# 1. Опасности, их природа и характеристика

##

## 1.1 Определение опасности

Опасность - центральное понятие как сферы безопасности жизнедеятельности, так и промышленной безопасности. Под опасностью понимаются явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить вред здоровью человека, ущерб окружающей природной среде и социально - экономической инфраструктуре, т.е. вызывать нежелательные последствия непосредственно или косвенно. Другими словами, опасность - следствие действия некоторых негативных (вредных и опасных) факторов на определенный объект (предмет) воздействия. При несоответствии характеристик воздействующих факторов характеристикам объекта (предмета) воздействия и появляется феномен опасности (например, ударная волна, температура, недостаток кислорода в воздухе, токсичные примеси в воздухе и т.п.).

Опасность - свойство, внутренне присущее сложной технической системе. Она может реализоваться в виде прямого или косвенного ущерба для объекта (предмета) воздействия постепенно или внезапно, и резко в результате отказа системы. Скрытая (потенциальная) опасность для человека реализуется в форме заболеваний, травм, которые происходят при несчастных случаях, авариях, пожарах и пр., для технических систем - в форме разрушений, потери управляемости и т.д., для экологических систем - в виде загрязнений, утрате видового разнообразия и др.

Определяющие признаки - возможность непосредственного отрицательного воздействия на объект (предмет) воздействия; возможность нарушения нормального состояния элементов производственного процесса, в результате которого могут возникнуть аварии, взрывы, пожары, травмы. Наличие хотя бы одного из указанных признаков является достаточным для отнесения факторов к разделу опасных или вредных.

Количество признаков, характеризующих опасность, может быть увеличено или уменьшено в зависимости от целей анализа.

## 1.2 Аксиома о потенциальной опасности деятельности

Человеческая практика дает основания для утверждения о том, что любая деятельность потенциально опасна. Потенциальность опасности заключается в скрытом, неявном характере и проявляется при определенных условиях. Ни в одном виде деятельности невозможно достичь абсолютной безопасности. Полная безопасность не может быть гарантирована никому, независимо от образа жизни. Каждый из нас выживает от одного дня до другого, избегая риска или преодолевая опасности, такие, например, как приведенные в табл. 1.1 и 1.2, на рис. 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1. Динамика численности населения России, рождаемости, смертности, гибели людей на производстве и быту

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показатели** | **1987** | **1988** | **1989** | **1990** | **1991** | **1992** |
| Среднегодовая численность постоянного населения, млн. чел. | 145,38 | 146,49 | 147,33 | 147,91 | 148,24 | 148,31 |
| Родилось, тыс. чел. | 2499,9 | 2348,5 | 2160,5 | 1988,8 | 1794,6 | 1587,6 |
| Умерли, тыс. чел. | 1531,5 | 1569,1 | 1583,7 | 1656,0 | 1690,6 | 1807,4 |
| Умерли от несчастных случаев, отравлений, травм, чел. | 14764 | 162706 | 186188 | 198309 | 211355 | 257199 |
| Погибло, чел.: |  |  |  |  |  |  |
| - на производстве | 8370 | 8306 | 8495 | 8393 | 8032 | 7653 |
| - на транспорте | 27669 | 33889 | 41675 | 43230 | 45587 | 44906 |
| - ДТП | 21960 | 27620 | 34236 | 36376 | 38472 | 37175 |
| - утопление | 10874 | 12547 | 12431 | 11474 | 13762 | 13300 |
| - при пожарах | 3768 | 3731 | 4065 | 4773 | 5262 | 6775 |
| -убийства | 11329 | 14290 | 18527 | 21145 | 22621 | 33912 |
| -самоубийства | 33856 | 35664 | 38017 | 39150 | 39388 | 46125 |
| - отравления | 22910 | 22689 | 24718 | 28048 | 29266 | 40320 |

Таблица 1.2. Индивидуальный риск преждевременного фатального исхода, обусловленный различными причинами

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Причина или место реализации опасности | Общее число жертв за год | Уровень риска (вероятность летального исхода, год) |
| Автомобильный транспорт |  55791 | 3.10- |
| Падение |  17827 | 9.10- |
| Пожар и ожог |  7451 | 4.10- |
| Утопление  |  6181 | 3.10- |
| Отравление |  4516 | 2.10- |
| Огнестрельное оружие |  2309 | 1.10- |
| Станочное оборудование |  2054 | 1.10- |
| Водный транспорт |  1743 | 9.10- |
| Воздушный транспорт |  1778 | 9.10- |
| Падающие предметы |  1271 | 6.10- |
| Электрический ток |  1148 | 6.10- |
| Железная дорога |  884 | 4.10- |
| Молния |  160 | 5.10- |
| Торнадо |  118 | 4.10- |
| Ураган  |  90 | 4.10- |
| Все прочие |  8695  | 4.10- |
| Общее число жертв |  115000 | 6.10- |
| Ядерная энергетика (на 100 реакторов) |  - | 2.10- |

С позиций безопасности жизнедеятельности заслуживает внимания обзор повседневной деятельности человека, носящий по своей природе случайный характер, составленный Б.Буллахом из отделения "Монд" (MOND) фирмы “Империал Кемикел Индастриз” (Imperial Chemical Indastries). На рис. 1.1 показана частота случаев с летальным (смертельным) исходом при определенных видах деятельности, из которой видно, что часть человеческих жертв вызвана происшествиями, не связанными с технологическими процессами.

На рис. 1.2 представлены виды опасностей, которым человек подвергается на протяжении рабочей недели. Обращает внимание то обстоятельство, что даже для проживающих в непосредственной близости от промышленного предприятия химические опасности являются всего лишь одной группой опасностей среди большого количества прочих. Рисунок, хотя он и не показывает действительных значений летальных исходов, подтверждает аксиому.

## 1.3 Таксономия опасностей

Таксономия - слово греческого происхождения (taxis - расположение по порядку + monos - закон) - определяется в словаре иностранных слов как "теория классификации и систематизации сложноорганизованных областей действительности, имеющих обычно иерархическое строение..." Таким образом, таксономия в науке - классификация и систематизация сложных явлений, понятий, объектов. Поскольку опасность является понятием сложным, иерархическим, имеющим много признаков, таксономирование их выполняет важную роль в организации научного зрения в области безопасности деятельности и позволяет познать природу опасностей, дает новые подходы к задачам их описания, введения количественных характеристик и управления ими. Представляется возможным привести примеры имеющихся таксономий:

* по природе происхождения: природные, техногенные, антропогенные, экологические, смешанные;
* производственные опасности: физические, химические, биологические, психофизиологические, организационные;
* по времени проявления отрицательных последствий: импульсивные (в виде кратковременного воздействия, например удар) и кумулятивные (накопление в живом организме и суммирование действия некоторых веществ и ядов);
* по месту локализации в окружающей среде: связанные с атмосферой, гидросферой, литосферой;
* по сфере деятельности человека: бытовые, производственные, спортивные, военные, дорожно-транспортные и т.д.;
* по приносимому ущербу: социальный, технический, экономический, экологический и т.д.;
* по характеру воздействия на человека: активные (оказывают непосредственное воздействие на человека путем заключенных в них энергетических ресурсов); пассивно-активные (активизирующиеся за счет энергии, носителем которой является сам человек, неровности поверхности, уклоны, подъемы, незначительное трение между соприкасающимися поверхностями и др.); пассивные - проявляются опосредованно (к этой группе относятся свойства, связанные с коррозией материалов, накипью, недостаточной прочностью конструкций, повышенными нагрузками на оборудование и т.п. Проявляются в виде разрушений, взрывов и т.п.);
* добровольные и принудительные опасности: воздействию опасностей можно подвергаться как добровольно, например, занимаясь горнолыжным спортом, альпинизмом или работая на промышленном предприятии, так и принудительно, находясь вблизи места событий в момент реализации опасностей. Такой подход позволяет выделять опасности производственные и непроизводственные (риск для населения);
* по структуре (строению): простые (электрический ток, повышенная температура) и производные - порожденные взаимодействием простых (пожар, взрыв и т.п.).
* по сосредоточению: сконцентрированные (например, место захоронения токсичных отходов) и рассеянные (например, загрязнение почвы осажденными из атмосферы выбросами тепловых электростанций).

Список можно продолжить. Таксономия проводится в зависимости от того, какую цель поставил исследователь, например: оценить эффекты изменения состояния окружающей среды на организм человека.

Значительная часть перечисленных выше опасностей не всегда приводит к возникновению происшествий, но усложняет выполнение работ при регламентированной технологии. Таксономия позволяет выделить основные.

###

### **1.3.1 Примеры таксономий**

Здесь не приводится таксономия производственных опасностей. Классификация вредных и опасных производственных факторов подробно рассматривается в курсе БЖД. Приведенные примеры характерны для опасностей, возникающих при отказе технических систем.

Классификация по эффектам изменения окружающих условий. Любое заметное отклонение от привычных, определившихся в ходе длительной биологической эволюции условий существования человека приводит к травмам или заболеваниям. Наиболее существенные параметры среды обитания человека, имеющие значение для его нормальной и безопасной жизнедеятельности, таковы:

а) температура;

б) давление окружающего атмосферного воздуха;

в) внешнее давление, оказываемое на отдельные участки тела;

г) концентрация кислорода;

д) концентрация токсичных или коррозионно-активных веществ;

е) концентрация болезнетворных микроорганизмов;

ж) плотность потока электромагнитного излучения;

з) уровень ионизирующих излучений;

и) разность электрического потенциала;

к) звуковые нагрузки.

Воздействия, связанные с повышением или понижением температуры человеческого тела (как изнутри, так и снаружи), могут приводить к травмам или смертям. К таким воздействиям относятся тепловое излучение, конвекция и прямая теплопередача с кожного покрова или к нему, вдыхание чересчур холодного или горячего воздуха, употребление внутрь слишком холодных или теплых жидкостей или твердых веществ.

Внезапные изменения окружающего воздуха, обусловленные действием воздушных ударных волн, могут приводить к травмам или смерти.

Механические травмы возникают из-за приложения чрезмерного давления к отдельным участкам человеческого тела. Механические травмы - это рваные и резаные раны, ушибы, переломы, размозжение, отрывы частей тела, травмы, затрагивающие жизненно важные органы - мозг, сердце, легкие и другие органы.

Снижение концентрации кислорода в воздухе приводит к травмам и смертям. Перерыв в дыхании происходит, если человек тонет или погребен под твердыми материалами. С другой стороны, и избыток кислорода опасен. При концентрации кислорода резко возникает пожарная опасность.

Хорошо известно, что присутствие определенных веществ в окружающей среде приводит к заболеванию или смерти (например, избыточная концентрация оксида или диоксида углерода).

Не менее хорошо известно, что избыточная концентрация болезнетворных микроорганизмов вредна и приводит к инфекционным заболеваниям.

Для всех длин волн электромагнитного излучения существуют пределы интенсивности, за которыми их воздействие на организм человека становится опасным для здоровья.

Человеческий организм приспособился к существованию в условиях естественного радиоактивного фона, а вклад относительно небольшой техносферной составляющей (ядерной энергетики в нормальных условиях эксплуатации, медицинской диагностики, неразрушающих методов контроля в технике и т.д.) можно считать безвредным. Повышенный уровень дозовых нагрузок приводит к хроническим заболеваниям, значительные дозы вызывают лучевую болезнь и смерть.

Человеческий организм чувствителен к разности потенциалов порядка десятков вольт. Разность потенциалов в сотни вольт (безразлично - постоянного или переменного напряжения) вполне может привести к гибели.

Звуковые нагрузки могут привести к хроническим заболеваниям несмертельного характера.

Таксономия по времени реализации. В медицине издавна используются термины "острый" и "хронический" для описания характера заболевания: быстро развивающуюся и бурно протекающую болезнь называют "острой", медленно развивающаяся и долго текущая болезнь обозначается как хроническая. В медицине никогда не придавалось точного значения понятиям "быстро" и "медленно". С медицинской точки зрения понятия "острый" или "хронический" никоим образом не связывалось с тяжестью заболевания, такое понимание этих терминов сохранено при рассмотрении опасностей. Легко видеть, что термины "острый" и "хронический" отвечают противоположным полюсам некоего диапазона значений; провести строгую разделительную черту между ними весьма непросто. Термин "острая" будет относиться к опасностям, для которых время проявления действия не превышает часа. Опасность будет называться "хронической", если ее реализация занимает более месяца. Опасности, срок реализации которых находится внутри обозначенного интервала, будут рассматриваться как нечто среднее между острыми и хроническими опасностями.

Таблица 1.3. Временной масштаб опасных событий

|  |  |
| --- | --- |
| **Время действия опасности** | **Последствия опасного события** |
| 0,01 с | Смерть от взрыва взрывчатого вещества  |
| 5 - 7 мин | Смерть от электрического тока |
| 2 - 3 мин | Удушье, утопление |
| 10 - 60 мин | Отравление хлором |
| Сутки | Поражение, обусловленное действием диоксина |
| Месяцы или годы | Отравление свинцом или другими тяжелыми металлами |
| Годы | Развитие злокачественных новообразований, пневмокониозов |

Таксономия опасностей по числу пораженных. Идея этой классификации - качественная характеристика индивидуальных и групповых опасностей. Значимые качественные различия между этими классами опасностей (несмотря на существование количественной близости между ними) отражены в табл. 1.4. Эти различия могут быть положены в основу регулирования и выявления основных опасностей - в отличие от прочих.

Таксономия по виду энергетического носителя:

а) механические - характеризуются кинетической и потенциальной энергией и механическим влиянием на объекты воздействия; к ним относятся: кинетическая энергия движущихся и вращающихся элементов, потенциальная энергия тел (в том числе людей, находящихся на высоте), шумы (ультразвук, инфразвук), вибрация, ускорения, гравитационная тяжесть, статическая нагрузка, дым, туман, ударная волна и др.;

б) термические - характеризуются тепловой энергией и аномальной температурой; к ним относятся: температура нагретых или охлажденных поверхностей, открытого огня, пожара, химических реакций и др. источников; сюда относятся и параметры микроклимата, нарушающие терморегуляцию организма;

Таблица 1.4. Характеристики индивидуальных и групповых опасностей

|  |  |
| --- | --- |
| **Индивидуальные опасности** | **Групповые опасности** |
| Изменения окружающей среды незначительны | Крупные экологические последствия |
| Предотвращение требует тактических мер | Предотвращение требует стратегических мер |
| Жертвы часто были причиной несчастного случая | Жертвы, как правило, не были причиной аварии |
| Эргономические аспекты существенны | Эргономика не столь существенна |
| Предотвращение возможно за счет управления индивидуумом | Необходимо контролирование производства для предотвращения аварии |
| Ущерб незначительный | Ущерб крупный |
| Большей частью игнорируется общественностью и средствами массовой информации | Преувеличивается как населением, так и средствами массовой информации |
| Могут быть вызваны единственной ошибкой  | Обусловлены, как правило, сочетанием нескольких обстоятельств |
| Присущи трудоемким отраслям | Присущи капиталоемким (энергонасыщенным) отраслям химической, нефтехимической промышленности |
| Доля несчастных случаев в общем числе аварий: 1/100 - 1/1000 | Доля несчастных случаев в общем числе аварий: 1/1 - 1/10 |

в) электрические - электрический ток, статическое электричество, ионизирующие излучения, электрическое поле, аномальная ионизация воздуха;

г) электромагнитные - освещенность, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация, электромагнитные излучения, магнитное поле;

д) химические - едкие, ядовитые, огне- и взрывоопасные вещества, а также нарушение естественного газового состава воздуха, наличие вредных примесей в воздухе.

Некоторые основные выводы. Опасности - многоаспектное явление, и трудно, а подчас и невозможно, рассматривать одни составные части опасности в отрыве от других. Необходимо иметь представление о том, каких последствий следует ожидать, насколько велика угроза для окружающей природной среды и для общества. Рис. 1.3, построенный В.Маршаллом [38], представляет взаимосвязь между временным масштабом опасностей техносферы и числом несчастных случаев. Его можно рассматривать как наглядную иллюстрацию различий между групповыми и одиночными несчастными случаями, групповыми профессиональными заболеваниями. Видно, например, повышение значения медицинского вмешательства с увеличением временного масштаба. Рисунок одновременно указывает на связь опасностей и риска. Опасность одиночных несчастных случаев низка (поскольку пострадавший всегда один), однако риск велик. Для групповых несчастных случаев имеет место противоположная закономерность. Аналогично одиночные заболевания (когда заболевает лишь малая доля пострадавших) присущи малым опасностям с высоким риском, тогда как для групповых заболеваний (вспышек) опасность велика, а риск мал (из-за длительности между периодами заражения ввиду редких событий).

## 1.4 Номенклатура опасностей

Номенклатура (лат. nomenklatura) - перечень категорий, названий, терминов, употребляемых в отраслях науки и техники, систематизированных по определенному признаку. В настоящее время представляется возможным представить общую номенклатуру опасностей в алфавитном порядке. Алкоголь, аномальная температура воздуха, аномальная влажность воздуха, аномальная подвижность воздуха, аномальное барометрическое давление, вакуум, взрыв, взрывчатые вещества, вибрация, динамические перегрузки, эмоциональная перегрузка, ядовитые вещества.

При выполнении конкретных исследований составляется номенклатура опасностей для отдельных объектов деятельности (местность, производства, рабочие места, технологические процессы и др.).

## 1.5 Квантификация опасностей

Квантификация (лат. quatum - сколько) - количественное выражение, измерение, вводимое для оценки сложных, качественно определяемых понятий. Опасности характеризуются потенциалом, качеством, временем существования или воздействия на человека, вероятностью появления, размерами зоны действия.

Потенциал проявляется с количественной стороны, например уровень шума, запыленность воздуха, напряжение электрического тока.

Качество отражает его специфические особенности, влияющие на организм человека, например частотный состав шума, дисперсность пыли, род электрического тока. Применяются численные, балльные и другие приемы квантификации. Мерой опасности может выступать и число пострадавших. Известно, например, что каждый добытый 1 млн.т угля в бывшем СССР "стоил" жизни одному шахтеру. В настоящее время в России этот уровень приблизился к двум.

Другой мерой опасности может быть и приносимый ее реализацией ущерб для окружающей среды, который только частично может быть измерен экономически (в основном через затраты на ликвидацию последствий).

Наиболее распространенной оценкой является риск - вероятность потерь при действиях, сопряженных с опасностями. Проблеме риска посвящена отдельная глава.

## 1.6 Идентификация опасностей

Опасности носят потенциальный, т.е. скрытый характер. Под идентификацией (лат. indentifico) понимается процесс обнаружения и установления количественных, временных, пространственных и иных характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на обеспечение нормального функционирования технических систем и качества жизни.

В процессе идентификации выявляются номенклатура опасностей, вероятность их проявления, пространственная локализация (координаты), возможный ущерб и др. параметры, необходимые для решения конкретной задачи.

Методы обнаружения опасностей делятся на:

* инженерный. Определяют опасности, которые имеют вероятностную природу происхождения.
* экспертный. Он направлен на поиск отказов. При этом создается специальная экспертная группа, в состав которой входят разные специалисты, дающие заключение.
* социологический метод. Применяется при определении опасностей путем исследования мнения населения (социальной группы). Формируется путем опросов.
* регистрационный. Заключается в использовании информации о подсчете конкретных событий, затрат каких-либо ресурсов, количестве жертв.
* органолептический. При органолептическом методе используют информацию, получаемую органами чувств человека (зрением, осязанием, обонянием, вкусом и др.). Примеры применения - внешний визуальный осмотр техники, изделия, определение на слух (по монотонности звука) четкости работы двигателя и пр.

В следующих главах некоторые из перечисленных методов будут рассмотрены более подробно.

## 1.7 Причины и последствия

Условия, при которых реализуются потенциальные опасности, называются причинами. Они характеризуют совокупность обстоятельств, благодаря которым опасности проявляются и вызывают те или иные нежелательные события - последствия. Формы нежелательного последствия различны - травмы, материальный ущерб, урон окружающей среде и др. "Опасность - причина - нежелательные последствия" - это логический процесс развития, реализующий потенциальную опасность в реальное нежелательное последствие. Как правило, этот процесс является многопричинным.

## 1.8 Пороговый уровень опасности

Организмы и растения способны без вреда для себя переносить воздействие опасностей в определенных количествах, например, загрязняющих веществ, теплового излучения, вибрации. Их уровень, ниже которого болезненные реакции не наблюдаются, называют пороговым уровнем. При больших количествах проявляются отрицательные воздействия. Они зависят от величины опасной дозы (P), так и от длительности воздействия (экспозиции) опасности (t). При короткой экспозиции (малой длительности) переносимы более высокие уровни, т.е. пороговые значения для них могут быть выше и понижаться при более длительной экспозиции (рис. 1.4).

Рис. 1.4. Пороговый уровень воздействия опасностей

Для ряда опасностей, способных к биоаккумуляции, таких как, например, загрязнители элементов биосферы (тяжелые металлы, ДДТ), существуют определенные пределы, в рамках которых организм способен компенсировать их негативное воздействие. Именно такой подход заложен в ряд предельно допустимых значений - ПДУ (предельно допустимый уровень), ПДК (предельно допустимая концентрация) и др.

Установление значений предельных доз воздействия базируется на подпороговых концентрациях веществ (или иных величин воздействия), при которых не наблюдается сколько-нибудь заметного отклонения или изменения функционального состояния организма, определенного точными и чувствительными физиологическими, биохимическими и патогистологическими методами, принятыми в современных медико-биологических исследованиях. Исходя из этого, предметом регламентирования при оценке влияния опасных и вредных факторов на безопасность жизнедеятельности человека является степень влияния факторов среды на характер и уровень изменений функционального состояния, функциональных возможностей организма, его потенциальных резервов, адаптивных способностей и возможностей развития последних.

Для исключения необратимых биологических эффектов устанавливают нормируемые безопасные и предельно допустимые уровни или концентрации энергетического или биологического воздействия. При определении предельно допустимых значений приходится делать выбор между вероятностью нанести ущерб здоровью человека и экономической выгодой обеспечения более жестких нормативов.

Пороговый уровень воздействия опасности существует и для технических систем, строительных конструкций, горнотехнических сооружений и т.д. Он характеризуется способностью элементов технических систем, строительных конструкций и т.д. сопротивляться до определенного предела и в течение определенного времени негативным (разрушающим) воздействиям или полезным (рабочим) нагрузкам, сохраняя при этом свои заданные функции. Этот уровень оценивается качественными и количественными характеристиками материала элементов или систем в целом, именуемыми показателями надежности.

# 2. Основные положения теории риска

##

## 2.1 Понятие риска

Специалисты различных отраслей промышленности в своих сообщениях и докладах постоянно оперируют не только определением “опасность”, но и таким термином, как “риск”.

В научной литературе встречается весьма различная трактовка термина “риск” и в него иногда вкладываются отличающиеся друг от друга содержания. Например, риск в терминологии страхования используется для обозначения предмета страхования (промышленного предприятия или фирмы), страхового случая (наводнения, пожара, взрыва и пр.), страховой суммы (опасности в денежном выражении) или же как собирательный термин для обозначения нежелательных или неопределенных событий. Экономисты и статисты, сталкивающиеся с этими вопросами, понимают риск как меру возможных последствий, которые проявятся в определенный момент в будущем. В психологическом словаре риск трактуется как действие, направленное на привлекательную цель, достижение которой сопряжено с элементами опасности, угрозой потери, неуспеха, либо как ситуативная характеристика деятельности, состоящая в неопределенности ее исхода и возможных неблагоприятных последствиях в случае неуспеха, либо как мера неблагополучия при неуспехе в деятельности, определяемая сочетанием вероятности и величины неблагоприятных последствий в этом случае. Ряд трактовок раскрывает риск как вероятность возникновения несчастного случая, опасности, аварии или катастрофы при определенных условиях (состоянии) производства или окружающей человека среды. Приведенные определения подчеркивают как значение активной деятельности субъекта, так и объективные свойства окружающей среды.

