиационные аварии в зависимости от масштабов происходящих событий подразделяются на три типа:

— *локальная* — не произошел выход радиоактивных продуктов или ионизирующих излучений за предусмотренные границы оборудования, технологических систем, зданий и сооружений;

— *местная* — произошел выход радиоактивных продуктов в пределах санитарно-защитной зоны;

— *общая* — произошел выход радиоактивных продуктов за границу санитарно-защитной зоны и в количествах, приводящих к радиоактивному загрязнению прилегающих территорий и возможному облучению проживающего на ней населения выше установленных норм.

Санитарно-защитная зона — территория вокруг источника ионизирующего излучения, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации данного источника может превысить установленный предел облучения для населения.

Зона наблюдения — территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой производится радиационный контроль.

Естественный радиационный фон — доза излучения, создаваемая космическим излучением природных радионуклидов.

Техногенно измененный радиационный фон — естественный радиационный фон, измененный в результате деятельности человека.

Классификация аварий на АЭС проводится *по двум признакам*: по типовым нарушениям нормальной эксплуатации и по характеру последствий для персонала, населения и окружающей среды.

При анализе аварий их принято характеризовать так: *исходное событие — пути протекания — последствия*.

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

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.

Проектная авария — авария, для которой проектом определены исходные события и конечные состояния, в связи с чем предусмотрены системы (барьеры) безопасности.

Запроектная авария вызывается не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями и приводит к тяжелым последствиям. При этом может произойти выход радиоактивных продуктов

в количествах, приводящих к радиоактивному загрязнению прилегающей территории, возможному облучению населения выше установленных норм. В тяжелых случаях могут произойти тепловые и ядерные взрывы.

Причинами проектных аварий 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 аварии (проектная) – нарушение первого барьера безопасности (нарушение герметичности оболочек тепловыделяющих элементов из-за нарушения температурного режима (перегрев) ТВЭЛов или механических повреждений).

Второй тип (проектная с наибольшими последствиями) – нарушение первого и второго барьеров безопасности (при попадании радиоактивных продуктов в теплоноситель).

Третий тип (запроектная) – нарушение всех трех барьеров безопасности (при нарушении первом и втором – теплоноситель с радиоактивными продуктами деления удерживается от выхода в окружающую среду третьим барьером – защитной оболочкой реактора).

В 1990 году международной группой экспертов, учрежденной МАГАТЭ и Агентством по ядерной энергии ОЭСР (ОЭСР/АЯЭ), в качестве инструмента информирования о значимости с точки зрения безопасности событий, возникающих на ядерных объектах, была разработана Международная шкала ядерных и радиологических событий (INES). В рамках шкалы события классифицируются по семи уровням: на уровнях 4–7 они называются «авариями», а на уровнях 1–3 – «инцидентами». События, не существенные с точки зрения безопасности, классифицируются как «событие ниже шкалы/уровень 0». События, не имеющие отношения к безопасности, связанной с излучениями или обеспечением ядерной безопасности, не классифицируются по данной шкале.

В целях информирования общественности каждый уровень событий по шкале INES имеет строго определенное наименование. В порядке возрастающей тяжести это: «аномалия», «инцидент», «серьезный инцидент», «авария с локальными последствиями», «авария с широкими последствиями», «серьезная авария» и «крупная авария».

При построении шкалы выбран принцип, согласно которому тяжесть события возрастает примерно на порядок величины с каждым уровнем шкалы (шкала является логарифмической). Авария на Чернобыльской АЭС 1986 г. оценивается на уровне 7 и характеризуется

обширным воздействием на людей и окружающую среду, авария 1979 г. на АЭС «Три Майл Айленд» оценивается уровнем 5, а событию, приводящему к одному смертному случаю от воздействия излучения, присваивается уровень 4. Структура шкалы представлена в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Международная шкала ядерных и радиологических событий

Уровень по шкале INES	Критерии оценки безопасности			Примеры событий
	Население и окружающая среда	Радиологические барьеры и контроль	Глубокоэшелонированная защита	
1	2	3	4	5
Уровень 7. Крупная авария	Крупный выброс (радиологический эквивалент более нескольких десятков тысяч ТБк I-131): тяжёлые последствия для здоровья населения и окружающей среды			Чернобыльская АЭС, СССР (1986), АЭС Фукусима-1, Япония (2011)
Уровень 6. Серьёзная авария	Значительный выброс (радиологический эквивалент более нескольких тысяч ТБк I-131): требуется полномасштабное осуществление плановых мероприятий по восстановлению			ПО «Маяк», СССР (1957)
Уровень 5. Авария с риском для окружающей среды	Ограниченный выброс: требуется частичное осуществление плановых мероприятий по восстановлению	Тяжёлое повреждение активной зоны и физических барьеров		Три-Майл-Айленд, США (1979). Уиндскейле, Великобритания (1957)

Продолжение табл. 2.4.

Уровень по шкале INES	Критерии оценки безопасности			Примеры событий
	Население и окружающая среда	Радиологические барьеры и контроль	Глубокоэшелонированная защита	
1	2	3	4	5
Уровень 4. Авария без значительного риска для окружающей среды	Минимальный выброс: облучение населения в пределах допустимого	Серьёзное повреждение активной зоны и физических барьеров; облучение персонала с летальным исходом		Токаймура, Япония (1999). Сибирский химический комбинат (1993)
Уровень 3. Серьёзный инцидент	Пренебрежительно малый выброс: облучение населения ниже допустимого предела	Серьёзное распространение радиоактивности; облучение персонала с серьёзными последствиями	Аварию удалось предотвратить, задействовав все исправные системы безопасности. Также: потеря, похищение или доставка не по адресу высокоактивного источника	Пожар на АЭС Вандельос, Испания (1989)
Уровень 2. Инцидент		Значительное распространение радиоактивности; облучение персонала за пределами допустимого	Инцидент с серьёзными откатами в средствах обеспечения безопасности	Многочисленные события
Уровень 1. Аномальная ситуация			Аномальная ситуация, выходящая за пределы допустимого при эксплуатации	Многочисленные события
Уровень 0. Событие с отклонением ниже шкалы	Отсутствует значимость с точки зрения безопасности			Многочисленные события

Таким образом, одно из главных условий разработки критериев классификации событий по шкале INES – обеспечение четкого разграничения уровня значимости менее тяжелых и более локализованных событий от самой тяжелой аварии.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды является наиболее важным экологическим последствием радиационных аварий с выбросами радионуклидов, основным фактором, оказывающим влияние на состояние здоровья и условия жизнедеятельности людей на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Основными специфическими явлениями и факторами, обуславливающими экологические последствия при радиационных авариях и катастрофах, служат радиоактивные излучения из зоны аварии, а также из формирующегося при аварии и распространяющегося в приземном слое облака (облаков) загрязненного радионуклидами воздуха; радиоактивное загрязнение компонентов окружающей среды (рис. 2.9, 2.10).

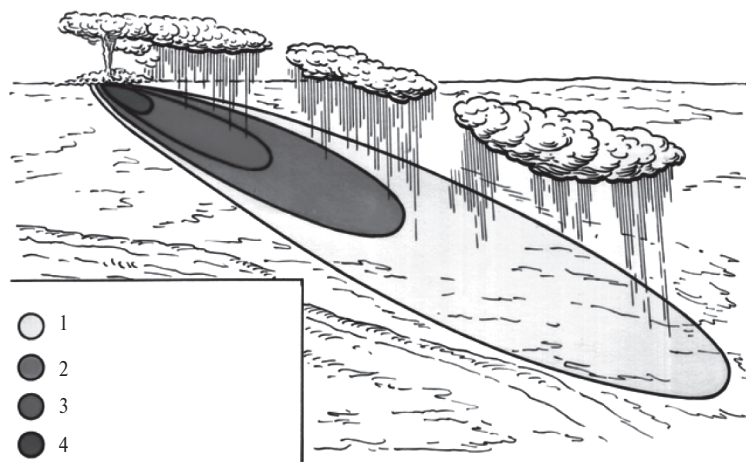


Рис. 2.9. Формирование радиоактивного следа при РА

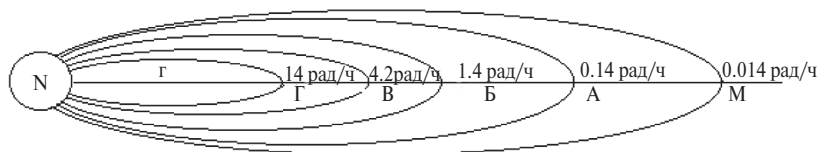


Рис. 2.10. Зоны радиоактивного загрязнения

Последствия радиационных аварий можно рассмотреть на примере Чернобыльской катастрофы. Воздушные массы, двигавшиеся 26 апреля 1986 г. на запад, 27 апреля на север и северо-запад, 28–29 апреля от северного направления повернули на восток, юго-восток и далее 30 апреля — на юг (на Киев).

Последующее длительное поступление радионуклидов в атмосферу происходило за счет горения графита в активной зоне реактора. Основной выброс радиоактивных продуктов продолжался в течение 10 суток. Однако истечение радиоактивных веществ из разрушенного реактора и формирование зон загрязнения продолжались в течение месяца. Долгосрочный характер воздействия радионуклидов определялся значительным периодом полураспада. Осаждение радиоактивного облака и формирование следа происходили длительное время. В течение этого времени изменялись метеорологические условия и след радиоактивного облака приобрел сложную конфигурацию. Фактически сформировались два радиоактивных следа: западный и северный. Наиболее тяжелые радионуклиды распространялись на запад, а основная масса более легких (йод и цезий), поднявшись выше 500–600 м (до 1,5 км), была перенесена на северо-запад.

В результате аварии около 5 % радиоактивных продуктов, накопившихся за 3 года работы в реакторе, вышли за пределы промышленной площадки станции. Летучие изотопы цезия (134 и 137) распространились на огромные расстояния (значительное количество по всей Европе) и были обнаружены в большинстве стран и океанах Северного полушария. Чернобыльская авария привела к радиоактивному загрязнению территорий 17 стран Европы общей площадью 207,5 тыс. км², с площадью загрязнения цезием выше 1 Кю/км².

Если выпадения по всей Европе принять за 100 %, то из них на территорию России пришлось 30 %, Белоруссии — 23 %, Украины — 19 %, Финляндии — 5 %, Швеции — 4,5 %, Норвегии — 3,1 %. На территориях России, Белоруссии и Украины в качестве нижней границы зон радиоактивного загрязнения был принят уровень загрязнения 1 Кю/км².

Сразу после аварии наибольшую опасность для населения представляли радиоактивные изотопы йода. Максимальное содержание йода-131 в молоке и растительности наблюдалось с 28 апреля по 9 мая 1986 г. Однако в этот период «йодовой опасности» защитные мероприятия почти не проводились.

В дальнейшем радиационную обстановку определяли долгоживущие радионуклиды. С июня 1986 г. радиационное воздействие

формировалось в основном за счет радиоактивных изотопов цезия, а в некоторых районах Украины и Белоруссии также и стронция. Наиболее интенсивные выпадения цезия характерны для центральной 30-километровой зоны вокруг Чернобыльской АЭС. Другая сильно загрязненная зона — это некоторые районы Гомельской и Могилевской областей Белоруссии и Брянской области России, которые расположены примерно в 200 км от АЭС. Еще одна, северо-восточная зона, расположена в 500 км от АЭС, в нее входят некоторые районы Калужской, Тульской и Орловской областей. Из-за дождей выпадения цезия легли «пятнами», поэтому даже на соседних территориях плотность загрязнения могла различаться в десятки раз. Осадки сыграли существенную роль в формировании выпадений — в зонах выпадения дождевых осадков загрязнение в 10 и более раз превышало выпадение в «сухих» местах. При этом в России выпадения были «размазаны» на достаточно большой территории, поэтому общая площадь территорий, загрязненных выше 1 Кю/км², в России наибольшая. А в Белоруссии, где выпадения оказались более сконцентрированными, образовалась наибольшая, по сравнению с другими странами, площадь территорий, загрязненных свыше 40 Кю/км². Плутоний-239 как тугоплавкий элемент не распространился в значительных количествах (превышающих допустимые значения в 0,1 Кю/км²) на большие расстояния. Его выпадения практически ограничились 30-километровой зоной, площадью около 1 100 км² (где и стронция-90 в большинстве случаев выпало более 10 Кю/км²), которая стала надолго непригодной для проживания человека и хозяйствования, так как период полураспада плутония-239 составляет 24,4 тыс. лет.

В России общая площадь радиоактивно загрязненных территорий с плотностью загрязнения выше 1 Кю/км² по цезию-137 достигала 100 тыс. км², а свыше 5 Кю/км² — 30 тыс. км². На загрязненных территориях оказалось 7 608 населенных пунктов, в которых проживало около 3 млн человек. Вообще же радиоактивному загрязнению подверглись территории 16 областей и 3 республик России (Белгородской, Брянской, Воронежской, Калужской, Курской, Липецкой, Ленинградской, Нижегородской, Орловской, Пензенской, Рязанской, Саратовской, Смоленской, Тамбовской, Тульской, Ульяновской областей, а также Мордовии, Татарстана, Чувашии) (рис. 2.11).

Радиоактивное загрязнение затронуло более 2 млн га сельхозугодий и около 1 млн га лесных земель. Территория с плотностью загрязнения 15 Кю/км² по цезию-137, а также радиоактивные водоемы находятся только в Брянской области, в которой прогнозируется ис-

чезновение загрязнения примерно через 100 лет после аварии. При распространении радионуклидов транспортирующей средой является воздух или вода, а роль концентрирующей и депонирующей среды выполняют почва и донные отложения (рис. 2.12). Территории радиоактивного загрязнения – это, главным образом, сельскохозяйственные районы. Это значит, что радионуклиды могут попасть с продуктами питания в организм человека. Радиоактивное загрязнение водоемов, как правило, представляет опасность лишь в первые месяцы после аварии.



Рис. 2.11. Чернобыльский радиоактивный след

Наиболее доступны для усвоения растениями «свежие» радионуклиды при поступлении аэральным путем и в начальный период пребывания в почве (например, для цезия-137 заметно уменьшение поступления в растения с течением времени, т. е. при «старении» радионуклида).

Сельскохозяйственная продукция (прежде всего молоко) при отсутствии соответствующих запретов на ее употребление стала главным источником облучения населения радиоактивным йодом

в первый месяц после аварии. Местные продукты питания вносили существенный вклад в дозы облучения и во все последующие годы. В настоящее время, спустя 20 лет, потребление продукции подсобных хозяйств и даров леса дает основной вклад в дозу облучения населения. Принято считать, что 85 % суммарной прогнозируемой дозы внутреннего облучения на последующие 50 лет после аварии составляет доза внутреннего облучения, обусловленная потреблением продуктов питания, которые выращены на загрязненной территории, и лишь 15 % падает на дозу внешнего облучения. В результате радиоактивного загрязнения компонентов окружающей среды происходит включение радионуклидов в биомассу, их биологическое накопление с последующим негативным воздействием на физиологию организмов, репродуктивные функции и т. д.

На любом этапе получения продукции и приготовления пищи можно уменьшить поступление радионуклидов в организм человека. Если тщательно мыть зелень, овощи, ягоды, грибы и другие продукты, радионуклиды не будут попадать в организм с частичками почвы. Эффективные пути уменьшения поступления цезия из почвы в растения – глубокая перепахка (делает цезий недоступным для корней растений); внесение минеральных удобрений (снижает переход цезия из почвы в растение); подбор выращиваемых культур (замена на виды, накапливающие цезий в меньшей степени). Уменьшить поступление цезия в продукты животноводства можно подбором кормовых культур и использованием специальных пищевых добавок. Сократить содержание цезия в продуктах питания можно различными способами их переработки и приготовления. Цезий растворим в воде, поэтому за счет вымачивания и варки его содержание уменьшается. Если овощи, мясо, рыбу варить 5–10 минут, то 30–60 % цезия перейдет в отвар, который затем стоит слить. Квашение, маринование, соление снижает содержание цезия на 20 %. То же относится и к грибам. Их очистка от остатков почвы и мха, вымачивание в солевом растворе и последующее кипячение в течение 30–45 минут с добавлением уксуса или лимонной кислоты (воду сменить 2–3 раза) позволяют снизить содержание цезия до 20 раз. У моркови и свеклы цезий накапливается в верхней части плода, если ее срезать на 10–15 мм, его содержание снизится в 15–20 раз. У капусты цезий сосредоточен в верхних листьях, удаление которых уменьшит его содержание до 40 раз. При переработке молока на сливки, творог, сметану содержание цезия снижается в 4–6 раз, на сыр, сливочное масло – в 8–10 раз, на топленое масло – в 90–100 раз.

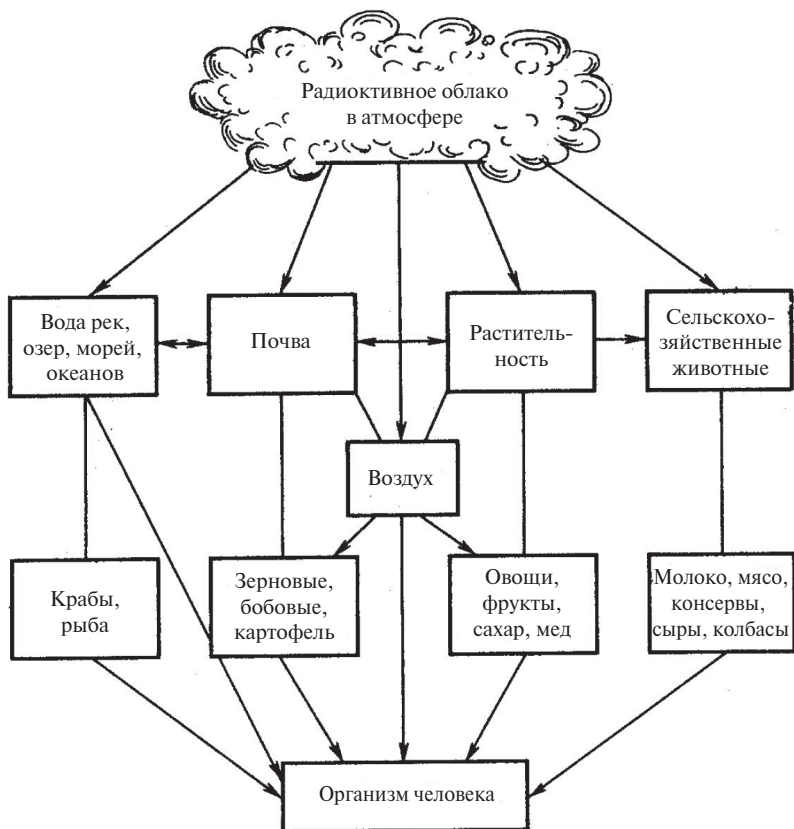


Рис. 2.12. Основные пути попадания в организм человека

Радиационная обстановка зависит не только от периода полураспада (для йода-131 – 8 дней, цезия-137 – 30 лет). Со временем радиоактивный цезий уходит в нижние слои почвы и становится менее доступным для растений. Одновременно снижается и мощность дозы над поверхностью земли. Скорость этих процессов оценивается эффективным периодом полураспада. Для цезия-137 он составляет около 25 лет в лесных экосистемах, 10–15 лет на лугах и пашнях, 5–8 лет в населенных пунктах. Поэтому радиационная обстановка улучшается быстрее, чем происходит естественный распад радиоактивных элементов. С течением времени плотность загрязнения на всех территориях уменьшается, а их общая площадь сокращается.

