



О. С. Власова

# УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Учебное пособие



Волгоград. ВолГАСУ. 2015

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», 2015

УДК 614.8:332(075.8)  
ББК 68.9(2)я73+65.9(2)я73  
В581

Р е ц е н з е н т ы:

*В. Н. Азаров*, доктор технических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности в техносфере  
Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета;  
*Д. С. Приказчиков*, заместитель начальника отдела организации оперативной службы ЦУКС ГУ МЧС России по Волгоградской области, начальник дежурной смены, капитан внутренней службы

*Утверждено редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия*

**Власова, О. С.**

В581 Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. С. Власова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (8,2 Мбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2015. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: РС 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/online/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-98276-747-9

Рассмотрены принципиальные положения, на которые должны ориентироваться руководители организаций при разработке и осуществлении мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования объекта экономики в мирное и военное время. Приведены методы исследования устойчивости объектов экономики, основные методики прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Для студентов направления подготовки «Техносферная безопасность» (профиль «Защита в чрезвычайных ситуациях») всех форм обучения.

Для удобства работы с изданием рекомендуется пользоваться функцией Bookmarks (Закладки) в боковом меню программы Adobe Reader.

УДК 614.8:332(075.8)  
ББК 68.9(2)я73+65.9(2)я73

ISBN 978-5-98276-747-9



© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1. Устойчивость объектов экономики. Общие понятия</b> .....	5
1.1. Объект экономики и его функционирование в условиях ЧС.....	5
1.2. Основные принципы оценки и направления повышения устойчивости объекта экономики .....	6
<b>2. Принципы формирования техносферных регионов</b> .....	9
2.1. Факторы, влияющие на возникновение и развитие городов.....	9
2.1.1. Градообразующие факторы .....	9
2.1.2. Природные факторы .....	11
2.2. Планировочная структура города .....	13
2.3. Функциональное зонирование городских поселений. Размещение промышленных объектов и систем жизнеобеспечения .....	15
2.4. Основные требования норм ИТМ ГО к планировке и застройке городов и размещению в них объектов экономики .....	18
<b>3. Опасные технологии и производства</b> .....	21
3.1. Характеристика опасных производственных объектов.....	21
3.2. Химически опасные объекты .....	22
3.2.1. Общая характеристика .....	22
3.2.2. Виды и группы опасных химических веществ .....	23
3.2.3. Аварийно химически опасные вещества .....	24
3.2.4. Аварии на химически опасных объектах и мероприятия по защите персонала и населения .....	26
3.3. Радиационно опасные объекты .....	29
3.3.1. Общая характеристика .....	29
3.3.2. Радиоактивные вещества и их влияние на организм человека .....	29
3.3.3. Аварии на радиационно опасных объектах .....	30
3.3.4. Мероприятия по защите персонала и населения в условиях радиационной аварии.....	32
3.4. Пожаро- и взрывоопасные объекты.....	35
3.4.1. Характеристика пожаро- и взрывоопасных объектов.....	35
3.4.2. Последствия пожаров и взрывов на объектах экономики .....	38
3.4.3. Виды взрывов на объектах экономики .....	42
3.4.3.1. Взрывы конденсированных взрывчатых веществ, газо-, паро- и пыле- воздушных смесей .....	42
3.4.3.2. Взрывы сосудов, работающих под давлением .....	49
3.4.3.3. Взрывы технологических систем со сжатыми негорючими газами .....	50
3.4.3.4. Взрывы технологических систем с перегретыми жидкостями.....	51
3.5. Гидродинамически опасные объекты.....	54
3.5.1. Общая характеристика .....	54
3.5.2. Аварии на гидротехнических сооружениях .....	57
3.5.3. Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений и мероприятия по защите населения.....	60
3.6. Транспортные коммуникации .....	62
3.6.1. Характеристика общего состояния подземных транспортных коммуникаций в России .....	62
3.6.2. Аварии при разгерметизации магистрального газопровода .....	63
3.6.3. Аварии на нефтепроводах.....	65
3.6.4. Аварии и катастрофы на железнодорожном транспорте.....	66
3.7. Объекты энергетики .....	68