Общим во всех приведенных представлениях является то, что риск включает неуверенность, произойдет ли нежелательное событие и возникнет ли неблагоприятное состояние. Заметим, что в соответствии с современными взглядами риск обычно интерпретируется как вероятностная мера возникновения техногенных или природных явлений, сопровождающихся возникновением, формированием и действием опасностей, и нанесенного при этом социального, экономического, экологического и других видов ущерба и вреда.

Применение понятия риск, таким образом, позволяет переводить опасность в разряд измеряемых категорий. Риск, фактически, есть мера опасности. Часто используют понятие “степень риска” (Level of risk), по сути не отличающееся от понятия риск, но лишь подчеркивающее, что речь идет об измеряемой величине.

Все названные (или подобные) интерпретации термина “риск” используются в настоящее время при анализе опасностей и управлении безопасностью (риском) технологических процессов и производств в целом.

Точное понимание употребляемого термина станет ясным после дальнейшего ознакомления с содержанием настоящей главы.

Формирование опасных и чрезвычайных ситуаций - результат определенной совокупности факторов риска, порождаемых соответствующими источниками.

Применительно к проблеме безопасности жизнедеятельности таким событием может быть ухудшение здоровья или смерть человека, авария или катастрофа технической системы или устройства, загрязнения или разрушение экологической системы, гибель группы людей или возрастания смертности населения, материальный ущерб от реализовавшихся опасностей или увеличения затрат на безопасность.

Каждое нежелательное событие может возникнуть по отношению к определенной жертве - объекту риска. Соотношение объектов риска и нежелательных событий позволяет различать индивидуальный, технический, экологический, социальный и экономический риск. Каждый вид его обусловливают характерные источники и факторы риска, классификация и характеристика которого приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Классификация и характеристика видов риска

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вид риска** | **Объект риска** | **Источник риска** | **Нежелательное событие** |
| Индивидуальный | Человек | Условия жизнедеятельности человека | Заболевание, травма, инвалидность, смерть |
| Технический | Технические системы и объекты | Техническое несовершенство, нарушение правил эксплуатации технических систем и объектов | Авария, взрыв, катастрофа, пожар, разрушение |
| Экологический | Экологические системы | Антропогенное вмешательство в природную среду, техногенные чрезвычайные ситуации | Антропогенные экологические катастрофы, стихийные бедствия |
| Социальный | Социальные группы | Чрезвычайная ситуация, снижение качества жизни | Групповые травмы, заболевания, гибель людей, рост смертности |
| Экономический | Материальные ресурсы | Повышенная опасность производства или природной среды | Увеличение затрат на безопасность, ущерб от недостаточной защищенности |

Индивидуальный рискобусловлен вероятностью реализации потенциальных опасностей при возникновении опасных ситуаций. Его можно определить по числу реализовавшихся факторов риска:

,

где Rи - индивидуальный риск;

P - число пострадавших (погибших) в единицу времени t от определенного фактора риска f;

L - число людей, подверженных соответствующему фактору риска в единицу времени t.

Источники и факторы индивидуального риска приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2. Источники и факторы индивидуального риска

|  |  |
| --- | --- |
| **Источник индивидуального риска** | **Наиболее распространенный фактор риска смерти** |
| Внутренняя среда организма человека | Наследственно-генетические, психосоматические заболевания, старение |
| Виктимнось | Совокупность личностных качеств человека как жертвы потенциальных опасностей |
| Привычки | Курение, употребление алкоголя, наркотиков, иррациональное питание |
| Социальная экология | Некачественный воздух, вода, продукты питания; вирусные инфекции, бытовые травмы, пожары |
| Профессиональная деятельность | Опасные и вредные производственные факторы |
| Транспортные сообщения | Аварии и катастрофы транспортных средств, их столкновения с человеком |
| Непрофессиональная деятельность | Опасности, обусловленные любительским спортом, туризмом, другими увлечениями |
| Социальная среда | Вооруженный конфликт, преступление, суицид, убийство |
| Окружающая природная среда | Землетрясение, извержение вулкана, наводнение, оползни, ураган и другие стихийные бедствия |

Индивидуальный риск может быть добровольным, если он обусловлен деятельностью человека на добровольной основе, и вынужденным, если человек подвергается риску в составе части общества (например, проживание в экологически неблагоприятных регионах, вблизи источников повышенной опасности).

Технический риск **-** комплексный показатель надежности элементов техносферы. Он выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений:

,

где Rт - технический риск;

ΔT - число аварий в единицу времени t на идентичных технических системах и объектах;

T - число идентичных технических систем и объектов, подверженных общему фактору риска f.

Источники и факторы технического риска приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Источники и факторы технического риска

|  |  |
| --- | --- |
| **Источник технического риска** | **Наиболее распространенные факторы технического риска** |
| Низкий уровень научно-исследовательских работ | Ошибочный выбор по критериям безопасности направлений развития техники и технологии  |
| То же, опытно-конструкторских работ | Выбор потенциально опасных конструктивных схем и принципов действия технических систем. Ошибки в определении эксплуатационных нагрузок. Неправильный выбор конструкционных материалов. Недостаточный запас прочности. Отсутствие в проектах технических средств безопасности |
| Опытное производство новой техники | Некачественная доводка конструкций, технологии, документации по критериям безопасности |
| Серийный выпуск небезопасной техники | Отклонение от заданного химического состава конструкционных материалов. Недостаточная точность конструктивных размеров. Нарушение режимов термической и химико-термической обработки деталей. Нарушение регламентов сборки и монтажа конструкций и машин |
| Нарушение правил безопасной эксплуатации технических систем | Использование техники не по назначению. Нарушение паспортных (проектных)режимов эксплуатации. Несвоевременные профилактические осмотры и ремонты. Нарушение требований транспортирования и хранения |
| Ошибки персонала | Слабые навыки действия в сложной ситуации. Неумение оценивать информацию о состоянии процесса. Слабое знание сущности происходящего процесса. Отсутствие самообладания в условиях стресса. Недисциплинированность |

Экологический риск выражает вероятность экологического бедствия, катастрофы, нарушения дальнейшего нормального функционирования и существования экологических систем и объектов в результате антропогенного вмешательства в природную среду или стихийного бедствия. Нежелательные события экологического риска могут проявляться как непосредственно в зонах вмешательства, так и за их пределами:

где RО - экологический риск;

ΔO - число антропогенных экологических катастроф и стихийных бедствий в единицу времени t;

O - число потенциальных источников экологических разрушений на рассматриваемой территории.

Масштабы экологического риска оцениваются процентным соотношением площади кризисных или катастрофических территорий ΔS к общей площади рассматриваемого биогеоциноза S:

Дополнительным косвенным критерием экологического риска может служить интегральный показатель экологичности территории предприятия, соотносимой с динамикой плотности населения (численности работающих):

где ОT - уровень экологичности территории;

ΔL - динамика плотности населения (работающих);

S - площадь исследуемой территорий;

ΔM - динамика прироста численности населения (работающих) в течение периода наблюдения t:

ΔM = G+F - U- V,

где G, F, U, V - соответственно численность родившихся за наблюдаемый период, прибывших в данную местность на постоянное местожительство, умерших и погибших, выехавших в другую местность на постоянное местожительство (уволившихся).

В этой формуле разность G‑U характеризует естественный, а F‑V - миграционный прирост населения на территории (текучесть кадров).

Положительные значения уровней экологичности позволяют разделять территории по степени экологического благополучия и, наоборот, отрицательные значения уровней - по степени экологического бедствия. Кроме того, динамика уровня экологичности территории позволяет судить об изменении экологической ситуации на ней за длительные промежутки времени, определить зоны экологического бедствия (демографического кризиса) или благополучия.

Источники и факторы экологического риска приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4. Источники и факторы экологического риска

|  |  |
| --- | --- |
| **Источник экологического риска** | **Наиболее распространенный фактор экологического риска** |
| Антропогенное вмешательство в природную среду | Разрушение ландшафтов при добыче полезных ископаемых; образование искусственных водоемов; интенсивная мелиорация; истребление лесных массивов |
| Техногенное влияние на окружающую природную среду | Загрязнение водоемов, атмосферного воздуха вредными веществами, почвы - отходами производства; изменение газового состава воздуха; энергетическое загрязнение биосферы |
| Природное явление | Землетрясение, извержение вулканов, наводнение, ураган, ландшафтный пожар, засуха |

Социальный риск характеризует масштабы и тяжесть негативных последствий чрезвычайных ситуаций, а также различного рода явлений и преобразований, снижающих качество жизни людей. По существу - это риск для группы или сообщества людей. Оценить его можно, например, по динамике смертности, рассчитанной на 1000 человек соответствующей группы:

где RС - социальный риск;

C1 - число умерших в единицу времени t (смертность) в исследуемой группе в начале периода наблюдения, например до развития чрезвычайных событий;

C2 - смертность в той же группе людей в конце периода наблюдения, например на стадии затухания чрезвычайной ситуации;

L - общая численность исследуемой группы.

Источники и наиболее распространенные факторы социального риска приведены в табл. 2.5.

Экономический рископределяется соотношением пользы и вреда, получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности:

,

где RЭ - экономический риск, %;

В - вред обществу от рассматриваемого вида деятельности;

П - польза.

Таблица 2.5. Источники и факторы социального риска

|  |  |
| --- | --- |
| **Источник социального риска** | **Наиболее распространенные факторы социального риска** |
| Урбанизация экологически неустойчивых территорий | Поселение людей в зонах возможного затопления, образование оползней, селей, ландшафтных пожаров, извержения вулканов, повышенной сейсмичности региона  |
| Промышленные технологии и объекты повышенной опасности  | Аварии на АЭС, ТЭС, химических комбинатах, продуктопроводах и т. п. Транспортные катастрофы. Техногенное загрязнение окружающей среды |
| Социальные и военные конфликты | Боевые действия. Применение оружия массового поражения |
| Эпидемии | Распространение вирусных инфекций |
| Снижение качества жизни | Голод, нищета. Ухудшение медицинского обслуживания. Низкое качество продуктов питания. Неудовлетворительные жилищно-бытовые условия |

В общем виде

В= Зб+У,

где Зб - затраты на достижение данного уровня безопасности;

У - ущерб, обусловленный недостаточной защищенностью человека и среды его обитания от опасностей.

Чистая польза, т.е. сумма всех выгод (в стоимостном выражении), получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности:

П=Д - Зб - В>0 или П=Д - Зп - Зб - У>0,

где Д - общий доход, получаемый от рассматриваемого вида деятельности;

Зп - основные производственные затраты.

Формула экономически обоснованной безопасности жизнедеятельности имеет вид

У < Д - (Зп + Зб).

В условиях хозяйственной деятельности необходим поиск оптимального отношения затрат на безопасность и возможного ущерба от недостаточной защищенности. Найти его можно, если задаться некоторым значением реально достижимого уровня безопасности производства Кбп. Эту задачу можно решить методом оптимизации.

Использование рассматриваемых видов риска позволяет выполнять поиск оптимальных решений по обеспечению безопасности как на уровне предприятия, так и на макроуровнях в масштабах инфраструктур. Для этого необходимо выбирать значения приемлемого риска.

Приемлемый рисксочетает в себе технические, экологические, социальные аспекты и представляет некоторый компромисс между приемлемым уровнем безопасности и экономическими возможностями его достижения, т.е. можно говорить о снижении индивидуального, технического или экологического риска, но нельзя забывать о том, сколько за это придется заплатить и каким в результате окажется социальный риск.

## 2.2 Анализ и управление риском

###

### **2.2.1 Анализ риска**

При разработке проблем риска и технологической безопасности самое пристальное внимание уделяется системному подходу к учету и изучению разнообразных факторов, влияющих на показатели риска, именуемому анализом риска.

Напомним что, под опасностью понимается источник потенциального ущерба или вреда или ситуация с возможностью нанесения ущерба, а под идентификацией опасности - процесс выявления и признания, что опасность существует, и определение ее характеристик.

Существует много подобных формулировок этого понятия, но в общем виде под анализом риска подразумевается процесс выявления опасности и оценки возможных негативных последствий в результате возникновения нарушений в работе конкретных технологических систем и представления этих последствий в количественных показателях.

В США вместо термина "анализ риска" используют "анализ опасностей" (process hazard analysis), имеющий практически то же значение.

Анализ риска - во многом субъективный процесс, в ходе которого учитываются не только количественные показатели, но и показатели, не поддающиеся формализации, такие, как позиции и мнения различных общественных группировок, возможность компромиссных решений, экспертные оценки и т.д.

Многообразие видов производственной деятельности, специфика промышленных объектов, их принадлежность к самым различным отраслям отражает многоаспектность проблемы анализа риска.

Особенность анализа технологического риска заключается в том, что в ходе его рассматриваются потенциальные негативные последствия, которые могут возникнуть в результате отказа в работе технических систем, сбоев в технологических процессах или ошибок со стороны обслуживающего персонала. Разумеется, что можно рассматривать и негативные воздействия на людей и окружающую природную среду при нормальном функционировании производства (за счет выбросов или утечки вредных или опасных веществ, неочищенных стоков и т.д.).

Результаты анализа риска имеют существенное значение для принятия обоснованных и рациональных решений при определении места размещения и проектировании производственных объектов, при транспортировании и хранении опасных веществ и материалов. В процессе анализа риска находят широкое применение формализованные процедуры и учет разнообразных ситуаций, с которыми может столкнуться управляющий персонал в процессе своей деятельности, особенно при возникновении чрезвычайной обстановки. Неопределенность, в условиях которой во многих случаях должны приниматься управленческие решения, накладывает отпечаток на методику, ход и конечные результаты анализа риска. Методы, используемые в процессе анализа, должны быть ориентированы, прежде всего, на выявление и оценку возможных потерь в случае аварии, стоимости обеспечения безопасности и преимуществ, получаемых при реализации того или иного проекта.

Анализ риска имеет ряд общих положений независимо от конкретной методики анализа и специфики решаемых задач. Во-первых, общей является задача определения допустимого уровня риска, стандартов безопасности обслуживающего персонала, населения и защиты окружающей природной среды. Во-вторых, определение допустимого уровня риска происходит, как правило, в условиях недостаточной или непроверенной информации, особенно когда это касается новых технологических процессов или новой техники. В-третьих, в ходе анализа в значительной мере приходится решать вероятностные задачи, что может привести к существенным расхождениям в получаемых результатах. В-четвертых, анализ риска нужно рассматривать как процесс решения многокритериальных задач, которые могут возникнуть как компромисс между сторонами, заинтересованными в определенных результатах анализа.

Анализ риска может быть определен как процесс решения сложной задачи, требующий рассмотрения широкого круга вопросов и поведения комплексного исследования и оценки технических, экономических, управленческих, социальных, а в ряде случаев и политических факторов [28-30].

Анализ риска должен дать ответы на три основных вопроса:

1. Что плохого может произойти? (Идентификация опасностей).

2. Как часто это может случаться? (Анализ частоты).

3. Какие могут быть последствия? (Анализ последствий).

Основной элемент анализа риска - идентификация опасности (возможных нарушений), которые могут привести к негативным последствиям. Выраженный в наиболее общем виде процесс анализа риска может быть представлен как ряд последовательных событий:

1. Планирование и организация работ.

2. Идентификация опасностей.

2.1. Выявление опасностей.

2.2. Предварительная оценка характеристик опасностей.

3. Оценка риска.

3.1. Анализ частоты.

3.2. Анализ последствий.

3.3. Анализ неопределенностей.

4. Разработка рекомендаций по управлению риском.

Первое, с чего начинается любой анализ риска, - это планирование и организация работ. Анализ риска проводится в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов для того, чтобы обеспечить вход в процесс управления риском, однако более точный выбор задач, средств и методов анализа риска обычно не регламентируется. В документах подчеркивается, что анализ опасности должен соответствовать сложности рассматриваемых процессов, наличию необходимых данных и квалификации специалистов, проводящих анализ. При этом более простые и понятные методы анализа следует предпочитать более сложным, не до конца ясным и методически не обеспеченным. Поэтому на первом этапе необходимо:

- указать причины и проблемы, вызвавшие необходимость проведения риск-анализа;

- определить анализируемую систему и дать ее описание;

- подобрать соответствующую команду для проведения анализа;

- установить источники информации о безопасности системы;

- указать исходные данные и ограничения, обусловливающие пределы риск-анализа;

- четко определить цели риск-анализа и критерии приемлемого риска.

Во всех нормативах содержится требование документального оформления этого этапа анализа риска.

Следующий этап анализа риска - идентификация опасностей. Основная задача - выявление (на основе информации о данном объекте, результатов экспертизы и опыта работы подобных систем) и четкое описание всех присущих системе опасностей. Это ответственный этап анализа, так как невыявленные на этом этапе опасности не подвергаются дальнейшему рассмотрению и исчезают из поля зрения.

Существует целый ряд формальных методов выявления опасностей, о которых речь пойдет ниже. Здесь приводится предварительная оценка опасностей с целью выбора дальнейшего направления деятельности:

- прекратить дальнейший анализ ввиду незначительности опасностей;

- провести более детальный анализ риска;

- выработать рекомендации по уменьшению опасностей.

Исходные данные и результаты предварительной оценки опасностей также должным образом документируются. В принципе процесс риск-анализа может заканчиваться уже на этапе идентификации опасностей.

При необходимости, после идентификации опасностей переходят к этапу оценки риска.

Наконец, последний этап анализа риска технологической системы - разработка рекомендаций по уменьшению уровня риска (управлению риском) в случае, если степень риска выше приемлемой.

По проведенной таким образом работе все нормативные документы предписывают составление отчета, требования к содержанию которого строго сформулированы и касаются перечисленных выше вопросов.

Множественность результатов анализа и возможность компромиссных решений дают основание считать, что анализ риска не является строго научным процессом, поддающимся проверке объективными, научными методами.

### **2.2.2 Оценка риска**

С анализом риска тесно связан другой процесс - оценка риска.

В англоязычной литературе употребляют термины “risk estimation”, ”risk assessment”, “risk evaluation”, зачастую имеющие разные значения, но переводимые как оценка риска.

Оценка риска - этап, на котором идентифицированные опасности должны быть оценены на основе критериев приемлемого риска с целью выделить опасности с неприемлемым уровнем риска, и этот шаг послужит основой для разработки рекомендаций и мер по уменьшению опасностей. При этом и критерии приемлемого риска и результаты оценки риска могут быть выражены как качественно, так и количественно.

Согласно определению, оценка риска включает в себя анализ частоты и анализ последствий. Однако, когда последствия незначительны и частота крайне мала, достаточно оценить один параметр.

Существуют четыре разных подхода к оценке риска.

Первый - инженерный. Он опирается на статистику поломок и аварий, на вероятностный анализ безопасности (ВАБ): построение и расчет так называемых деревьев событий и деревьев отказов - процесс основан на ориентированных графах. С помощью первых предсказывают, во что может развиться тот или иной отказ техники, а деревья отказов, наоборот, помогают проследить все причины, которые способны вызвать какое-то нежелательное явление. Когда деревья построены, рассчитывается вероятность реализации каждого из сценариев (каждой ветви), а затем - общая вероятность аварии на объекте.

Второй подход, модельный, - построение моделей воздействия вредных факторов на человека и окружающую среду. Эти модели могут описывать как последствия обычной работы предприятий, так и ущерб от аварий на них.

Первые два подхода основаны на расчетах, однако для таких расчетов далеко не всегда хватает надежных исходных данных. В этом случае приемлем третий подход - экспертный: вероятности различных событий, связи между ними и последствия аварий определяют не вычислениями, а опросом опытных экспертов.

Наконец, в рамках четвертого подхода - социологического - исследуется отношение населения к разным видам риска, например с помощью социологических опросов.

То, что для определения риска используются четыре столь несхожих между собой метода, не должно удивлять. В разных задачах под риском следует понимать то вероятность какой-то аварии, то масштаб возможного ущерба от нее, а то и комбинацию двух этих величин. Описывая риск, нужно учитывать и выгоду, которую получает общество, когда на него идет (бесполезный риск недопустим, даже если он ничтожно мал). Иными словами, величина риска - это не какое-то одно число, а скорее вектор, состоящий из нескольких компонент. И поэтому мы имеем дело с так называемым многокритериальным выбором, процедура которого описывается теорией принятия решений.

Имеется много неопределенностей, связанных с оценкой риска. Анализ неопределенностей - необходимая составная часть оценки риска. Как правило, основные источники неопределенностей - информация по надежности оборудования и человеческим ошибкам, а также допущения применяемых моделей аварийного процесса. Чтобы правильно интерпретировать величины риска, надо понимать неопределенности и их причины. Анализ неопределенности - это перевод неопределенности исходных параметров и предложений, использованных при оценке риска, в неопределенность результатов.

Источники неопределенности должны по возможности идентифицироваться. Основные параметры, к которым анализ является чувствительным, должны быть представлены в результатах.

Важно подчеркнуть, что сложные и дорогостоящие расчеты зачастую дают значение риска, точность которого очень невелика. Для сложных технических систем точность расчетов индивидуального риска, даже в случае наличия всей необходимой информации, не выше одного порядка. При этом проведение полной количественной оценки риска более полезно для сравнения различных вариантов (например, размещения оборудования), чем для заключения о степени безопасности объекта. Зарубежный опыт показывает, что наибольший объем рекомендаций по обеспечению безопасности вырабатывается с применением качественных (из числа инженерных) методов анализа риска, позволяющих достигать основных целей риск-анализа при использовании меньшего объема информации и затрат труда. Однако количественные методы оценки риска всегда очень полезны, а в некоторых ситуациях - и единственно допустимы, в частности, для сравнения опасностей различной природы или при экспертизе особо опасных, сложных и дорогостоящих технических систем.

Управление риском: понятие и место в обеспечении безопасности технических систем

В исследованиях по проблеме риска возникло отдельное направление работ под общим названием “Управление риском”.

Для процесса управления риском существует несколько названий как в нашей стране (обеспечение промышленной безопасности), так и за рубежом (“safety management”, “management of process hazards”), которые фактически являются синонимами.

Под этими терминами понимается совокупность мероприятий, направленных на снижение уровня технологического риска, уменьшение потенциальных материальных потерь и других негативных последствий аварий. По сути дела, речь идет о предотвращении возникновения аварийных ситуаций на производстве и мерах по локализации негативных последствий в тех случаях, когда аварии произошли.

Особенностью этого направления является комплексность, включающая в себя различные аспекты - технические, организационно-управленческие, социально-экономические, медицинские, биологические и др.

## 2.2.3 Общность и различие процедур оценки и управления риском

Общим в оценке риска и управлением риском является то, что они - два аспекта, две стадии единого процесса принятия решения (в широком смысле слова), основанного на характеристике риска. Такая общность обусловлена их главной целевой функцией - определением приоритетов действий, направленных на уменьшение риска до минимума, для чего необходимо знать как его источники и факторы - (анализ риска), так и наиболее эффективные пути его сокращения (управлением риском).

Взаимосвязь между оценкой риска и управлением им представлена на рис. 2.2.

Основное различие между двумя понятиями заключается в том, что оценка риска строится на фундаментальном, прежде всего естественнонаучном и инженерном, изучении источника (например, химического объекта) и факторов риска (например, загрязняющих веществ с учетом особенностей конкретной технологии и экологической обстановки) и механизма взаимодействия между ними.