Улучшить радиационную обстановку можно в результате проведения дезактивационных мероприятий. Для предотвращения разноса пыли асфальтировались дороги и накрывались колодцы; перекрывались крыши жилых домов и общественных зданий, где в результате выпадений скапливались радионуклиды; местами снимался почвенный покров; в сельском хозяйстве проводились специальные мероприятия для снижения загрязнения сельскохозяйственной продукции.

Дезактивация — это удаление радиоактивных веществ с зараженных объектов, которое исключает поражение людей и обеспечивает их безопасность. Объектами дезактивации могут быть жилые и производственные здания, участки территории, оборудование, транспорт, техника, одежда, предметы домашнего обихода, продукты питания и вода.

Конечная цель дезактивации — исключить или уменьшить вредное воздействие радиоактивных веществ и ионизирующих излучений на организм человека.

Характерной особенностью дезактивационных мероприятий является строго дифференцированный подход к определению объектов, которые следует дезактивировать. Такой подход позволяет из большого количества зараженных объектов выделить наиболее важные для жизнедеятельности людей и при ограниченных силах и средствах провести запланированные работы.

Заражение поверхности может быть адгезионным, поверхностным и глубоким.

При адгезионном заражении радиоактивные частицы удерживаются на поверхности силами адгезии (прилипания). Прилипшие частицы легко удаляются с поверхности в том случае, если сила отрыва будет больше силы адгезии. В водной среде силы адгезии значительно уменьшаются, поэтому применение воды для дезактивации оправдано.

При радиационных авариях с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду необходимо проведение *защитных мероприятий* с целью предотвращения поражения людей. К таким мероприятиям относятся:

- оповещение;
- зонирование радиоактивного загрязнения территорий;
- ограничение пребывания населения на зараженной территории путем укрытия в защитных сооружениях и герметичных помещениях;
- защита органов дыхания;

– профилактика – предупреждение накопления радиоактивного йода в щитовидной железе. Йодная профилактика – прием препаратов стабильного йода (йодистый калий, 5 % настойка йода). Особенно важен заблаговременный прием или одновременный прием с ингаляционным поступлением йода-131 в организм;

– эвакуация;

– исключение или ограничение потребления зараженных пищевых продуктов;

– санитарная обработка при заражении кожных покровов;

– простейшая обработка поверхности загрязненных продуктов (обмывание, удаление поверхностного слоя);

– перевод скота в безопасное место (на незараженные пастбища);

– дезактивация поверхностей и территорий местности;

– соблюдение правил гигиены: ограничение пребывания на зараженной местности, тщательная обработка (обмывание) обуви, встряхивание одежды перед входом в помещение. Запрет на купание и употребление воды из открытых водоисточников, запрет на прием пищи, курение, сбор ягод и грибов на зараженной территории;

– медицинская помощь.

В целях снижения поступления радиоактивного йода в щитовидную железу рекомендуется *проведение йодной профилактики* – прием стабильного йода из расчета 125 мг на прием для взрослых и детей старше 2 лет. При отсутствии стабильного йода 3–5 % раствором йода смазываются межпальцевые промежутки на кистях рук или кожа заушной раковины в течение 8 дней, при этом получается тот же эффект, что и от приема стабильного йода внутрь. Можно 5 % настойку йода принимать внутрь по 44 капли 1 раз в день или по 22 капли 2 раза в день на полстакана молока или воды. Детям старше 5 лет для защиты назначается 5 % настойка йода по 20–22 капли 1 раз в день или по 10 – 11 капель 2 раза в день на полстакана молока или воды. Детям до 5 лет рекомендуется стабильный йод из расчета 0,04 г на прием. Меры защиты, сроки и перечень лечебно-диагностических мероприятий избираются в зависимости от ситуации, связанной с радиационным поражением.

Населению, проживающему вблизи радиационно опасных объектов, при получении оповещения о радиационной аварии необходимо:

– быстро защитить органы дыхания средствами индивидуальной защиты: противогазом, респиратором, а при их отсутствии – ватно-марлевой повязкой, шарфом, платком, полотенцем или другими подручными средствами, смоченными водой;

- закрыть окна и двери, отключить вентиляцию, занять место вдали от окон, веранд, балконов, включить радио, телевизор и ждать указаний по дальнейшим действиям;
- продукты питания упаковать в полиэтиленовые мешки, сделать запас воды в емкостях с плотно прилегающими крышками. Продукты и воду поместить в холодильники, шкафы, кладовки;
- не употреблять в пищу растительные и животные продукты, заготовленные после аварии;
- приготовиться к возможной эвакуации. По команде органа ГОЧС прибыть на сборные эвакуационные пункты, где будет осуществляться регистрация и последующая отправка в места эвакуации;
- йодистый калий следует принимать только по рекомендации органа ГОЧС в случае аварии на радиационно опасном объекте. Данная информация сообщается после сигнала «Внимание всем!».

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение радиационно опасного объекта и приведите примеры.
2. Что понимают под нормальной эксплуатацией АЭС?
3. Какая радиационная авария называется проектной?
4. Назовите барьеры безопасности, предусмотренные проектом на РОО.
5. Какие излучения называются ионизирующими излучениями?
6. Назовите виды ионизирующих излучений. Дайте характеристику гамма-излучения.
7. Назовите дозиметрические характеристики ионизирующих излучений.
8. Назовите периоды опасности, определяемые для загрязненной радиоактивными веществами территории после радиационной аварии.
9. Какая радиационная авария называется местной?
10. Назовите основные защитные мероприятия, проводимые в зонах радиоактивного загрязнения. Что такое дезактивация?

2.2. Аварии на химически опасных объектах

2.2.1. Характеристики опасных химических веществ

Крупные аварии на химически опасных объектах (ХОО) являются одними из наиболее опасных технологических катастроф, которые могут привести к массовому отравлению и гибели людей и животных, значительному экономическому ущербу и тяжелым экологическим последствиям.

Причины аварий в большинстве случаев связаны с нарушениями установленных норм и правил при проектировании, строительстве и реконструкции ХОО, нарушением технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, аппаратов и реакторов, низкой трудовой и технологической дисциплины производственного процесса.

В России более 3600 объектов, аварии на которых могут привести к массовым поражениям людей. Эти предприятия при своей работе создают немалые запасы ядов. Не только промышленные предприятия опасны для человека, например, на овощебазе запас аммиака может составлять до 150 тонн, а на водопроводной станции – от 100 до 400 тонн хлора.

Наибольшей химической опасности подвергается население Центрального федерального округа, где в зонах вероятного химического заражения проживает 16 млн человек, а также Северо-Западного (6 млн чел.), Приволжского (14 млн чел.), Уральского (8 млн чел.), Северо-Кавказского (6 млн чел.) федеральных округов.

Химическое производство оказывает на окружающую среду многообразное воздействие. Можно выделить три вида воздействия:

- загрязнение окружающей природной среды химическими веществами;
- истощение природных ресурсов;
- изменение природных и возникновение антропогенных (техногенных) ландшафтов.

Государственный стандарт ГОСТ Р 22.0.05 – 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения», дает следующие определения:

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

Аварийно химически опасное вещество — опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живые организмы концентрациях (токсодозах).

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) это сравнительно новое понятие, присвоенное группе опасных химических веществ, которые на протяжении более трех десятилетий в гражданской обороне назывались сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

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

В середине 80-х годов Штабом ГО СССР совместно с Минздравом СССР был разработан и утвержден перечень таких веществ, в состав которого входило 107 наименований. Этот перечень оказался излишне перенасыщенным веществами, представляющими наибольшую опасность при внутреннем потреблении и не представляющими опасности образования очага массового поражения. Например, в состав перечня входили такие вещества, как метанол, дихлорэтан, крезол и др. В связи с этим в конце 80-х годов были разработаны новые критерии для отнесения опасных химических веществ к СДЯВ, согласно которым этот перечень был пересмотрен в сторону сокращения до 34 наименований. Вновь утвержденный в сокращенном виде перечень СДЯВ использовался в последующем для выявления и классификации объектов промышленности и сельского хозяйства по химической опасности на территории всего СССР. В результате анализа исследований 11 веществ, указанных в перечне, не нашли подтверждения, а отдельные из них имелись лишь на 1-2 предприятиях. Это дало основание для повторного пересмотра действующего перечня в сторону его сокращения.

Согласно «Временному перечню СДЯВ», утвержденному Штабом ГО СССР в 1988 году, к сильнодействующим ядовитым веществам отнесены 34 вещества: 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 обладают высокой летучестью и токсичностью и в аварийных ситуациях могут стать причиной массового поражения людей.

Замена понятия СДЯВ на АХОВ связана с рядом обстоятельств:

— *во-первых*, используемое ранее определение по своей сути не в полной мере соответствовало адресности веществ, которые должны интересовать органы Управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) и гражданской обороны. Например, мышьяк или цианистый калий не считались сильнодействующими ядовитыми веществами, поскольку в перечень СДЯВ не входили. Они используются и транспортируются в расфасованном виде в небольших количествах, не представляющих опасности возникновения очага массового поражения для населения в аварийных ситуациях. Защита от них относится к сфере техники безопасности. Однако, являясь одним из первых ратицидов, мышьяк опосредованно оказывал влияние на здоровье населения сельскохозяйственных районов;

— *во-вторых*, перед органами ГОЧС в 90-е годы возникла новая проблема, связанная с обеспечением безопасности населения при заражении ядохимикатами источников водопотребления, которой ранее отводилось второстепенное внимание. То есть возникла необходимость в выделении новой группы веществ, которая по своему определению должна быть отличной от группы СДЯВ. Введение же новой группы опасных химических веществ в категорию СДЯВ вряд ли было целесообразным, поскольку по своему поражающему действию свойства этой группы веществ имеют принципиальные отличия;

— *в-третьих*, введение вместо СДЯВ понятия «опасное химическое вещество», которое нашло закрепление в ГОСТ Р 22.0.05–94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения», оказалось не совсем удачным, поскольку к ним относятся практически все вредные вещества, используемые в промышленности, большая часть из которых не представляет опасности в аварийных ситуациях.

Исходя из вышеизложенного, возникла необходимость в выделении группы только таких опасных веществ, которые при определенных аварийных условиях могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций. Поэтому было введено новое понятие «аварийно химически опасное вещество».

В системе стандартов безопасности труда вредные вещества по степени воздействия на организм подразделяются на четыре класса (ГОСТ 12.1.007–76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»).

Значение предельно допустимых концентраций, класс опасности и агрегатное состояние вредного вещества в воздухе для 700 химических соединений приводятся в ГОСТ 12.1.005–88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

К показателям опасности вредных веществ относятся: ПДК в воздухе рабочей зоны, средние смертельные концентрации в воздухе; средние смертельные дозы при попадании на кожу и в желудок. Класс опасности устанавливается по наиболее жесткому показателю, характерному для данного вещества.

Для оценки возможной опасности вредного вещества при воздействии в паровой фазе ГОСТ 12.1.007–76 введено понятие «коэффициент возможности ингаляционного отравления» (КВИО), который рассчитывается по соотношению:

$$\text{КВИО} = \frac{C_{\max}^{20^{\circ}}}{LC_{50}}$$

где $C_{\max}^{20^{\circ}}$ – максимальная концентрация газа (пара при 20° С, мг/м³);
 LC_{50} – среднесмертельная концентрация газа (пара) в воздухе при воздействии на мышей (время воздействия 1–4 часа), мг/м³.

По значению КВИО АХОВ делятся на 4 класса (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Класс опасности химических веществ

Класс опасности вещества	КВИО
I класс (чрезвычайно опасные)	более 300
II класс (высоко опасные)	от 300 до 30
III класс (умеренно опасные)	от 29 до 3
IV класс (малоопасные)	менее 3

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

По пути проникновения АХОВ в организм человека различают также АХОВ кожно-резорбтивного действия (АХОВ КРД), проникающие в организм через кожные покровы, и АХОВ перорального действия (АХОВ ПД), проникающие через желудочно-кишечный тракт.

При авариях на химических производствах или при транспортировании вредных веществ масштабы опасности будут определяться токсичностью вещества и размерами зоны его распространения. Размеры зоны распространения вредного вещества зависят от его физико-химических свойств, тоннажа (массы) разлитого вещества, степени разрушений емкостей, метеорологических условий и характера местности.

Основным физико-химическим показателем, определяющим опасную для людей зону распространения вредного вещества, является его фазовое состояние при данных метеоусловиях. Опыт показывает, что разрушение емкостей с вредными веществами в твердом (например, соединение ртути) или жидком (кислоты, щелочи и тому подобное) состоянии приводит к локальному действию в месте разрушения емкости или ближайших окрестностях. Пары и газы вредных веществ могут распространяться на многие километры, что существенно увеличивает масштабы опасности.

Наибольшую опасность для населения будут представлять аварии, связанные с разрушением резервуаров с фосгеном, хлором, синильной кислотой, сернистым ангидридом, тетраоксидом азота, фтористым водородом, окисью этилена, аммиаком и акрилонитрилом. Эти вещества производятся в больших количествах, хранятся на заводах в огромных резервуарах и транспортируются в 50-тонных железнодорожных цистернах. При авариях таких резервуаров могут создаваться критические ситуации.

Определенная часть веществ, относящихся к классу чрезвычайно и высокоопасных по причине сочетания токсических и физико-химических свойств, может вызывать массовое поражение людей, находящихся в контакте с ними в случае аварийных выбросов.

Перечень производимых промышленностью и используемых в стране химических веществ насчитывает более 70 тысяч наименований.

Большинство из них представляет определенную опасность для здоровья людей и экологии. В соответствии с Законом Российской Федерации «О безопасности в промышленности» перечень опасных химических веществ, с указанием их пороговых количеств на промышленных объектах, включает 179 наименований. Однако не все

из этих веществ представляют реальную опасность и при авариях могут вызвать ЧС.

Однозначно определить перечень всех опасных химических веществ 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 Наставлении по организации ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) при ЧС к АХОВ, кроме перечисленных выше, отнесены еще 17 наиболее распространенных опасных химических веществ: компоненты ракетного топлива — несимметричный диметилгидразин и жидкая четырехокись азота, отравляющие вещества — иприт, люизит, зарин, зоман, ви-газы, а также метилизоцианат, диоксин, метиловый спирт, фенол, бензол, концентрированная азотная и серная кислоты, анилин, толуиленидиизоцианат, ртуть металлическая.

При оценке потенциальной опасности химических веществ необходимо принимать во внимание не только токсические, но и физико-химические свойства, характеризующие их поведение в атмосфере, на местности и в воде. В частности, важнейшим физическим параметром, определяющим характер поведения токсичных веществ ингаляционного действия при выбросах (проливах), является максимальная концентрация их паров в воздухе.

В целях обеспечения химической безопасности на случай возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с производством, хранением и транспортировкой АХОВ, на государственном уровне разрабатывается пакет новых правовых и нормативно-технических документов, ведутся научные разработки в области создания целевой федеральной программы химической безопасности, повышения эффективности средств и способов защиты населения в экстремальных условиях.

Серьезную проблему для обеспечения химической безопасности населения и окружающей среды продолжают составлять многотонные запасы отравляющих веществ (ОВ), сроки хранения которых вызывают обоснованное беспокойство о возможности возникновения чрезвычайных ситуаций при их возможных перевозках и последующих работах по их уничтожению.

Учитывая эти обстоятельства, работники, обслуживающие объекты техносферы, должны обладать необходимым объемом знаний для квалифицированного решения вопросов, связанных с опасностью поражения людей отравляющими веществами и промышленными ядами при возникновении аварийных ситуаций.

Задачи, которые могут возникнуть в этих случаях, требуют знания физико-химических свойств важнейших ОХВ, промышленных ядов, особенностей их поведения при выбросах в атмосферу или при разрушении хранилищ, газопроводов, а также характера поражающего действия, проведения необходимых защитных мероприятий для ликвидации последствий аварий и защиты населения и окружающей среды.

Система безопасности для населения и окружающей среды включает комплекс мер техногенного, санитарно-гигиенического, медико-биологического и экологического характера и может быть реализована при наличии разработанных и законодательно закрепленных критериев (нормативов, стандартов), оценивающих (контролирующих, регулирующих) степень или уровень безопасности. Основой «системы безопасности» являются санитарно-гигиенические нормативы для разных сред обитания человека, определяемые на уровне международных соглашений как стандарты безопасности.

К обязательным нормативам (стандартам), регулирующим качество среды производственной деятельности и проживания человека, относятся:

ПДК рз — предельно допустимая концентрация химического вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м³. Эта концентрация при ежедневной (кроме выходных дней) работе в пределах 8 ч или другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

ПДК вв — предельно допустимая концентрация химического вещества в воде водоема, мг/л. Эта концентрация не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье поколений и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

ПДК сс — предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация при вдыхании в течение 30 мин не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека.

ПДК п — предельно допустимая концентрация химического вещества в пахотном слое почвы, мг/кг. Эта концентрация не должна

вызывать прямого и косвенного отрицательного влияния на соприкасающуюся с почвой среду и здоровье человека, а также на самоочищающуюся способность почвы. В случае отсутствия ПДК оценка производится сопоставлением содержания химических веществ в загрязненных (исследуемых) и контрольных образцах почвы.

Кроме приведенных критериев, могут, при их отсутствии, применяться для соответствующих сред так называемые ОБУВ (ориентировочный безопасный уровень воздействия). Этот критерий называют также *ВДК рз* – временная допустимая концентрация.

Для оценки вредного воздействия химических веществ применяются и другие показатели, например:

LC_{50} – средняя летальная концентрация вещества, вызывающая при вдыхании (мыши – 2 ч, крысы – 4 ч) гибель 50 % животных, мг/л;

$PK_{ост}$ – пороговая концентрация острого действия, установленная на лабораторных животных при однократном ингаляционном воздействии, мг/л;

LD_{50} – средняя летальная доза химического вещества, вызывающая при введении в организм гибель 50 % животных, мг/кг.

Содержание химических веществ в окружающей среде начали контролировать с 1925 года, когда определили первые значения ПДК для воздушной среды рабочей зоны. В 1949 году впервые были установлены некоторые ПДК для атмосферного воздуха, в 1950 году – для воды и наконец в последние десятилетия – для почвы и продуктов питания.

Для обоснования ПДК рз необходимы следующие сведения и экспериментальные данные:

– об условиях производства и применения вещества и о его агрегатном состоянии при поступлении в воздух;

– о химическом строении и физико-химических свойствах вещества (формула, молекулярная масса, плотность, точки плавления и кипения, давление паров при 20°С и насыщающей концентрации, химическая стойкость – гидролиз, окисление и др., растворимость в воде, жирах и других средах, растворимость газов в воде, показатель преломления, поверхностное натяжение, энергия разрыва связей);

– о токсичности и характере действия химических соединений при однократном воздействии на организм.

Эти данные получают, как правило, путем проведения исследований на белых мышах массой 18–42 г и белых крысах массой 180–240 г, вводя в их организм изучаемое соединение следующими путями: вдыханием; поступлением в желудок; введением в брюшную полость; нанесением на кожный покров.

Наиболее надежные результаты могут быть получены при ингаляционном поступлении химических соединений в организм. Летальные дозы определяются при введении животным химических соединений или их растворов, эмульсий, суспензий.

Необходимые концентрации химических веществ создаются с помощью специальных дозаторов, тип и конструкция которых зависят от агрегатного состояния вещества (пары, аэрозоли) и особенностей физических и химических свойств.

Для утверждения ПДК рз и включения его в санитарное законодательство должна быть разработана методика определения данного химического соединения в воздушной среде с достаточной чувствительностью, обеспечивающей определение величин ПДК в анализируемом объеме воздуха.

В настоящее время, в связи с государственной программой уничтожения химического оружия, проводится огромная работа по установлению ПДК для уничтожаемых отравляющих веществ.

Стандарты безопасности промышленной токсикологии не в полной мере отвечают условиям аварийной ситуации. В отличие от продолжительного хронического воздействия малых доз ОВ при штатных режимах функционирования объектов, в аварийной ситуации имеет место кратковременное острое воздействие токсических веществ, что позволяет ввести понятие максимально допустимого воздействия, дозы, концентрации.

Так, по отношению к эксплуатационному персоналу, при воздействии максимально допустимой концентрации (МДК) химического вещества, гарантируется сохранение жизни людей и их способности осуществлять мероприятия по борьбе с авариями. При этом допускается обратимое снижение работоспособности (не более чем на 30 % при умеренной физической нагрузке) при отсутствии клинических симптомов интоксикации. Кроме того, могут регистрироваться разнообразные функциональные изменения физиологических и биохимических показателей, нормализующихся в течение ближайших 7 суток после воздействия ксенобиотиков.

Для гражданского населения, проживающего в зоне заражения ОВ, критерии оценки допустимого риска в настоящее время практически не разработаны.

Токсические свойства ОВ и ядов определяют экспериментальным путем на различных лабораторных животных, поэтому чаще пользуются понятием удельной токсодозы — дозы, отнесенной к единице живой массы животного и выражаемой в миллиграммах на килограмм.

Различают смертельные, выводящие из строя и пороговые токсодозы.

Смертельная, или летальная, токсодоза LD — это количество АХОВ, вызывающее при попадании в организм смертельный исход с определенной вероятностью.

Обычно пользуются понятиями абсолютно смертельных токсодоз, вызывающих гибель организма с вероятностью 100 % (или гибель 100 % пораженных), LD_{100} и среднесмертельных токсодоз, летальный исход от введения которых наступает у 50 % пораженных LD_{50} .

Выводящая из строя токсодоза JD — это количество АХОВ, вызывающее при попадании в организм выход из строя определенного процента пораженных как временно, так и со смертельным исходом. Ее обозначают JD_{100} или JD_{50} .

Пороговая токсодоза PD — это количество ОВ, вызывающее начальные признаки поражения организма с определенной вероятностью, или, что то же самое, начальные признаки поражения у определенного процента людей или животных. Пороговые токсодозы обозначают PD_{100} или PD_{50} . Цифровые индексы, обозначающие процент пораженных (или вероятность поражения), в принципе могут иметь любое заданное значение.

Сложно рассчитать токсодозы для ОВ, заражающих атмосферу паром или тонкодисперсным аэрозолем и вызывающих поражение человека и животных через органы дыхания.

При воздействии ОВ в виде пара или тонкодисперсного аэрозоля они попадают в организм через органы дыхания.

Токсичность ОВ, поражающих людей ингаляционным путем, оценивается величиной концентрации C пара или тумана ОВ, приводящей при ей данной экспозиции и объеме легочной вентиляции к поражению той или иной степени тяжести.

При этом под концентрацией понимают количество ОВ в единице объема воздуха ($\text{кг}/\text{м}^3$). Различные вещества обладают различной токсичностью. То вещество, которое при одинаковых условиях наносит поражение определенной степени в меньшей концентрации, является более токсичным.

Так, фосген наносит смертельные поражения в 50 % случаев, при экспозиции 1 мин, если концентрация его паров в воздухе равна $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{м}^3$. Эта же степень в одинаковых условиях будет получена при действии иприта в концентрации, равной $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{м}^3$, зарин — $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{м}^3$, а ви-экс — $4,5 \cdot 10^{-5} \text{ кг}/\text{м}^3$.

Нетрудно заметить, что из перечисленных отравляющих веществ самым токсичным является ви-экс, затем идут зарин, иприт и, наконец, фосген, который примерно в 70 раз менее токсичен, чем ви-экс.

Рассчитать токсодозы для ОВ, заражающих атмосферу паром или тонкодисперсным аэрозолем, достаточно сложно. Прежде всего, делают допущение, что ингаляционная токсодоза прямо пропорциональна концентрации ОВ (C) во вдыхаемом воздухе и времени дыхания (t). Кроме того, необходимо учесть интенсивность дыхания (V), которая зависит от физической нагрузки и состояния человека. В спокойном состоянии человек делает примерно 16 вдохов в минуту и, следовательно, в среднем поглощает 8 – 10 л/мин воздуха.

При средней физической нагрузке потребление воздуха увеличивается до 20-30 л/мин, а при тяжелой физической нагрузке (бег, земляные работы) составляет около 60 л/мин.

Таким образом, если человек массой G (кг) вдыхает воздух с концентрацией в нем ОВ C (мг/л) в течение t (мин) при интенсивности дыхания V (л/мин), то удельная поглощенная доза ОВ (количество ОВ, попавшее в организм) D (мг/кг) будет равна:

$$D = C \cdot t \cdot V / G.$$

Относительная токсичность ОВ при ингаляции зависит от физической нагрузки на человека. С увеличением интенсивности дыхания возрастает и быстродействие ОВ.

Помимо величины концентрации, на практике широкое распространение получила характеристика токсичности ОВ, которую называют токсической дозой или токсодозой – D .

Токсодоза представляет собой произведение концентрации C на экспозицию t , в течение которой достигается определенный токсический эффект:

$$D = C \cdot t.$$

Наиболее характерные воздействия АХОВ на организм человека состоят в следующем.

Пары, содержащие окислы азота (NO_2 , N_2O_5) и азотную кислоту, раздражают дыхательные пути. Возможен отек легких. В крови образуются нитраты и нитриты, что приводит в итоге к снижению кровяного давления, а также к кислородной недостаточности.

Общетоксические эффекты обусловлены действием аммиака на нервную систему. Снижается способность мозговой ткани усваивать кислород. Нарушается свертываемость крови. Последствиями тяжелой интоксикации является снижение интеллектуального уровня с потерей памяти. Последствиями острого отравления могут быть помутнение хрусталика, роговицы, потеря зрения, охриплость и различные хронические заболевания (бронхит и др.).

Ацетонитрил является ингибитором тканевого дыхания в клетках, в первую очередь, в клетках нервной системы.

Ацетонциангидрин угнетает тканевое дыхание, в первую очередь, в клетках нервной системы.

Водород хлористый оказывает сильное раздражающее действие на органы дыхания.

Водород фтористый оказывает раздражающее действие на верхние дыхательные пути.

Водород цианистый является специфическим ингибитором тканевого дыхания в клетках. Тканевое дыхание угнетается почти полностью и, в первую очередь, в клетках нервной системы.

Диметиламин поражает нервную систему, нарушает функции печени. Пары действуют раздражающе на слизистые оболочки и кожу. Соприкосновение с жидкостью вызывает обморожение.

Метиламин поражает нервную систему. Пары действуют раздражающе на слизистые оболочки и кожу. Соприкосновение с жидкостью вызывает обморожение.

Метил бромистый действует на нервную систему, поражается кора головного мозга, мозжечок. Отравление проявляется после некоторого скрытого периода. Пары действуют раздражающе на слизистые оболочки и кожу. Соприкосновение вызывает ожоги.

Метил хлористый обладает выраженным нейроклеточным действием. Возможен отек легких.

Нитрил акриловой кислоты является ингибитором тканевого дыхания, в первую очередь в клетках нервной системы. Пары вызывают раздражение слизистых оболочек и кожи. Контакт с жидкой фазой вызывает ожоги.

Окись этилена – мутаген и алкилирующий агент, обладает местным и общерезорбтивным действием.

Сернистый ангидрид – наркотик, обладает раздражающим и сенсибилизирующим действием.

Сероводород вызывает спазм бронхов и увеличивает сопротивление дыханию.

Серовуглерод – сильный нервный яд, вызывающий смерть от остановки дыхания. Ингибитор тканевого дыхания в клетках. Вызывает раздражение глаз и дыхательных путей. Высокие концентрации действуют наркотически.

Соляная кислота вызывает сильное раздражение органов дыхания.

Формальдегид оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки и кожу, угнетает центральную нервную систему.

Под действием фосгена нарушается проницаемость стенок альвеол и кровеносных сосудов. Вследствие этого развивается отек легких, наступает кислородное голодание.

Хлор раздражает дыхательные пути, может вызвать отек легких. В крови нарушается содержание свободных аминокислот.

Хлорпикрин вызывает отек легких, действует разрушительно на печень, почки, сердце.

Основными характеристиками токсических свойств АХОВ являются предельно допустимая концентрация (ПДК) и смертельная концентрация вещества в данной среде (воздухе, воде, продуктах), а также токсодоза (пороговая, поражающая, смертельная). Кроме того, по токсичности химические вещества, в том числе АХОВ, классифицируются по значениям величин LC_{50} – средняя смертельная концентрация, вызывающая смертельный исход у 50 % пораженных, и LD_{50} – средняя смертельная токсодоза, вызывающая смертельный исход у 50 % пораженных. Значения указанных величин для некоторых АХОВ приведены в табл. 2.6.

Отнесение АХОВ к классу токсической опасности производят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности. Введение такой классификации обусловлено тем, что в ряде случаев высокотоксичные соединения оказываются, вследствие особенностей их физико-химических свойств, относительно малоопасными и, наоборот, становятся высокоопасными, например, аммиак. Вещества I и II классов способны образовывать опасные для жизни и здоровья людей концентрации даже при небольших утечках. Степень опасности химического вещества при авариях на ХОО в значительной мере зависит от его количества на аварийном объекте.

Таблица 2.6

Классификация АХОВ по степени опасности

Показатель	Класс опасности веществ			
	I класс (чрезвычайно опасные)	II класс (высокоо- пасные)	III класс (умеренно опасные)	IV класс (малоопа- сные)
ПДК в воздухе, мг/м ³	Менее 0,1	0,1–1	1,1–10	Более 10
Смертельная доза при попадании внутрь через желудок, мг/кг	Менее 15	5–150	151–5000	Более 5000

Показатель	Класс опасности веществ			
	I класс (чрезвычайно опасные)	II класс (высокоо- пасные)	III класс (умеренно опасные)	IV класс (малоопа- сные)
Смертельная доза при по- падании внутрь через кожу, мг/кг	Менее 100	100–500	501–2500	Более 2500
Смертельная концентрация в воздухе (при 30-60 мин эк- спозиции), мг/м ³	Менее 500	500–5000	5001– 50000	Более 50000

При оценке потенциальной опасности химических веществ необходимо принимать во внимание не только токсические, но и физико-химические свойства, характеризующие их поведение в атмосфере, на местности и в воде. В частности, важнейшим физическим параметром, определяющим характер поведения токсичных веществ ингаляционного действия при выбросах (проливах), является максимальная концентрация их паров в воздухе.

По агрегатному состоянию в принятых условиях производства, хранения и транспортировки АХОВ делятся на сжатые газы, сжиженные газы, жидкости и твердые вещества.

Все АХОВ по механизму воздействия на организм делятся на вещества остронаправленного и кумулятивного действия (табл. 2.7). Вещества остронаправленного действия, в свою очередь, делятся по преимущественному биологическому воздействию на несколько групп (табл. 2.8). Наиболее часто используемые в промышленности вещества и их характеристика представлены в табл. 2.9.

Таблица 2.7

Классификация АХОВ по механизму воздействия
на организм человека

Остронаправленного действия	Кумулятивного действия
Вызывают поражения при контакте (острые отравления)	Вызывают поражения в результате постепенного накопления в организме (хронические отравления)

Таблица 2.8

Классификация АХОВ по преимущественному биологическому воздействию на организм

Биологическое воздействие	Вещества
Раздражающего действия	Хлор, азотная кислота и окислы азота
Прижигающего действия	Аммиак, соляная кислота
Удушающего действия	Фосген, хлорпикрин
Общедовитого действия	Серная кислота, синильная кислота, окись углерода
Нейротропного действия	Фосфор-органические соединения

Таблица 2.9

Наиболее часто используемые в промышленности АХОВ,
их характеристика и способы защиты

Вещества	Хлор	Аммиак	Фосген	Синильная кислота
Использование	Очистные сооружения, станции водоподготовки	Предприятия пищевой промышленности	Производство удобрений	Производство пластмасс
Свойства	Зеленовато-желтый газ, в 2,5 раза тяжелее воздуха с резким запахом	Бесцветный газ, в 1,7 раза легче воздуха, с резким специф. запахом	Бесцветный газ с запахом прелого сена	Бесцветная жидкость с запахом горького миндаля
Действие на организм	Резкая боль в груди, сухой кашель, рвота, одышка, нарушение координации движений	Насморк, кашель, резь в глазах, слезотечение, учащенное сердцебиение	Появление во рту неприятного приторно-сладкого ощущения, кашель, головокружение, слабость	Онемение полости рта, металлический привкус во рту, головокружение, тошнота, судороги
Меры защиты	Ватно-марлевая повязка (ВМП), смоченная 2 % раствором питьевой соды, противогаз	ВМП, смоченная 5 % раствором лимонной кислоты	Противогаз, ВМП, смоченная водой	Противогаз, ВМП, смоченная водой

2.2.2. Последствия химических аварий

Химически опасный объект (ХОО) – это предприятие, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют химически опасные вещества, при аварии или разрушении которого могут произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных растений и животных, а также химическое заражение окружающей природной среды.

Понятие ХОО объединяет большую группу производственных, транспортных и других объектов экономики, различных по предназначению и технико-экономическим показателям, но имеющих общее свойство – при авариях они становятся источниками токсических выбросов.

К химически опасным объектам относятся:

- заводы и комбинаты химической отрасли промышленности, а также отдельные установки (агрегаты) и цеха, производящие и потребляющие аварийно химически опасные вещества (АХОВ);
- заводы (комплексы) по переработке нефтегазового сырья;
- производства других отраслей промышленности, использующие АХОВ (целлюлозно-бумажной, текстильной, металлургической);
- предприятия пищевой промышленности, имеющие холодильные установки;
- водозаборные станции и стации водоподготовки;
- железнодорожные станции, порты, терминалы и склады на конечных (промежуточных) пунктах перемещения АХОВ;
- транспортные средства (контейнеры и наливные поезда, автоцистерны, речные и морские танкеры, трубопроводы и т. д.).

При этом АХОВ могут быть как исходным сырьем, так промежуточными и конечными продуктами промышленного производства.

Аварийно химически опасные вещества на предприятии могут находиться в технологических линиях, хранилищах и базисных складах.

Анализ структуры химически опасных объектов показывает, что основное количество АХОВ хранится в виде исходного сырья или продуктов производства.

В ряде стран существует такое понятие, как химически опасная административно-территориальная единица (АТЕ) – административно-территориальная единица, более 10 % населения которой могут оказаться в зоне возможного химического заражения (ВХЗ) при авариях на ХОО (табл. 2.10).

Таблица 2.10

Критерии для классификации АТЕ и объектов экономики
по химической опасности

Классифицируемый объект	Критерий (показатель) для отнесения объекта и АТЕ к химически опасным	Степень опасности ХОО			
		I	II	III	IV
Объект экономики	Количество населения, попадающего в зону возможного химического заражения 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
АТЕ	Количество населения (доля территорий) в зоне ВХЗ АХОВ	Более 50 %	От 30 до 50 %	От 10 до 30 %	—

В зависимости от масштабов зоны возможного химического заражения выделяют 4 степени опасности химических объектов:

I степень — в зону возможного заражения попадают более 75 тыс. человек;

II степень — в зону возможного химического заражения попадают 40–75 тыс. человек;

III степень — в зону возможного химического заражения попадают менее 40 тыс. человек;

IV степень — зона возможного химического заражения не выходит за границы объекта и его санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

Санитарно-защитная зона — территория вокруг потенциально опасного объекта, устанавливаемая для предотвращения или уменьшения влияния вредных факторов его функционирования на людей, сельскохозяйственных животных и растения, а также на окружающую природную среду.

Химическая авария — событие на ХОО, в результате которого произошел выброс (пролив) химического вещества в окружающую среду, химическое заражение территорий и гибель людей, животных, растений.

Выброс ОХВ — выход (испарение) ОХВ за короткий промежуток времени при разгерметизации технологических установок, емкостей для хранения или транспортировании в количестве, способном вызвать химическую аварию (заражение).

Пролив ОХВ — вытекание ОХВ при разгерметизации из технологических установок, емкостей для хранения и транспортировке в количестве, способном вызвать химическую аварию (заражение).

Основной поражающий фактор при авариях на ХОО – химическое заражение территорий. В результате аварии происходит выход АХОВ в окружающую среду и формируется зона химического заражения.

Химическое заражение – распространение ОХВ в окружающей природной среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

Зона химического заражения (ЗХЗ) – территория или акватория, в пределах которой распространены или куда привнесены ОХВ в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений, в течение определенного времени.

Очаг поражения АХОВ – это территория, в пределах которой в результате аварии на химически опасном объекте с выбросом АХОВ произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных, растений, разрушения и повреждения зданий, сооружений.

Аварийные ситуации обычно делят на две основные группы по наличию фиксированных координат у источника:

- аварии на производственных площадках;
- аварии на транспортных коммуникациях.

По степени сложности восстановления объекта выделяют две категории аварий:

– *категория 1* – аварии в результате взрывов, вызывающих разрушение технологической схемы, инженерных сооружений и полное или частичное прекращение выпуска продукции, при этом для восстановления производства требуются специальные ассигнования от вышестоящих организаций;

– *категория 2* – аварии, в результате которых повреждено основное или вспомогательное технологическое оборудование, полностью или частично прекращен выпуск продукции, но для восстановления производства не требуются специальные ассигнования.

По масштабам последствий аварии на ХОО классифицируют следующим образом:

– *частная* – авария, не связанная с выбросом ХОВ либо связанная с незначительной утечкой ядовитых веществ;

– *объектовая* – авария, связанная с утечкой ХОВ из технологического оборудования или трубопроводов; глубина пороговой зоны менее радиуса санитарно-защитной зоны вокруг предприятия;

– *местная* – авария, связанная с разрушением большой единичной емкости или целого склада ХОВ; облако достигает зоны жилой

застройки, проводится эвакуация из ближайших жилых районов и другие соответствующие мероприятия;

- *региональная* – авария со значительным выбросом ХОВ; наблюдается распространение облака в глубь жилых районов;

- *глобальная* – авария с полным разрушением всех хранилищ с ХОВ на крупных химически опасных предприятиях (в случае диверсии, в военное время или в результате стихийного бедствия).