Рис. 2.2. Взаимосвязь между оценкой и управлением риском: А - область оценки риска; Б - область управления риском; В - область характеристики риска; ⎯⎯→ - прямые связи между элементами оценки и управления риском; ⎯ ⎯ → - обратные связи принятия решения с другими элементами оценки и управления риском

Управлением риском опирается на экономический и социальный анализ, а также на законодательную базу, которые не нужны и не используются при оценке риска. Управление риском имеет дело с анализом альтернатив по минимизации риска, т.е. является, по сути дела, частным случаем класса многокритериальных задач принятия решения в условиях неопределенности. Оценка риска служит основой для исследования и выработки мер управления риском в соответствии с алгоритмом действий (рис. 2.2).

Заключительная фаза процедуры оценки риска - характеристики риска - одновременно является первым звеном процедуры управления риском.

###

### **2.2.4 Концепция приемлемого (допустимого) риска**

Традиционный подход к обеспечению безопасности при эксплуатации технических систем и технологий базируется на концепции "абсолютной безопасности" – ALAPA (аббревиатура от "As Low As PracticabLe AchievabLe": "настолько низко, насколько это достижимо практически"). То есть внедрение всех мер защиты, которые практически осуществимы. Как показывает практика, такая концепция неадекватна законам техносферы. Эти законы имеют вероятностный характер, и абсолютная безопасность достигается лишь в системах, лишенных запасенной энергии. Требование абсолютной безопасности, подкупающее своей гуманностью, оборачивается трагедией для людей, потому что обеспечить нулевой риск в действующих системах невозможно, и человек должен быть ориентирован на возможность возникновения опасной ситуации, т.е. ориентирован на соответствующий риск.

Современный мир отверг концепцию абсолютной безопасности и пришел к концепции "приемлемого" (допустимого) риска. Это понятие произошло от принятого в современной научной литературе термина – "принцип приемлемого риска", известного как принцип ALARA (аббревиатура от "As Low As ReasonabLe AchievabLe": "настолько низко, насколько это достижимо в пределах разумного", учитывая социальные и экономические факторы). То есть если нельзя создать абсолютно безопасные технологии, обеспечить абсолютную безопасность, то, очевидно, следует стремиться к достижению хотя бы такого уровня риска, с которым общество в данный период времени сможет смириться.

В силу этих обстоятельств в промышленно развитых странах, начиная с конца 70-х – начала 80-х гг., в исследованиях, связанных с обеспечением безопасности, начался переход от концепции "абсолютной" безопасности к концепции "приемлемого" риска. В Нидерландах при планировании промышленной деятельности, наряду с географическими, экономическими и политическими картами, используются и карты риска для территории страны. В этих условиях, чтобы построить промышленное предприятие и ввести его в эксплуатацию, проектировщикам требуется количественно определить уровень риска его эксплуатации и доказать правительственным органам приемлемость этого риска. При лицензировании нового крупного промышленного предприятия также требуется предоставить топографическую карту риска, которому будет подвергаться человек, оказавшийся в зоне расположения этого предприятия. На этой карте должны быть указаны замкнутые кривые равного риска. Требования такого же рода предъявлены и к уже действующим предприятиям.

Проблема уменьшения риска решается в Нидерландах настолько активно и последовательно, насколько это возможно при нынешнем уровне знаний. Основные принципы такой деятельности закреплены в правительственной программе управления риском, которая является составной частью общей программы по защите окружающей среды.

Эксперты стараются определить риск всесторонне. Учитывают индивидуальный риск, социальный риск и даже риск для экосистем. Первый задается вероятностью гибели отдельного человека, второй - соотношением между количеством людей, которые могут погибнуть при одной аварии, и вероятностью такой аварии, а третий - процентом биологических видов экосистемы, на которых скажется вредное воздействие. Рассматриваются не только события, приводящие к мгновенной смерти, но и факторы, дающие отдаленные последствия - например, использование пестицидов в сельском хозяйстве или загрязнение окружающей среды. Разработаны сложные комплексы компьютерных программ, способные вычислить вероятность аварии на предприятии, определить величину и характер опасных выбросов, учесть метеорологические условия, рельеф местности, расположение дорог и населенных пунктов и в конечном счете построить карту распределения риска.

Существует уровень риска, который можно считать пренебрежимо малым. Если риск от какого-то объекта не превышает такого уровня, нет смысла принимать дальнейшие меры по повышению безопасности, поскольку это потребует значительных затрат, а люди и окружающая среда из-за действия иных факторов все равно будут подвергаться почти прежнему риску. С другой стороны, есть уровень максимального приемлемого риска, который нельзя превосходить, каковы бы ни были расходы. Между двумя этими уровнями лежит область, в которой и нужно уменьшать риск, отыскивая компромисс между социальной выгодой и финансовыми убытками, связанными с повышением безопасности.

Решение о том, какой уровень риска считать приемлемым, а какой нет, носит не технический, а политический характер и во многом определяется экономическими возможностями страны. Правительство и парламент Нидерландов законодательно установили такие уровни. Максимальным приемлемым уровнем индивидуального риска (уже об этом мы говорили) считается величина 10- в год. Иными словами, вероятность гибели человека в течение года не должна превышать одного шанса из миллиона. Пренебрежимо малым считается индивидуальный риск 10- в год. Для факторов, которые приводят к отдаленным опасным последствиям и не имеют порога действия, приняты эти же нормы. Если такие факторы сказываются лишь на превышения порога (например, предельно допустимой концентрации вредного вещества), то максимальный приемлемый уровень риска соответствует порогу.

Рис. 2.4. Построение зон индивидуального риска для опасного предприятия (а) и транспортной магистрали (б), по которой осуществляется перевозка опасных грузов: 1 – изолинии равного риска; 2, 3, 4, 5 – зона соответственно чрезвычайно высокого, высокого, приемлемого и низкого риска

Максимальным приемлемым уровнем риска для экосистем считается тот, при котором может пострадать 5% видов биогеоценоза.

Два конкретных примера того, как работают такие нормы на практике. Голландская компания "GeneraL ELectric PLastics" обратилась за разрешением на расширение производства на одном из своих заводов. На этот завод по железной дороге привозилось примерно 600 т хлора в неделю, а в качестве промежуточного реактива использовался фосген. Жители расположенного в 600 м поселка возражали против такого разрешения, поскольку боялись увеличения риска катастрофы. Эксперты провели расчет, и оказалось, что вклад фосгена в общий риск, создаваемый заводом, совсем не велик. Зато расширение завода неминуемо приводило к увеличению объемов хранения и перегрузки хлора, в результате чего значительная часть поселка могла оказаться в зоне, где риск превышал 10-. Из этой ситуации был найден довольно неожиданный выход: чтобы сделать завод более безопасным, требовалось не просто расширить его, но и начать собственное производство хлора. Тогда исчезла бы угроза, связанная с перевозкой и хранением этого ядовитого газа, и общая безопасность предприятия даже возросла бы. Такой выход устроил и местные власти, и руководителей компании.

Другой случай произошел на юго-востоке Голландии, где расположено крупное химическое предприятие, выпускающее среди прочего до полумиллиона тонн аммиака и акрилонитрита в год и отстоящее от ближайших поселков всего на 200 м. Когда местные власти предложили план застройки местности между поселком и предприятием, по существующим правилам был проведен анализ уровня риска в этой зоне. На территории завода находилось около 35 различных объектов, 10 из которых вносили главный вклад в общую угрозу. Каждый из них был тщательно изучен. Неожиданно обнаружилось, что многие считавшиеся раньше весьма опасными установки на самом деле не играют той роли, которую им приписывали. Зато недооценивалась опасность, связанная с хранилищами аммиака. Выяснилось, что часть новой застройки попадает в зону с высоким уровнем риска. Эксперты дали две рекомендации: руководству завода принять меры по снижению риска, местным властям ограничить строительство на территориях, примыкающих к заводу. Жители поселков с энтузиазмом приняли первую часть рекомендаций и с негодованием - вторую. После обсуждения в парламенте было решено в этот раз позволить строительство в зоне, где риск не превышает 10-, но в будущем ориентироваться на линию, на которой риск составляет 10-, то есть пренебрежимо мал.

Специалисты из разных стран спорят о том, насколько правильны и объективны используемые в Нидерландах методы расчета, насколько точны их карты, насколько оправдан поиск компромисса между выгодой и безопасностью. Рядовым жителям - неспециалистам, судить об этом трудно. Зато они чувствуют, что государство не на словах, а на деле заботиться об их жизни, так что они могут доверять самому подходу к проблеме - честному и действенному.

Конечно, Нидерланды надо рассматривать как пример страны, где наиболее широко используются вероятностные методы в практической деятельности по обеспечению безопасности населения от риска при эксплуатации промышленных объектов. В других странах масштабы использования концепции "приемлемого" риска в законодательстве более ограничены, но во всех этих странах существует тенденция к ее все более полному применению [58] (см. табл. 2.7). Например, в ФРГ концепция "приемлемого" риска является основой, на которой развиваются научные основы в области безопасности. Полученные при этом результаты используются для повышения безопасности и минимизации риска, а не для достижения общественного признания определенной технологии.

Таблица 2.7. Критерии приемлемости риска в пяти странах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Страна | Определение приемлемости надзорными органами | Требуемое обоснование | Использование количественных оценок риска |
| Великобритания | Риск должен быть так низок, как практически возможно | Доклад о деятельности, определенной нормативами CIMAH | Предлагаемый риск серьезных аварий 10- 1/год на границе приемлемости |
| Германия | Должен удовлетворять техническим правилам и не причинять ущерб окружающей среде или значительный ущерб населению | Анализ безопасности последнего состояния технологии | Только как часть анализа безопасности. Никакие количественные показатели на могут быть удовлетворительно определены |
| Франция | Реальное арбитражное просвещение | Оценка технического риска и экономический анализ | Риск неприемлемых последствий, который не должен превышать 10‑ 1/год, рассматривается скорее как цель, чем требование |
| Дания | Требования выражены в общих терминах. Загрязнение окружающей среды не выше пороговых значений | Должен быть приемлем для Комитета соответствующей организации | Риск, не превышающий 10‑ 1/год приемлем |
| Нидерланды | Опасность должна быть настолько точно, насколько возможно | Доклад по безопасности должен быть одобрен надзорными органами и Рабочим советом. Пригодность операционного персонала должна быть оценена | Анализ в терминах теории вероятности. Обеспечиваемый максимальный приемлемый индивидуальный риск смерти 10‑6 1/год |

# 3. Общие сведения о ЧС

## 3.1 ЧС и их связь с техническим прогрессом

Развитие человечества отнюдь не сделало его жизнь более безоблачной, а наоборот, наполняло ее все новыми и новыми опасностями. Большинство опасностей (рисков) так или иначе обуславливаются эволюцией жизни, уровнем развития производительных сил и производственных отношений. Если для отсталых в социально-экономическом плане государств наиболее характерными опасностями являются голод и болезни, то для наиболее развитых — техногенные аварии, экологический кризис, угроза ядерной войны. Основным источником опасности на Земле стала созданная человеком техносфера. Происходящие в ней аварии и катастрофы приводят к людским жертвам, к уничтожению окружающей среды, ее глобальной деградации. Основные события истории неизменно связаны с войнами, эпидемиями, пожарами, наводнениями, землетрясениями, с т.н. чрезвычайными ситуациями.

На территории России в начале XXI века сохраняется высокая степень риска возникновения крупномасштабных чрезвычайных ситуаций природно-техногенного, социально-биологического и военного характера. Опасности и угрозы сегодня носят комплексный, взаимосвязанный характер. Антропогенная деятельность ведет к увеличению риска техногенных и природных катастроф. Военные опасности тоже приводят к ним. Глобальные угрозы становятся источником чрезвычайных ситуаций в различных сферах жизнедеятельности общества.

Увеличиваются масштабы чрезвычайных ситуаций, все большую остроту приобретают глобальные проблемы как источники чрезвычайных ситуаций (изменение климата). Сохраняется высокий уровень опасностей природного характера. Существенно повышается вероятность того, что в зону риска природных катастроф будут вовлечены территории, насыщенные сложными инженерными сооружениями (АЭС, химические предприятия, биологические исследовательские центры и др.).

В XXI веке не только сохранится, но и может значительно увеличиться потенциальная военная опасность. Несмотря на существенное уменьшение риска глобальной ядерной войны, остается реальная опасность ограниченного использования ядерного оружия. Его применение может привести к длительной катастрофе с гибелью десятков миллионов людей.

К перечисленным опасностям можно добавить такие угрозы, которые могут возникнуть в связи с хранением и утилизацией химического и ядерного оружия, отработанных атомных реакторов. Отсюда возникла проблема обеспечения полной безопасности населения и территорий при их перевозках, хранении и уничтожении.

## 3.2 Классификация чрезвычайных ситуаций и их поражающие факторы

###

### **3.2.1 Термины и классификация**

**Чрезвычайная ситуация (ЧС)** — это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, стихийного или экологического бедствия, применения противником современных средств поражения 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.

**Авария** — чрезвычайное событие техногенного характера, происшедшее по конструкторским, производственным, технологическим или эксплуатационным причинам либо из-за внешних воздействий, которое заключается в повреждении, выходе из строя, разрушении технических устройств или сооружений.

**Катастрофа** — это результат динамического скачкообразного перехода природной, социально-экономической и биологической систем в неустойчивое состояние с возникновением поражающих факторов и нанесением существенного ущерба этим системам. Под катастрофическим поражением следует понимать ту степень поражения системы, при которой она не в состоянии сохраниться (например, 60% ожога кожи человека) или адаптироваться к конкретным условиям существования.

Производственная или транспортная катастрофа — крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия. Главным отличием катастрофы от аварии является наличие значительного числа человеческих жертв, а также масштабы последствий.

**Стихийное бедствие** — катастрофическое природное явление, которое может вызвать многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

**Экологическое бедствие** (экологическая катастрофа) — чрезвычайное событие особо крупных масштабов, вызванное изменением состояния суши, атмосферы, гидросферы и биосферы и отрицательно повлиявшее на здоровье людей, их сферу обитания, экономику и генофонд.

**Биосфера** — это оболочка Земли, область активной жизни, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы. Верхней границей служит защитный озоновый слой на высоте 20-25 км, выше которого ультрафиолетовые лучи исключают существование жизни. К биосфере относится и человеческое общество с его производством и техническими системами. Именно в биосфере происходит все ЧС самой различной природы. Синонимом биосферы является экосфера.

Чрезвычайные ситуации объективно обусловлены биосоциальной природой человека, его потребностями в пище, воде, одежде. Научно-технический прогресс, обеспечивая удовлетворение растущих материальных и интеллектуальных потребностей, вместе с тем приводит к появлению новых, все более мощных опасностей для жизни и здоровья людей.

Классификация чрезвычайных ситуаций по сфере возникновения, по масштабу распространения и тяжести последствий представлена на рис. 3.1. и 3.2.

Используя эту классификацию, следует иметь ввиду условность классификационных градаций, трудность проведения четких границ между отдельными классификационными признаками.

Каждая чрезвычайная ситуация имеет свою физическую сущность, свои, только ей присущие причины возникновения, характер развития, свои поражающие факторы, воздействующие на людей и окружающую среду.

По сфере возникновения и по своему характеру чрезвычайные ситуации делят (систематизируют) на четыре группы.

1. **Природные** (стихийные бедствия). Они весьма разнообразны и могут возникнуть в результате различных природных явлений (землетрясений, наводнений, ураганов, изменения уровня воды в водоемах и т.д.).
2. **Техногенные** (производственные): аварии и катастрофы. Они могут быть непредумышленными и специально генерированными на различных объектах с повышенной опасностью. Наиболее распространенными причинами этих ЧС является усложнение современного производства, в процессе которого применяются агрессивные и ядовитые вещества, падение производственной дисциплины. Все это приводит к трагическим последствиям и огромным материальным убыткам.

**3. Экологические:** аномальные изменения состояния сфер природной среды. В современных условиях прогрессирует качественное ухудшение состояния биосферы, вызванное действием антропогенных факторов. Деградация окружающей среды является следствием урбанизации, резкого расширения масштабов хозяйственной деятельности человечества, бездушного потребительского отношения к природе.

**4. Социальные.** Особую опасность представляют войны (глобальные и региональные военно-политические конфликты), а также национальные и религиозные конфликты, сопровождающиеся гибелью людей.

Возможным аспектом любого бедствия является не породившее его явление, а социальные и экономические последствия. Поэтому в основу прогнозируемых сценариев бедствия (чрезвычайных ситуаций) закладываются два основных критерия, характеризующих последствия любой ЧС через социально-экономические ущербы и потери населения: количество пострадавших (погибших) и суммарный финансовый ущерб.

По масштабу распространения и тяжести последствий ЧС подразделяются на: локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные (глобальные).

последствия ограничиваются пределами объекта народного хозяйства и могут быть устранены за счет его сил и ресурсов. **Местные** чрезвычайные ситуации имеют масштаб распространения в пределах населенного пункта, в том числе крупного города, административного района, нескольких районов или области и могут быть устранены за счет сил и ресурсов области. **В региональных** чрезвычайных ситуациях последствия ограничиваются пределами нескольких областей, экономического района или республики и могут быть ликвидированы за счет сил и ресурсов республики. **Федеральные** чрезвычайные ситуации, охватывающие несколько экономических районов или республик, ликвидируются силами и ресурсами государства, зачастую с привлечением иностранной помощи. К **трансграничным** относятся чрезвычайные ситуации, поражающие факторы которых выходят за пределы Российской Федерации, либо ЧС, которые произошли за рубежом и затрагивают территорию России.

Основными поражающими факторами природных, техногенных (военных) и экологических ЧС являются:

* физическое поражение, к которому относят механическое, лучевое (акустическое, электромагнитное, радиационное) и тепловое (термическое);
* химическое поражение в результате воздействия химически опасных веществ (АХОВ);
* биологическое поражение, вызываемое болезнетворными микробами, токсинами и др. биологически активными веществами.

Возможно комбинированное и психологическое воздействие поражающих факторов чрезвычайных ситуаций на среду и человека.

По скорости распространения ЧС подразделяются на

* внезапные (взрывы, землетрясения,
* транспортные аварии), быстрые (пожары, выброс газообразных АХОВ, сели),
* умеренные (выброс радиоактивных веществ, извержение вулканов, половодья),
* медленные (засухи, эпидемии, экологические отклонения).

### **3.2.2 Чрезвычайные ситуации природного характера (стихийные бедствия)**

На территории России, обладающей большим разнообразием геологических, климатических и ландшафтных условий, наблюдается более 50 видов опасных природных явлений. Наиболее разрушительными из них являются: наводнения, подтопления, землетрясения, оползни, сели, ураганы, смерчи, сильные заморозки. За один год в нашей стране происходит 350-400 опасных событий природного характера. Всего за последние 10 лет в России было зарегистрировано 2900 таких ситуаций.

В силу того, что чрезвычайные ситуации природного характера весьма разнообразны, их делят на пять групп: геологические, метеорологические, гидрологические, природные пожары и массовые заболевания.

Стихийные бедствия, связанные с перечисленными природными явлениями, вызывают катастрофические ситуации, характеризующиеся внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушением и уничтожением материальных ценностей, поражением или гибелью людей. Они могут служить причиной многих аварий и катастроф в техносфере. Только за последние 20 лет они унесли более трех млн. жизней людей. Основные потери России приносят землетрясения, наводнения, оползни, обвалы и ураганы.

Стихийные бедствия геологического характера

Стихийные бедствия, связанные с геологическими природными явлениями, подразделяются на бедствия, вызванные землетрясениями, извержениями вулканов, оползнями, селями, снежными лавинами, обвалами.

Наиболее характерным для России стихийным бедствием геологического характера являются землетрясения.

**Землетрясение** — это природное явление, сопровождающееся подземными толчками и колебаниями земной поверхности, появлением широких трещин и смещений в грунте, оползней, снежных лавин, грязевых потоков, образованием цунами. В зависимости от интенсивности землетрясения могут приводить к сильным разрушениям зданий и сооружений, гибели и травмированию людей, выходу из строя систем жизнеобеспечения.

Непосредственную опасность при землетрясении представляют частичное или полное разрушение зданий, обрушение перекрытий и стен, разбитое стекло окон и витражей, опрокидывание и падение плохо закрепленной мебели, а также вторичные факторы — пожары от разрушенных печей, газовых коммуникаций и кабельных линий, разлив сильнодействующих ядовитых веществ и т.д.

Интенсивность землетрясения определяется степенью разрушения зданий, характером изменений земной поверхности и данными об испытанных людьми ощущениях.

В нашей стране и ряде европейских стран для оценки силы землетрясения в последние десятилетия используется 12-балльная международная шкала (MSK-64). Условно землетрясения по этой шкале подразделяются на слабые (1-3 балла), умеренные (4), довольно сильные (5), сильные (6), очень сильные (7), разрушительные (8), опустошительные (9), уничтожающие (10), катастрофические (11), сильно катастрофические (12).

Статистика свидетельствует: за последние 4 тыс. лет землетрясения унесли более 13 млн. жизней. В основном люди погибают от косвенных причин: разрушений, затоплений, поражений током, взрывов, пожаров, от испуга и паники. Только за последние пять лет на территории Российской Федерации их произошло более 120, причем два были сильнейшими и вызвали чрезвычайные ситуации: на Курилах в 1994 г. и в поселке Нефтегорск в 1995 г. Оба землетрясения привели к человеческим жертвам: на Курилах погибло 11 человек, ранено — 32, пострадало 1,5 тыс. человек, а второе стихийное бедствие практически смело с лица земли пос. Нефтегорск, стало причиной гибели почти 2 тыс. человек.

**Вулканическая деятельность** возникает в результате постоянных активных процессов, происходящих в глубинах Земли. При этих процессах магма через трещины устремляется к поверхности, процесс сопровождается выделением паров воды и газов, которые создают огромное давление, устраняя преграды на своем пути.

Наиболее опасные явления, сопровождающие извержения вулканов, это лавовые потоки, вулканические грязевые потоки, вулканические наводнения, палящая вулканическая туча и вулканические газы.

В России деятельность вулканов наблюдается лишь в малонаселенных и труднодоступных районах Камчатки и Курильских островов.

**Оползни** — скользящее смещение масс горных пород вниз по склону под действием силы тяжести.

**Сели** — это бурные грязевые и грязекаменные потоки, внезапно возникающие в руслах горных рек.

Оползни и селевые потоки чаще всего возникают из-за обильных атмосферных осадков, быстрого таяния снегов и ледников в горах, а также недостаточно продуманной деятельности людей, в результате которой изменяются условия устойчивости грунта (уничтожение лесных массивов, использование оросительных систем и т.д.).

**Обвалы** — это отрыв и стремительное падение больших масс с горных пород, их опрокидывание, дробление и скатывание на крутых и обрывистых склонах.

Прямой опасностью при оползнях, селях и обвалах являются разрушение зданий и сооружений, линий электро-, газо-, водоснабжения и канализации, гибель и травмирование людей.

Оползни и обвалы, как правило, сопровождают такие стихийные бедствия, как наводнения, землетрясения и извержения вулканов.

В 1989 г. оползни в Ингушетии привели к разрушениям в 82 населенных пунктах. Оказались поврежденными 2518 домов. В России до 20% территории находится в селевых зонах.

Особенно активные селевые потоки формируются в Дагестане, в районе Новороссийска, на Камчатке.

**Снежные лавины** являются особо опасным природным явлением, их сход угрожает населенным пунктам, железнодорожным и автомобильным дорогам, линиям электропередач и др. объектам. Объем массы снега, низвергающейся со склонов гор, часто достигает 1 млн. т. Сила удара лавины достигает 60-100 т на 1 м, скорость лавины может достигать 100 м/сек.