Кроме этого, для характеристики аварийных ситуаций используются показатели:

- место аварии (промплощадка, железная дорога, трубопровод, побережье и др.);

- тип очага химического заражения (активный источник заражения (разлив или выброс продолжается), пассивный (в поддон, обваловку, на грунт) или скрытый (в толще грунта, под слоем пены, в канализации, в подземных водах)

- масштаб аварии (заражение атмосферы в пределах промплощадки, до границы жилой застройки или в жилой застройке, заражение открытых водоемов, грунта, грунтовых вод);

- характер заражения (грунта, воды, атмосферы);

- характер воздействия на людей (только ингаляционное воздействие, смешанное – ингаляционное и кожно-резорбтивное, с зараженными продуктами и водой);

- степень опасности для людей (скорость поражающего действия, глубина распространения и время действия очага химического поражения).

Развитие химической аварии происходит по следующей схеме.

Авария – выброс АХОВ – заражение территорий – поражение людей – гибель живых организмов.

Размеры *очага химического заражения* в основном зависят от количества разлившегося ХОВ, метеоусловий и токсичности вещества. Форма и размеры зоны заражения в значительной мере зависят от скорости ветра. Так, при скорости ветра от 0 до 0,5 м/с зона заражения будет представлять собой круг, при скорости от 0,6 до 1 м/с – полукруг, при скорости от 1,1 до 2 м/с – сектор с углом 90°, при скорости более 2 м/с – сектор с углом в 45°.

Скорость ветра определяет не только форму зоны заражения, но и скорость движения зараженного облака. Так, при скорости ветра 1 м/с за 1 ч облако удалится от места аварии на 5 км, при 2 м/с – на 10–14 км, а при 3 м/с – на 16–20 км. Значительное увеличение скорости ветра (6 м/с и более) способствует быстрому рассеиванию облака (рис. 2.13).

Глубина зоны заражения зависит от метеорологических условий, вертикальной устойчивости атмосферы и колебаний направления ветра.

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

Инверсия – это повышение температуры воздуха по мере увеличения высоты. Толщина приземных инверсий составляет десятки и сотни метров. Этот слой является в атмосфере задерживающим. Под ним накапливается водяной пар, пыль, что способствует образованию дыма и тумана. Инверсия способствует сохранению высоких концентраций ХОВ в приземном слое воздуха.

Изотермия характеризуется равновесием воздуха и типична для пасмурной погоды. Она также возникает в утренние и вечерние часы. Изотермия, как и инверсия, способствует застою паров ХОВ в приземном слое.

Конвекция характеризуется вертикальным перемещением воздуха с одной высоты на другую. Такие перемещения воздуха приводят к рассеиванию зараженного облака, снижают концентрацию ХОВ и препятствуют их распространению. Наиболее часто подобное явление наблюдается в летние ясные дни.

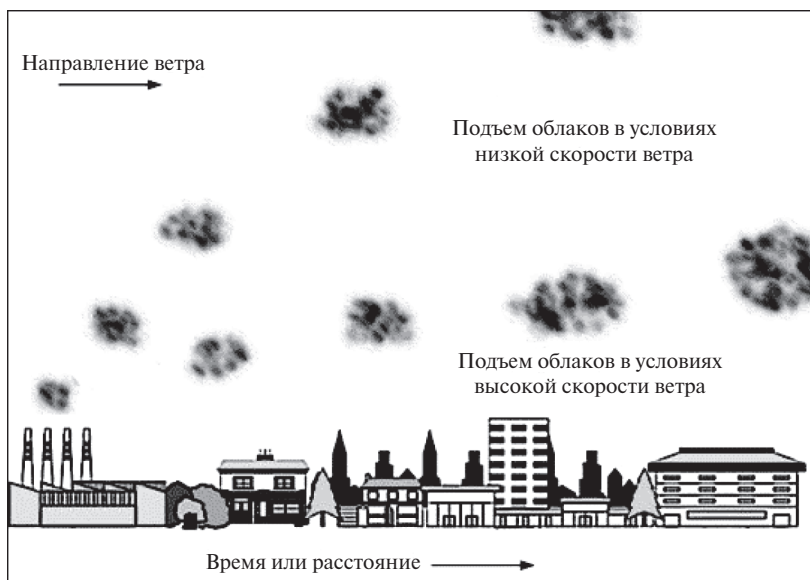


Рис. 2.13. Распространение облака зараженного воздуха в атмосфере

Если рассмотреть в качестве примера аварию с разрушением 100-тонной емкости с АХОВ при скорости ветра 2 м/с, то:

– в случае инверсии опасное воздействие паров аммиака может сказываться на расстоянии порядка 4 км, хлора – до 20 км;

– в случае изотермии опасное воздействие паров аммиака может сказываться на расстоянии порядка 1,3 км, хлора – до 4 км;

– в случае конвекции опасное воздействие паров аммиака может сказываться на расстоянии порядка 0,5 км, хлора – до 2 км.

При аварии с выбросом (разливом) АХОВ выделяются две зоны:

– зона непосредственного заражения АХОВ – в пределах площади разлива жидкости;

– зона распространения паров и аэрозолей.

Глубина распространения поражающих концентраций АХОВ (паров и аэрозолей) изменяется в зависимости от количества разлившегося вещества, скорости ветра, состояния атмосферы и характера местности в довольно широких пределах.

На открытой местности поражающие концентрации хлора при разрушении не обвалованных емкостей в 50–100 т могут распространяться при инверсии на расстоянии около 80 км, при конвекции 2–3 км. Для аммиака и сернистого ангидрида при инверсии соответственно 9–15 км и 10–17 км, а при конвекции 0,5–0,7 км для обоих АХОВ.

На закрытой местности – в условиях городской застройки – дальность распространения паров и аэрозолей АХОВ значительно ниже. Пары хлора и фосгена при инверсии распространяются в таких условиях до 20–30 км, при конвекции 1–1,3 км. Пары аммиака и сернистого ангидрида при инверсии распространяются в условиях городской застройки от 2 до 5 км, а при конвекции 0,15–0,3 км.

Потери населения, оказавшегося на открытой местности, в зоне распространения паров и аэрозолей без обычных противогазов, могут достигать 90–100 %, а при наличии противогазов – около 10 %. В частично загерметизированных зданиях без использования противогазов (после оповещения об угрозе) потери населения могут составлять около 5 %. При этом смертельные поражения могут достигать 35 % от числа людей, находящихся в зданиях, поражения средней тяжести (выход из строя) – 40 %, а легкие поражения – 25 %.

Размеры опасных зон при распространении АХОВ могут быть существенно снижены при обваловании емкостей, применении дегазирующих веществ – нейтрализаторов, позволяющих уменьшить или предотвратить интенсивность испарения.

В случае возникновения аварий на ХОО с выбросом АХОВ *очаг химического поражения будет иметь следующие особенности:*

– образование облаков паров АХОВ и их распространение в окружающей среде являются сложными процессами, которые определяются диаграммами фазового состояния АХОВ, их основными физико-химическими характеристиками, условиями хранения, метеоусловиями, рельефом местности и т. д., поэтому прогнозирование масштабов химического заражения (загрязнения) весьма затруднено;

– в разгар аварии на объекте действует, как правило, несколько поражающих факторов: химическое заражение местности, воздуха, водоемов; высокая или низкая температура; ударная волна, а вне объекта – химическое заражение окружающей среды;

– наиболее опасный поражающий фактор – воздействие паров АХОВ через органы дыхания. Он действует как на месте аварии, так и на больших расстояниях от источника выброса и распространяется со скоростью ветрового переноса АХОВ.

Опасные концентрации АХОВ в атмосфере могут существовать от нескольких часов до нескольких суток, а заражение местности и воды еще более длительное время.

Смерть зависит от свойств АХОВ, токсической дозы и может наступать как мгновенно, так и через некоторое время (несколько дней) после отравления.

Общие требования к организации и проведению аварийно-спасательных работ при авариях на химически опасных объектах устанавливает ГОСТ Р 22.8.05–99 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах. Общие требования».

Аварийно-спасательные работы (АСР) начинаются немедленно после принятия решения о проведении неотложных работ. Они проводятся с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, соответствующих характеру химической обстановки, непрерывно днем и ночью в любую погоду с соблюдением соответствующего обстановке режима деятельности спасателей до полного завершения работ.

Предварительно проводится разведка аварийного объекта и зоны заражения, масштабов и границ зоны заражения, уточнение состояния аварийного объекта, определение типа ЧС.

Главными задачами химической разведки являются:

– уточнение наличия и концентрации отравляющих веществ на объекте работ, границ и динамики изменения химического заражения;

– получение необходимых данных для организации аварийно-спасательных работ и мер безопасности населения и сил, ведущих АСР;

– постоянное наблюдение за изменением химической обстановки в зоне ЧС, своевременное предупреждение о резком изменении обстановки.

Химическая разведка аварийного объекта и зоны заражения ведется путем осмотра, с помощью приборов химической разведки, а также наблюдением за обстановкой и направлением ветра в приземном слое.

Одновременно в зоне заражения ведутся поисково-спасательные работы. Поиск пострадавших проводится путем сплошного визуального обследования территории, зданий, сооружений, цехов, транспортных средств и других мест, где могли находиться люди в момент аварии, а также путем опроса очевидцев и с помощью специальных приборов в случае разрушений и завалов.

При спасении пострадавших на ХОО учитывается характер, тяжесть поражения, место нахождения пострадавшего. При этом в соответствии с ГОСТ Р 22.8.05–99 осуществляются следующие мероприятия:

– деблокирование пострадавших, находящихся под завалами разрушенных зданий и технологических систем, а также в поврежденных блокированных помещениях;

– экстренное прекращение воздействия ХОВ на организм путем применения средств индивидуальной защиты и эвакуации из зоны заражения;

– оказание первой медицинской помощи пострадавшим;

– эвакуация пораженных в медицинские пункты и учреждения для оказания врачебной помощи и дальнейшего лечения.

Первая медицинская помощь пораженным должна оказываться на месте поражения, при этом необходимо:

– обеспечить быстрое прекращение воздействия ХОВ на организм путем удаления капель вещества с открытых поверхностей тела, промывания глаз и слизистых;

– восстановить функционирование важных систем организма путем простейших мероприятий (восстановление проходимости дыхательных путей, искусственная вентиляция легких, непрямой массаж сердца);

– наложить повязки на раны и иммобилизовать поврежденные конечности;

– эвакуировать пораженных к месту оказания первой врачебной помощи и последующего лечения.

Одним из важнейших мероприятий является локализация чрезвычайной ситуации и очага поражения в зависимости от типа ЧС, наличия

необходимых технических средств и нейтрализующих веществ. Локализацию, подавление или снижение до минимального уровня воздействия возникших при аварии на ХОО поражающих факторов осуществляют следующими способами:

- прекращением выбросов АХОВ способами, соответствующими характеру аварии;
- постановкой жидкостных завес (водяных или нейтрализующих растворов) в направлении движения облака АХОВ;
- созданием тепловых потоков в направлении движения облака АХОВ;
- рассеиванием и смещением облака АХОВ газовоздушным потоком для ограничения площади пролива и интенсивности испарения ХОВ;
- сбором (откачкой) АХОВ в резервные емкости;
- охлаждением пролива АХОВ твердой углекислотой или нейтрализующими веществами;
- засыпкой пролива нейтрализующими веществами;
- загущением пролива специальными веществами с последующей нейтрализацией;
- выжиганием пролива.

Действия населения по защите от поражения АХОВ при возникновении химической аварии должны быть следующие.

Если сигнал застал на улице, то не следует поддаваться панике. Необходимо сориентироваться, где находится источник возникновения опасности. После этого начать ускоренное движение в сторону, перпендикулярную направлению ветра. Когда на пути движения встретятся препятствия (высокий забор, река, озеро и т. п.), не позволяющие быстро выйти из опасной зоны, а поблизости находится жилое или общественного назначения здание, необходимо временно укрыться в нем. В случае распространения паров хлора поднимитесь на самый верхний этаж, если это аммиак, укройтесь на первом этаже. Более надежным укрытием в этом случае будут помещения жилых зданий.

Если сигнал застал дома, то не нужно спешить его покидать. Сначала включите местный канал телевидения и радиотрансляционную точку, чтобы услышать подробную информацию о возникшей чрезвычайной ситуации, закройте окна, фрамуги, форточки и подготовьте средства индивидуальной защиты. При их отсутствии надо быстро изготовить ватно-марлевые повязки, в крайнем случае взять полотенце, кусок ткани, смочить их 2%-ным раствором питьевой

соды (при защите от хлора) или 5%-ным раствором лимонной кислоты (при защите от аммиака). Если у вас не оказалось ни соды, ни лимонной кислоты – обильно смочите водой. Примите меры по герметизации жилых помещений от проникновения в них опасных химических веществ. Прослушав информацию, переданную по телевидению или радио, доведите ее до членов семьи и соседей. Если не было рекомендаций об эвакуации из жилых помещений, то перейдите в комнату, находящуюся с подветренной стороны относительно распространения облака зараженного воздуха. При отсутствии такой возможности лучше всего зайти в ту часть квартиры (дома), которая меньше всего подвергается воздействию сквозняков. После получения сигнала ГОЧС об отсутствии угрозы химического заражения откройте окна и проветрите помещение.

Если же информации о возникновении чрезвычайной ситуации не было, а вы услышали гул, взрыв и почувствовали специфический для опасных веществ запах, принимайте меры к защите. Здесь возможны два способа обеспечения личной безопасности: первый – выход из зоны заражения в безопасный район и второй – укрытие в ближайших жилых зданиях;

При выходе из зоны заражения необходимо использовать противогазы (респираторы), а при их отсутствии – простейшие повязки из марли или ткани, смоченные водой.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте характеристику аммиака.
2. Назовите основные способы дегазации территорий, объектов.
3. Чем обусловлена замена понятия «СДЯВ» на понятия «ОХВ» и «АХОВ».
4. Назовите основные дозовые критерии АХОВ при ингаляционном воздействии на организм человека.
5. Какая токсическая доза называется пороговой?
6. Перечислите способы поступления АХОВ в организм человека.
7. Назовите основную характеристику зоны химического заражения, чем она определяется и от чего зависит?

2.3. Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах

Пожары на Руси всегда были одним из самых тяжелых народных бедствий. Сейчас в России пожаров в 10 раз больше, чем 100 лет назад. Ежегодно их происходит около 300 тысяч. Пожарами наносится значительный экономический ущерб, который часто становится катастрофическим (пожары на нефтяных месторождениях, химических предприятиях, атомных электростанциях и др.).

Относительный уровень потерь от пожаров в России самый высокий среди высокоразвитых стран мира. Он превышает сопоставимые показатели потерь Японии в 3,5 раза, Великобритании – в 4,5 раза, США – в 3 раза.

Понятие о физико-химических процессах горения. Сущность горения заключается в нагревании источником зажигания горючего материала до начала его теплового разложения. Когда горючий материал разлагается, он выделяет пары углерода и водорода, которые, соединяясь с кислородом воздуха в реакции горения, образуют двуокись углерода, воду и выделяют много тепла, а также окись углерода (угарный газ) и сажу.

Горением называют быстро протекающую химическую реакцию, сопровождающуюся выделением большого количества тепла и свечением.

Для возникновения и развития процесса горения обычно необходимы: горючее вещество, окислитель и источник зажигания. Горение прекращается при отсутствии какого-либо из этих компонентов.

Условно источники зажигания можно разделить на 4 вида:

- открытый огонь в виде тлеющей сигареты, зажженной спички, конфорки газовой плиты, керосинового фонаря, лампы;
- теплоэлектронагревательные приборы;
- искры от сварочных аппаратов;
- самовозгорание веществ и материалов.

Все горючие вещества и материалы обладают различной способностью к горению и имеют свою температуру воспламенения (табл. 2.11).

Воспламенением называется процесс возникновения горения, происходящий в результате нагрева горючего вещества источником зажигания.

Температура воспламенения горючих веществ и материалов колеблется от отрицательных (бензин, керосин, лаки, краски) до положительных величин и не превышает для большинства твердых материалов 300° С. Многим твердым веществам и материалам присуще самовозгорание.

Классификация веществ и материалов по горючести

Горючесть вещества	Характеристика вещества
Негорючие	Не способны к горению в воздухе, но могут быть пожароопасными в виде окислителей и веществ, выделяющих горючие продукты при взаимодействии с водой (карбид кальция)
Трудногорючие	Способны возгораться от источника зажигания, но самостоятельно не горят, когда этот источник удаляют
Горючие	Самовозгораются, а также возгораются от источника зажигания

Самовозгорание – явление скачкообразного увеличения инертности реакции, приводящей к началу горения вещества (материала, смеси) при отсутствии видимого источника зажигания. Сущность этого процесса заключается в том, что при продолжительном воздействии тепла на материал происходит аккумуляция (накопление) его в материале и при достижении температуры самонагрева – тление или воспламенение. Аккумуляция тепла может продолжаться от нескольких дней до нескольких месяцев.

Температура самовозгорания например, торфа и бурого угля, составляет 50–60° С, хлопка 120°С, бумаги 100° С, линолеума 80° С – это тепловое самовозгорание под действием постоянного источника нагревания.

Процесс горения твердых, жидких и газообразных веществ включает фазы: окисление, самовоспламенение и собственно горение. При повышении температуры вещественной массы возрастает скорость окисления, происходит самовоспламенение и появляется пламя.

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

К ним прежде всего относятся производства, где используются взрывчатые и имеющие высокую степень возгораемости горючие вещества, а также железнодорожный и трубопроводный транспорт как несущий основную нагрузку при доставке жидких, газообразных пожаро- и взрывоопасных грузов.

По взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности все ПВОО подразделяются на пять категорий: А, Б, В, Г, Д (табл. 2.12).

Пожары газовые, нефтяные, газонефтяные и нефтепродуктов. Горение нефти и нефтепродуктов может происходить в резервуарах,

производственной аппаратуре и при их разливе на открытых площадях. При пожаре нефтепродуктов в резервуарах могут происходить взрывы, вскипание горячего вещества и выброс нефтепродуктов.

Таблица 2.12

Классификации ПВОО по пожарной и взрывной опасности

А	Нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, трубопроводы, склады нефтепродуктов
Б	Цеха приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, выбойные и размольные отделения мельниц
В	Лесопильные, деревообрабатывающие, столярные производства
Г	Предприятия по обработке металла в горячем состоянии
Д	Предприятия по обработке металла в холодном состоянии

Большую опасность представляют явления выбросов и вскипания нефтепродуктов, что обусловлено наличием в них воды. При вскипании быстро возрастает температура (до 1500° С) и высота пламени. Для таких пожаров характерно бурное горение вспененной массы горячего вещества.

Опыт подтверждает возможность таких явлений, как выбросы нефтепродуктов из резервуаров. Тонны вещества могут быть выброшены на расстояние более восьми диаметров емкости. При этом площадь горения может достигать нескольких тысяч квадратных метров. Возгорание горючих материалов, таких как рубероид, битум, различная кабельная продукция, поролон, приводит к поступлению в воздух токсичных продуктов деструкции (разрушения) сгоревших полимерных материалов с выделением фосгена, хлористого и цианистого водорода, хлорированных и ароматических углеродов, относящихся к веществам преимущественно удушающего, общеядовитого и нейротропного действия. Концентрации этих веществ могут достигать опасных для жизни уровней. Сгорание всего лишь 1 г различных полимерных материалов приводит к выделению до 144 мг окиси хлористого водорода, 167 мг окиси углерода, что намного превышает поражающие и смертельные концентрации этих веществ.