В России лавины имеют место на Урале, на юге Западной Сибири, на Дальнем Востоке, на Северном Кавказе. В подавляющем большинстве случаев лавины сходят ежегодно, а иногда и несколько раз в год.

Стихийные бедствия метеорологического характера

К таким бедствиям относят бури, ураганы, смерчи, метели, пыльные (песчаные) и снежные бури. Эти природные явления становятся стихийными бедствиями, когда они продолжаются не менее 6 часов.

**Ураганы и бури** — это ветер большой разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которого 20-30 м/сек. Причиной их возникновения является деятельность циклонов в атмосфере. Средняя продолжительность урагана 9-12 дней, а площадь территории, на которой он действует, измеряется сотнями километров, достигая иногда 1000. Они несут в себе колоссальную энергию, зачастую она равна энергии ядерного взрыва в 40 Мт.

Ураганный ветер разрушает строения, опустошает засеянные поля, повреждает транспортные магистрали и линии электропередач, вызывает аварии на коммунально-энергетических сетях.

Территория российского Дальнего Востока постоянно подвергается воздействию тропических ураганов, называемых **тайфунами.** Для тайфунов Тихого океана полоса разрушений составляет обычно 15-45 км. Экономический ущерб, причиненный тайфуном, колеблется от 1 до 600 млн. долларов. Наиболее сильный из них за последние годы произошел в 1995 г., охватил Южный Сахалин, Камчатку, часть Приморского края и Амурской области, нанес ущерб в более чем 350 млрд. рублей.

**Смерч** — это восходящий вихрь, состоящий из чрезвычайно быстро вращающегося воздуха, смешанного с частицами влаги, песка, пыли. Очень часто смерчи сопровождаются грозами, градом и ливнями. Размеры смерчевого облака в поперечнике составляют 5-10 км, высота 4-5 км. В стенках смерча движение воздуха направлено по спирали со скоростью до 200 м/с. Общая длина пути смерча исчисляется от сотен метров до сотен километров, а средняя скорость перемещения — примерно 50-60 км/ч.

В России они чаще всего происходят в центральных областях Поволжья, на Урале и в Сибири. Ужасающими были последствия смерча, получившего название «Ивановское чудище». Только в Ивановской области существенно пострадали 700 жилых домов, 200 других объектов. Без крова остались 416 семей, более 20 человек погибло. На Черном и Азовском морях за 10 лет происходит в среднем 25-30 смерчей, возникают они внезапно для людей.

Ущерб, наносимый атмосферными процессами, исчисляются сотнями и тысячами млн рублей. Например, в 1991 г. убытки от смерча в районе г. Туапсе составили свыше 230 млн. рублей, от сильного ветра в Ленинградской области в 1994 г. — 180 млн. рублей.

Стихийные бедствия гидрологического характера

Эти природные бедствия вызываются наводнениями. К морским гидрологическим явлениям относятся цунами, напор льдов.

В России более чем для 40 городов и нескольких тыс. других населенных пунктов существует угроза наводнений.

**Наводнения** — это затопление водой местности, прилегающей к реке, озеру или водохранилищу, которое причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей. По повторяемости, площади распространения и суммарному среднему годовому ущербу они занимают первое место в ряду стихийных бедствий. По количеству человеческих жертв и материальному ущербу наводнения занимают второе место после землетрясений. Наводнения можно только ослабить или локализовать. За последние сто лет, по данным ЮНЕСКО, в мире от наводнений погибло 9 млн. человек.

О начале наводнения можно судить по увеличению скорости течения в реке и подъему уровня воды в ней. Поражающее действие наводнения определяется скоростью водного потока и высотой подъема уровня воды.

Основными причинами наводнений являются интенсивные дожди, таяние снега, ветровые нагоны и приливные явления в устьях рек, ледовые заторы, прорывы дамб и плотин. Площадь затоплений в отдельные годы (1926, 1966 гг.) достигала 150 тыс. км. Среднестатистический ущерб от наводнений по стране составляет около 3,25 млрд. долларов в год.

Природные пожары

В это понятие входят лесные пожары, пожары степных и хлебных массивов, торфяные пожары и подземные пожары горючих ископаемых.

Наиболее распространены **лесные пожары,** приносящие колоссальные убытки и порой приводящие к человеческим жертвам. Лесные пожары при сухой погоде и наличии ветра охватывают значительные пространства. В 90-97 случаях из 100 виновниками бедствия оказываются люди. Доля пожаров от молний составляет не более 2% от общего количества. В России в среднем ежегодно выгорает от 30 до 50 тыс. га леса. Больше всего от огня страдает сельское хозяйство.

Скорость распространения сильного низового пожара 3 м/мин, а верховного — свыше 100 м/мин. Средняя продолжительность крупных лесных пожаров составляет от 10 до 15 суток, выгоревшая площадь — 450-500 га при периметре от 8 до 16 км.

### **3.2.3 Чрезвычайные ситуации техногенного характера (аварии и катастрофы)**

Опасность техносферы для населения и окружающей природной среды обуславливается наличием в хозяйстве страны большого количества радиационно-, химически-, биологически-, пожаро- и взрывоопасных производств и технологий. Таких производств в России насчитывается около 45 тыс. Возможность возникновения здесь аварий усугубляется высокой степенью износа основных производственных фондов, падением производственной и технологической дисциплины.

Чрезвычайные ситуации техногенного характера весьма разнообразны как по причинам их возникновения, так и масштабам.

По характеру явлений их подразделяют на шесть групп:

* аварии на химически опасных объектах;
* аварии на радиационно опасных объектах;
* аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах;
* аварии на гидродинамически опасных объектах;
* аварии на транспорте;
* аварии на коммунально-энергетических сетях.

**Техногенная авария** — это чрезвычайное событие, возникающее по техногенным причинам (производственным, конструктивным, технологическим и эксплуатационным), а также из-за внешних воздействий и заключающееся в повреждении, выходе из строя, разрушении технических устройств и сооружений.

По характеру явлений, определяющих особенности воздействия поражающих факторов на людей и окружающую среду, аварии могут быть:

* с выбросом (угрозой выброса) опасных веществ (химических, радиоактивных, биологических и др.);
* на системах жизнеобеспечения (коммунально-энергетических, очистных и др.);
* на гидродинамических объектах;
* на транспорте.

Крупномасштабные аварии, повлекшие за собой многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия, называют техногенными катастрофами.

Аварии на химически опасных объектах

Объект народного хозяйства, при аварии на котором или при разрушении которого могут произойти выбросы в окружающую среду аварийно химически опасных веществ (АХОВ), в результате чего могут произойти массовые поражения людей, животных и растений, называют химически опасным объектом (ХОО).

Всего в России функционирует свыше 3,3 тыс. объектов экономики, располагающих значительными количествами АХОВ (аммиак, хлор, соляная кислота и др.). На отдельных объектах одновременно может находиться от нескольких сот до нескольких тысяч тонн АХОВ. Суммарный же их запас на предприятиях достигает 700 тыс. т. Около 70% предприятий химической промышленности и почти все предприятия нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности сосредоточены в крупных городах с населением свыше 100 тыс. человек. Общая площадь территории России, на которой может возникнуть химическое заражение, составляет около 300 тыс. км с населением около 59 млн. человек.

Особую опасность представляют ХОО, связанные с хранением химического оружия. Оно запрещено и подлежит уничтожению согласно Международной конвенции, которая ратифицирована Россией в 1997 г. Однако до сих пор на территории России располагаются семь баз хранения этого оружия, на которых хранится 40 тыс. тонн отравляющих веществ высочайшей поражающей способности. Эти базы представляют очень серьезную угрозу для всего населения России и соседних государств. Действующими правовыми документами в области химического разоружения установлено, что обеспечение экологической безопасности является одним из самых приоритетных направлений при проведении работ по хранению химического оружия и при его уничтожении.

В регионах России, где хранится химическое оружие, осуществляется комплексное обследование окружающей среды, состояния здоровья населения. Общепризнанно, что уничтожение химического оружия остается одним из важных условий обеспечения безопасности людей и состояния окружающей природной среды.

Опасные химические вещества хранятся и транспортируются в специальных герметически закрытых резервуарах, танках, цистернах и др. При этом в зависимости от условий хранения они могут быть в газообразном, жидком и твердом агрегатном состоянии. При аварии выброс газообразного вещества ведет к очень быстрому заражению воздуха. При разливе жидких АХОВ происходит их испарение и последующее заражение атмосферы. При взрывах твердые и жидкие вещества распыляются в воздухе, образуя твердые (дым) и жидкие (туман) аэрозоли.

Все АХОВ, заражающие воздух, проникают в организм через органы дыхания (ингаляционный путь). Многие могут вызвать поражения путем проникновения через незащищенные кожные покровы (перкутанные поражения), а также через рот (пероральные поражения при употреблении зараженной воды и пищи). При авариях на ХОО наиболее вероятны массовые ингаляционные поражения.

Поражающее действие АХОВ на организм весьма разнообразно. Это обусловлено многими причинами, основными из которых являются: физико-химические свойства ядовитого вещества, его количество, факторы внешней среды в момент воздействия на человека, особенности организма и ряд других.

Одной из важнейших характеристик АХОВ является их **токсичность,** т.е. свойства химического вещества в малом количестве вызывать патологические изменения в организме. Показатель токсичности (токсодоза) ядовитых веществ — это показатель их опасности. Опасность вещества — это вероятность возникновения неблагоприятных для здоровья эффектов в реальных условиях производства или применения химических соединений.

В зависимости от токсического действия на организм АХОВ подразделяются на следующие группы:

* нервнопаралитического действия (хлорофос, зарин, никотин и др.);
* кожно-резорбтивного действия (дихлоэтан, ртуть, мышьяк, иприт и др.);
* удушающего действия (оксиды азота, фосген и др.);
* общеядовитого действия (синильная кислота, угарный газ, алкоголь и др.);
* раздражающего действия (хлорпикрин, адамсит, пары кислот и щелочей);
* психотропного действия (наркотики, атропин).

Отравления АХОВ протекают в острой и хронической формах. Острые отравления характеризуются кратковременностью действия токсических веществ и их поступлением в организм в больших количествах — при высоких концентрациях в воздухе. Хронические отравления возникают постепенно, при длительном поступлении в организм в небольших количествах, например, бензина и бензола.

Основными общими свойствами АХОВ являются:

* способность распространяться по направлению ветра (десятки км) и вызывать поражение людей на значительном удалении от места аварии;
* объемность поражающего действия, заключающаяся в том, что зараженный АХОВ воздух способен проникать в негерметизированные помещения, создавая опасность поражения находящихся в них людей;
* большое разнообразие АХОВ, затрудняющее защиту от всех этих веществ;
* способность многих АХОВ вызывать поражение не только в результате непосредственного действия на человека, но и через зараженную воду, продукты питания, окружающие предметы.

Необходимо отметить, что многие АХОВ (акролеин, сероуглерод, метилкрилат и др.) являются легковоспламеняющимися жидкостями, а их пары образуют с воздухом взрывоопасные смеси. Взрывы и пожары в значительной мере усложняют обстановку независимо от того, явились они причиной или следствием аварии на химически опасном объекте.

При аварии (разрушении) на ХОО происходит сброс (выброс) АХОВ, что ведет к образованию облака зараженного воздуха, которое передвигается по направлению ветра, образуя **зону химического заражения** (ЗXЗ) — территорию непосредственного воздействия (место выброса) АХОВ, а также местность, в пределах которой распространялось облако АХОВ с поражающими концентрациями. При выбросе большого количества высокотоксичных АХОВ и соответствующих метеорологических условиях глубина ЗXЗ может достигнуть многих десятков км, а площадь заражения — нескольких сотен квадратных км.

Территория, в пределах которой произошли массовые поражения людей, животных и растений в результате воздействия опасных химических веществ, называют **очагом поражения АХОВ.**

Зона заражения АХОВ отличается большой подвижностью границ и изменчивостью концентрации, практически в любой части ЗXЗ могут произойти поражения людей.

**Глубина распространения зараженного воздуха** зависит от количества выброса (вылива) АХОВ и условий формирования ЗXЗ (скорости ветра, степени устойчивости воздуха). Наиболее благоприятными условиями формирования зоны максимальных размеров являются инверсионные токи воздуха при скорости ветра 3-4 м/сек.

Продолжительность поражающего действия АХОВ в зоне зависит от его свойств, температуры воздуха и почвы, определяющих степень вертикальной устойчивости атмосферы. Продолжительность химического заражения определяется временными пределами проявления последствий аварии.

**Размеры зоны** химического заражения и продолжительность опасного заражения определяются с помощью «Справочника по оценке химической обстановки».

В зависимости от степени химической опасности аварии на ХОО подразделяются:

* на аварии I степени, связанные с возможностью массового поражения производственного персонала и населения близлежащих районов;
* на аварии II степени, связанные с поражением только производственного персонала ХОО;
* на аварии химически безопасные, при которых образуются локальные очаги поражения АХОВ, не представляющие опасности для человека.

Химические аварии могут быть локальными (частными), объектовыми, местными, региональными, национальными и в редких случаях глобальными.

**Пути поражения** в зонах заражения могут быть различными. Возможны поражения до надевания средств защиты (90-100%) и поражения при употреблении зараженных продуктов питания и воды. Возможно косвенное поражающее действие: снижение эффективности и интенсивности выполнения трудовых задач в средствах защиты, вынужденные затраты времени на ликвидацию последствий аварии, а также снижение трудоспособности, обусловленное психологическим воздействием факта химической аварии.

При авариях на ХОО поражения АХОВ следует ожидать у 60-65% пострадавших, травматические повреждения — у 25%, ожоги — у 15%. При этом у 5% пострадавших поражения могут быть комбинированными.

Чернобыльская катастрофа показала, насколько опасны аварии с выбросом радиоактивных веществ. Возникновение их возможно на радиционно опасных объектах (РОО), среди которых: атомные станции; предприятия по изготовлению и переработке ядерного топлива, захоронению радиоактивных отходов; научно-исследовательские и проектные организации, имеющие ядерные реакторы; практические стенды сборки и п. Значительное направление использования атомной энергетики — ядерные энергетические установки на транспорте - атомные ледоколы, подводные лодки, космические аппараты, а также транспортировка радиационно опасных материалов; все они представляют серьезную опасность.

В настоящее время в мире работают сотни ядерных энергетических установок. Подавляющее их большинство предназначено для выработки электроэнергии. Атомные электростанции (АЭС) экономичнее топливных станций и при безопасной их эксплуатации являются самыми экологически чистыми источниками энергии. В отличие от тепловых электростанций они не загрязняют атмосферу канцерогенными веществами, дымом и сажей.

Практически все российские АЭС (29 энергоблоков на 9 станциях) расположены в густонаселенной европейской части страны. В их 30-километровых зонах проживает более 4 млн. человек.

В густонаселенных районах России происходит накопление высокоактивного топлива. В связи с невывозом отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) с атомных электростанций, происходит его накопление сверх норм, определенных проектами. Много его в плавучих хранилищах «Атомфлота». Все это радиационно опасные объекты, на которых возможны аварии и даже катастрофы в случае нарушения норм безопасности. Транспортировка ядерных материалов по территории страны может создавать проблемы в обеспечении радиационной безопасности населения. Необходимо отметить, что уровень безопасности наших АЭС и исследовательских ядерных установок соответствует среднемировому.

При эксплуатации ядерных энергетических установок могут происходить радиационные аварии. **Радиационная авария** — нарушение пределов безопасной эксплуатации установки, при котором произошел выход радиоактивных продуктов или ионизирующего излучения за предусмотренные границы в количествах, превышающих установленные для нормальной эксплуатации значения и требующих прекращения нормальной эксплуатации установки, оборудования, устройства, содержащих ионизирующие излучения.

Аварии на радиационно опасных объектах могут сопровождаться выходом газоаэрозольного облака, которое перемещается по направлению ветра. Радиоактивные вещества из облака, оседая на местность, загрязняют ее.

Радиоактивные вещества (РВ) имеют ряд специфических особенностей: они не имеют запаха, цвета или других внешних признаков, по которым можно было бы их обнаружить. Обнаружение радиоактивных веществ возможно только с помощью специальных дозиметрических приборов. Кроме того, радиоактивные вещества способны вызывать поражения не только при непосредственном соприкосновении с ними, но и на некотором расстоянии (до сотен метров) от источника загрязнения; поражающие свойства радиоактивных веществ не могут быть уничтожены ни химически, ни каким-либо другим способом, так как радиоактивный распад не зависит от внешних факторов, а определяется только периодом полураспада данного вещества.

**Период полураспада** — это время, в течение которого распадается половина всех атомов радиоактивного вещества. Период полураспада различных радиоактивных веществ колеблется в широких пределах — от долей секунды до миллиардов лет.

За время эксплуатации АЭС в ряде стран произошло более 100 аварий с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду.

В зависимости от границ распространения РВ и радиационных последствий выделяют локальные аварии (радиационные последствия, ограничивающиеся одним зданием, сооружением, возможным облучением персонала), местные аварии (радиационные последствия ограничиваются территорией АЭС) и общие аварии (радиационные последствия распространяются за границу территории АЭС).

Важной особенностью радиоактивных веществ аварийного выброса является их большой период полураспада, что приводит к медленному уменьшению уровня радиации, а, следовательно, к длительному сохранению опасности поражения людей. Например, уровень радиации на зараженной местности к концу первого года после аварии уменьшается в 90 раз по сравнению с уровнем радиации через 1 час после аварии. А при заражении территории продуктом ядерного взрыва уровень радиации за этот срок уменьшается в 20 тысяч раз. Следовательно, опасность заражения радионуклидами при аварии на POO гораздо выше, и, самое главное, эта опасность сохраняется длительное время.

26 апреля 1986 г. в ходе проектных испытаний одной из систем обеспечения безопасности произошла авария на четвертом энергоблоке Чернобыльской АЭС. Реактор взорвался, в атмосферу начало поступать огромное количество радиоактивных веществ. Дым и газ поднялись на высоту более километра, а с ними большое количество уранового топлива, трансурановых радионуклидов и продуктов деления из активной зоны. Более тяжелые вещества выпали вблизи станции, легкие были отнесены радиоактивным облаком в северо-западном направлении, что привело к загрязнению на участках их выпадения. В результате аварии радиоактивными веществами были загрязнены значительные площади. Из опасных зон в Украине, Белоруссии и России пришлось переселить более 350 тыс. человек. В России радиоактивному загрязнению подверглись регионы с общим населением около 30 млн. человек. К настоящему времени обследовано более 6 млн. км территории страны. На основе аэрогамма съемки и наземного мониторинга подготовлены и изданы карты по загрязнению цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239 европейской части России. В итоге собрана и отслеживается информация об уровнях радиоактивного загрязнения более 12 тыс. населенных пунктов.

В ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС было задействовано около 400 тыс. человек, в том числе примерно 200 тыс. граждан России. С тех пор прошло более 15 лет, но ликвидация ее последствий до сих пор не закончена. Эта авария унесла десятки жизней, стала причиной радиационного поражения тысяч людей, принесла крупные финансовые и материальные потери.

Возможны следующие варианты аварийного облучения людей:

* воздействие внешнего излучения (гамма-рентгеновского, бета-гамма, гамма-нейтронного и др.);
* внутреннее облучение от попавших в организм радионуклидов;
* комбинированное воздействие радиационных и нерадиационных (травма, ожог и др.) факторов.

На исход внешнего радиационного поражения влияют соотношение и уровень доз при общем и местном облучении, размер и объем тканей, подвергшихся повышенному облучению гамма- или нейтронным излучением. Внешнее бета-излучение действует главным образом на кожу человека и хрусталики глаз. Внешнее альфа-излучение из-за малой проникающей способности практически не оказывает биологического действия на организм.

Внутреннее облучение от поступления радионуклидов в организм зависит от их химических свойств и путей поступления в организм: через органы дыхания, через пищевой тракт, через неповрежденные или поврежденные кожные покровы. При авариях на атомных реакторах одним из важнейших факторов воздействия является внутреннее облучение щитовидной железы радионуклидами йода. Существенную опасность может представлять ингаляционное поступление в организм альфа-излучающих радионуклидов.

Степень радиационного поражения зависит не только от дозы облучения, но и от времени, в течение которого она получена. Например, облучение дозой 300 бэр в течение 1-4 суток вызывает лучевую болезнь второй степени, такая же доза, копленная в течение года, не ведет даже к потере трудоспобности.

Для исключения опасного внутреннего облучения организма человека устанавливаются также допустимые пределы загрязнения пищевых продуктов и воды в зависимости от количества и сроков их потребления.

При аварии, повлекшей за собой радиоактивное загрязнение обширной территории, на основании мониторинга и прогноза радиационной обстановки устанавливается зона радиационной аварии.

Несмотря на беспрецедентность масштабов Чернобыльской аварии, благодаря принятым мерам удалось предотвратить облучение населения в дозах, которые могли привести к каким-либо изменениям состояния здоровья.

При радиационном загрязнении окружающей среды (воздуха, местности) вследствие аварии на радиационно опасном объекте невозможно создать условия, полностью исключающие воздействие на человека ионизирующих излучений. Поэтому для населения и персонала РОО устанавливаются пределы допустимых доз облучения, которые в течение определенного промежутка времени не должны вызывать радиационные поражения.

Облучение населения в малых дозах (менее 50 бэр) может привести к отдаленным эффектам облучения. К ним относятся: катаракта, преждевременное старение, злокачественные опухоли, генетические дефекты — врожденные уродства и нарушения у потомком облученных лиц.

Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах

**Пожаро- и взрывоопасные объекты** — предприятия, на которых производятся, хранятся, транспортируются взрывоопасные продукты или продукты, приобретающие при определенных условиях способность к возгоранию и взрыву. К ним относятся производства, где используются взрывчатые и легковозгораемые вещества, а также трубопроводный и железнодорожный транспорт.

Аварии на таких объектах могут привести к тяжелым социальным и экономическим последствиям. Величина потерь среди населения при пожарах и взрывах колеблется в больших пределах и может достигать многих сотен человек. Особенно большими потери могут быть при массовом скоплении людей в закрытых помещениях. Например, при пожаре в помещении цирка (Ленинград, 1961 г.) было поражено около 1900 человек, из которых более 800 погибло. В результате взрыва газового конденсата на магистральном трубопроводе (Башкирия, 1989 г.) пострадало более 1000 человек (пассажиров двух поездов), что составило более 97 процентов от числа людей, находящихся в этих поездах.

При взрывах в замкнутых пространствах (шахты, здания) практически у всех пострадавших могут быть комбинированные поражения в различных сочетаниях (ожоги, термические поражения кожных покровов и верхних дыхательных путей и механические травмы).

Поражающими факторами аварий на пожаро- и взрывоопасных объектах являются: воздушная ударная волна, тепловое излучение пожаров, действие токсических веществ, которые образовались в ходе пожара.

Показатели пожаров в России по отношению к численности населения в 3,5 раза превышают аналогичные показатели в развитых странах, а показатели гибели людей в результате пожаров в России выше в 4-9 раз.

Аварии на гидродинамически опасных объектах

**Гидродинамически опасный объект** — сооружение или естественное образование, создающее разницу уровней воды до и после него. К ним относят гидротехнические сооружения напорного типа и естественные плотины.

**Гидротехнические сооружения** — это объекты, создаваемые с целью использования кинетической энергии воды (ГЭС), мелиорации, защиты прибрежных территорий (дамбы), рыбозащиты и т.п.

Весьма опасно разрушение плотин, сопровождающееся затоплением больших территорий за очень короткое время (15-30 мин.). Время, в течение которого территория может находиться под водой, колеблется от нескольких часов до нескольких суток.

Аварии на транспорте

Любой вид транспорта представляет потенциальную опасность.

Основными причинами аварий и катастроф на железнодорожном транспорте являются неисправности пути, подвижного состава, средств сигнализации, а также ошибки диспетчеров. Ликвидировать такие аварии очень сложно.

На автомобильном транспорте аварии происходят в результате несоблюдения Правил дорожного движения (75% случаев). За последние 5 лет в России в дорожно-транспортных происшествиях пострадало 1,2 млн. человек, из которых 182 тыс. погибли, многие стали инвалидами. Это почти в 5,5 раза больше, чем за 9 лет войны в Афганистане и за два года боевых действий в Чечне вместе взятых. Особенность ДТП состоит в том, что 80% раненых погибает в первые три часа от кровопотери.

На воздушном транспорте количество аварий и катастроф не уменьшается. Например, в 1995 г. в России произошло 53 авиационных происшествия, в том числе 13 авиакатастроф, в результате которых погибли 174 человека.

Большинство крупных аварий и катастроф на водном транспорте происходит под воздействием ураганов, штормов, туманов, льдов, а также по вине людей (капитанов и лоцманов). Половина из них является следствием неумелой эксплуатации.

Происходят весьма печальные события даже на самом надежном виде транспорта — метро. Главной причиной возникновения нештатных ситуаций остается износ оборудования и отсутствие должного финансирования. За последние пять лет в Московском метрополитене произошло 16 пожаров из-за износа электрооборудования.

Аварии на коммунально-энергетических сетях

Эти аварии в нашей жизни стали обыденным явлением. Их предотвращение зависит от умения вести хозяйство, от обязательного чувства ответственности руководителей всех рангов выполнения требований по повышению устойчивости оборудования.

Наиболее часты аварии на насосных станциях водоснабжения и подземных трубопроводах; канализационных сетях и коллекторах; газопроводах и разводящих сетях газоснабжения жилых домов и промышленных предприятий. Почти при всех стихийных бедствиях страдает электроснабжение, при обрыве проводов почти всегда происходят короткие замыкания, которые приводят к пожарам. Настоящим бедствием стали аварии систем теплоснабжения: на теплотрассах, в котельных, на ТЭЦ и разводящих сетях.

### **3.2.4 ЧС военного времени**

Общие сведения о последствиях военных конфликтов

Самой страшной и беспощадной чрезвычайной ситуацией является война. На нашей планете войны полыхали всегда. За последние 5,5 тыс. лет в мире было зарегистрировано примерно 75 тыс. войн, за это время планета прожила в мире без войн и военных конфликтов всего 292 года (рис. 3.8). Войны унесли столько человеческих жизней и причинили такой материальный ущерб, которые многократно превышают суммарные людские и материальные потери от всех чрезвычайных ситуаций.

Вторая мировая война началась 1 сентября 1939 г., а 22 июня 1941 г. Гитлер напал на СССР, началась Великая Отечественная война. На территории СССР было разрушено 1710 городов, более 70 тыс. сел и деревень, уничтожено 31850 промышленных объектов, погибло 27 млн наших соотечественников. За время, прошедшее после окончания этой .страшной войны до наших дней, на Земле зарегистрировано более 100 крупных военных конфликтов, в них погибло более 50 млн. чел., 30 млн. стали беженцами.

Таблица 3.1. Число погибших в войнах

В настоящее время на нашей планете полыхает несколько военных конфликтов, печальный список убитых и раненых продолжает пополняться новыми жертвами. Трудно представить возможные человеческие и материальные потери в случае возникновения новой мировой войны.

Военные ЧС возникают в результате военных действий между государствами при применении ими особо мощных современных средств поражения (ССП).

ССП - это находящееся на вооружении войск боевое средство, применение которого в военных действиях вызывает гибель людей, сельскохозяйственных животных и растений, нарушение здоровья населения, разрушение и повреждение объектов экономики, элементов окружающей природной среды. К ним относятся оружие массового поражения (ядерное, химическое, биологическое) и современные обычные средства поражения (объемные боеприпасы, зажигательное оружие и др.).

Ядерное оружие

**Ядерное оружие (ЯО)** - оружие массового поражения взрывного действия, основанное на использовании энергии, выделяющейся при цепных реакциях деления тяжелых ядер некоторых изотопов урана и плутония или при термоядерных реакциях синтеза легких ядер изотопов водорода (дейтерия и трития) в более тяжелые, например ядра изотопов гелия.

Это оружие включает различные ядерные боеприпасы (боевые части ракет и торпед, авиационные и глубинные бомбы, артиллерийские снаряды и мины, снаряженные ядерными зарядными устройствами), средства управления ими и доставки их к цели (носители).

Поражающее действие ядерного взрыва зависит от мощности боеприпаса, вида взрыва, типа ядерного зарядного устройства.

Поражающие факторы ядерного взрыва (рис. 3.10):

1. воздушная ударная волна;
2. световое излучение;
3. проникающая радиация;
4. радиоактивное заражение местности.

При ядерном взрыве за миллионные доли секунды в зоне протекания ядерных реакций температура повышается до нескольких миллионов градусов, а максимальное давление достигает миллиардов атмосфер. Высокие температура и давление вызывают мощную воздушную ударную волну.

**Воздушная ударная волна**. Область резкого сжатия воздуха, распространяющаяся во все стороны от центра взрыва со сверхзвуковой скоростью.

**Поражения, наносимые людям**:

* легкие - скоропроходящие нарушения функций организма (звон в ушах, головокружение, головная боль, возможные вывихи и ушибы);
* средние — вывихи конечностей, контузия головного мозга, повреждение органов слуха, кровотечение из носа и ушей;
* тяжелые — сильные контузии всего организма, потеря сознания, переломы конечностей, возможны повреждения внутренних органов;
* крайне тяжелые — переломы конечностей, внутренние кровотечения, сотрясение мозга, потеря сознания, возможны смертельные исходы.

**Разрушения хозяйственных объектов, три степени**:

* слабая - объект не выходит из строя, необходим незначительный ремонт;
* средняя - когда разрушены главным образом второстепенные части объекта, а основные элементы могут быть восстановлены путем проведения среднего и капитального ремонта;
* сильная — когда разрушены основные элементы объекта и объект не может быть восстановлен.

Для жилых и промышленных зданий обычно берется еще и четвертая степень — их полное разрушение.

Защита населения. Основной способ — укрытие, для чего используются все виды защитных сооружений: убежища, укрытия (окопы, открытые и перекрытые траншеи, погреба, подвалы и т.д.). Перекрытые траншеи уменьшают поражение людей в 2 раза, убежища с заглублением более 10 м полностью исключают поражение людей.

Световое излучение ядерного взрыва - электромагнитное излучение оптического диапазона в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра.

Источником светового излучения является светящаяся область ядерного взрыва, состоящая из нагретых до высокой температуры паров конструкционных материалов боеприпаса и воздуха, а при наземных взрывах — и испарившегося грунта. Температура светящейся области может достигать 8000-10000°С. Время свечения светящейся области зависит от мощности ядерного взрыва и составляет от 0,2 до 40 с.

**Поражающий фактор светового излучения**: световой импульс — это количество энергии светового излучения, падающей за время излучения на единицу площади неподвижной неэкранированной поверхности, расположенной перпендикулярно к направлению прямого излучения, без учета отраженного излучения. Световой импульс измеряется в джоулях на квадратный метр (кДж/м) или калориях на квадратный сантиметр (кал/см). 1 кал/см ~ 40 кДж/м.

При оценке воздействия светового излучения на людей и объекты экономики необходимо учитывать и отраженные лучи. За счет отражения от облаков или снежного покрова поражающее действие светового излучения может увеличиваться в 2 раза.

Световое излучение ядерного взрыва при непосредственном воздействии на людей вызывает ожоги открытых участков тела, ослепление или ожоги сетчатки глаз. Ожоги могут происходить непосредственно от излучения или пламени, возникшего от возгорания различных материалов под действием светового излучения.

Ожоги первой степени выражаются в болезненности, покраснении и припухлости кожи. Ожоги второй степени характеризуются образованием пузырей. Для ожогов третьей степени характерно омертвение кожи с частичным поражением росткового слоя. При ожогах четвертой степени происходит обугливание кожи и подкожной клетчатки.

Пораженные с ожогами первой и второй степени обычно выздоравливают, а с третьей и четвертой при значительной части поражения кожного покрова могут погибнуть.

**Поражения глаз световым излучением, три вида**:

1. временное ослепление — может длиться днем 2 — 5 мин, а ночью — до 30 мин;
2. ожоги глазного дна — возникают в том случае, когда человек фиксирует взгляд на точке взрыва. Это может происходить даже на таких расстояниях, на которых световое излучение не вызывает никаких ожогов. Поражение глазного дна возможно при световом импульсе 6 кДж/м;
3. ожоги роговицы и век — возникают на тех же расстояниях, что и ожоги кожи.

Степень воздействия светового излучения на элементы объекта зависят от свойств конструкционных материалов.

Защита от светового излучения более проста, чем от других поражающих факторов ядерного взрыва, поскольку любая непрозрачная преграда, любой объект, создающий тень, могут служить защитой от светового излучения.

**Проникающая радиация** — поток гамма-излучения и нейтронов, испускаемых в окружающую среду из зоны ядерного взрыва.

В зависимости от энергии гамма-излучений и нейтронов их поток может распространяться в воздухе во все стороны на расстояние 2,5-3 км. Время действия проникающей радиации 10-15 с.

**Поражающее действие проникающей радиации** на людей заключается в ионизации атомов и молекул биологической ткани гамма-излучением и нейтронами, в результате чего нарушается нормальный обмен веществ и изменяется характер жизнедеятельности клеток, отдельных органов и систем организма, что приводит к возникновению специфического заболевания — лучевой болезни.

В зависимости от поглощенной биологическими тканями организма дозы различают четыре степени лучевой болезни.

Поглощенная доза характеризуется количеством энергии, поглощенной тканями организма человека. Единицей ее измерения в системе СИ является грей (Гр), а внесистемной — рад. 1 Гр = 100 рад = 1 Дж/кг.

Лучевая болезнь первой степени — скрытый период продолжается 2 — 3 недели, после чего появляются недомогание, общая слабость, тошнота, головокружение, периодическое повышение температуры. В крови уменьшается содержание белых кровяных шариков (лейкоцитов). Лучевая болезнь первой степени излечима.

Лучевая болезнь второй степени — скрытый период длится около недели. Признаки заболевания выражены более ярко. При активном лечении излечение наступает через 1,5-2 мес.

Лучевая болезнь третьей степени — скрытый период составляет несколько часов. Болезнь протекает интенсивно и тяжело. В случае благоприятного исхода выздоровление может наступить через 6-8 мес.

Лучевая болезнь четвертой степени является наиболее опасной. Без лечения обычно оканчивается смертью в течение 2 недель.

Тяжесть поражения, в известной мере, зависит от состояния организма до облучения и его индивидуальных особенностей.

В элементах объектов экономики при действии нейтронов может образовываться наведенная активность, которая при последующей эксплуатации объекта будет оказывать поражающее действие на обслуживающий персонал. Под воздействием больших доз нейтронных потоков теряют работоспособность системы радиоэлектроники и автоматики.

**Радиоактивное заражение местности** приземного слоя атмосферы и воздушного пространства возникает в результате прохождения радиоактивного облака ядерного взрыва или газоаэрозольного облака радиационной аварии.

Источники радиоактивного заражения:

при ядерном взрыве:

1. продукты деления ядерных - взрывчатых веществ (Pu-239, U- 235, U-238);
2. радиоактивные изотопы (радионуклиды), образующиеся в грунте и других материалах под воздействием нейтронов — наведенная активность;
3. непрореагировавшая часть ядерного заряда;

при радиационной аварии:

1. отработанное ядерное топливо;
2. часть ядерного топлива.

При наземном ядерном взрыве светящаяся область касается поверхности земли и сотни тонн грунта мгновенно испаряются. Восходящие за огненным шаром воздушные потоки подхватывают и поднимают значительное количество пыли. В результате образуется мощное облако, состоящее из огромного количества радиоактивных и неактивных частиц, размеры которых колеблются от нескольких микрон до нескольких миллиметров.

На следе облака ядерного взрыва в зависимости от степени заражения и опасности поражения людей на картах (схемах) принято наносить четыре зоны (А, Б, В, Г). При радиационной аварии на карты наносятся пять зон (М, А, Б, В, Г) заражения. Каждая зона характеризуется мощностью дозы излучения — Рди и дозой излучения за период полного распада (ипр) радиоактивного вещества при ядерном взрыве - Дипр или дозой излучения за первый год облучения (ипго) при радиационных авариях — Дипго (зоны заражения на следе радиоактивного облака представлены на рис 3.14).

Зона М - "Радиационная опасность", наносится при радиационных авариях красным цветом и только в мирное время.

Зона А — "Умеренное заражение", наносится синим цветом.

Зона Б — "Сильное заражение", наносится зеленым цветом.

Зона В — "Опасное заражение", наносится коричневым цветом.

Зона Г — "Чрезвычайно опасное заражение", наносится черным цветом.

Поражения человеку на следе облака наносится ионизирующими излучениями: альфа-частицами (потоком ядер гелия), бета-частицами (потоком электронов), гамма-лучами (потоком фотонов, корпускул лучистой энергии), а также нейтронами. Опасность поражения людей на открытой местности на следе радиоактивного облака с течением времени уменьшается.

Радиоактивные загрязнения, как и проникающая радиация, могут вызвать у человека лучевую болезнь. Степень лучевой болезни зависит от величины полученной дозы излучения и времени, в течение которого человек подвергается облучению. Различают однократное, многократное и острое облучения. Однократным считается облучение, полученное в течение первых четырех суток. Облучение, полученное за время, превышающее четверо суток, является многократным. Острым называют облучение однократной дозой в 100 рад и более.

Возможные последствия облучения человека в зависимости от времени и полученной дозы приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Последствия облучения человека

Химическое оружие и его поражающие факторы

Химическим оружием называют такие средства боевого применения, поражающие свойства которых основаны на токсическом воздействии отравляющих веществ на организм человека (токсический - от греч. toxikon - яд).

Отравляющие вещества - токсичные химические соединения, обладающие определенными физическими и химическими свойствами, которые делают возможным их боевое применение в целях поражения живой силы, заражения местности и техники.

Отравляющие вещества (ОВ) составляют основу химического оружия. Находясь в активном состоянии, они поражают организм человека, проникая через органы дыхания, кожные покровы и раны от осколков химических боеприпасов. Кроме того, человек может получить поражение в результате употребления зараженных продуктов питания и воды, а также при воздействии ОВ на слизистые оболочки глаз и носоглотки.

**ОВ нервно-паралитического действия** (GA — табун, GB — зарин, GD — зоман, VX — Ви-Икс), поражают нервную систему через органы дыхания, при проникновении в парообразном и капельножидком состоянии через кожу, а также при попадании в желудочно-кишечный тракт вместе с пищей и водой. Стойкость их летом — более суток, зимой — несколько недель и даже месяцев.

**Признаки поражения**: слюнотечение, сужение зрачков (миоз), затруднение дыхания, тошнота, рвота, судороги, паралич.

**ОВ кожно-нарывного действия** (Н - технический иприт, HD -перегнанный иприт, НТ и HQ - ипритные рецептуры, HN -азотистый иприт), обладают многосторонним поражающим действием. В капельножидком и парообразном состояниях поражают кожу и глаза, при вдыхании паров — дыхательные пути и легкие, при попадании в организм с пищей и водой — органы пищеварения. Характерная особенность иприта — наличие периода скрытого действия (поражение выявляется не сразу, а через 2 ч и более).

**Признаки поражения**: покраснение кожи, образование на ней мелких пузырей, которые затем сливаются в крупные и через двое-трое суток лопаются, переходя в трудно заживающие язвы.

**ОВ общеядовитого действия** (АС — синильная кислота, СК — хлорциан), поражают человека только при вдыхании воздуха, зараженного их парами.

**Признаки поражения**: металлический привкус во рту, раздражение в горле, головокружение, слабость, тошнота, резкие судороги, паралич.

**ОВ удушающего действия** (CG - фосген), воздействуют на организм через органы дыхания.

**Признаки поражения**: сладковатый, неприятный привкус во рту, кашель, головокружение, общая слабость. После выхода из очага заражения эти явления проходят и пострадавший в течение 4-6 ч чувствует себя нормально. В этот период развивается отек легких, затем может резко ухудшиться дыхание, появятся кашель с обильным выделением мокроты, головная боль, повышенная температура, одышка, участится сердцебиение.

**ОВ психохимического действия** (BZ - Би-Зет), действуют на центральную нервную систему и вызывают психологические (галлюцинации, страх, подавленность) или физические (слепота, глухота) расстройства.

**ОВ раздражающего действия** (CN - хлорацетофенон, DM -адамсит, CS -Си-Эс, CR - Си-Ар), вызывают жжение и боль во рту, горле и в глазах, сильное слезотечение, кашель, затруднение дыхания.

Степень опасности поражения людей зависит:

а) через органы дыхания — от концентрации паров отравляющих веществ в воздухе и времени пребывания в зараженной зоне;

б) через кожу - от плотности заражения открытых участков тела и одежды.

Защита населения от ОВ. К средствам индивидуальной защиты относятся противогазы, защитные костюмы, перчатки и чулки, предохраняющие от поражения органы дыхания, слизистую оболочку глаз и кожные покровы. Наиболее надежными средствами индивидуальной защиты являются противогазы, особенно в случае применения противником аэрозолей. При отсутствии противогазов можно использовать простые защитные средства (ватно-марлевые повязки, респираторы, защитные маски из фильтрующих материалов и др.). Для предохранения поверхности тела и кожных покровов от поражения применяют защитные противохимические накидки и костюмы, а также водонепроницаемые защитные плащи, имеющиеся у населения, различные подручные средства, например, пальто и др.

К коллективным средствам защиты относятся специальные убежища, герметизированные и оборудованные фильтровентиляционными установками. Дома и другие помещения также могут служить защитой, если обеспечить их надежную герметизацию.

Биологическое (бактериологическое) оружие

Биологическое (бактериологическое) оружие — это специальные боеприпасы и боевые приборы со средствами доставки, снаряженные биологическими средствами. Предназначено для массового поражения людей, сельскохозяйственных животных, посевов сельскохозяйственных культур.

**Поражающее действие биологического (бактериологического) оружия** основано на использовании болезнетворных свойств патогенных микробов и токсичных продуктов их жизнедеятельности, способных вызывать у людей, животных, растений массовые тяжелые заболевания (поражения). К ним относятся:

1. отдельные представители патогенных (болезнетворных) микроорганизмов - возбудителей опасных инфекционных заболеваний у человека, сельскохозяйственных животных и растений;
2. продукты жизнедеятельности микробов из класса бактерий, обладающих в отношении организма человека и животных крайне высокой токсичностью и вызывающие при их попадании в организм тяжелые поражения (отравления);
3. для уничтожения посевов злаковых и технических культур
используются насекомые — вредители сельскохозяйственных культур.

Патогенные микроорганизмы — возбудители инфекционных болезней у человека и животных в зависимости от размеров, строения и биологических свойств подразделяются на следующие классы: бактерии, вирусы, грибки.

Бактерии — одноклеточные микроорганизмы растительной природы, весьма разнообразные по своей форме.

Вирусы — обширная группа микроорганизмов, способных жить и размножаться только в живых клетках за счет использования биосинтетического аппарата клетки хозяина, т.е. являются внутриклеточными паразитами.

Грибки — одноклеточные или многоклеточные организмы растительного происхождения.

Микробные токсины - продукты жизнедеятельности некоторых видов бактерий, обладающие в отношении человека и животных высокой токсичностью.

Защита населения от бактериологического оружия включает комплекс противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий, в частности: экстренную профилактику, обсервацию и карантин, санитарную обработку, дезинфекцию зараженных объектов. При необходимости уничтожают насекомых и грызунов (дезинсекция и дератизация).

# 4. Устойчивость промышленных объектов

##

## 4.1 Устойчивость функционирования объекта экономики в чрезвычайных ситуациях

При чрезвычайных ситуациях всевозможные предприятия, попавшие в их зону, зачастую полностью или частично теряют способность производить продукцию, выполнять другие свои функции. В этом случае говорят о потере данным производственным объектом устойчивости функционирования.

Любому инженеру-производственнику в ходе своей деятельности порой приходится иметь дело с возникающими на предприятии авариями, с техногенными воздействиями извне и с воздействиями на объект природной стихии. Поэтому для инженера актуальны знания, которые могут быть использованы для поддержания и повышения устойчивости функционирования производства в этих условиях.

Рассмотрим понятие объекта экономики, устойчивость функционирования которого изложена в данной главе.

**Объектом экономики** называется субъект хозяйственной деятельности, производящий экономический продукт (результат человеческого труда и хозяйственной деятельности) или выполняющий различного рода услуги. Экономический продукт может быть представлен в материально-вещественной или в информационной (интеллектуальной) форме.

Примерами объектов экономики являются различного рода промышленные, энергетические, транспортные, сельскохозяйственные объекты, научно-исследовательские, проектно-конструкторские, социальные учреждения.

Все объекты экономики — промышленные, транспортные, энергетические, агропромышленные проектируются таким образом, чтобы их надежность и безопасность были максимально высокими. Однако ввиду признания фактора «ненулевого риска» (т. е. невозможности исключить риск возникновения чрезвычайных ситуаций во всех случаях потенциальных угроз), аварии на объектах экономики все же происходят и приводят к тяжелым последствиям, наносящим ущерб объектам.

Тяжелыми последствиями для объектов экономики чреваты также внешние воздействия, оказываемые на них при возникновении чрезвычайных ситуаций за пределами объекта — при стихийных бедствиях, авариях на других объектах, ведении военных действий. Кроме прямого ущерба во всех названных случаях, урон объектам экономики наносят нарушения производства на них, т. е. потеря устойчивости его функционирования.

В общем случае **под устойчивостью функционирования промышленного объекта в чрезвычайных ситуациях понимается** способность объекта выпускать установленные виды продукции в заданных объемах и номенклатуре, предусмотренных соответствующими планами в условиях этих ситуаций, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения. Для объектов, не связанных с производством материальных предметов (транспорт, связь, электроэнергетика, наука, образование и т. п.), устойчивость функционирования определяется способностью объекта выполнять свои функции и восстанавливать их.

Поскольку объекты экономики наряду с персоналом, зданиями, сооружениями, топливно-энергетическими ресурсами включают в качестве базовой составляющей технологические (технические) системы, целесообразно определить и их устойчивость.

Под устойчивостью технологической (технической) системы понимается возможность сохранения ее работоспособности при чрезвычайной ситуации.

Устойчивость может выражаться количественно. Для этого используется специальный показатель — коэффициент устойчивости:

Ку = ;

где Wсохр — прогнозируемые сохраняющиеся производственные мощности после воздействия поражающих факторов чрезвычайной ситуации без учета либо с учетом потерь в результате утраты внешних связей (поставок необходимых ресурсов); W0 — производственные мощности до воздействия поражающих факторов чрезвычайной ситуации.

При этом под производственной мощностью понимается объем выпускаемой продукции в течение года.

Для объектов экономики непроизводственного назначения при определении коэффициента устойчивости вместо производственной мощности могут использоваться другие показатели, характеризующие возможности объекта по выполнению своего назначения.