Пожар – это стихийно развивающееся горение, не предусмотренное технологическими процессами, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Поражающими факторами пожара являются:

– *лучистая энергия*, которая представляет собой основную опасность во время пожара при любых условиях и является мощным

источником зажигания, способным вызывать горения других конструкций, материалов и веществ;

- *опасное задымление*, при котором видимость не превышает 10 м;
- *токсичные продукты горения и недостаток кислорода*. Концентрация оксида углерода в воздухе до 0,2 % вызывает смертельные отравления людей при пребывании их в зоне в течение 30-60 минут, а при концентрации 0,5–0,7 % – в течение нескольких минут;
- *высокая температура в зоне горения и окружающей среды*. Вдыхание продуктов сгорания, нагретых до 60° С, даже при 0,1 % содержании оксида углерода приводит к летальному исходу.

С точки зрения производства работ, связанных с тушением пожаров, спасением людей и материальных ценностей, классификация пожаров производится по трем зонам:

- отдельных пожаров;
- массовых и сплошных пожаров;
- затухающих пожаров и тления в завалах.

Зона отдельных пожаров представляет собой районы, на территории которых возникают возгорания на отдельных участках, в отдельных зонах и производственных сооружениях. Такие пожары сосредоточены по всему району, что позволяет осуществлять быструю организацию их массового тушения с привлечением всех имеющихся сил и средств.

Зона массовых и сплошных пожаров – это территории, где возникает такое множество возгораний и пожаров, что проход и нахождение в ней соответствующих подразделений без проведения мероприятий по локализации или тушению невозможны, а ведение спасательных работ затруднено. Такие зоны возникают в условиях сплошной застройки, компактности лесных массивов, скопления большого количества горючих материалов.

Разновидностью сплошного пожара является огненный шторм. Он характеризуется наличием воздушной конвергенции (*схождение (слияние) поверхностных потоков*), возникающей в результате горения большого количества материалов и обуславливающей формирование конвекционного потока, к которому, в свою очередь, устремляются воздушные массы со скоростью 15 м/с.

Условиями возникновения огненного шторма являются: наличие застройки или растекание горючего материала на площади до 1000 га, пониженная относительная влажность (меньше 30 %), наличие определенного количества горючих материалов на соответствующей площади. В пересчете на древесину – около 200 кг/м² на площади 1 км².

Зона затухающих пожаров и тления в завалах характеризуется сильным задымлением и продолжительным (свыше двух суток) горением в завалах.

В городах и населенных пунктах возможны отдельные (если загорается дом или группа зданий), массовые (если загораются 25 % зданий) и сплошные (когда загорается 90 % сооружений) пожары. Распространение пожаров в городах и населенных пунктах зависит от огнестойкости (способности сопротивляться огню) строений, плотности застройки, характера местности и условий погоды.

К пожару могут привести дефекты электрических установок; небрежное и неумелое использование электроприборов; использование самодельных электрообогревателей, включение многих приборов в одну розетку, неправильно выполненная электропроводка (перегрузка сети), использование самодельных предохранителей.

Если же пожары все-таки возникают, для их тушения используют огнетушащие вещества.

Все виды пожаров, независимо от места нахождения и размеров, возникают и развиваются по единой общей закономерности, включающей три фазы.

Первая фаза характеризуется процессом распространения пламени до максимального охвата площади поверхности объема горючих материалов. Для ее начала свойственны сравнительно небольшие температуры и скорости распространения фронта пламени.

Вторая фаза характеризуется процессами устойчивого максимального горения вплоть до времени сгорания основной массы веществ и разрушения конструкций сооружения.

Третья фаза пожара – это процессы выгорания материалов и обрушение конструкций. Скорость горения в этот период невелика, что обуславливает значительное снижение тепловой радиации.

Выбор способов и приемов тушения очагов возгораний зависит от конкретных условий и обстановки в зоне пожаров, наличия специальных подразделений (формирований) и технических средств, которые можно использовать для тушения огня.

Открытые обширные пожары обычно тушатся способом охлаждения или изоляции, поэтапной локализации очагов горения. Возгорание нефтепродуктов в резервуарах ликвидируется способом изоляции каждой емкости.

Планируя тактику тушения пожара, необходимо помнить, что при возгорании в зданиях и сооружениях происходит быстрое повышение температуры, помещения значительно задымляются, огонь распро-

страняется скрытыми путями, что вызывает невидимую утрату конструкциям несущих способностей. Как правило, сильное пламя из оконных и дверных проемов является свидетельством больших скоростей горения или сгорания большого количества материалов. Значительное количество густого дыма является признаком горения при недостатке кислорода. На начальную стадию разрушения отдельных конструкций указывают: отслаивание защитного слоя бетона, деформация арматуры железобетонных колонн, образование трещин в пролетах и опорах железобетонных балок, прогибы и характерный треск деревянных балок.

Возможные способы тушения пожаров в населенных пунктах. Первичные очаги возгорания целесообразно тушить с использованием гидрантов, огнетушителей, засыпать песком или землей, а также применять другие подручные средства. Отдельные очаги горения, не представляющие опасности для распространения огня, максимально локализуют и оставляют до полного выгорания горючих материалов.

При тушении крупных и массовых пожаров территория поражения огнем разбивается на отдельные участки. Границы участков принимаются на основании определения места для удобства руководства работой специальных подразделений (формирований). Они могут устанавливаться между этажами и по периметру зданий, отдельными ареалами распространения огня.

Предупредить пожар может соблюдение *противопожарного режима*, правила которого утверждены Постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме».

Противопожарный режим – комплекс установленных норм поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания помещений (территорий), направленных на обеспечение его пожарной безопасности.

Взрыв – это весьма быстрое изменение химического (физического) состояния взрывчатого вещества, сопровождающееся выделением большого количества тепла и образованием большого количества газов, создающих ударную волну, способную своим давлением вызывать разрушения.

Взрывы чаще всего происходят на пожаро-взрывоопасных объектах, где могут возникнуть условия для образования газопаровоздушных смесей, пылевоздушных смесей, где в больших количествах применяются углеводородные газы (метан, этан, пропан). Возможны взрывы котлов в котельных, газовой аппаратуры, продукции и полуфабрикатов химических заводов, паров бензина и других

компонентов, муки на мельницах, пыли на элеваторах, сахарной пыли на сахарных заводах, древесной пыли на деревообрабатывающих предприятиях.

Могут быть взрывы в жилых помещениях, когда люди забывают выключить газ. Взрывы происходят на газопроводах при плохом контроле за их состоянием и несоблюдении требований техники безопасности при их эксплуатации. К тяжелым последствиям приводят взрывы рудничного газа в шахтах.

Взрывные явления характеризуются действием следующих поражающих факторов:

- воздушной ударной волной, возникающей при разного рода взрывах газозвушных смесей, резервуаров с перегретой жидкостью и резервуаров под давлением;

- теплового излучения и разлетающихся осколков;

- действием токсичных веществ, которые применялись в технологическом процессе или образовались в ходе пожара или других аварийных ситуациях.

Взрывчатые вещества (ВВ) и их основные характеристики. В зависимости от вида энергоносителя и условий энерговыделения источниками энергии при взрыве могут быть как химические, так и физические процессы.

Источниками химического взрыва являются быстропротекающие экзотермические реакции взаимодействия горючих веществ с окислителями или термического разложения нестабильных соединений. Энергоносители химических взрывов могут быть твердыми, жидкими и газообразными веществами, а также аэрозвьями горючих веществ (жидких и твердых) в окислительной среде (часто в воздухе). Твердые и жидкие энергоносители относят в большинстве случаев к классу конденсированных ВВ. В состав этих веществ или их смесей входят восстановители и окислители или другие химически нестабильные соединения. При инициировании взрыва в этих веществах протекают экзотермические окислительно-восстановительные реакции или реакции термического разложения с выделением тепловой энергии.

Газообразные энергоносители представляют собой гомогенные смеси горючих газов (паров) с газообразными окислителями – воздухом, кислородом, хлором, либо нестабильные газообразные соединения, такие как ацетилен, этилен, склонные к термическому разложению в отсутствие окислителей. Источником энергии взрыва газовых смесей являются экзотермические реакции окисления горючего вещества или реакции разложения нестабильных соединений.

Физические взрывы возникают при смешивании горячей и холодной жидкостей, когда температура одной из них значительно превышает температуру кипения другой (например, при выливании расплавленного металла в воду).

Все ВВ, применяемые в производстве, делятся на три основные группы:

- иницирующие;
- бризантные;
- метательные (пороха).

Для возбуждения взрывчатого превращения необходимо сообщить ВВ с определенной интенсивностью необходимое количество энергии (начальный импульс), которая может быть передана одним из следующих способов:

- механическим (удар, накол, трение);
- тепловым (искра, пламя, нагрев);
- электрическим (искровой разряд);
- химическим (реакции с интенсивным выделением тепла);
- взрывом другого заряда ВВ (взрыв капсуля-детонатора).

Взрывчатые вещества в зависимости от их природы и состояния обладают определенными взрывчатыми характеристиками:

- чувствительность к внешним воздействиям, определяет область и возможность практического использования ВВ;

- плотность ВВ – вес вещества в единице объема. От плотности ВВ зависит чувствительность к начальному импульсу, скорость детонации;

- стойкость ВВ – способность сохранять в нормальных условиях хранения и применения постоянство своих физико-химических характеристик. Нестойкие ВВ при определенных условиях могут снижать или утрачивать способность к взрыву. Стойкость может быть физическая (гигроскопичность, растворимость, затвердевание) и химическая (определяется подогреванием небольшого количества вещества с одновременным контролем за разложением);

- энергия (теплота) ВВ;

- скорость детонации. Детонация – это скорость химических превращений ВВ, происходящих в очень тонком слое и распространяющихся со сверхзвуковой скоростью. От скорости детонации зависит скорость взрывчатых превращений, а следовательно, и время, в течение которого выделяется вся энергия, заключенная в ВВ;

- бризантность – способность ВВ производить местное дробление твердой среды, прилегающей непосредственно к заряду. Бризантность

характеризуется резким скачком давления до весьма высоких величин и резким его падением до атмосферного и ниже;

– фугасность – работоспособность проявляется в форме выбросов грунта из воронок и выемок с образованием полостей в грунте и скальных породах и их рыхлением.

Действия населения при взрывах

При взрыве на предприятии прежде всего необходимо предупредить рабочих и служащих, а также оповестить проживающее вблизи население.

Необходимо воспользоваться индивидуальными средствами защиты, а при их отсутствии для защиты органов дыхания – использовать ватно-марлевую повязку.

При повреждении здания взрывом входить в него следует с чрезвычайной осторожностью. Необходимо убедиться в отсутствии значительных повреждений перекрытий, стен, линий электро-, газо- и водоснабжения, а также утечек газа, очагов пожара.

Если взрыв вызвал возгорание, необходимо использовать первичные средства (огнетушители). Для недопущения распространения огня надо задействовать пожарные краны и гидранты.

При спасении пострадавших следует соблюдать меры предосторожности от возможного обвала, пожара и других опасностей, осторожно вывести и оказать им первую медицинскую помощь, потушить горящую одежду, прекратить действие электрического тока, остановить кровотечение, перевязать раны, наложить шины при переломе конечностей.

Огнетушащие вещества и аппараты пожаротушения

К основным огнетушащим веществам относятся прежде всего вода, огнетушащие пены, инертные газы, твердые огнетушащие вещества.

По сравнению с другими огнетушащими веществами вода имеет небольшую теплоемкость и пригодна для тушения большинства горючих веществ. Вода обладает тремя свойствами огнетушения: охлаждает зону горения или горящие вещества, разбавляет реагирующие вещества в зоне горения, изолирует горючие вещества от зоны горения.

Водяной пар в зоне горения уменьшает концентрацию кислорода, поддерживающего горение. Для борьбы с огнем вода может применяться в виде цельной, компактной, а также рассеянной (дождеобразной) струи.

Следует помнить, что вода не всегда может быть использована для тушения огня, так как не все горящие предметы и вещества можно

тушить водой. Нельзя применять воду при тушении пожара в зданиях, где находятся вещества, вступающие с водой в химическую реакцию, в результате которой может произойти воспламенение пожароопасных газов или подняться (развиться) большая температура. Вода электропроводна, поэтому нельзя тушить водой установки, находящиеся под током, чтобы не быть им пораженным и избежать короткого замыкания.

Когда для ликвидации возгораний нельзя использовать воду, применяют огнетушащие пены — смесь газа с жидкостью.

В практике тушения пожаров наибольшее распространение получили следующие принципы прекращения горения:

- изоляция очага горения от воздуха или снижение концентрации кислорода путем разбавления воздуха негорючими газами ($\text{CO}_2 < 12\text{--}14\%$);

- охлаждение очага горения ниже определенных температур;

- интенсивное торможение (ингибирование) скорости химической реакции в пламени;

- механический срыв пламени струей газа или воды.

Вещества, создающие условия, при которых прекращается горение, называются огнегасящими. Они должны быть дешевыми и безопасными в эксплуатации, не приносить вреда материалам и объектам.

Вода является хорошим огнегасящим средством, обладающим следующими достоинствами: охлаждающее действие, разбавление горючей смеси паром (при испарении воды ее объем увеличивается в 1700 раз), механическое воздействие на пламя, доступность и низкая стоимость, химическая нейтральность.

Недостатки: нефтепродукты всплывают и продолжают гореть на поверхности воды; вода обладает высокой электропроводностью, поэтому ее нельзя применять для тушения пожаров на электроустановках под напряжением.

Тушение пожаров водой производят установками водяного пожаротушения, пожарными автомашинами и водяными стволами. Для подачи воды в эти установки используют водопроводы.

К установкам водяного пожаротушения относят спринклерные и дренчерные установки.

Спринклерная установка представляет собой разветвленную систему труб, заполненную водой и оборудованную спринклерными головками. Выходные отверстия спринклерных головок закрываются легкоплавкими замками, которые распаиваются при воздействии

определенных температур (345, 366, 414 и 455 К). Вода из системы под давлением выходит из отверстия головки и орошает конструкцию помещения и оборудование.

Дренчерные установки представляют собой систему трубопроводов, на которых расположены специальные головки-дренчеры с открытыми выходными отверстиями диаметром 8, 10 и 12,7 мм лопастного или розеточного типа, рассчитанные на орошение до 12 м² площади пола.

Дренчерные установки могут быть ручного и автоматического действия. После приведения в действие вода заполняет систему и выливается через отверстия в дренчерных головках.

Пар применяют в условиях ограниченного воздухообмена, а также в закрытых помещениях с наиболее опасными технологическими процессами. Гашение пожара паром осуществляется за счет изоляции поверхности горения от окружающей среды. При гашении необходимо создать концентрацию пара приблизительно 35 %.

Пены применяют для тушения твердых и жидких веществ, вступающих во взаимодействие с водой. Огнегасящий эффект при этом достигается за счет изоляции поверхности горючего вещества от окружающего воздуха. Огнетушащие свойства пены определяются ее кратностью — отношением объема пены к объему ее жидкой фазы, стойкостью, дисперсностью, вязкостью. В зависимости от способа получения пены делят на химические и воздушно-механические.

Химическая пена образуется при взаимодействии растворов кислот и щелочей в присутствии пенообразующего вещества и представляет собой концентрированную эмульсию двуокиси углерода в водном реакторе минеральных солей. Применение химических солей сложно и дорого, поэтому на практике сокращается.

Воздушно-механическую пену низкой (до 20), средней (до 200) и высокой (свыше 200) кратности получают с помощью специальной аппаратуры и пенообразователей ПО-1, ПО-1Д, ПО-6К и др.

Инертные газообразные разбавители: двуокись углерода, азот, дымовые и отработавшие газы, пар, аргон и другие.

Ингибиторы на основе предельных углеводородов, в которых один или несколько атомов водорода замещены атомами галлоидов (фтор, хлор, бром). Галоидоуглеводороды плохо растворяются в воде, но хорошо смешиваются со многими органическими веществами:

- тетрафтордибромэтаном (хладон 114В2);
- бромистым метиленом;
- трифторбромметаном (хладон 13В1) и др.

Порошковые составы, несмотря на их высокую стоимость, сложность в эксплуатации и хранении, широко применяют для прекращения горения твердых, жидких и газообразных горючих материалов. Они являются единственным средством гашения пожаров щелочных металлов и металлоорганических соединений. Для гашения пожаров используется также песок, грунт, флюсы. Порошковые составы не обладают электропроводимостью, не корродируют металлы и практически не токсичны.

Широко используются составы на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия.

Аппараты пожаротушения: передвижные (пожарные автомобили), стационарные установки, огнетушители.

Автомобили предназначены для изготовления огнегасящих веществ, используются для ликвидации пожаров на значительном расстоянии от их дислокации и подразделяются на:

– автоцистерны (вода, воздушно-механическая пена) АЦ-30; АЦ-40 и др.;

– специальные (порошкового тушения) – АП-3, АП500-20 и др.

– аэродромные: АА-60(7310)-160.01 и др.

Стационарные установки предназначены для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения без участия человека. Подразделяются на водяные, пенные, газовые, порошковые, паровые. Могут быть автоматическими и ручными с дистанционным управлением.

Огнетушители – устройства для гашения пожаров огнегасящим веществом, которое он выпускает после приведения его в действие. Используются для ликвидации небольших пожаров. Как огнетушащие вещества в них используют химическую или воздухомеханическую пену, диоксид углерода (в жидком состоянии), аэрозоли и порошки, в состав которых входит бром.

Подразделяются:

по подвижности:

– ручные до 10 литров;

– передвижные;

– стационарные.

по огнетушащему составу:

– жидкостные (заряд состоит из воды или воды с добавками);

– углекислотные (СО₂);

– химпенные (водные растворы кислот и щелочей);

– воздушно-пенные;

– хладоновые (хладоны 114В2 и 13В1);

- порошковые (ПС, ПСБ-3, ПФ, П-1А, СИ-2);
- комбинированные.

В маркировке огнетушителей указывается вид огнетушителя по разряду и объему.

Ручной пожарный инструмент – это инструмент для раскрывания и разбирания конструкций и проведения аварийно-спасательных работ при гашении пожара. Сюда входят: крюки, ломы, топоры, ведра, лопаты, ножницы для резания металла. Инструмент размещается на видном и доступном месте на стендах и щитах.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение взрыва.
2. Перечислите категории ПВОО по степени взрывной и взрывопожарной опасности.
3. Какие ПВОО относят к категории А и Д?
4. Запишите условия горения. Какое горение называют гетерогенным?
5. Дайте определение огнестойкости зданий и сооружений.
6. Какие здания и сооружения относятся к I и II степени огнестойкости?
7. Какие материалы являются трудногорючими?
8. Классификация пожаров по масштабам и интенсивности.
9. Назовите основные поражающие факторы пожара.

2.4. Аварии на гидродинамически опасных объектах

Прорыв плотин, дамб и других гидросооружений может произойти в результате землетрясения, урагана, обвала, оползня, паводка, из-за конструктивных дефектов, нарушения правил эксплуатации, недостаточного водосброса и перелива воды через плотину.

При прорыве плотины (дамбы) образуется проран. От его размеров зависят объем и скорость падения волны прорыва из верхнего бьефа (участок реки, канала или водохранилища, примыкающий к плотине, шлюзу и т. п. выше или ниже по течению) в нижний. Параметры волны зависят от гидрологических и топографических условий рек. В равнинных районах скорость движения ее достигает 25 км/ч, а в предгорных и горных – до 100 км/ч.