Современные объекты экономики часто представляют собой сложные инженерно-экономические или иные комплексы, и их устойчивость напрямую зависит от устойчивости составляющих элементов. К таким элементам могут, например, относиться производственный персонал, здания и сооружения производственных цехов, элементы системы обеспечения (сырье, топливо, комплектующие изделия, электроэнергия, газ, тепло и т. п.), элементы системы управления производством; защитные сооружения для укрытия рабочих и служащих.

Потеря устойчивости функционирования объектом экономики в чрезвычайной ситуации происходит из-за воздействия на него различных дестабилизирующих факторов. Прежде всего, это поражающие факторы аварии на данном объекте, стихийного бедствия и аварий на других предприятиях. Однако целый ряд дестабилизирующих факторов связан не только с прямым поражающим воздействием.

Устойчивость функционирования объекта экономики в значительной степени зависит от безопасности производственных процессов на нем, степени опасности перерабатываемых, транспортируемых, хранящихся сырья и материалов, его аварийности, т. е. от состояния безопасности объекта (для промышленного объекта — от состояния промышленной безопасности).

Хотя недостатки в системах безопасности российских объектов экономики отмечались всегда, положение дел особенно ухудшилось в период государственного и экономического переустройства страны.

Процесс структурной перестройки в отраслях промышленности на фоне разгосударствления и приватизации предприятий проходил без должного учета необходимости обеспечения технической безопасности и противоаварийной устойчивости промышленных производств. Многие предприниматели и руководители предприятий рассматривали и рассматривают расходы на безопасность и противоаварийную устойчивость в качестве своего рода резерва для снижения затрат и обеспечения сиюминутной прибыли.

Анализ состояния безопасности промышленных объектов показывает, что ее низкий уровень связан, прежде всего, с неудовлетворительным состоянием основных фондов, медленными темпами реконструкции производств, отставанием сроков ремонтов и замены устаревшего оборудования, неисправностями или отсутствием надежных систем предупреждения и локализации аварий, приборов контроля и средств защиты.

На работоспособность промышленного объекта могут оказывать негативное влияние условия района его расположения, которые определяют уровень и вероятность воздействия опасных факторов природного происхождения: сейсмического воздействия, селей, оползней, тайфунов, цунами, ливневых дождей и т. п. Важны также метеорологические и другие природные условия.

На устойчивость функционирования объекта также влияют характер застройки территории (структура, тип и плотность застройки), окружающие объект смежные и другие производства, транспортные коммуникации.

Устойчивость функционирования, кроме этого, зависит от некоторых особенностей производства, связанных с состоянием персонала, в том числе от уровня квалификации, подготовки персонала и специалистов по безопасности, технологической и производственной дисциплины, влияния руководителей и инженерно-технических работников на исполнителей работ.

Уровень устойчивости обусловливают также темпы и результаты научно-исследовательских и конструкторских разработок и состояние их внедрения, что, в конечном счете, сказывается на совершенствовании и обновлении техники и технологий производства.

При конкретной чрезвычайной ситуации степень и характер поражения объектов экономики, ведущих к потере устойчивости функционирования, зависят от параметров поражающих факторов источника чрезвычайной ситуации (стихийное бедствие, авария техногенного характера, применение противником современных средств поражения), расстояния от объекта до эпицентра формирования поражающих факторов, технических характеристик зданий, сооружений и оборудования, планировки объекта, метеорологических и многих других условий, а также от умения персонала противостоять бедствию.

Повышение устойчивости функционирования объектов экономики достигается главным образом за счет проведения opганизационно-технических мероприятий, которым всегда предшествует оценка (исследование) устойчивости функционирования конкретного объекта экономики.

Первоначальное осуществление оценок (исследований) по обеспечению устойчивости функционирования объекта производится при его проектировании соответствующими службами на стадии технических, экономических, экологических и иных видов экспертиз. Оценка устойчивости функционирования объекта проводятся также и при реконструкции объекта, его расширении и модернизации. Таким образом, исследование устойчивости — это не одноразовое действие, а длительный, динамичный процесс, требующий постоянного внимания со стороны руководства и технического персонала объекта экономики. На основе проведенных оценок разрабатывают мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после чрезвычайной ситуации.

Для исследования (оценки) потенциальной устойчивости функционирования объекта экономики необходимо:

* проанализировать принципиальную схему функционирования объекта экономики с обозначением элементов, влияющих на устойчивость его функционирования;
* оценить физическую устойчивость зданий и сооружений, надежность систем управления, технологического оборудования, технических систем электроснабжения, топливного обеспечения и т. п.;
* спрогнозировать возможные чрезвычайные ситуации на самом объекте или в зоне его размещения;
* оценить вероятные параметры поражающих факторов возможных чрезвычайных ситуаций (например, интенсивность землетрясения, избыточное давление во фронте воздушной ударной волны, плотность теплового потока, высота гидроволны прорыва и ее максимальная скорость, площадь и длительность затопления, доза радиоактивного облучения, предельно допустимая концентрация опасных химических веществ и т. п.);
* оценить параметры возможных вторичных поражающих факторов, возникающих как следствие воздействия первичных поражающих факторов на вторичные источники опасности;
* спрогнозировать зоны воздействия поражающих факторов;
* определить значение критического параметра (максимальная величина параметра поражающего фактора, при которой функционирование объекта не нарушается);
* определить значение критического радиуса (минимальное расстояние от центра формирования источника поражающих факторов, на котором функционирование объекта не нарушается);
* спрогнозировать величину сохраняющихся после той или иной чрезвычайной ситуации производственных мощностей или величину другого показателя, характеризующего сохраняющиеся возможности объекта по выполнению своего назначения.

При этом должны быть учтены характеристики самого объекта, в том числе количество зданий и сооружений, плотность застройки, численность наибольшей работающей смены, особенности конструкций зданий и сооружений, характеристики оборудования, коммунально-энергетических сетей, местности, обеспеченность защитными сооружениями и многое другое.

Устойчивость функционирования объекта экономики в чрезвычайных ситуациях может оцениваться целиком и по частям, в общем случае оценивается функционирование всего объекта в целом в соответствии с его целевым предназначением. В частных постановках может оцениваться устойчивость конструктивных элементов, участков, цехов или даже отдельных функций объекта относительно отдельных или всех в совокупности поражающих факторов чрезвычайных ситуаций.

Таким образом, даже общий перечень необходимых действий по оценке (исследованию) потенциальной устойчивости функционирования объекта экономики при чрезвычайных ситуациях показывает большую сложность этой задачи.

При чрезвычайных ситуациях объем и характер потерь и разрушений на объектах экономики будет зависеть не только от воздействия поражающих факторов и ранее названных условий, но и от своевременности и полноты заблаговременно осуществленных мер по подготовке объекта экономики к функционированию в условиях чрезвычайных ситуаций. Эти меры направлены на повышение устойчивости функционирования этих объектов.

Повышение устойчивости функционирования объектов экономики достигается путем заблаговременного проведения мероприятий, направленных на максимальное снижение возможных потерь и разрушений от поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций, создания условий для ликвидации чрезвычайных ситуаций и осуществления в сжатые сроки работ по восстановлению объекта экономики. Такие мероприятия проводятся заблаговременно в период повседневной деятельности, а также в условиях чрезвычайной ситуации.

Основными направлениями повышения устойчивости объектов экономики являются:

* повышение надежности инженерно-технического комплекса и подготовка объектов экономики к работе в условиях чрезвычайной ситуации;
* рациональное размещение объектов экономики;
* обеспечение надежной защиты персонала;

— повышение безопасности технологических процессов и эксплуатации технологического (технического) оборудования;

— подготовка к восстановлению нарушенного производства.

Работа по повышению устойчивости конкретных объектов экономики направлена на предотвращение аварий на данных объектах, исключение (снижение интенсивности) поражающих воздействий, поступающих извне — от аварий на других объектах и стихийных бедствий, а также на защиту от этих воздействий. Для этого используются общие научные, инженерно-конструкторские, технологические основы, служащие методической базой для предотвращения аварий.

Важной составной частью деятельности по поддержанию устойчивого функционирования объектов экономики (в части опасных производственных объектов) являются меры по обеспечению промышленной безопасности. **Промышленная безопасность опасных производственных объектов** — состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий.

В качестве общих мер, снижающих риск возможных аварий, могут быть названы:

* совершенствование технологических процессов, повышение надежности технологического оборудования и эксплуатационной надежности;
* своевременное обновление основных фондов, применение качественной конструкторской и технологической документации, высококачественного сырья, материалов, комплектующих изделий;
* использование высококвалифицированного персонала;
* создание и использование эффективных систем технологического контроля и технической диагностики, безаварийной остановки производства, локализации подавления аварийных ситуаций и многое другое.

Работу по предотвращению аварий ведут соответствующие технологические службы предприятий, их подразделения по технике безопасности.

Обеспечение безопасности объектов экономики, сохранение устойчивого их функционирования в условиях чрезвычайных ситуаций должно строиться на единой нормативной правовой основе.

Наиболее важными международными правовыми актами в области промышленной безопасности, принятыми в последние годы, стали Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий и Конвенция о предотвращении крупных промышленных аварий.

В российском законодательстве указанные вопросы регулируются в правовых актах, относящихся к промышленной безопасности, экологическому, санитарному, строительному законодательствам, законодательству по охране труда, административному и другим отраслям права. Взаимоувязанная система условий, запретов, ограничений и других обязательных требований, соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность и безопасность особо важных объектов экономики, сформулирована в ряде федеральных законов.

В Федеральном законе «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» определены отношения в процессе деятельности органов государственной власти Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, а также предприятий, учреждений и организаций, независимо от их организационно-правовой формы, и населения в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

В Федеральном законе «О пожарной безопасности» установлены правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности, а также отношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления и предприятиями.

Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» определяет правовые основы обеспечения безопасности дорожного движения с целью охраны жизни, здоровья и имущества граждан путем предупреждения дорожно-транспортных происшествий и снижения тяжести их последствий.

В Федеральном законе «О радиационной безопасности населения» предусмотрено правовое регулирование в области обеспечения радиационной безопасности, регламентированы принципы и мероприятия по обеспечению этой безопасности, установлены гигиенические нормативы (допустимые дозы облучения) на территории Российской Федерации и ответственность за невыполнение или за нарушение требований к обеспечению радиационной безопасности.

В Федеральном законе «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» определены правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов. Нормы этого закона направлены на предупреждение аварий и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные объекты, к локализации и ликвидации последствий указанных аварий.

Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» регулирует отношения, возникающие при осуществлении деятельности по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений, от начала проектирования гидротехнических сооружений до их снятия с эксплуатации (ликвидации).

## 4.2 Подготовка объекта экономики к устойчивому функционированию в условиях чрезвычайных ситуаций

Сцелью обеспечения устойчивого функционирования объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций проводится подготовка объектов к такому функционированию.

**Подготовка объекта экономики к устойчивому функционированию в условиях чрезвычайных ситуаций** заключается в проведении комплекса мероприятий организационно-технического, технологического, производственного, экономического, научного, учебного и иного характера, направленных на предотвращение чрезвычайных ситуаций, снижение ущерба от них, максимально возможное сохранение уровня выполнения производственных или целевых функций объекта.

В ходе этой подготовки:

* осуществляются организационно-экономические меры, содействующие повышению устойчивости функционирования объектов экономики;
* готовятся варианты возможного изменения и совершенствования кооперационных и производственных связей объектов и отраслей, в том числе систем жизнеобеспечения, способствующих устойчивому их функционированию в условиях чрезвычайных ситуаций, проводятся другие организационно-экономические мероприятия по повышению устойчивости;
* ведется разработка и внедрение безопасных технологий ускоренной безаварийной остановки цехов, технологических линий и оборудования производств с непрерывным технологическим циклом, перевода их на безопасный режим функционирования в условиях чрезвычайных ситуаций;
* разрабатываются и реализуются специальные инженерно-технические решения, обеспечивающие повышение физической и технологической стойкости производственных фондов, осуществляются организационные и инженерно-технические мероприятия по защите этих фондов и персонала от поражающих воздействий;
* создаются и постоянно эксплуатируются локальные системы оповещения потенциально опасных объектов;
* организуется взаимодействие между объектами по осуществлению возможного (при необходимости) маневра ресурсами между ними;
* создается страховой фонд конструкторской, технологической, эксплуатационной документации;
* накапливаются и поддерживаются в готовности к использованию резервные источники питания;
* создаются запасы энергоносителей, сырья, строительных материалов, других материальных средств, необходимых для поддержания функционирования объектов в условиях прерванного материально-технического снабжения, принимаются другие меры совершенствования материально-технического обеспечения;
* производится подготовка к возможной эвакуации особо ценного оборудования и персонала;
* осуществляется подготовка к ведению инженерной, радиационной, химической, противопожарной, медицинской защиты персонала и объекта;
* ведется подготовка к проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ, мероприятий жизнеобеспечения населения в условиях чрезвычайных ситуаций;
* осуществляется подготовка к возможному восстановлению нарушенного функционирования объектов экономики и систем жизнеобеспечения.

В деле повышения устойчивости функционирования объектов экономики важную роль играют общегосударственные, ведомственные, территориальные, корпоративные меры организационно-экономического характера.

Организационные меры предусматривают планирование действий (мероприятий) по повышению устойчивости функционирования, управление этими действиями, контроль за их результатами.

Целью организационных усилий по поддержанию устойчивого функционирования в основном является предотвращение чрезвычайных ситуаций, снижение потерь и ущерба от них, создание возможностей для продолжения функционирования объекта, обеспечения его безопасности.

Организация конкретных действий по поддержанию и повышению устойчивости специфична для каждого объекта экономики и разнообразна по своему содержанию. Однако в масштабе государства существуют общие меры организационного, правового, экономического характера, которые универсальны для всех объектов экономики. К ним могут быть отнесены следующие:

* декларирование промышленной безопасности;
* лицензирование видов деятельности в области промышленной безопасности;
* государственная экспертиза проектной документации;
* государственный надзор и контроль в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
* государственный надзор в области промышленной безопасности;
* страхование природных и техногенных рисков и некоторые другие.

В интересах обеспечения устойчивого функционирования объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций могут быть приняты и другие меры организационно-экономического характера. К их числу могут быть отнесены:

* повышение экономической ответственности за обеспечение должного уровня устойчивости функционирования, в том числе путем применения различного рода санкций, прежде всего экономических;
* стимулирование работ по повышению уровня безопасности за счет льготного налогообложения, льготного кредитования, частичного бюджетного финансирования мер по повышению устойчивости функционирования производств особо важных для государства;
* резервирование финансовых и материальных ресурсов на случай чрезвычайных ситуаций и для восстановления нарушенного производства.

Умело примененная совокупность организационно-экономических мер по повышению устойчивости функционирования объекта экономики, причем мер, соответствующих конкретному виду производства или конкретному виду иной деятельности, может существенно повлиять на поддержание высокого уровня работоспособности объекта в условиях чрезвычайных ситуаций.

Меры по повышению физической устойчивости зданий, сооружений, оборудования предусматривают обычно сейсмостойкое строительство, физическую защиту особо важных объектов, уникального оборудования, ценностей и т. д.

В частности, такими мерами являются:

* проектирование и строительство сооружений с жестким каркасом (металлическим или железобетонным), что способствует снижению степени разрушения несущих конструкций при землетрясениях, ураганах, взрывах и других бедствиях;
* применение при строительстве каркасных зданий облегченных конструкций стенового заполнения и увеличение световых проемов путем использования стекла, легких панелей из пластиков и других легко разрушающихся материалов. Эти материалы и панели при разрушении уменьшают воздействие ударной волны на сооружение, а их обломки наносят меньший ущерб оборудованию. Эффективным является крепление к колоннам сооружений на шарнирах легких панелей, которые под воздействием динамических нагрузок поворачиваются, значительно снижая воздействие ударной волны на несущие конструкции сооружений;
* применение легких, огнестойких кровельных материалов, облегченных междуэтажных перекрытий и лестничных маршей при реконструкции существующих промышленных сооружений и новом строительстве. Обрушение этих конструкций и материалов приносит меньший вред оборудованию по сравнению с тяжелыми железобетонными перекрытиями, кровельными и другими конструкциями;
* дополнительное крепление воздушных линий связи и электропередачи, наружных трубопроводов на высоких эстакадах в целях защиты от повреждений при ураганах, взрывах и наводнениях, а также при скоростном напоре воздушной ударной волны и гидроволны прорыва;
* установка в наиболее ответственных сооружениях дополнительных опор для уменьшения пролетов, усиление наиболее слабых узлов и отдельных элементов несущих конструкций, применение бетонных или металлических поясов, повышающих жесткость конструкций;
* повышение устойчивости оборудования путем усиления его наиболее слабых элементов, прочное закрепление на фундаментах станков, установок и другого оборудования, имеющего большую высоту и малую площадь опоры. Устройство растяжек и дополнительных опор повышает их устойчивость на опрокидывание;
* рациональная компоновка технологического оборудования при разработке планировочного проекта предприятия для исключения его повреждения обломками разрушающихся конструкций. Некоторые виды технологического оборудования размещают вне здания — на открытой площадке территории объекта под навесами, что исключает разрушение его обломками ограждающих конструкций. Особо ценное и уникальное оборудование целесообразно размещать в зданиях с повышенными прочностными характеристиками (наличие жесткого каркаса, пониженная высотность и т.п.), в заглубленных, подземных или специально построенных помещениях повышенной прочности или, наоборот, в зданиях, имеющих облегченные и трудновозгораемые конструкции, обрушение которых не приведет к разрушению этого оборудования. Тяжелое оборудование размещают, как правило, на нижних этажах производственных зданий;
* углубление или надежное укрепление емкостей для хранения химических веществ и производства технологических операций, а также устройство автоматических отключателей на системах подачи АХОВ;
* осуществление сейсмостойкого строительства в сейсмоопасных районах, а также сейсмоукрепление на этих территориях зданий и сооружений, построенных без учета сейсмичности.

Значительное место в подготовке к устойчивому функционированию занимает повышение технологической стойкости объектов экономики, поскольку именно технологические процессы составляют суть производства и выполнения других целевых функций объектов экономики.

В этих мерах, как правило, предусматривается:

* обновление основных производственных фондов;
* повышение технологической и эксплуатационной надежности производственных процессов;
* дублирование и резервирование технологического (технического) оборудования;
* внедрение технологических процессов без участия человека, в том числе использование робототехники;
* освоение безаварийных остановов производства с непрерывным циклом;
* внедрение эффективных систем технологического контроля и технической диагностики;
* создание систем локализации и подавления аварийных ситуаций;
* осуществление превентивных мер по предотвращению возникновения вторичных факторов поражения и т. д.

Важную роль среди основных мер по повышению технологической стойкости играют предупредительные меры, связанные с предотвращением возникновения при чрезвычайных ситуациях вторичных факторов поражения различного характера или ослаблением их действия. В числе мер, осуществляемых с этой целью, целесообразно назвать:

* возможное ограничение в использовании или отказ от применения в производстве АХОВ, взрывчатых и легковоспламеняющихся веществ, использование их заменителей, обеспечение готовности к нейтрализации опасных веществ, создание запасов нейтрализующих веществ;
* максимально возможное сокращение запасов АХОВ, легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ на промежуточных складах и в технологических емкостях предприятий;
* размещение складов ядохимикатов, легковоспламеняющихся и других опасных веществ с учетом направления господствующих ветров;
* защита емкостей для хранения АХОВ от разрушения взрывами и другими воздействиями путем расположения их в защищенных, в том числе обвалованных, хранилищах, заглубленных помещениях и т.д.;
* принятие мер, исключающих разлив АХОВ по территории предприятия (строительство подземных хранилищ; устройство самозакрывающихся и обратных клапанов, поддонов, ловушек и амбаров с направленным стоком; сооружение земляных валов вокруг хранилищ; заглубление в грунт технологических коммуникаций; обеспечение надежной герметизации стыков и соединений в транспортирующих трубопроводах; оборудование с плотно закрывающимися крышками всех аппаратов и емкостей с АХОВ и легковоспламеняющимися веществами; устройство специальных отводов от хранилищ на низкие участки местности);
* сведение к минимуму возможности возникновения пожаров путем применения огнестойких конструкций, устройства противопожарных разрывов, сооружения специальных противопожарных резервуаров с водой и искусственных водоемов, обеспечения готовности к установке водяных завес, обеспечения маневра пожарных сил и средств во время тушения пожаров и т.д.;
* оборудование хранилищ взрывоопасных веществ специальными строительными конструкциями, ослабляющими разрушительный эффект взрыва (вышибные панели, самооткрывающиеся окна, фрамуги, клапаны-отсекатели);
* заглубление линий электроснабжения и установка автоматических отключающих устройств с целью исключения воспламенения материалов при коротких замыканиях.

Важное место в подготовке и устойчивому функционированию объектов экономики занимает подготовка защитных сооружений для персонала, зданий, сооружений, оборудования, территорий объектов, предназначенных для защиты от поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций и вторичных факторов поражения. Вопросы защиты персонала будут рассмотрены в последующем, здесь кратко остановимся на защитных сооружениях различных материальных объектов и некоторых других инженерно-технических мерах.

Устойчивость функционирования объектов при чрезвычайных ситуациях может быть существенно повышена, если они и прилагающая местность будут оборудованы в инженерном отношении, в том числе иметь соответствующие защитные сооружения. Как правило, при инженерном оборудовании местности и возведении этих сооружений ориентируются на те или иные возможные в районе данного объекта экономики стихийные бедствия и аварии. К данным мерам инженерной защиты объектов могут быть отнесены мероприятия по защите от землетрясений, противооползневые и противообвальные инженерные мероприятия, меры по защите от селей, противолавинные, противокарстовые мероприятия, меры по защите от наводнений, пожаров, взрывов и т. д.

Состав конкретных мер по инженерной защите территорий изложен в главе, посвященной защите населения.

В ходе подготовки к устойчивому функционированию объектов экономики в чрезвычайных ситуациях осуществляется совершенствование материально-технического обеспечения производства, которое заключается:

* в развитии внутренних и внешних кооперационных экономических и технологических связей объекта, обеспечивающих постоянное взаимодействие со смежниками и поставки всех видов ресурсов;
* в дублировании и резервировании энергетического, топливного, сырьевого и водоснабжения;
* в создании резервов оборудования и запасных частей, сырьевых, топливных и других материальных ресурсов в экономически оправданных объемах;
* в создании страховых резервов технической документации — конструкторской, технологической, эксплуатационной;
* в создании финансовых резервов, в том числе на случай чрезвычайных ситуаций.

Подготовка объектов экономики к устойчивому функционированию в условиях чрезвычайных ситуаций проводится руководителями организаций, во владении или подчинении которых находятся данные объекты, под контролем соответствующих органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления.

## 4.3 Рациональное размещение объектов экономики с позиций их безопасности

Эффективной мерой, содействующей устойчивому функционированию объектов экономики, является их рациональное размещение.

**Рациональное размещение производительных сил и поселений** по **территории страны** с точки зрения природной и техногенной безопасности, в том числе устойчивости функционирования объектов экономики, представляет собой меры по распределению и перераспределению на территории страны мест размещения объектов экономики, хозяйственной инфраструктуры и населенных пунктов по критериям безопасности этих объектов и населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Важной частью этой работы является рациональное размещение потенциально опасных объектов и мест утилизации отходов.

Рациональное размещение объектов экономики на территории страны намечается в процессе разработки прогнозов социально-экономического развития, а также схем развития регионов.

Обеспечение рационального размещения объектов экономики по территории страны с точки зрения природной и техногенной безопасности достигается путем комплексного учета социально-экономических факторов, специальных требований, норм и правил по вопросам предотвращения чрезвычайных ситуаций (снижение риска их возникновения) и уменьшения в определенных пределах возможных потерь и ущерба от них (смягчение их последствий).

В этих целях целесообразно предусматривать:

* максимально возможное рассредоточение производительных сил на территории страны с учетом рационального кустования производства важнейшей промышленной продукции в отдельных экономических районах;
* дальнейшее наращивание экономического потенциала районов страны, имеющих собственные энергетические и природные ресурсы, но низкий уровень концентрации объектов экономики;
* ограничение строительства новых и модернизация существующих объектов экономики в районах, имеющих наиболее острый дефицит собственных энергетических и природных ресурсов;
* совершенствование и повышение надежности межрегиональных и межотраслевых хозяйственных связей;
* комплексное развитие экономики субъектов Российской Федерации, обеспечивающее максимальное использование местных ресурсов и производственных мощностей;
* ограничение развития отраслей и производств, экстенсивно использующих ресурсный потенциал территории или базирующихся на использовании дефицитных для региона ресурсов, а также производств, базирующихся преимущественно на внешних ресурсных поставках;
* расширение производства продукции (услуг) массового внутрирегионального потребления на базе ресурсного и производственного потенциала территории;
* приближение перерабатывающих (обрабатывающих) производств к источникам сырья;
* полнота и комплексность использования природных ресурсов территории, повышение глубины их переработки и снижение сырьевой составляющей в региональном вывозе;
* развитие экономически перспективных малых и средних городов, поселков городского типа и крупных сельских населенных пунктов с размещением в них небольших предприятий (организаций), а также филиалов и специализированных цехов крупных предприятий, действующих в больших городах;
* постепенный вывод из городов предприятий, баз и складов, перерабатывающих или хранящих значительные количества АХОВ, взрывоопасных, легковоспламеняющихся и других опасных веществ, а также сортировочных железнодорожных станций и узлов;
* размещение новых производств вне зон природной и техногенной опасности, вывод старых производств и поселений из этих мест.

Для успешной работы по рациональному размещению необходимо иметь достоверное зонирование всей территории страны по критериям природного и техногенного рисков. Существуют выработанные и проверенные жизнью общие правила безопасного размещения объектов экономики, учет которых позволит значительно снизить риск возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах экономики.

Рассмотрим некоторые из них.

Объекты экономики следует размещать таким образом, чтобы они не попадали в зоны природной и техногенной опасности, т. е. зоны, в которых возможные природные и техногенные воздействия превышают внешние допустимые нормативные воздействия на объект. Объекты экономики должны быть отнесены от жилых зон и друг от друга на расстояния, обеспечивающие безопасность населения и соседних объектов.

Взрыво- и пожароопасные объекты и их элементы должны размещаться с учетом защитных свойств и других особенностей местности.

Между потенциально опасными элементами радиационно опасных объектов необходимо устанавливать оптимальные расстояния, а также обеспечивать изоляцию реакторных блоков атомных станций друг от друга.

Химически опасные объекты должны строиться на безопасном расстоянии от рек, водоемов, морского побережья, подземных водоносных слоев и размещаться с подветренной стороны населенных пунктов и жилых зон.

Склады АХОВ необходимо размещать с подветренной стороны по отношению к основным цехам объектов, в которых работает наибольшее количество производственного персонала. Базисные склады этих, а также взрывоопасных и легковоспламеняющихся веществ необходимо строить за пределами территорий объекта в загородной зоне.

Биологически опасные объекты и их элементы необходимо размещать с учетом розы ветров в данной местности.

Вокруг радиационно, химически и биологически опасных объектов необходимо создавать санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения. Санитарно-защитные зоны предусматриваются, если после проведения всех технологических мер по очистке и обезвреживанию вредных выбросов на заселенной территории уровни концентрации вредных веществ не опускаются ниже предельно допустимых. В санитарно-защитных зонах не допускается размещение жилых домов, детских дошкольных учреждений, учебных заведений и т. п.

Гидротехнические сооружения должны возводиться таким образом, чтобы в зону возможного катастрофического затопления попадало минимальное число объектов социального и хозяйственного назначения. Размещение населенных пунктов и объектов важного народнохозяйственного значения в районах возможного катастрофического затопления не должно допускаться.

Создание новых и преобразование существующих систем расселения должно проводиться с учетом природно-климатических условий, существующей техногенной опасности, а также особенностей сложившейся сети населенных мест. Не должно допускаться размещение зданий и сооружений на земельных участках, загрязненных органическими и радиоактивными отходами, в опасных зонах отвалов породы шахт и обогатительных фабрик, оползней, селевых потоков и снежных лавин, в зонах возможного катастрофического затопления, в сейсмоопасных районах и зонах, непосредственно прилегающих к активным разломам. В проектах планировки необходимо предусматривать ограниченное развитие в крупных городах потенциально опасных объектов экономики, их постепенный вывод из городов, перепрофилирование или модернизацию, обеспечивающие снижение до приемлемого уровня создаваемого функционированием этих объектов риска поражения населения, среды его обитания и объектов экономики.

В районах, подверженных действию землетрясений, цунами, селей, наводнений, оползней, обвалов, следует предусматривать местное зонирование территорий поселений с учетом уменьшения степени риска. В зонах с наибольшей степенью риска следует размещать парки, сады, открытые спортивные площадки и другие свободные от застройки площади и элементы инфраструктуры.

В сейсмических районах необходимо предусматривать расчлененную планировочную структуру городов и рассредоточенное размещение объектов с большой концентрацией населения, а также пожаро- и взрывоопасных объектов. Для городов, расположенных в районах с сейсмичностью 7—9 баллов, как правило, следует применять одно-двухсекционные жилые здания высотой не более 4 этажей, а также малоэтажную застройку с приусадебными и приквартирными участками. Расчетную плотность населения в сейсмически опасных районах принимают в соответствии с региональными нормами, но, как правило, не более 300 чел./га. В этих районах должен быть обеспечен свободный доступ в парки, сады и другие озелененные территории общего пользования, поэтому не допускается устройство оград со стороны жилых районов.

При формировании систем населенных мест необходимо обеспечить снижение пожарной опасности застроек и улучшение санитарно-гигиенических условий проживания населения. Пожаро- и взрывоопасные объекты необходимо выносить за пределы населенных пунктов. При размещении и формировании населенных пунктов и систем населенных мест надо также учитывать размещение уже существующих подобных объектов.

При проектировании, строительстве и реконструкции городских и сельских поселений следует предусматривать единую систему транспорта, представляющую удобные, быстрые и безопасные транспортные связи. Аэродромы следует располагать на расстоянии от населенных территорий, обеспечивающем безопасность полетов и допустимые уровни авиационного шума и электромагнитного излучения. Сооружения морских и речных портов следует размещать за пределами населенных территорий на расстоянии от жилой застройки не менее 100 м. Железные дороги отделяются от жилой застройки санитарно-защитной зоной с учетом пожаро- и взрывоопасное™ перевозимых грузов, а также допустимых уровней шума и вибрации.

Населенные территории необходимо размещать с наветренной стороны (для ветров преобладающего направления) по отношению к производственным предприятиям, являющимися источниками загрязнения атмосферного воздуха, а также представляющим повышенную пожарную опасность. Животноводческие предприятия, склады по хранению ядохимикатов, биопрепаратов, удобрений, пожаро- и взрывоопасные склады и производства, очистные сооружения располагаются с подветренной стороны по отношению к населенной территории.

Территории городских и сельских поселений, курортные зоны и места массового отдыха размещаются выше по течению водотоков и водоемов относительно выпусков производственных и хозяйственно-бытовых вод.

При проектировании поселений необходимо предусматривать организацию по берегам водохранилищ водоохранных зон. В этих зонах запрещается размещение полигонов для твердых бытовых и промышленных отходов, складов нефтепродуктов, ядохимикатов и минеральных удобрений, а также жилых зданий и баз отдыха.

За пределами территорий городов и их зеленых зон в обособленных складских районах пригородной зоны с соблюдением санитарных, противопожарных норм осуществляется рассредоточенное размещение складов государственных резервов, складов и перевалочных баз нефти и нефтепродуктов, складов взрывчатых материалов и базисных складов АХОВ.

При разработке проектов планировки населенных пунктов необходимо предусматривать безопасное размещение полигонов для утилизации, обезвреживания и захоронения твердых бытовых и токсичных промышленных отходов.

## 4.4 Защита персонала объектов экономики

Объект экономики, если он не является полностью автоматизированным, функционирует в первую очередь за счет работы его персонала. Персонал управляет функционированием и исполняет непосредственные технологические или иные операции. Поэтому персонал экономики является важнейшим элементом обеспечения устойчивого функционирования этих объектов в условиях чрезвычайных ситуаций.

По этой причине для достижения устойчивости необходимо, чтобы персонал был надежно защищен от поражения и был способен даже в условиях чрезвычайных ситуаций в определенных пределах, ограниченных этими условиями, выполнять свои производственные или иные функции.

Для защиты персонала при чрезвычайных ситуациях, как и для всего населения страны, применяют методы инженерной, радиационной, химической, противопожарной, медицинской защиты, а также, при необходимости, эвакуацию. Поскольку эти методы для персонала и остального населения в основном одинаковы, вопросы защиты с их помощью персонала будут рассмотрены в соответствующей главе настоящего пособия.

Однако защита персонала на производстве имеет некоторые особенности, связанные с его обязанностями предотвращать аварии, соблюдать меры и правила производственной безопасности, определенным образом вести себя в условиях чрезвычайной ситуации.

Нормы и правила безопасности многочисленны и зависят, прежде всего, от характера производственной деятельности. Естественно, что в данном разделе всего многообразия мер, способов и средств обеспечения производственной безопасности для разных отраслей отразить нельзя. Ограничимся рассмотрением лишь некоторых из них.

К числу мероприятий, способствующих защите персонала от аварий на объектах экономики, прежде всего на потенциально опасных объектах относятся:

* повышение надежности и стойкости технических устройств, влияющих на безопасность, внедрение с целью повышения надежности структурной и функциональной избыточности оборудования и производственных процессов;
* снижение уровней нагрузок, действующих на критические элементы объекта в аварийных ситуациях;
* применение специальных систем защиты в составе объекта, препятствующих перерастанию аварийной ситуации в аварию;
* создание физических барьеров на пути выхода опасных факторов за пределы объекта в случае аварии и многое другое.

Воздействие вредных факторов на здоровье человека в период его производственной деятельности определяется совокупностью и уровнями вредных факторов и длительностью нахождения на производстве.

Общий перечень вредных факторов производственной сферы установлен в руководстве Р2.2.755-99. Это руководство определяет связь между совокупностью вредных производственных факторов и классами условий труда, а также приводит пороговые значения вредных воздействий на человека.

На предприятиях существуют такие виды работ или условия труда, при которых работник может получить травму или иное воздействие, опасное для здоровья. В этих случаях для защиты человека необходимо применять средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Средствами индивидуальной защиты на производстве называют средства, предназначенные для обеспечения безопасности одного работающего. Большую часть этих средств человек носит непосредственно на себе. СИЗ не устраняют имеющиеся в окружающей среде вредные и опасные производственные факторы, а во многих случаях в большей или меньшей мере даже мешают выполнению профессиональной деятельности, создавая помехи труду. Поэтому необходимо применять СИЗ только тогда, когда конструкция оборудования, архитектурно-планировочные решения, применение организационных мер и средств коллективной защиты не обеспечивают безопасности труда.

Вместе с тем имеется много производственных процессов или отдельных, в том числе аварийных, производственных ситуаций, при которых применение СИЗ является наиболее надежным, а иногда и единственным способом обеспечения безопасности, позволяющим выполнить производственную задачу, например, работать в условиях чрезвычайных ситуаций или ликвидировать их последствия. Так, в условиях недостаточного количества кислорода или чрезмерно высокой загазованности воздушной среды нельзя работать без средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Электросварщик не может выполнить производственную работу без средств защиты глаз и лица. При наличии в воздухе радиоактивных аэрозолей необходимы СИЗОД, а часто и изолирующие костюмы, защищающие все тело рабочего.

В зависимости от назначения выделяют следующие классы СИЗ:

* изолирующие костюмы (пневмокостюмы, гидроизолирующие костюмы, скафандры);
* средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, пневмошлемы, пневмомаски);
* специальная одежда (комбинезоны, полукомбинезоны, куртки, брюки, костюмы, халаты, плащи, полушубки, тулупы, фартуки, жилеты, нарукавники);
* специальная обувь (сапоги, ботфорты, полусапоги, ботинки; полуботинки, туфли, галоши, боты, бахилы);
* средства защиты рук (рукавицы, перчатки);
* средства защиты головы (каски, шлемы, подшлемники, шапки, береты, шляпы);
* средства защиты лица (защитные маски, защитные щитки);
* средства защиты органов слуха (противошумные шлемы, наушники, вкладыши);
* средства защиты глаз (защитные очки);
* предохранительные приспособления (пояса, диэлектрические коврики, ручные захваты, манипуляторы, наколенники, налокотники, наплечники);
* защитные дерматологические средства (моющие пасты, кремы, мази).

Организационно в одних случаях те или иные СИЗ применяют непрерывно и постоянно на протяжении всего рабочего времени, в других используют только для некоторых производственных операций. Отдельно предусматривается применение СИЗ в условиях аварий и вызванных ими или другими источниками чрезвычайных ситуаций. В последнем случае соответствующие средства защиты (так называемые самоспасатели) находятся постоянно в распоряжении работающих, но используются лишь для выхода из очага поражения или для срочных действий по предупреждению последствий аварий. Специальные СИЗ предназначены для работы в очагах поражения участников пожарных и спасательных команд.

При чрезвычайных ситуациях могут применяться фильтрующие и изолирующие СИЗОД.

Изолирующие средства защиты должны применяться:

* в условиях возникновения недостатка кислорода во вдыхаемом воздухе;
* в условиях загрязнения воздуха в больших концентрациях или когда концентрация неизвестна;
* в случае, когда фильтрующее СИЗОД не обеспечивает защиту от установленного загрязнения или когда загрязнитель неизвестен;
* в случае тяжелой работы, когда дыхание через фильтрующие средства затруднено из-за сопротивления фильтра.

Если нет необходимости использования изолирующих СИЗОД, нужно использовать фильтрующие средства, имеющие преимущества в легкости и свободе движений для работника.

Кроме названных средств индивидуальной защиты на производственных предприятиях для защиты персонала используются технологические средства защиты.

К средствам защиты от механических травм относятся предохранительные, тормозные, оградительные устройства, средства автоматического контроля и сигнализации, системы дистанционного управления, знаки безопасности.

Предохранительные защитные средства предназначены для автоматического отключения агрегатов и машин при отклонении какого-либо параметра за пределы допустимых значений. Такие средства при аварийных режимах работы агрегатов и машин (увеличении давления, температуры, рабочих скоростей, силы тока, крутящих моментов, проникновения персонала в запретную зону и т. п.) позволяют исключить возможность взрывов, поломок, воспламенений, нанесения травм.

Предохранительные устройства по характеру действия бывают блокировочными и ограничительными. Блокировочные устройства препятствуют проникновению человека в опасную зону либо во время пребывания его в этой зоне устраняют опасный фактор. Примерами ограничительных устройств являются элементы механизмов и машин, рассчитанные на разрушение (или несрабатывание) при перегрузках.

Оградительные устройства, как средства защиты от травм, по конструктивному исполнению подразделяются на кожухи, щиты, козырьки, барьеры, экраны и др. Они бывают стационарные и передвижные. При необходимости наблюдения за рабочей зоной кроме сеток и решеток применяют сплошные оградительные устройства из прозрачных материалов.

Средства сигнализации используются для предупреждения об опасности. Чаще всего в них применяют световые и звуковые сигналы, поступающие от различных контрольно-измерительных приборов и приборов, регистрирующих ход технологического процесса, в том числе уровень опасных и вредных факторов. Большое применение находит предупредительная сигнализация, опережающая включение оборудования или подачу высокого напряжения.

Системы дистанционного управления и автоматические сигнализаторы на опасную концентрацию паров, газов, пыли применяют чаще всего во взрывоопасных производствах и производствах с выделением в воздух рабочей зоны токсичных веществ.

Повышение электробезопасности в установках достигается применением систем защитного заземления, зануления, защитного отключения и других средств и методов защиты, в том числе знаков безопасности и предупредительных плакатов и надписей.

К средствам индивидуальной защиты от статического электричества относятся электростатические халаты и специальная обувь, подошва которой выполнена из кожи или электропроводной резины, а также антистатические браслеты.

Большую опасность для персонала и некоторых производственных установок представляет атмосферное статическое электричество, эффективным средством защиты от которого является молниезащита. Она включает комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, предохранения зданий, сооружений, оборудования и материалов от взрывов, воспламенений и разрушений, возможных при воздействии молний.

Применение средств защиты обычно сопровождается определенными неудобствами — ограничением обзора, затруднением дыхания, ограничением в перемещениях и т. п. В тех случаях, когда рабочее место постоянно, устранить эти неудобства удается применением защитных кабин, снабженных системами кондиционирования воздуха, вибро- и шумозащитой, защитой от излучений и электрических полей.

В целом, эффективные меры защиты персонала на рабочих местах могут существенно повлиять на его безопасность, а следовательно, дать ему возможность достаточно успешно функционировать и в условиях чрезвычайных ситуаций.

## 4.5 Восстановление утраченной устойчивости функционирования объекта экономики

Несмотря на меры, принимаемые по подготовке объектов экономики к устойчивому функционированию, аварии на этих объектах или воздействие на объект стихийных бедствий и других аварий извне приводят, как правило, к нарушению на этом объекте производства или выполнения им других его целевых функций. В результате приходится принимать меры по восстановлению утраченной устойчивости функционирования.

Кроме того, при крупномасштабных чрезвычайных ситуациях после аварийно-спасательных и других неотложных работ в ряде случаев остаются неустраненными их долговременные последствия. В качестве таких последствий могут быть значительные разрушения объектов производственного и социального назначения (при землетрясениях, массовых пожарах, сильных взрывах), загрязнения радиоактивными веществами обширных территорий при радиационных авариях, загрязнения иного характера, значительно усугубляющие экологическую обстановку (нефтью, нефтепродуктами, стойкими АХОВ, диоксинами), изменения ландшафта вследствие землетрясений, оползней, селей, карстовых явлений, наводнений и других. Эти последствия не позволяют оперативно восстановить прежний уровень жизнедеятельности на пострадавшем объекте, возобновить его функционирование. Требуются восстановительные работы, а в начале — подготовка к ним.

Основными задачами подготовки к восстановлению функционирования объекта являются:

* анализ и оценка разрушений и объемов восстановительных работ в целях возобновления функционирования объекта экономики, принятие решения о целесообразности восстановления и восстановлении;
* задействование в интересах восстановления резервных фондов материальных и финансовых ресурсов, изыскание дополнительных ресурсов в требуемых объемах;
* разработка проектно-сметной документации по восстановлению основных производственных фондов (зданий, технологического оборудования, связи, транспортных и энергетических коммуникаций и т. п.);
* разработка плана восстановления объекта и графика проведения работ;
* создание и подготовка на объектовом уровне специализированных формирований для проведения восстановительных работ, привлечение к работе, при необходимости, строительно-монтажных организаций;
* организация контроля хода и результатов восстановления объекта.

При определении времени на ведение восстановительных работ на химически и радиационно опасных объектах экономики следует учитывать возможность радиоактивного, химического, биологического заражения территории объекта, а также необходимость выполнения при этом режимных мероприятий. Все это может отодвинуть сроки начала восстановительных работ и снизить их темпы.

Работы по восстановлению функционирования объекта до приемлемого или прежнего уровня весьма трудоемки, часто требуют привлечения огромных объемов финансовых, материальных и трудовых ресурсов. Они организуются и ведутся путем устранения разрушений и восстановления пострадавших объектов, нового строительства, мероприятий по реабилитации пострадавших территорий и т. д.

Восстановительные (реабилитационные) работы в ходе ликвидации последствий чрезвычайной ситуации ведутся, как правило, в условиях повседневного функционирования объекта. Они выполняются в соответствии с упомянутыми планами восстановления и графиками проведения работ, чаще всего специализированными организациями (ремонтными, строительными, монтажными и др.). Однако следует иметь в виду, что первоочередные восстановительные работы, в основном, будут выполняться рабочими и служащими объекта. Поэтому в планах восстановления производства предусматривается создание ремонтно-восстановительных бригад из специалистов и квалифицированных рабочих объекта. Восстановление объектов ведется за счет средств организаций, эксплуатирующих эти объекты, страховых средств, банковских кредитов, средств виновников происшествия, если таковые определены.

При определении подходов к восстановлению функционирования объекта после чрезвычайной ситуации возможны различные варианты. В некоторых случаях такое восстановление представляется нерациональным и восстановительные или реабилитационные работы не проводятся. В других случаях ограничиваются восстановлением минимально необходимых производственных или иных функциональных элементов, иногда по временной схеме, не доводя функционирование до уровня, который имелся до чрезвычайной ситуации. Такие меры особенно характерны для восстановления неперспективных с экономической и других точек зрения объектов экономики.

Часто администрации стремятся восстановить функционирование своих объектов в прежних масштабах, ввести в строй все разрушенные или поврежденные объекты производственного и социального назначения. Это наиболее распространенный подход к восстановлению, применяемый в большинстве случаев чрезвычайных ситуаций.

В отдельных случаях после чрезвычайных ситуаций восстановление происходит на качественно новой основе, когда достигается не только прежний уровень функционирования, но и происходит интенсивное развитие объекта. Так случилось, например, с моторным заводом КамАЗа после пожара 1993 года.

Выбор подхода к восстановлению и состав конкретных восстановительных мер зависит от:

* конкретных масштабов последствий чрезвычайных ситуаций;
* социально-экономической значимости и вида объекта экономики;
* степени необходимости восстановления его функционирования;
* перспектив развития и заинтересованности в этом органов власти и населения;
* реальных возможностей владельцев и соответствующей объектовой администрации провести необходимые работы, наличия у них необходимых финансовых и материальных ресурсов.

Проведенное в соответствии с рационально выбранным подходом, в короткие сроки и с незначительными затратами восстановление устойчивости функционирования объекта экономики существенно снижает издержки от чрезвычайной ситуации соответствующей хозяйственной структуры — владельца.

**Вопросы и задания**

1. Дайте определение устойчивости функционирования объекта экономики при чрезвычайной ситуации.
2. Назовите факторы, влияющие на устойчивое функционирование объекта экономики в условиях чрезвычайной ситуации.
3. Перечислите основные направления по повышению устойчивости функционирования объектов экономики при чрезвычайных ситуациях.
4. В чем состоит подготовка объекта экономики к устойчивому функционированию в условиях чрезвычайной ситуации?
5. Какое влияние на устойчивость функционирования объектов экономики имеет рациональное размещение их с точки зрения безопасности?
6. Перечислите основные организационно-экономические меры повышения устойчивости функционирования объекта экономики.

## 4.6 Правовые аспекты анализа риска и управления промышленной безопасностью

Усложнение технологий, использование широкой номенклатуры химических веществ привело к тому, что происходящие техногенные аварии стали носить все более катастрофический характер, оказывая пагубное воздействие на здоровье людей и окружающую природную среду. Впервые серьезное внимание мирового сообщества к крупным промышленным авариям было привлечено после двух катастроф в середине 70-х годов.

1 июня 1974 г. в Великобритании (г. Фликсборо) на предприятии, производящем циклогексан, произошел взрыв, в результате которого 28 человек погибли, 89 получили травмы. Предприятию был нанесен значительный материальный ущерб. Спустя два года (10 июля 1976 г.), в итальянском городе Севезо на химическом предприятии произошел выброс в атмосферу диоксина, имевший серьезные последствия для здоровья людей, окружающей среды и приведший к эвакуации нескольких тысяч человек. Основная причина таких тяжелых последствий - неподготовленность персонала к действию во время аварий.