По мере движения волна прорыва непрерывно уменьшает высоту и скорость движения и, как правило, увеличивает ширину разлива.

В результате аварии гидросооружения под водой может оказаться значительная часть местности, прилегающей к данному объекту. В отличие от наводнения, прорыв, скажем, плотины не поддается прогнозированию, что не дает людям времени для проведения предупредительных мероприятий. Действия населения при авариях на гидродинамически опасных объектах схожи с действиями людей при наводнениях.

Гидродинамически опасными объектами (ГДОО) называют сооружение или естественное образование, создающее разницу уровней воды до (*верхний бьеф*) и после (*нижний бьеф*) него. К ГДОО относятся искусственные и естественные плотины, гидроузлы, запруды.

Гидротехническое сооружение – народнохозяйственный объект, находящийся на или вблизи водной поверхности, предназначенный для:

- использования кинетической энергии движения воды с целью преобразования в другие виды энергии;
- охлаждения отработавших паров ТЭС и АЭС;
- мелиорации;
- защиты прибрежной территории от воды;
- забора воды для орошения и водоснабжения;
- осушения;
- рыбозащиты;
- регулирования уровня воды;
- обеспечения деятельности речных и морских портов, судостроительных и судоремонтных предприятий, судоходства;
- подводной добычи, хранения и транспортировки (трубопроводы) полезных ископаемых (нефти и газа).

К основным гидротехническим сооружениям относятся: плотины, водозаборные и водосборные сооружения, запруды. Система гидротехнических сооружений и водохранилищ, связанных единым режимом водоперетока, составляет гидроузел.

Плотины – гидротехнические сооружения (искусственные плотины) или природные образования (естественные плотины), ограничивающие сток, создающие водохранилища и разницу уровней воды по руслу реки.

Виды плотин по способу восприятия нагрузок разделяют на несколько типов: гравитационные, контрфорсные, арочные (рис. 2.14).

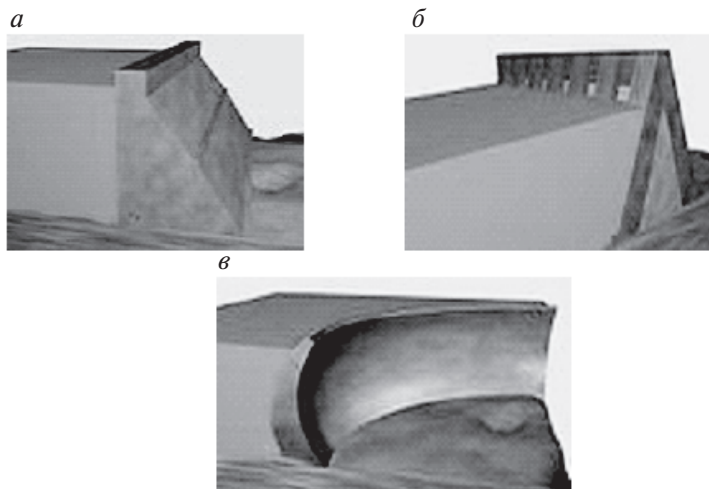


Рис. 2.14. Конструктивные особенности плотин:
а – гравитационная плотина; *б* – контрфорсная плотина;
в – арочная плотина

Гравитационная плотина – бетонная или каменная плотина, устойчивость которой по отношению к силам смещения (давление воды, льда, волн и др.) обеспечивается в основном силами трения в подошве, пропорциональными собственному весу плотины. Такие плотины имеют значительную массу и значительное поперечное сечение, за счет которого обеспечивается большая устойчивость. Недостаток таких плотин – неоправданно высокий запас прочности, что обуславливает перерасход строительных материалов. Часто выполнены с облегченными конструкциями: с расширенными швами у основания, с экраном на напорной грани, с анкерровкой в основании плотины; с уменьшением угла наклона подошвы, с обустройством сухих или мокрых продольных пустот, свободных или заполненных дешевыми инертными материалами.

Этот довольно распространенный тип плотин используется как на скальных (Красноярская ГЭС), так и на нескальных (водосливные плотины Волжских гидроузлов) грунтах. Экономичные формы контура поперечного профиля гравитационных плотин близки к треугольнику или трапеции. Основной параметр гравитационной плотины – отношение ее толщины по подошве к высоте – зависит

от характера почвы или пород подошвы и колеблется от 0,6 (скала) до 1,2 (глина). Наибольшую высоту 285 м среди существующих гравитационных плотин имеет плотина Гран-Диксенс в Швейцарии, построенная в период с 1951 по 1965 год. Длина плотины 700 м, ширина в основе составляет 200 м, по гребню — 15 м. Гребень располагается на высоте 2365 м над уровнем моря. На строительство плотины ушло 6 млн м³ бетона.

Гравитационная плотина застрахована от развала, если результирующая всех действующих на нее сил давления и тяжести приложена к основанию сооружения; тем не менее для плотины безупречной конструкции требуется, чтобы эта результирующая прилагалась к основанию ядра, расположенного в средней части тела плотины. Сжимающие напряжения, развивающиеся в низовой и верховой опорных призмах плотины, можно рассчитать из формулы

$$V/b(1 \pm 6e/b),$$

где V — вертикальная составляющая силы реакции опоры;

e — удаление точки ее приложения от центра;

b — ширина основания плотины; знак плюс в скобках берется для низовой призмы, а минус — для верховой.

Если точка приложения результирующей силы выходит за границы средней трети основания призмы плотины, но все же находится в пределах самого основания, то напряжение на низовой призме определяется по формуле

$$2V/(b/2 - e).$$

При этом допустимые напряжения должны быть с запасом меньше разрушающих. Сдвигу плотины препятствует в основном ее трение по грунтовому ложу, равное произведению

$$V \cdot f,$$

где f — коэффициент трения.

Сопротивление сдвигу плотины обеспечивается дополнительно заглублением выступов ее подошвы (зубьев) в грунт.

Контрфорсная плотина, в которой давление воды верхнего бьефа воспринимается напорным перекрытием (в виде плит, сводов и т. п.), передается контрфорсам и через последние — подошве. Такие плотины сооружают преимущественно из бетона и железобетона. Контрфорсы бывают двух типов: массивные (бетонные и бутобетонные)

и тонкие (бетонные и железобетонные), сплошные или сквозные. Для обеспечения устойчивости тонких контрфорсов между ними располагают балки жесткости (распорки), которые противодействуют продольному изгибам контрфорсов.

Контрфорсные плотины легче по сравнению с гравитационными. Эти дамбы могут выполняться из отдельных контрфорсов, прилегающих друг к другу и имеющих расширение со стороны верхнего бьефа (массивные оголовки), в этом случае конструкцию называют массивно-контрфорсной (Днепровская ГЭС). Если пространство между отдельно стоящими контрфорсами перекрывают арками, то такую плотину называют многоарочной контрфорсной. Контрфорсные плотины всех видов возводят на прочных подошвах.

Арочная плотина – криволинейная в плане плотина, прочность которой обеспечивается в основном работой ее как арки с передачей горизонтального давления воды почти полностью берегам или уступам. Их относительно тонкостенные конструкции имеют поперечное сечение сложного профиля (двойкой кривизны или купольного типа), обращенное выпуклостью в сторону верхнего бьефа.

Арочные плотины сооружают преимущественно из бетона при наличии прочной (скальной) подошвы и скалистых берегов. Арочные плотины могут быть глухими, т. е. без сброса воды, или водосбросные. Это легкие плотины, которые применяются в определенных природных условиях и служат для создания высоких (до 300 м) и сверхвысоких напоров.

В зависимости от отношения толщины b плотины внизу до ее высоты h арочные плотины делятся на собственно арочные ($b/h = 0,35$) и гравитационно-арочные ($b/h = 0,35 \dots 0,6$).

Арочная плотина в виде единой дуги, перекрывающей речной поток от одного берега до другого, отличается прочностными достоинствами своей конструкции. Она выдерживает напор воды благодаря трем важным свойствам, в совокупности обеспечивающим ее устойчивость:

- сопротивлению вертикальных элементов ее конструкции (которые действуют как консоли, заделанные в основание);
- массе;
- особенностям арочной конструкции, опирающейся концами на береговые устои и передающей через них напор воды.

Если речная долина относительно узка, то основную нагрузку водной массы выдерживает арка как таковая; когда русло широко, существенную роль играют и остальные два свойства. У эксперименталь-

ной плотины Стивенсон-Крик, рассчитанной на перепад уровней воды 18 м, оторвалась опорная призма напорной грани при перепаде уровней 6 м, но после этого арка выдержала полную нагрузку. При подходящем рельефе местности строительство арочной плотины экономически выгодно, поэтому в XX в. таких сооружений возведено довольно много.

Плотины по способу пропуска воды делятся на:

- глухие;
- водосливные;
- фильтрующие.

В глухих плотинах нет специальных устройств для пропуска воды в нижний бьеф.

В водосливных плотинах воду в нижний бьеф пропускают через гребень плотины или поверхностные водосливные отверстия. Различают:

- водосливы без затвора – пропускная способность водослива не регулируется и зависит только от уровня воды в водохранилище;
- водосливы с затвором – пропускная способность водослива регулируется (рис. 2.15).

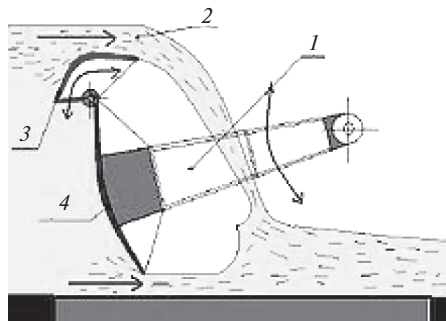


Рис. 2.15. Плотина с регулируемым сливом:

- 1 – кулиса; 2 – водослив; 3 – клапан-регулятор водослива;
4 – щит плотины

Водопропускные сооружения могут располагаться как в теле плотины, так и на берегах, обеспечивая транспортировку воды в обход тела плотины. В некоторых случаях плотины из камня, построенные без противодиффузионных средств, обеспечивают пропуск расчетного расхода воды в нижний бьеф только за счет фильтрации потока через тело плотины.

Существуют переливные плотины, в которых расчетные расходы воды пропускают в нижний бьеф через поверхностные водоемы или через укрепленные откосы плотины. Пропуск воды через водосливные отверстия на гребне плотины зачастую регулируется затворами.

Водосливные отверстия могут быть использованы также для пропуска льда, иногда деревянных лесозаготовительных бревен, а при низком пороге и соответствующих скоростях течения и габаритах отверстия – судов.

Величина напора на гребне водослива назначается из условий достижения возможно максимальных удельных (на 1 м длины плотины) расходов воды в конце укрепления русла за дамбой в нижнем бьефе (однако с допустимыми по защите сооружения от подмывания быстрым течением воды), получения минимальной общей стоимости сооружения, приемлемой высоты затворов и недопущения опасной вибрации тела водослива. На построенных водосливных плотинах величина напора на гребне обычно составляет 2–8 м, достигая в отдельных случаях 15–18 м. Удельные расходы принимаются до 50–60 м³/с на 1 погонный метр длины водостока для гребли на нескальных грунтах и до 100–120 м³/с – на скальных.

Гидродинамическая авария – это чрезвычайное событие, связанное с выводом из строя (разрушением) гидротехнического сооружения или его части и неуправляемым перемещением больших масс воды, несущих разрушения и затопление обширных территорий.

Важнейшей особенностью наводнения при авариях на ГДОО является образование волны прорыва.

Волна прорыва – волна, образующаяся в нижнем бьефе в результате стремительного падения воды из верхнего бьефа при прорыве ГДОО. Это основной поражающий фактор аварий на ГДОО.

Объем воды, высота, ширина и скорость движения волны из верхнего бьефа зависят от величины прорыва.

Проран – место повреждения ГДОО, через которое вода устремляется из верхнего бьефа при прорыве гидросооружения.

На скорость распространения и высоту волны прорыва оказывает существенное влияние и характер местности, по которой она движется. На равнинах скорость ее движения не превышает 25 км/ч, а в горах может достигать 100 км/ч. Лесные массивы, возвышенности, овраги и т. п. снижают скорость движения и высоту волны прорыва.

Основным следствием прорыва плотины при гидродинамических авариях является катастрофическое затопление местности, заключающееся в стремительном затоплении волной прорыва нижерасположенной местности и возникновением наводнения.

Катастрофическое затопление характеризуется:

- максимально возможными высотой и скоростью волны прорыва;
- расчетным временем прихода гребня и фронта волны прорыва в соответствующий створ;
- границами зоны возможного затопления;
- максимальной глубиной затопления конкретного участка местности;
- длительностью затопления территории.

При разрушениях гидротехнических сооружений затопляется часть прилегающей к реке местности, которая называется зоной возможного затопления.

В зависимости от последствий воздействия гидропотока, образующегося при гидродинамической аварии, на территории возможно затопления следует выделять зону катастрофического затопления, в пределах которой распространяется волна прорыва, вызывающая массовые потери людей, разрушения зданий и сооружений, уничтожение других материальных ценностей.

Время, в течение которого затопленные территории могут находиться под водой, колеблется от 4 часов до нескольких суток.

Прогнозирование параметров прорыва плотин. Прогнозирование времени прорыва естественных плотин базируется на прогнозе уровня воды до 80–85 % высоты перемычки водохранилища с учетом данных прогноза ближайшей метеостанции.

Сведения о характеристиках волны прорыва и последующего затопления местности необходимы для принятия решений для проведения спасательных работ.

В результате распространения волны прорыва формируются зоны катастрофического затопления (табл. 2.13).

Таблица 2.13

Зоны катастрофического затопления при гидродинамической аварии

Зоны катастрофического затопления	Характеристика
I	Примыкает к ГДОО, простирается на 6–12 км, высота волны до нескольких метров, скорость течения 30 км/ч и более, время прохождения волны 30 мин
II	Простирается на 15–20 км, скорость течения 15–20 км/ч, время прохождения волны 50–60 мин
III	Простирается на 30–50 км, скорость течения 10–15 км/ч, время прохождения волны 2–3 часа

Зоны катастрофического затопления	Характеристика
IV	Простирается на 35–70 км, скорость течения 6–10 км/ч, время прохождения волны около 10 часов

В зоне возможного затопления могут оказаться населенные пункты, что приводит к формированию очага поражения, в пределах которого величина и характер потерь среди населения могут изменяться в зависимости от:

- плотности населения в зоне затопления;
- времени суток (в ночное время резко возрастает количество и тяжесть состояния пораженных);
- скорости движения и высоты волны прорыва;
- температуры воды и окружающего воздуха (низкая температура резко ограничивает время, в течение которого еще можно спасти пострадавших);
- трудности поиска пострадавших, опоздания помощи из-за сложности доступа к пораженным.

Виды поражений при авариях на ГДОО: утопление, механические травмы, переохлаждение, а также на людей дополнительно действуют факторы, обусловленные кинетической энергией волны прорыва.

Механические повреждения различной тяжести могут быть следствием:

- непосредственного динамического воздействия на тело человека волны прорыва;
- травмирующего действия обломков зданий и сооружений, разрушаемых волной прорыва;
- повреждающего действия различных предметов, вовлекаемых в движение волной прорыва.

В зоне затопления часто создается неблагоприятная эпидемиологическая обстановка. В дальнейшем могут создаваться катастрофические ситуации социального характера, связанные с нехваткой продуктов питания, отсутствием жилья и т. д.

Мероприятия по уменьшению последствий аварий на гидродинамически опасных объектах. Как естественная, так и искусственная плотины должны находиться под пристальным вниманием гидрологов и специальных служб. В случае опасности прорыва искусственной плотины необходимо принять меры к его недопущению. Например: регулирование стока воды; транзитный пропуск воды и др.

Если существует опасность прорыва естественного водохранилища, то необходимо принять меры по укреплению стенок плотины, либо вызвать прорыв в менее опасном направлении.

Защита населения от поражающего действия волны прорыва и, как следствие, наводнений включает ряд мероприятий: прогнозирование поражающего действия волны прорыва плотин и возможных зон затопления; ограничение строительства жилых домов и объектов народного хозяйства в зонах возможного действия волны прорыва и последующего затопления; эвакуация населения из зон поражающего действия волны прорыва и последующего затопления при угрозе разрушения плотины; оповещение населения об угрозе разрушения плотины и возникновения наводнений; осуществление инженерно-технических мероприятий по снижению поражающего действия волны прорыва и последствий наводнения.

Для предотвращения возможных внезапных прорывов плотин, защиты людей и материальных ценностей заблаговременно выполняется ряд мер (табл. 2.14).

Таблица 2.14

Меры защиты при прорыве плотин

Административные	Инженерно-технические
Ограничение строительства жилых домов и объектов народного хозяйства в местах, подверженных действию возможной волны прорыва и последующего наводнения Эвакуация населения, причем в зонах, где время добегающего прорывной волны после разрушения плотины составляет до 4 часов – немедленно, а на остальных территориях – по мере возникновения угрозы затопления	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 Насажение низкоствольных лесов из тополей, ив, ольхи и березы, что увеличивает шероховатость поверхности и способствует уменьшению скорости волны прорыва

Население должно быть ознакомлено с системой предупреждения об опасности. Должны быть заранее спланированы возможные маршруты эвакуации на возвышенные участки местности.

После поступления сигнала оповещения об опасности разрушения плотины необходимо без промедления эвакуироваться на ближайший возвышенный участок местности и оставаться там до тех пор, пока не спадет вода или не будет передано официальное сообщение о том, что опасность миновала.

После спада воды следует соблюдать ряд правил.

– Остерегаться оборванных и провисших проводов, сообщать о наличии таких повреждений, а также разрушениях канализационных и водопроводных магистралей в соответствующие коммунальные службы.

– Нельзя употреблять в пищу продукты, которые находились в контакте с водными потоками.

– Питьевая вода перед употреблением должна быть проверена на пригодность. Колодцы с питьевой водой должны быть осушены и вычищены.

– Перед входом в здание надо осмотреть конструктивные повреждения и убедиться, что нет опасности разрушения.

– Войдя в здание, не следует пользоваться открытым огнем в качестве источника света, так как возможно присутствие газа, не использовать источники электроэнергии, пока не будет проверена электрическая сеть.

– Открыть все двери и окна, убрать влажный мусор и дать возможность полам и стенам высохнуть.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение ГДОО.
2. Дайте определение ГТС, приведите примеры таких сооружений.
3. Что называется запрудой? В чем отличие плотины и запруды.
4. Что называют верхним бьефом?
5. Дайте определение ГДА. В чем особенность таких аварий.
6. Назовите основные поражающие факторы ГДА.
7. Что называют волной прорыва?
8. Что является следствием прорана?
9. Перечислите административные меры для предотвращения возможного прорыва ГТС и защиты людей.
10. Сформулируйте правила поведения населения при угрозе и во время ГДА.

2.5. Аварии на транспорте

Ежегодно в России транспортируется около 3,5 млрд тонн грузов. Ежедневно всеми видами транспорта перевозится более 100 млн человек. В РФ эксплуатируется: 83,7 тыс. км ж.-д. путей, 387 тыс. км ав-

тодорог, 82 тыс. км речных и морских судоходных путей, 1400 тыс. км маршрутов аэрофлота.