Европейское сообщество отреагировало на эти аварии принятием так называемой “Директивы по Севезо” (Директива Европейского Сообщества от 24 июня 1982 № 82.501.ЕЕС по предотвращению крупных промышленных аварий), которая обязала руководителей опасных производств проводить оценку опасности или риска, принимать меры по подготовке к возможным авариям и предоставлять информацию об опасностях.

Через 10 лет (19 ноября 1984 г.) произошла крупная авария в г.Мехико (пригород г.Мехико Сан-Хуан-Иксуатепек) - взрыв хранилища сжиженного нефтяного газа, в результате чего около 650 человек погибли, несколько тысяч получили травмы, а около 200 тыс. остались без крова или были эвакуированы. Выброс метилизоцианата на химическом предприятии в г. Бхопале (Индия) в том же году (3 декабря 1984 г.) привел к распространению ядовитого газового облака, из-за этого более 2000 чел. погибли (число погибших точно не было установлено, по разным оценкам цифра колеблется в пределах от 2 до 10 тыс. человек), более 200 тыс. были травмированы.

В этих случаях также сказалось практическое отсутствие соответствующих политики, законодательства и механизмов управления безопасностью на промышленных объектах. При расследовании аварий выяснилось, что предприятия и соответствующие государственные органы не имели конкретных планов действий на случай аварии, отсутствовала необходимая информация об используемых химических веществах и технологиях, не были вовремя приняты меры по предотвращению этих аварий. Откликом на эти события стали поправки в Директиве по Севезо для Европейских стран. В Великобритании в 1985 г. была разработана и принята основная часть законодательства по предупреждению крупных аварий, именуемая Системой нормативных актов - CIMAN - английская версия Директивы Севезо. Конгрессом США в 1986г. был принят Закон “О чрезвычайном планировании и праве населения на информацию” (поправки к Закону о Суперфонде) и некоторые другие документы.

Поскольку уровень и характер законодательства всегда отражают степень подготовленности общества к решению тех или иных проблем, далеко не во всех странах в 70-80-е годы начало формироваться законодательство по промышленной безопасности, оно было в то время достаточно редким явлением. В 90-е годы международные организации продолжали активную деятельность по урегулированию вопросов предупреждения промышленных аварий. Принятые в последующие годы Конвенция МОТ по предотвращению крупных промышленных аварий и Конвенция ООН о трансграничном воздействии промышленных аварий обязывают страны, подписавшие их, разработать политику в области обеспечения промышленной безопасности. Однако ратификация их возможна только при наличии соответствующего государственного правового регулирования в этих странах.

Крупные промышленные аварии 70-80-х годов, как уже отмечалось, заставили политиков и промышленников развитых стран пересмотреть свое отношение к вопросам промышленной безопасности. Возникла очевидная необходимость появления законов, регулирующих специфические вопросы промышленной безопасности, которые не нормируются ни трудовым, ни экологическим правом. В 80-е годы развивалось законодательство по промышленной безопасности не только в странах ЕЭС, но и в США, Канаде, Японии. Структура систем законодательства в большинстве случаев, в т.ч. и в России, представляет многоступенчатую пирамиду, в вершине которой располагается Основной закон страны (Конституция) или Головной Закон, имеющий либо объединяющие вопросы охраны труда, экологии, гигиены труда и промышленной безопасности. Ниже расположены законы по промышленной безопасности (не во всех странах), которые принимаются либо парламентом, либо региональными органами власти. На следующей ступени- межотраслевые нормативные документы, принимаемые правительством на основании законов. Следующая ступень - отраслевая нормативная и нормативно-техническая документация, утвержденная соответствующими компетентными государственными органами. За ними следуют различные ведомственные инструкции, положения, правила и т.д.

Основные элементы правового регулирования промышленной безопасности, составляющие национальные системы регулирования национальной безопасности, сводится к следующим требованиям.

###

### **4.6.1 Классификация промышленных объектов по степени опасности**

Первое мероприятие в любой системе контроля за опасностями - разработка правительствами через компетентный орган соответствующих критериев, согласно которым должно определяться, какие объекты представляют наибольшую потенциальную угрозу для безопасности. В большинстве стран (США, ФРГ, Нидерландах, Норвегии, Великобритании, Франции) классификация промышленных объектов по опасности производится по наличию опасных веществ на объекте. Такой же подход предлагается в Директиве по Севезо и Конвенции о трансграничном воздействии промышленных аварий. В законодательных актах устанавливается перечень опасных веществ и их пороговых количеств, при превышении которых на промышленном объекте последствий относят к категории опасного. Однако в законодательной международной практике известны и другие подходы к идентификации. Например, законодательством Бельгии опасные промышленные объекты классифицируются по видам опасной деятельности (шахты и каменоломни; паровые машины; предприятия по производству взрывчатых веществ; ядерные реакторы и установки, использующие радиоактивные материалы; предприятия, производящие и использующие отравляющие вещества). В Греции используется иной классификационный признак - по видам опасности. Промышленные объекты классифицируются как опасные (возможность взрыва, пожара и т.п.), вредные для здоровья (дым, газы и т.п.), дискомфортные (шум, запах и т.д.).

###

### **4.6.2 Оценка опасности промышленного объекта**

Необходимо определить:

* возможные сбои, неполадки и ошибки, которые могут привести к аварии, а также сценарии возможных аварий;
* необходимые превентивные технические и организационные меры, которые должен принять предприниматель во избежание аварии;
* возможные последствия аварий;
* меры, которые должны быть приняты при локализации аварии и ликвидации ее последствий.

Для оценки опасности могут использоваться различные методы, такие как предварительный анализ опасности, анализ дерева ошибок и анализ последствий аварий, оценка риска. Какой бы метод ни применялся, цель оценки опасности - определение потенциальных причин отказа в работе или аварий на промышленном объекте. В большинстве стран критерий оценки опасности - качественные показатели. В Нидерландах используют количественный показатель степени риска.

###

### **4.6.3 Декларация безопасности опасного промышленного объекта**

Это одна из форм предоставления информации, закрепленная законодательно в странах Европейского сообщества для опасных промышленных объектов. Основная цель декларирования безопасности - заставить предприятие (опасный промышленный объект) провести оценку опасностей и информировать об этих опасностях компетентные органы. Декларация должна включать:

- информацию об объекте и процессах на нем с целью определения характера и масштабов использования опасных веществ;

- перечень мер, направленных на безопасное функционирование объекта и на контроль за отклонениями от обычного режима работ;

- идентификацию типа возможной аварии, ее вероятность и возможные последствия;

- инструкции на случай аварийной ситуации на объекте.

Декларация безопасности должна обновляться либо через определенные промежутки времени, установленные законодательством, либо в случаях внесения изменений на объекте, либо получения новой информации об опасных веществах.

###

### **4.6.4 Требования к размещению промышленного объекта**

При размещении промышленного объекта должны учитываться возможные отрицательные воздействия на окружающую среду и население. Законодательно устанавливается процедура получения разрешения на размещение промышленного объекта, обеспечивающее участие в нем государства, предпринимателя и общественности. Политика правильного размещения объекта применяется только к новым объектам. Что касается уже существующих, то она может быть направлена на ограничение развития районов в непосредственной близости от промышленных объектов. В развитых странах, таких как Нидерланды, Бельгия, Япония, в определенных случаях правительство компенсирует населению затраты на переселение из особо техногенно опасных регионов.

###

### **4.6.5 Система лицензирования**

Законодательствами многих стран предусматривается предоставление компетентным органам право ограничивать производство путем установления лицензионного порядка. В большинстве стран требования по лицензированию промышленной деятельности касаются промышленных объектов, отнесенных к категории опасных.

###

### **4.6.6 Экспертиза промышленной безопасности**

Проведение экспертизы промышленной безопасности предусматривается на всех стадиях функционирования промышленных объектов, начиная со стадии проектирования. Декларации безопасности также могут стать объектом экспертизы. В практическом руководстве Международного бюро труда ”О предупреждении крупных промышленных аварий” говорится о необходимости проведения экспертиз промышленных объектов. Они могут проводиться как в обязательном порядке в соответствии с действующим законодательством, так и по поручению специально уполномоченных органов, местных органов власти или общественности.

###

### **4.6.7 Информирование государственных органов и общественности об опасностях и авариях**

По оценке западных специалистов одно из наивысших достижений демократии - “право общественности на информацию о вредном воздействии” (Community Right-to-Know), внесенное в США в раздел 313 части 111 Закона о поправках к Суперфонду (1986 г.). Эта информация должна включать описание:

* установки - объект потенциальной опасности;
* потенциально опасных видов деятельности, опасных используемых веществ и методов контроля за ними;
* способов оповещения о чрезвычайных ситуациях;
* действий населения, принимаемых в случае чрезвычайных ситуаций;
* известного воздействия на людей в результате происшедших ранее аналогичных аварий;
* мер, которые необходимо принимать в случае поражения в результате аварии.

Рекомендации по определению территории вокруг объекта, на которой население необходимо информировать о нем, могут дать эксперты, проводившие экспертизу опасности. Информация должна периодически повторяться и при необходимости дополняться, обновляться с учетом возможных процессов миграции населения. В странах, где введена процедура декларирования безопасности, указанная информация для опасных промышленных объектов предоставляется в составе декларации безопасности.

Местные власти и администрация должны проверять, насколько такая информация доходит до людей и полно ими понимается. При необходимости принимать меры, направленные на усовершенствование этой работы.

Во время чрезвычайных ситуаций администрация должна информировать население, проживающее вблизи опасного объекта, о развитии аварии, результатах расследования причин возникновения чрезвычайной ситуации и возможном ближайшем или долгосрочном воздействии последствий аварии на население и окружающую среду.

###

### **4.6.8 Ответственность производителей или предпринимателей за нарушения законодательства и нанесенный ущерб**

Вопросы ответственности администрации предприятия регулируются во всем блоке законодательства, касающегося вопросов охраны окружающей среды, труда и обеспечения промышленной безопасности. Эти вопросы обычно рассматриваются в головных законодательных актах. В США - это Закон “О профессиональной безопасности и здравоохранении”, в России - это “Закон об охране окружающей природной среды”, “Закон о недрах”, в Великобритании - закон “Об обеспечении охраны труда и здоровья”, в Нидерландах и Норвегии - Законы “Об охране окружающей предприятие природной среды” и т.д. Усиление ответственности предприятий, на которых производят, перевозят, обрабатывают или хранят опасные вещества, регулируется в поправках 1990 г. к Закону США “О чистом воздухе”. Администрация промышленных объектов несет ответственность за проектирование и безопасную эксплуатацию установки, происшедшие аварии и сведение к минимуму их последствий. Ответственность за последствия аварий по западному законодательству наступает вне зависимости от вины.

###

### **4.6.9 Учет и расследование**

При проведении оценки опасности и составлении декларации безопасности необходимо учитывать опыт вех происшедших аварий, анализировать причины их возникновения. Поэтому требование учета и расследования аварий- обязательный элемент законодательства по промышленной безопасности. Информацию об авариях администрация промышленного объекта обязана предоставлять в компетентные органы власти. Здесь следует отметить, что учету и расследованию причин мелких аварий придается большое значение, поскольку любая мелкая авария при определенном стечении обстоятельств может привести к катастрофическим последствиям. В Европейском сообществе ведется банк данных по учету аварий. Члены ЕЭС обязаны предоставлять туда информацию о происшедших авариях. Такое требование тоже содержится и в национальных законодательных актах. Например, в Законе ФРГ “Об аварийных ситуациях” указано, что владелец установки обязан сообщить в компетентные органы об аварии, а также не позднее, чем в недельный срок сообщить о причинах аварии и мерах, принятых для ее локализации и ликвидации ее последствий.

###

### **4.6.10 Участие органов местного самоуправления и общественности в процессах обеспечения промышленной безопасности**

Большое внимание в законодательстве развитых стран уделяется участию местных органов власти и общественности в регулировании промышленной деятельности. Они могут повлиять на решение о размещении промышленного объекта, принимают участие в информировании граждан об опасных объектах и авариях, которые могут нанести ущерб населению, в подготовке к действиям во время аварий и чрезвычайных ситуаций. В США разработана такая система, которую в настоящее время пытаются адаптировать и в других странах, в частности в России. В ней детально разработан механизм участия местных органов и общественности в регулировании промышленной безопасности.

###

### **4.6.11 Государственный контроль и надзор за промышленной безопасностью**

Любая система надзора и контроля объектов повышенной опасности должна строиться на государственном уровне, т.е. должен существовать специальный орган (или органы), ответственный за промышленную безопасность и охрану труда. В России, например, Госатомнадзор – государственная организация, занимающаяся надзором за безопасной эксплуатацией объектов ядерной энергетики (АЭС, АСТ, АТЭЦ и др.), в США - это OSHA (Occupational Safety and Health Administration) и EPA (Enviromental Protection Agency), во Франции - служба промышленной экологии и Бюро оценки риска и промышленного загрязнения, в Норвегии - Государственный орган по борьбе с загрязнениями и Директорат по предотвращению пожаров и взрывов. Основная их задача - контролировать соблюдение требований действующего законодательства в области экологической и промышленной безопасности. На предприятиях должны существовать специально уполномоченные лица или органы, контролирующие соблюдение требований промышленной безопасности, что закрепляется законодательно. Например, в Законах ФРГ “Об инженерах по технике безопасности “ и Нидерландов “Об охране окружающей предприятие среды”.

###

### **4.6.12 Разработка планов по ликвидации аварий и локализации их последствий, а также планов по ликвидации чрезвычайных ситуаций**

В странах, где законодательством регулируется предоставление Декларации безопасности, в которую входят планы по локализации аварий и ликвидации их последствий, требование о составлении таких планов в отдельных законодательных актах отсутствует. Однако в некоторых законах самостоятельно регулируются вопросы планирования, в частности в Законе США “О планировании на случай чрезвычайных ситуаций и о праве общественности на информацию”. Для планирования действий при ЧС создаются местные комитеты, которые разрабатывают планы действий. В этих планах определяются объекты, на которых используются опасные вещества, маршруты их перевозок, содержатся инструкции и меры по ликвидации последствий аварий на промышленной площадке и за ее пределами.

###

### **4.6.13 Экономические механизмы регулирования промышленной безопасности**

В мировой практике широко применяются экономические механизмы регулирования промышленной безопасности. К ним относятся штрафы, квоты на загрязнение, налоговые и страховые механизмы, общественные и государственные фонды и т.д.

Вопрос экономического регулирования промышленной безопасности - предмет отдельной статьи. Однако отметим, что наиболее эффективный источник компенсации для запланированных экологических ущербов (плановые выбросы и сбросы предприятий) - экологические фонды, формирующиеся за счет штрафов, квот и т.д. В случае нестационарных (аварийных) ущербов наиболее эффективный источник - фонды страховых компаний, образующиеся из страховых сумм по страхованию ответственности (за ущерб, нанесенный деятельностью предприятия населению и окружающей среде). Страхование ответственности в развитых странах обязательно и закреплено соответствующими законодательными актами. Конкретные системы тарификации страховых сумм должны определяться страховыми компаниями совместно с компетентными органами.

Основная задача всех мероприятий по промышленной безопасности - предупреждение промышленных аварий и подготовка к действиям при их возникновении. К наиболее важным мероприятиям относятся введение критериев для выявления опасных промышленных объектов, проведение оценки опасности и составление для опасных промышленных объектов на базе этих оценок Декларации безопасности и введение лицензирования опасных видов промышленной деятельности.

###

### **4.6.14 Российское законодательство в области промышленной безопасности**

В России в настоящее время объективные тенденции, связанные с увеличением техногенных опасностей, усугубляются общим экономическим кризисом, который привел к медленным темпам реконструкции производств, отставаниям сроков ремонтов и замены устаревшего оборудования, неудовлетворительному состоянию систем предупреждения и ликвидации аварий, ухудшению уровня подготовки и снижению квалификации специалистов и персонала. Наблюдается устойчивая тенденция быстрого износа и старения основных фондов. В целом по России износ основных фондов составляет 40,6%, а машин и оборудования - 57%. Особенно тяжелое положение сложилось в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности. Амортизационный износ оборудования достигает 80-85%, а в отдельных производствах 100%. Допускаются грубые нарушения установленных требований по проведению ремонта оборудования, перенос сроков ремонта без надлежащих технических обоснований, необоснованная замена регламентных видов ремонта на упрощенные.

Оценка состояния технической безопасности ряда объектов угольной, горнометаллургической промышленности показала, что большая часть производств не соответствует надлежащему уровню безопасности.

Кроме того, предприниматели и руководители предприятий в сложных экономических условиях вынуждены сокращать расходы. При отсутствии правовых ограничений они делают это в первую очередь за счет расходов на безопасность.

Ухудшение положения в области промышленной безопасности также обусловлено слабым механизмом ответственности предприятия за нарушения требований безопасности. Нормы, содержащиеся в КЗОТе, административном и уголовном кодексах, явно недостаточны и ориентированы на административно-командную систему управления. Например, в них не предусмотрена ответственность опасных предприятий за нарушение требований лицензии, несвоевременное предоставление декларации безопасности, непредоставление соответствующей информации и за многие другие нарушения.

Поскольку промышленная безопасность как самостоятельная область права появилась недавно, то и контроль в этой области российским законодательством почти не регулируется.

Однако, учитывая мировую практику в части правового обеспечения промышленной безопасности, в Российской Федерации введен с 1996 года принципиально новый подход в части обеспечения безопасности людей и защиты окружающей среды, основанный на процедуре декларирования безопасности промышленных объектов.

Для обоснования безопасности проекта особо опасного промышленного объекта или действующего особо опасного промышленного объекта, определения характера и масштабов опасности на нем, выработки организационных, технических и иных мероприятий по обеспечению промышленной безопасности и предупреждению аварий, регламентации действий персонала в аварийных условиях, предприятием обеспечивается подготовка декларации безопасности промышленного объекта.

В настоящее время действуют следующие документы, регламентирующие процедуру декларирования безопасности:

1. Положение о декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.07.95 № 675).

2. Временное руководство по организации работы территориальных подсистем РСЧС в области предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (утверждено приказом министра Российской Федерации по делам чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий от 15.08.95 № 569).

3. Временное требование к идентификации объектов, связанных с повышенной опасностью (утверждены 14.09.95 министром РФ по делам чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий и председателем Федерального горного и промышленного надзора России).

Кроме того, необходимо учитывать действующие в смежной области регулирования вопросов обеспечения предупреждения чрезвычайных ситуаций и промышленной безопасности нормативные акты:

1. Указ Президента РФ от 19 августа 1993 г. № 1267 “Об особенностях приватизации и дополнительных мерах государственного регулирования деятельности предприятий оборонных отраслей промышленности”.

2. Постановление Правительства РФ от 21 марта 1994 г. № 223 “О сертификации безопасности промышленных и опытно-экспериментальных объектов предприятий и организаций оборонных отраслей промышленности, использующих экологически вредные и взрывоопасные технологии”.

3. Систему сертификации безопасности взрывоопасных производств РОС РУ 001.01.ПВ 00.

Порядок разработки декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации был подготовлен с учетом замечаний заинтересованных министерств и ведомств (Госкомсанэпиднадзора России, Роскомнефтехимпрома, Минтопэнерго России, Роскомметаллургии, Госкомоборонпрома России, Госстроя России, Госстандарта России и др.) и утвержден приказом МЧС России и Госгортехнадзора России от 4 апреля 1996 г. № 222/59.

Рассмотренные нами в п. 11.1-11.13 элементы регулирования промышленной безопасности в виде отдельных фрагментов также присутствуют в российских законах, относящихся к смежным отраслям права, таким как природоохранная, санитарная, законодательство об охране труда, а также в законах профилирующих и специальных отраслей права.

Важное значение для проведения оценки опасности и прогнозирования возникновения возможных аварий и их последствий имеет наличие систематизированной информации по учету и расследованию аварий. Предприятия обязаны давать информацию только по категорийным авариям в соответствии с Инструкцией по расследованию аварий. В Основах законодательства об охране труда впервые появилось требование об учете аварий. Правда, это касается аварий, повлекших за собой несчастные случаи (статьи 3, 9). Статья 6 Федерального Закона “О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера” предусматривает в обязательном порядке гласность и информацию в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Наиболее полно в законодательстве РФ регулируется порядок размещения промышленных объектов - при выдаче разрешения на размещение предписывается учет возможных нарушений экологических и санитарных норм.

Правовые основы обязательной сертификации продукции и услуг с целью обеспечения контроля безопасности для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества установлены в Законе о сертификации. В ст. 7 указано, что обязательная сертификация осуществляется в случаях, предусмотренных законодательными актами РФ.

Достаточно ново для российского законодательства — введение разрешительной системы для регулирования возможности ведения тех или иных видов хозяйственной деятельности. Впервые такой элемент регулирования появился в Законе “О предприятиях и предпринимательской деятельности”. В ст. 21 записано, что отдельные виды деятельности могут осуществляться предприятием только на основе лицензии. Перечень таких видов деятельности должен определяться либо уполномоченными органами, либо Правительством РФ. Следующим законом, которым вводится лицензирование, стал Закон “О недрах”, однако в нем регулируются только вопросы лицензирования использования недр. Порядок лицензирования опасных видов промышленной деятельности не регулируется.

Проведение обязательной экспертизы включено в Законы “Об охране окружающей природной среды” и “О местном самоуправлении в РСФСР”. Соответствующими статьями регулируется необходимость обязательного проведения экологической экспертизы, а в “Основах законодательства об охране труда” - экспертизы по охране труда.

Большое внимание в законодательстве любого демократического государства уделяется информированию и участию населения и органов местного самоуправления в вопросах управления экологической и промышленной безопасностью. Почти все законы, имеющие отношение к вопросам промышленной безопасности и принятые в России после 1991 г., включают статьи, обязывающие информировать государственные органы и общественность по вопросам, которые регулируются тем или иным законом.

Особое место в российском законодательстве занял принятый 20 июня 1997 года Государственной думой Федеральный Закон “О промышленной безопасности опасных производственных объектов” [68]. Таким образом Россия ликвидировала пробел в этой отрасли права, отстав на 15 лет от стран Европейского сообщества.

Настоящий Федеральный Закон определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов (ОПО) и направлен на предупреждение аварий и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих ОПО, к локализации и ликвидации последствий указанных аварий. Федеральный Закон позволит повысить уровень обеспечения безопасности проектируемых и действующих промышленных объектов, эффективно использовать новые, апробированные мировым сообществом методы регулирования промышленной безопасности, улучшить информирование властей, специально уполномоченных органов, населения и общественности об опасностях промышленных объектов, способствовать предотвращению крупных промышленных аварий.

Федеральный Закон предусматривает, определяет и устанавливает:

* лицензирование опасных видов деятельности в области промышленной безопасности;
* сертификацию технических устройств, применяемых на ОПО;
* требования промышленной безопасности к проектированию, строительству и приемке в эксплуатацию ОПО;
* требования промышленной безопасности к эксплуатации ОПО;
* требования промышленной безопасности по готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии на ОПО;
* производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;
* техническое расследование причин аварии;
* экспертизу промышленной безопасности;
* разработку декларации промышленной безопасности;
* обязательное страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации ОПО;
* федеральный надзор в области промышленной безопасности в целях проверки выполнения требований промышленной безопасности;
* ответственность лиц, виновных в нарушении законодательства в области промышленной безопасности.