В РФ в 2015 году из 178 произошедших ЧС техногенного характера 145 относились к категории транспортных аварий. Из них 102 ДТП, 31 аварии на авиационном транспорте, 6 – на железнодорожном и 6 – на водном транспорте (рис. 2.16).

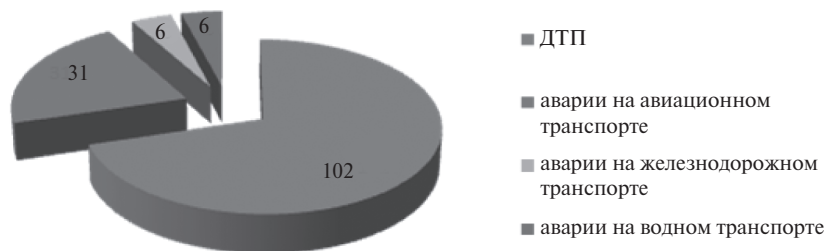


Рис. 2.16. Доля различных видов аварий в общем числе транспортных аварий в 2015 году

Многokратное превышение количества автомобильных катастроф над другими видами транспортных ЧС подтверждается данными других лет (рис. 2.17).

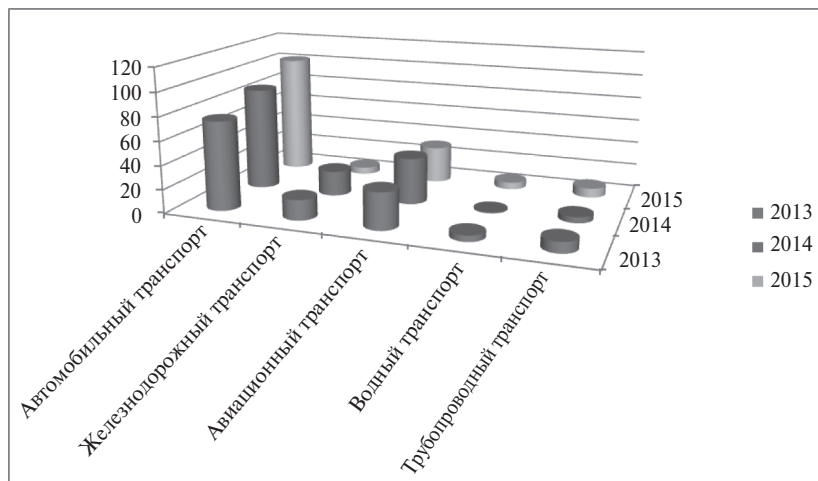


Рис. 2.17. Статистика аварий и катастроф на транспорте за 2013–2015 годы

Из числа общих потерь в ЧС техногенного характера в 2015 г. (600 чел.) 89,5 % были потерями при транспортных авариях (537 чел.). Структура потерь при транспортных авариях представлена на рис. 2.18.

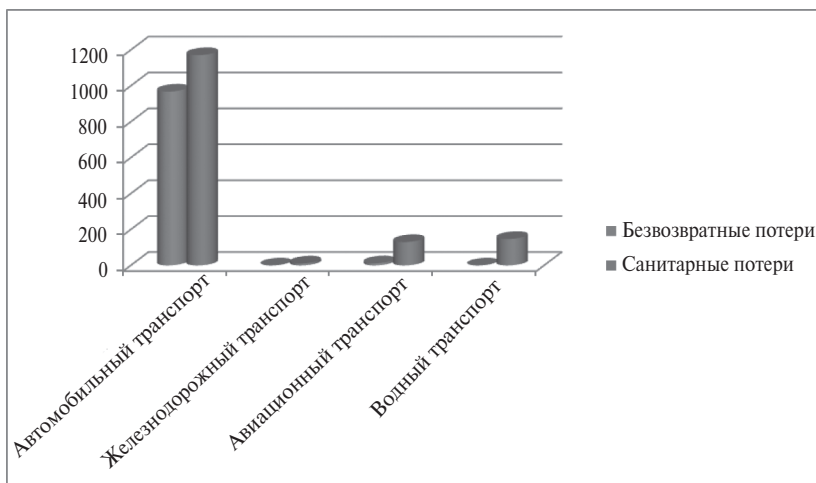


Рис. 2.18. Структура потерь при транспортных авариях в РФ за 2015 год

Транспортная авария — это происшествие, повлекшее за собой гибель или телесное повреждение людей либо повреждения транспортных средств сооружений и грузов.

Типы транспортных аварий:

- происходящие на производственных объектах, не связанных с перемещением транспортных средств (депо, станции, порты, аэровокзалы и др.);

- на транспортных средствах, во время их движения.

Первый тип аварий носит общий характер, второй — специфический, связан с тяжёлыми последствиями. Специфика транспортных аварий и катастроф заключается в следующем:

- аварии и катастрофы происходят в пути следования, как правило, внезапно, в большинстве случаев при высокой скорости движения транспорта, что приводит к телесным повреждениям у пострадавших, часто к возникновению у них шокового состояния, нередко к гибели;

- несвоевременное получение достоверной информации о случившемся ведет к запаздыванию помощи, к росту числа жертв, в том числе из-за отсутствия навыков выживания у пострадавших;

– отсутствие, как правило, на начальном этапе работ специальной техники, необходимых средств тушения пожаров и трудности в организации эффективных способов эвакуации из аварийных транспортных средств;

– трудность в определении числа пострадавших на месте аварии или катастрофы, сложность отправки большого их количества в медицинские учреждения с учетом требуемой специфики лечения;

– усложнение обстановки в случае аварии транспортных средств, перевозящих опасные вещества;

– необходимость организации поиска останков погибших и вещественных доказательств катастрофы часто на больших площадях;

– необходимость организации приема, размещения и обслуживания (питание, услуги связи, транспортировка и др.) прибывающих родственников пострадавших и организация отправки погибших к местам их захоронения;

– необходимость скорейшего возобновления движения по транспортным коммуникациям.

Согласно приложению к приказу МЧС России № 329 от 8.07.2004 г., транспортные аварии могут быть отнесены к ЧС в соответствии с определенными критериями (табл. 2.15).

Таблица 2.15

Транспортные аварии (катастрофы)

Источник ЧС	Критерии отнесения к ЧС
А. Общие критерии (не использовать при отнесении ДТП к ЧС)	
	1. Число погибших – 2 чел. и более. Число госпитализированных – 4 чел. и более. 2. Прямой материальный ущерб: гражданам – 100 МРОТ; предприятиям, учреждениям и организациям – 500 МРОТ
Б. Критерии, учитывающие особенности источника ЧС	
Крушения и аварии грузовых и пассажирских поездов и поездов метрополитена	1. Любой факт крушения поездов. 2. Повреждения вагонов, перевозящих опасные грузы, в результате которых пострадали люди. 3. Перерывы в движении: на главных путях железнодорожных магистралей – 6 ч и более; на метрополитене – 30 мин и более

Источник ЧС	Критерии отнесения к ЧС
Кораблекрушения, аварии, повреждения грузовых, пассажирских судов, судов атомного флота, маломерных судов и судов флота рыбной промышленности, повреждения судами береговых, гидротехнических и других объектов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аварийный разлив нефти и нефтепродуктов в водные объекты в объеме 1 т и более. 2. Аварийное попадание в водоемы жидких и сыпучих токсичных веществ с превышением ПДК в 5 и более раз (за исключением мест, где нормативные документы допускают большую концентрацию загрязняющих веществ). 3. Затопление, выбрасывание на берег судов в результате шторма (урагана, цунами), посадка судов на мель – любой факт аварии (катастрофы). 4. Столкновение, опрокидывание, затопление, выбрасывание на берег, посадка на мель маломерных судов с гибелью 5 и более человек или пострадавших 10 и более человек. 5. Аварии на маломерных судах, перевозящих опасные грузы
Авиационные и ракетно-космические катастрофы и аварии в аэропортах, на стартовых площадках и в населенных пунктах и вне аэропортов, стартовых площадок и населенных пунктов	<p>Падение, разрушение воздушного судна, ракетно-космического изделия (аппарата) – любой факт падения, разрушения</p>
Аварии (катастрофы) на автодорогах (крупные дорожно-транспортные аварии и катастрофы)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аварии на автомобильном транспорте, перевозящем опасные грузы – любой факт аварии. 2. Повреждение 10 и более автотранспортных единиц. 3. Прекращение движения на данном участке на 12 часов вследствие ДТП – решение об отнесении ДТП к ЧС принимается комиссиями по чрезвычайным ситуациям органов исполнительной власти субъектов РФ или органов местного самоуправления в зависимости от местных условий. 4. ДТП с тяжкими последствиями (погибли 5 и более человек или пострадали 10 и более человек).
Транспортные катастрофы и аварии на мостах, переправах, в тоннелях, горных выработках, на железнодорожных переездах	<ol style="list-style-type: none"> 1. Любой факт крушения поездов. 2. Повреждение ж.-д. вагонов, перевозящих опасные грузы, в результате которых пострадали люди. 3. Решение об отнесении к ЧС перерыва в движении по ж.-д. магистралям (внутренним водным путям) принимается комиссиями по ЧС органов исполнительной власти субъектов РФ или органов местного самоуправления на основании рекомендаций руководителей предприятий и организаций ж.-д. транспорта (речного транспорта). 4. Перерыв в движении: на главных путях железнодорожных магистралей – 6 ч и более; на метрополитене – 30 мин и более. 5. Аварийный разлив нефти и нефтепродуктов в водные объекты в объеме 5 т и более.

Источник ЧС	Критерии отнесения к ЧС
	6. Аварийное попадание в водоёмы жидких и сыпучих токсичных веществ с превышением ПДК в 5 и более раз. 7. Аварии на автомобильном транспорте, перевозящем опасные грузы в населенном пункте, – любой факт аварии. 8. Прекращение движения на данном участке автодорог на 12 часов вследствие ДТП – решение об отнесении ДТП к ЧС принимается комиссиями по чрезвычайным ситуациям органов исполнительной власти субъектов РФ или органов местного самоуправления, в зависимости от местных условий. 9. ДТП с тяжкими последствиями (погибли 5 и более человек или пострадали 10 и более человек). 10. Повреждено 10 и более автотранспортных единиц
Аварии на магистральных газо-, нефте-, продуктопроводах	Любой факт разрыва
Аварии на внутрипромысловых нефтепроводах	Аварийный выброс нефти в объеме 20 т и более, а в местах пересечения водных преград и при попадании в водные объекты 5 т и более
Аварии на плавучих буровых установках и буровых судах, на морских стационарных и полупогруженных платформах по добыче и эксплуатации месторождений нефти и газа	Разлив нефти в объеме 20 т и более

Из множества видов транспорта безопаснее всего человек чувствует себя в поездах, считая, что в отличие от самолетов они не падают. Однако по статистике в железнодорожных катастрофах гибнет гораздо больше людей, чем в авиационных. Поскольку они одновременно не такие массовые, это создает иллюзию безопасности.

Правила, которые необходимо соблюдать при путешествии в поезде.

- Наибольшую угрозу для пассажиров представляют первый и последний вагоны поезда. Первый сминается при столкновении в лоб. С последним вагоном происходит то же самое при столкновении сзади, только в больших масштабах, так как его не буферят локомотив и багажный вагон.
- Самые безопасные места в вагоне – это полки купе, расположенные в сторону движения поезда. При экстренном торможении или столкновении поездов вас только прижимает к стенке, в то время как пассажиры с противоположных полок слетят на пол.

- Детей нужно укладывать в самые безопасные места — на нижние полки по ходу движения поезда.
- На боковых полках лучше лежать ногами в сторону движения. Тогда при резком торможении или столкновении вы упретесь в перегородку ногами, а не головой, и избежите травмы шейных позвонков.
- При авариях, связанных со столкновением или экстренным торможением, большинство травм люди получают в результате падения с полок. Чтобы избежать их или хотя бы смягчить удар, надо убрать со столиков небезопасные бутылки, стаканы с торчащими ложками. Подогнуть с внешней стороны матрац или подложить одеяло, или одежду, особенно на полках, где спят дети, чтобы образовался защитный валик, через который трудно перекатиться на случай легких толчков.
- Не следует перегружать верхние полки багажом. Крупногабаритные и тяжелые вещи необходимо закрепить с помощью ремней, чтобы при экстренном торможении не стать жертвой собственных чемоданов.
- Необходимо полностью закрыть или открыть двери, чтобы они не рубили попавшие в проем руки.
- Нельзя высовывать голову в окно.
- При перевороте вагона нужно схватиться за выступающие части полок и закрыть глаза, чтобы они не пострадали от осколков стекла. Если при торможении вас все-таки сорвало с полки, необходимо сгруппироваться и закрыть голову руками, а лучше подушкой, которая под рукой.
- Аварийным выходом из вагона служат быстро открываемые окна в третьем и шестом купе со стороны поперечных полок. Выбираться из вагона необходимо в противоположную сторону от второго пути. Если это невозможно, необходимо оглядеться, чтобы не попасть под встречный поезд.
- На месте крушения необходимо соблюдать осторожность. Передвигаться не спеша, осматривая дорогу. Любые свисающие или лежащие провода обходить, помня, что они могут оставаться под напряжением. К проводам, лежащим на земле, не подходить ближе чем на 30 — 50 метров, чтобы не попасть в шаговое напряжение.
- Если вагон не поврежден, обрел устойчивость и нет угрозы возникновения пожара, лучше оставаться в поезде до прибытия спасателей, помня об электроугрозе.

- Путешествуя в поезде, необходимо помнить и *противопожарные правила*.
- В противопожарных целях в поездах нельзя перевозить легковоспламеняющиеся и взрывчатые вещества и курить где-либо, кроме неработающего тамбура. Не подсвечивайте себе спичками и зажигалками, не включайте кипятильники в бритвенные розетки, при малейшем запахе дыма вызывайте проводника, идите в соседний вагон. Для тушения пожара можно использовать огнетушители, которые висят в коридорчиках перед туалетами, воду из туалета и баков для кипячения воды.
- При угрозе пожара необходимо покинуть вагон через тамбурные двери и аварийные выходы, в крайнем случае, вышибать стекло подручными средствами, но выпрыгивать из поезда на ходу смертельно опасно. Перейти в соседний вагон, желательно по ходу движения поезда.
- Пожар в поезде страшен не пламенем, а токсичными продуктами горения. При сильном задымлении вагона используйте тряпку, смоченную водой. Нет воды, используйте любую другую жидкость: чай, молоко, мочу. В полупустом вагоне лучше передвигаться ползком.

В целях исключения бытового травматизма в поезде необходимо

- Укладываясь спать на нижней против хода поезда полке, лучше развернуться головой к проходу и обязательно закрыть окно, это не лучшая, но все-таки защита от булыжников и осколков стекла.
- Кроме экстремальных случаев, опасность в поезде могут представлять и продукты питания, которые не должны быть скоропортящимися.
- Опасность могут представлять не только желудочные инфекции, но и более опасные, поэтому, стоит помнить о санитарно-гигиенических правилах: мыло, полотенце, стаканы лучше использовать свои и спать в пижамах или трико, чтобы меньше контактировать с окружающей средой.

По статистике авиация считается самым безопасным видом транспорта — в среднем в год в мире гибнет чуть больше трех тысяч человек. Для сравнения в железнодорожных катастрофах только в нашей стране гибнет более 30 тысяч человек.

Если случаются воздушные катастрофы, то оставляют ли они пассажирам шансы на спасение? Хотя немного шансов, но все же оставляют. Самыми безнадежными с точки зрения выживания следует признать аварии, связанные со взрывами самолетов в воздухе, стол-

кновение авиалайнеров. Чуть больше шансов на спасение при неуправляемых падениях на землю.

Единственная рекомендация в таких ситуациях — четко выполнять указания экипажа:

- Застегнуть ремни, отрегулировав их под свои габариты, чтобы они не болтались на теле, а были как можно ниже, желательно почти на бедрах.
- Следует сцепить руки локтями с рядом сидящими пассажирами, ладонями защитить голову (или, закрыв руками голову, упереть локти в спинку переднего сиденья).
- На колени и под живот положить сложенное одеяло, пальто, сумку с мягкими вещами, чтобы создать максимально объемный буфер.
- Наклониться, жестко прижать подбородок к груди и упереться локтями в спинку переднего кресла.
- Избавьтесь от очков, сережек, брошек, ключей, авторучек и т.п.
- Опасны шарфы, галстуки, цепочки на шее.
- В момент удара максимально напрягите мышцы.
- До полной остановки самолета ни в коем случае не покидайте кресло и не расстегивайте ремни.
- Покидать самолет следует как через основные, так и через аварийные выходы. Увидеть аварийные выходы и понять, как они работают, необходимо до начала полета.
- Для спуска с потерпевшего аварии самолета предусмотрены специальные канаты с узлами и надувные трапы, представляющие два надутых воздухом баллона с натянутым между ними дном. Одним концом трап закрепляется на самолете, другим упирается в землю. Пассажиры садятся или прыгают на дно и съезжают по нему вниз.
- Чтобы не повредить резиновые поверхности трапа, женщинам необходимо снять обувь на высоком каблуке.
- На случай посадки на воду в аварийном комплекте каждого самолета имеются коллективные и индивидуальные спасательные плавательные средства (плоты и жилеты). Спасательные жилеты хранятся в сиденье самолетных кресел, снизу.
- Для оказания медицинской помощи на борту самолета есть аптечка, члены экипажа обучены правилам оказания доврачебной помощи.

Аварии на высоте свыше семи тысяч метров нередко сопровождаются *декомпрессией*. Вначале пассажиры слышат оглушительный рев, характерный для массивной утечки из салона воздуха. Окружающее пространство наполняется пылью и туманом, резко падает ви-

димось. Отдельные незакрепленные вещи могут летать по салону. Из легких очень быстро вытягивается весь находящийся там воздух, удержать который силовыми методами невозможно, как ни напрягай грудную клетку. Одновременно перегружаются барабанные перепонки, что сопровождается болью и шумом в ушах, кишечнике, где расширяются внутренние газы, вызывая резкие боли, через несколько секунд человек теряет сознание от удушья. Единственный способ не потерять сознание при разгерметизации самолета — это быстро воспользоваться кислородной маской, которая обычно хранится в спинке расположенного впереди кресла, соблюдая следующие правила:

- маску необходимо надеть, а не прижать ко рту, так как достаточно на мгновение потерять сознание, что возможно и при кислородной подпитке, и маска выпадет из рук;
- до момента пока вы не надели маску пытаться оказывать помощь другим людям нельзя! Только сохраняя сознание, вы способны оказать помощь другому человеку;
- сразу после того, как вы надели маску, застегните ремни, так как первое, что сделает экипаж, это направит потерявший герметичность самолет вниз, отчего вас может выбросить из кресла;
- нельзя расстегивать ремни и вставать до команды;
- нельзя загромождать верхние полки тяжелыми вещами.

После вынужденной посадки пассажиры должны помнить некоторые правила:

- беспрекословно выполнять указания экипажа;
- не дожидаясь отдельной команды, необходимо отбежать от совершившего аварийную посадку самолета, чтобы не попасть под воздействие возможного взрыва, лечь на землю за какую-нибудь преграду и не вставать до команды экипажа или до тех пор, пока самолет не остынет;
- после этого, если не последует другая команда экипажа, пассажиры должны собраться вместе, отнести на безопасное расстояние раненых и оказать им первую помощь;
- не уходите от обломков самолета далеко, если это не вызвано реальной необходимостью;
- оборудуйте временное убежище из обломков самолета, веток деревьев. При необходимости разбейте капитальный лагерь;
- не разделяйтесь на мелкие группы и не ходите на разведку местности в одиночку или ночью;
- соберите в одно место воду, еду, теплые вещи;
- в ситуации, когда погиб экипаж, необходимо избрать командира.

При возникновении пожара в салоне самолета необходимо:

- не курить, не перевозить легковоспламеняющиеся, горючие и взрывоопасные вещества, сообщить о дыме и подозрительных запахах стюардессе;
- быстро избавиться от горючей и плавящейся под воздействием огня синтетической одежды;
- надеть верхнюю одежду из натуральных, плохо горящих материалов, чтобы защититься от жара пламени. Если есть, набросить сверху плед или одеяло;
- защитить дыхательные пути смоченными в воде, соке платками, шарфами;
- при сильном задымлении передвигаться на четвереньках у самого пола, если проход заблокирован, ползти поверх опущенных спинок самолетных кресел;
- не поддаваться панике.

2.6. Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения

Комфортные и безопасные условия жизнедеятельности людей реализуются при нормальном функционировании коммунально-энергетических сетей (водоснабжение, теплоснабжение, электроснабжение, газоснабжение, канализация).

С 1997 года наблюдается рост числа аварий на коммунально-энергетических сетях, которые приводят к нарушению условий жизнедеятельности людей на период от нескольких часов до нескольких суток.

Каждую зиму на территории России практически в каждом городе происходят аварии на коммунально-энергетических сетях. Такие аварии в жизни городского жителя стали обыденным явлением. Никого не удивит авария теплосети или электроснабжения в отдельном доме, на предприятии. Иногда «замерзают» целые города. В большинстве случаев многое зависит от умения вести хозяйство, от необходимого чувства ответственности руководителей всех рангов и выполнения требований по повышению устойчивости, чтобы коммунально-энергетические сети были способны работать при разрушении элементов.

Водоснабжение. Наиболее часты аварии на разводящих сетях, насосных станциях, напорных башнях. Водозаборы, очистные сооружения, резервуары с чистой водой повреждаются реже.

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, влажности и ветхости. Почвенная коррозия зависит от характера грунта, и в частности, от его плотности. Плотные породы уменьшают воздухопроницаемость почвы и увеличивают ее агрессивность. В городских условиях и вблизи электрифицированных железных дорог скорость коррозии резко возрастает вследствие так называемых блуждающих токов и может при отсутствии защиты достигать 30 мм/год.

Наиболее уязвимы места соединений и вводов в здания.

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.

Теплоснабжение. Наиболее часты аварии на теплотрассах, в котельных, ТЭЦ и разводящих сетях. Они так же, как и водопроводные сети, подвергаются коррозии и засорению. Прорыв любой теплотрассы — большая беда, а случается она большей частью в самые морозные дни, когда увеличиваются давление и температура воды.

Прокладка тепловых сетей на эстакадах, по стенам зданий экономически выгоднее и проще в обслуживании, но неприемлема 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.

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.

Электроснабжение. Воздушные линии электропередачи повреждаются при бурях, усилениях ветра, налипаниях мокрого снега. Реже повреждаются здания и сооружения трансформаторных станций и распределительных пунктов. Подземные линии электропередачи повреждаются из-за влажности, вследствие чего происходит короткое замыкание кабелей. Особой причиной отключения электроэнергии в последнее время стало хищение проводов воздушных линий электропередачи.

При обрыве проводов почти всегда происходят короткие замыкания, а они, в свою очередь, приводят к пожарам. Отсутствие электроснабжения создает массу неприятностей: в домах останавливаются лифты с людьми, прекращается подача воды и тепла, нарушается работа предприятий, городского электротранспорта, затрудняется деятельность лечебных учреждений, то есть ломается весь установившийся ритм жизнедеятельности.

Для повышения устойчивости электроснабжения существует несколько способов:

- во-первых, снабжение предприятия, учреждения, населенного пункта от двух независимых энергоисточников. Это значительно повышает надежность;
- во-вторых, замена воздушных линий на кабельные подземные;
- в-третьих, создание автономных источников энергии для обеспечения электричеством, в первую очередь цехов с непрерывным технологическим циклом, водопроводных и канализационных станций, котельных, медицинских и других учреждений.

Газоснабжение. Особую опасность сегодня представляют разрушения и разрывы на газопроводах, в разводящих сетях жилых домов и промышленных предприятий. 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.

Канализация. Чаще всего аварии происходят на коллекторах, канализационных сетях и очистных сооружениях из-за их ветхости и засорения труб. При их разрушении 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.

На канализационных станциях перекачки сточных вод очень важно иметь свой резервный электроагрегат или передвижную электростанцию, которые обеспечили бы минимальную потребность в электроэнергии.

Частые аварии на водоразводящих сетях приводят не только к нарушению жизнедеятельности, но и к загрязнению водопроводной воды. Так как более 14 % воды теряется из-за утечек в водопроводных сетях жилого фонда, нарастает и обостряется проблема подъема грунтовых вод и подтопления территорий зон со всеми вытекающими из этого негативными экологическими последствиями.

При разрушениях канализационных сетей сточные воды могут попадать в водозабор и приводить к различным инфекционным и другим заболеваниям, а при истечении на поверхность заражать почву.

При сбросе в водоемы неочищенных сточных вод нарушается их биологическое равновесие.

Отличительной способностью бытовых сточных вод является их бактериальное загрязнение. Экологически опасной остается обстановка вокруг ряда свиноводческих комплексов.

Износ оборудования и увеличение числа аварий на коммунально-энергетических сетях ведет к снижению класса опасности рабочих мест по фактору травмобезопасности. Рабочие места обслуживающего персонала коммунально-энергетических служб находятся на насосных станциях, котельных установках, ТЭЦ, трансформаторных подстанциях, газораспределительных подстанциях, очистных сооружениях, которые содержат электрооборудование, газовые котлы, сосуды под давлением, трубопроводы холодной и горячей воды, газопроводы, износ которых ведет к повышению травмоопасности этого оборудования.

Таким образом, износ коммунально-энергетических сетей приводит к авариям, которые ведут к нарушениям условий жизнедеятельности людей, ухудшению экологической обстановки и к повышению травмоопасности оборудования для обслуживающего персонала этих сетей.

Локализация аварий на коммунально-энергетических сетях производится с целью снижения угрозы возникновения вторичных поражающих факторов, локализации или снижения до максимально возможного уровня возникших вторичных поражающих факторов, создания минимально необходимых условий для успешного выполнения спасательных работ.

Основными способами локализации аварий на коммунально-энергетических сетях являются:

- устройство защитных дамб (насыпей) для ограничения и предотвращения затопления подвальных и заглубленных помещений и пониженных участков территории;
- сооружение перепускных канав для отвода разлившихся жидкостей от участка (объектов) ведения работ;
- перекрытие запорно-регулирующей аппаратуры на поврежденных участках коммунальных сетей;
- установка заглушек на поврежденных трубопроводах;
- установка накладок (пластырей) на поврежденные трубопроводы для прекращения вытекания жидкостей или выхода газа;
- установка временных (гибких) вставок вместо поврежденных участков трубопроводов;
- подчеканка фланцевых и раструбных соединений для прекращения течи из трубопроводов;
- отключение поврежденных (аварийных) участков сети электроснабжения;
- заземление оборванных проводов электроснабжения;
- восстановление поврежденных участков линий электроснабжения по временным схемам.

Локализация аварий, сопровождаемых разливом жидкостей, путем устройства защитных дамб (насыпей) и перепускных канав применяется при возникновении непосредственной угрозы затопления участка (объекта) спасательных работ и невозможности в короткие сроки отключить поврежденный участок коммунальной сети.

Работы могут выполняться вручную и с применением средств механизации. Для решения задачи назначаются дорожные и инженерно-технические формирования. При применении средств механизации — выделяются 1–2 бульдозера (исходя из объема работ), экскаватор и самосвалы (при необходимости).

Локализация аварий на электросетях. Отключение отдельных участков электросети применяется с целью исключить опасность поражения током спасателей и пострадавших при проведении ава-

рийно-спасательных работ в разрушенных зданиях и сооружениях, а также на окружающей их территории, где повреждены сети низкого напряжения, питающиеся от сохранившейся высоковольтной линии.

Отключение производится путем перерезания проводов, выключения рубильников и масляных (воздушных) выключателей. Работа выполняется 2–3 специалистами-электриками, имеющими соответствующую квалификационную группу по технике безопасности, с обязательным использованием диэлектрических перчаток, бот (калош) и инструмента с изолированными ручками. В условиях дождливой сырой погоды должны применяться сухие резиновые коврики или деревянные настилы.

Места разрушений водопроводных сетей обнаруживаются по потокам воды, вытекающей через колодец, завал или через ограждающие конструкции подвалов и заглубленных помещений. Для отключения поврежденного участка сети перекрываются задвижки в колодцах, находящихся со стороны насосной станции, а если направление движения воды неизвестно – с обеих сторон разрушенного участка. Если колодец завален, то для проникновения в него предварительно разбирается завал.

В случае разрушения водопроводной сети в здании, необходимо (при возможности) проникнуть в подвал или под лестничную клетку и отключить поврежденную домовую сеть или отдельные стояки путем перекрытия задвижек перед водомером или на отдельных стояках.

Места разрушения сетей теплоснабжения определяются по потокам горячей воды или истечению пара. Для отключения теплотрассы необходимо вскрыть смотровые колодцы и камеры вблизи станций или котельных и закрыть задвижки. В случае повреждения системы теплоснабжения внутри здания нужно отключить ее от внешней сети задвижками на вводе в здание.

Места аварий газовых сетей определяются по характерному запаху газа. Для предотвращения загазования убежищ, укрытий и подвалов закрываются задвижки на магистральных трубопроводах и у сохранившихся газгольдерных станций. При разрушении газовых сетей внутри здания закрываются регулировочные краны на вводе в здание или с помощью кранов отключаются стояки с разрушенной разводкой.

При разрушении канализационной сети в целях предотвращения угрозы затопления объектов, расположенных в пониженных местах, вытекающие на поверхность сточные воды отводятся в безопасные

места или устраиваются перепуски в обход разрушенных участков. Перепуски сточных вод производятся как путем перекачки по лоткам или перепускным трубам, так и самотеком по специально устраиваемым временным лоткам или траншеям. Прежде чем устроить перепуск, отключается разрушенный участок. Для этого закрывается труба, выходящая из колодца в сторону разрушенного участка.

При повреждении участков электросети внутри зданий расчищают подходы к местам расположения рубильников и предохранителей, после чего выключают рубильники и вынимают предохранители.

Меры безопасности при работах на коммунально-энергетических сетях:

Аварийные работы на электрических сетях разрешается проводить только после того, как электролинии будут отключены и заземлены с обеих сторон. Все работы с электрическими проводами и соединенными с ними металлическими предметами должны проводиться с использованием защитных средств (диэлектрические перчатки, галоши, боты, изолирующие подставки и т. п.). Личному составу без защитных средств запрещается подходить к лежащим на земле электропроводам и прикасаться к электротехническим устройствам.

Аварийные работы на газовые сети разрешается проводить только в изолирующих противогасах. Газоопасные работы выполняются бригадой, состоящей не менее чем из двух человек, а при работах в колодцах, траншеях, резервуарах и других особо опасных местах не менее чем из трех человек.

Определенные требования предъявляют к инструменту. При работе не должны образовываться искры. Поэтому молотки и кувалды для газоопасных работ изготавливают из цветного металла (медь, алюминий) или покрывают слоем меди. Рабочую часть инструмента для рубки металла, ключей и приспособлений из черного металла обильно смазывают солидолом, техническим вазелином или другой густой смазкой. Применять электродрели и другие электрические инструменты, вызывающие искрение, запрещается. Обувь на работающих в колодцах и резервуарах не должна иметь стальных подковок и гвоздей, при их наличии на обувь необходимо надевать резиновые галоши. В колодцах, тоннелях и коллекторах запрещается производить сварочные работы и газовую резку на действующих газопроводах без отключения и продувки их воздухом. Вблизи загазованных помещений и на загазованной территории запрещается зажигать спички, курить, пользоваться инструментом, вызывающим образование искр, использовать машины и механизмы с работающими двигателями,

а также приборы с открытым огнем. Для освещения рабочих мест необходимо применять только аккумуляторные фонари во взрывобезопасном исполнении.

При ведении аварийных работ на водопроводной сети перед спуском в смотровой колодец следует проверить, не загазован ли в нем воздух. Загазованность может быть устранена естественным проветриванием, с помощью вентилятора или воздуходувок, а также заполнением водой с последующей откачкой. Удалять газ выжиганием категорически запрещается. Если загазованность не может быть устранена полностью, работа в колодце допускается в изолирующем противогазе. При этом работающие должны иметь спасательные пояса со страховочной веревкой.

При восстановлении сетей теплоснабжения места разрушенных паропроводов обязательно ограждаются предупредительными знаками. Ремонт теплопроводов в полупроходных камерах разрешается только после того, как трубопровод будет отключен с двух сторон, а температура теплоносителя не будет превышать 80° С. Температура воздуха в камере (канале) при этом не должна превышать 50° С. При температуре 40–50° С разрешается работать по 20 мин. с перерывами и выходом из камеры не менее чем на 20 мин. Для проветривания и охлаждения камер ставят переносные козырьки: один над люком против ветра, другой над противоположным люком по ветру (при наличии в камере двух люков) — или переносные вентиляторы.

При работах по ликвидации аварий на канализационной сети следует иметь в виду, что в нее могут попасть вредные и горючие жидкости, кроме того, при разложении фекальных масс могут образовываться вредные и взрывоопасные газы (метан, сероводород, углекислота). Поэтому при ведении аварийных работ на насосных канализационных станциях нельзя пользоваться открытым огнем, необходимо контролировать качество воздуха с помощью газоанализаторов или шахтерской лампы; в приемном резервуаре и грабельном помещении производить сварку можно только после тщательного проветривания, на время сварочных работ нужно прекратить подачу канализационных вод. Работы в камерах и специальных колодцах следует выполнять бригадой в составе не менее четырех человек, а в проходных каналах и коллекторах — пяти человек. Один работает в коллекторе в средствах защиты органов дыхания и кожи, по два наблюдающих находятся у каждого колодца.

Заключение

В современном мире все объекты безопасности подвергаются воздействию разнообразных видов угроз, что обуславливает практическую значимость выделения видов безопасности по сферам или областям жизнедеятельности, в которых проявляются эти угрозы.

Обеспечение безопасности работников потенциально опасных объектов и населения, проживающего в непосредственной близости от них, в условиях нормальной эксплуатации техногенных объектов и при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного характера, вызванных авариями и катастрофами, является общегосударственной задачей. Решение данной проблемы входит в функциональные обязанности руководителей потенциально опасных объектов.

Опасность возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера носит комплексный характер, поскольку источниками являются множественные промышленные объекты, расположенные на территории России. Для эффективного решения проблемы защиты населения и территорий от ЧС необходима эффективная подготовка будущих специалистов техносферной безопасности, в основу которой будет положена четкая теория развития чрезвычайных ситуаций техногенного характера и мер защиты. В настоящее время в данном направлении ведутся активные поиски решений обеспечения безопасного функционирования промышленных объектов, вариантов прогнозирования развития чрезвычайных ситуаций и мероприятий по защите населения и территорий.

Эффективность осуществления комплекса превентивных мероприятий по прогнозированию и предупреждению ЧС техногенного характера, обеспечивающих защиту населения и территории, базируется в первую очередь на знаниях характера техногенной опасности, факторов риска возникновения ЧС, а также особенностей развития аварийных ситуаций.

16. Народнохозяйственный объект, находящийся на или вблизи водной поверхности, предназначенный для использования кинетической энергии движения воды с целью преобразования ее в другие виды энергии, называется:

- А. Гидроузлом
- Б. Гидротехническим сооружением
- В. Трубопроводом
- Г. Водозаборной станцией

17. Удаление радиоактивных веществ с зараженных объектов, с целью снижения уровня радиации и исключения поражения людей, называется:

- А. Дезинфекцией
- Б. Демеркуризацией
- В. Дезактивацией
- Г. Дегазацией

19. Количество энергии ионизирующих излучений, поглощенное телом и рассчитанное на единицу массы данного тела, называется:

- А. Эквивалентной дозой
- Б. Поглощенной дозой
- В. Экспозиционной дозой
- Г. Токсической дозой

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Нормативно-правовая литература

1. Конституция Российской Федерации: офиц. текст. – М. : Маркетинг, 2001. – 39 с.
2. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
3. Федеральный закон от 12.02.1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
4. Федеральный закон от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
5. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
6. Постановление Правительства от 22.06.2004 г. № 303 «О порядке эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
7. Постановление Правительства от 30.12.2003 г. № 794 «О Единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
8. Постановление Правительства от 04.09.2003 г. № 547 «О подготовке населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
9. Постановление Правительства от 21.05.2007 г. № 304 «О классификации ЧС природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
10. ГОСТ Р 22.0.02 – 94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий [Электронный ре-

- сурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
11. ГОСТ 23.0.82 – 78. Реакторы ядерные. Термины и определения [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
 12. ГОСТ Р 22.0.05 – 94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
 13. ГОСТ Р 22.0.05 – 94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
 14. ГОСТ 12.1.007 – 76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
 15. ГОСТ 12.1.005 – 88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).
 16. ГОСТ Р 22.8.05 – 99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/search/base> (дата обращения: 05.07.2016).

Учебная литература

17. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для студентов вузов, обучающихся по всем направлениям бакалавриата / И. В. Бабайцев [и др.] ; под ред. Б. С. Мастрюкова. – М. : Академия, 2014. – 295 с.
18. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для студентов вузов / под ред. С. В. Белова. – М. : Высш. шк., 2008. – 616 с.
19. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / под ред. А. И. Сидорова. – М. : КноРус, 2012. – 546 с.
20. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2015 году». – М. : МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. – 390 с.

21. Петров С. В. Опасности техногенного характера и защита от них : учеб. пособие / С. В. Петров, И. В. Омельченко, В. А. Макашев. – Новосибирск : АРТА, 2011. – 319 с.
22. Петров С. В. Правовое регулирование и органы обеспечения безопасности жизнедеятельности : учеб. пособие / С. В. Петров, А. С. Петрова. – Новосибирск : АРТА, 2011. – 286 с.
23. Хван Т. А. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / Т. А. Хван, П. А. Хван. – Ростов н/Д : Феникс, 2010. – 415 с.

Интернет-источники

24. МЧС России – официальный сайт: <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 28.06.2016).

Учебное издание

Хомякова Вера Сергеевна
Четкова Наталия Борисовна

ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Учебное пособие

по дисциплине «Защита в чрезвычайных ситуациях»
для студентов направления подготовки «Техносферная безопасность»,
а также всех специальностей и направлений, изучающих дисциплину
«Безопасность жизнедеятельности»
всех форм обучения

В двух частях

Часть 1

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Редактор Н. А. Попова
Верстка Н. А. Журавлевой

Подписано в печать 29.08.2017. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 7,2. Тираж 65 экз. Заказ 166

УрГУПС
620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66