<b>4. Исследование устойчивости функционирования объекта экономики.....</b>	<b>70</b>
4.1. Факторы, определяющие устойчивость работы объекта экономики .....	70
4.2. Мероприятия по исследованию устойчивости функционирования объекта экономики .....	73
4.3. Оценка устойчивости работы объекта экономики в условиях ЧС .....	79
4.3.1. Оценка устойчивости работы объекта экономики при возникновении ЧС химического характера.....	80
4.3.2. Оценка инженерной защиты рабочих и служащих .....	82
4.3.3. Оценка устойчивости работы объекта экономики при воздействии ударной волны.....	83
4.3.4. Оценка устойчивости работы объекта экономики к воздействию светового излучения .....	87
4.3.5. Оценка устойчивости работы объекта экономики при воздействии вторичных поражающих факторов .....	88
4.3.6. Оценка устойчивости объекта экономики к воздействию проникающей радиации и радиоактивного заражения .....	89
4.3.7. Оценка устойчивости работы объекта экономики при воздействии электромагнитного импульса .....	90
<b>5. Пути минимизации риска возникновения ЧС .....</b>	<b>92</b>
<b>6. Повышение устойчивости объекта экономики.....</b>	<b>95</b>
6.1. Основные способы повышения устойчивости объекта экономики .....	95
6.2. Усиление прочности зданий и сооружений.....	98
6.3. Повышение устойчивости технологического оборудования.....	99
6.4. Повышение устойчивости технологического процесса .....	100
6.5. Повышение устойчивости систем энергоснабжения.....	101
6.6. Управление производством.....	104
6.7. Повышение устойчивости материально-технического снабжения.....	105
6.8. Уменьшение вероятности возникновения вторичных факторов поражения и ущерба от них .....	106
6.9. Методика выбора мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования объектов экономики в ЧС.....	108
<b>7. Прогнозирование параметров опасных зон, масштабов и структуры очагов поражения.....</b>	<b>110</b>
7.1. Теоретические основы прогнозирования.....	110
7.2. Прогноз опасностей террористического характера .....	111
7.3. Прогноз ЧС техногенного характера.....	112
7.4. Прогноз последствий ЧС в районе разрушительных землетрясений .....	112
7.5. Прогноз обстановки при лесном пожаре .....	115
<b>8. Декларация безопасности промышленного объекта .....</b>	<b>117</b>
8.1. Основные сведения .....	117
8.2. Структура декларации безопасности .....	117
8.3. Особые требования к декларации безопасности для проектируемого объекта.....	118
8.4. Особые требования к декларации безопасности выводимого из эксплуатации объекта.....	121
8.5. Декларация промышленной безопасности .....	122
<b>9. Экспертиза декларации промышленной безопасности.....</b>	<b>125</b>
<b>10. Лицензирование промышленной деятельности .....</b>	<b>127</b>
<b>11. Государственная экспертиза, надзор и контроль в системе мер предупреждения ЧС .....</b>	<b>130</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>135</b>

# **1. УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ**

## **1.1. Объект экономики и его функционирование в условиях ЧС**

*Объект экономики (ОЭ)* — это государственное, арендное или иное предприятие, учреждение или организация сферы материального производства либо непроизводственной сферы, объединенное единой системой управления и расположенное на единой площадке.

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

При возникновении аварии и создаваемой ей чрезвычайной ситуации (ЧС) имеет место нарушение нормальной работы предприятия, т. е. нарушение устойчивости его функционирования.

Все ОЭ проектируются таким образом, чтобы их надежность и безопасность были максимально высокими. Однако ввиду признания фактора ненулевого риска (т. е. невозможности исключить риск возникновения ЧС во всех случаях потенциальных угроз) аварии на ОЭ все же происходят и приводят к тяжелым последствиям.

Тяжелыми последствиями для ОЭ чреватые также внешние воздействия, оказываемые на них при возникновении ЧС за пределами объекта, при стихийных бедствиях, авариях на других объектах, ведении военных действий. Кроме прямого ущерба во всех названных случаях, урон ОЭ наносится вследствие нарушения производства, т. е. потери устойчивости его функционирования.

Под *устойчивостью объекта экономики в ЧС* принято понимать его способность производить продукцию установленного объема и номенклатуры в условиях ЧС мирного и военного времени.

Для объектов, непосредственно не производящих продукцию (материальных ценностей), понятие устойчивости рассматривается как выполнение ими своих функциональных задач в аналогичных условиях.

## **1.2. Основные принципы оценки и направления повышения устойчивости объекта экономики**

В современных условиях проблема повышения устойчивости работы ОЭ в условиях ЧС приобретает в нашей стране все большее значение по следующим причинам:

ослабление механизмов государственного регулирования и безопасности в производственной сфере, снижение трудовой и технологической дисциплины производства на всех уровнях, а также снижение противоаварийной устойчивости производства, вызванные затянувшейся структурной перестройкой экономики России;

высокий прогрессирующий износ основных производственных фондов, особенно на предприятиях химического комплекса, нефтегазовой, металлургической, горнодобывающей промышленности и ядерной энергетики с одновременным снижением темпов обновления этих фондов;

повышение технологической мощности производства, продолжающийся рост объемов транспортировки, хранения и использования опасных веществ, материалов и изделий, а также накопления отходов производства, представляющих угрозу населению и окружающей среде;

недостаточность законодательной и нормативно-правовой базы, обеспечивающей в новых экономических условиях устойчивое и безопасное функционирование промышленно опасных производств, стимулирующей мероприятия по снижению риска ЧС и смягчению их последствий, а также повышающей ответственность владельцев потенциально опасных объектов;

отставание отечественной практики от зарубежной в области использования научных основ анализа приемлемого риска в управлении безопасностью и предупреждении ЧС;

снижение требовательности и эффективности работы органов государственного надзора и инспекций;

повышение вероятности возникновения террористических актов и военных конфликтов.

Так как любой современный ОЭ представляет собой сложный инженерно-экономический комплекс, его устойчивость напрямую зависит от устойчивости составляющих элементов, основными из которых являются:

здания и сооружения производственных цехов;

производственный персонал и защитные сооружения для укрытия рабочих и служащих;

элементы системы обеспечения (сырье, топливо, комплектующие изделия, электроэнергия, газ, тепло и т. п.);

элементы системы управления производством.

Вышедшими из строя считаются: промышленные здания, имеющие сильные разрушения; жилые здания, имеющие средние разрушения; рабочие и служащие, получившие поражения средней тяжести.

Степень и характер поражения ОЭ зависят от параметров поражающих факторов источника ЧС, расстояния от объекта до эпицентра формирования поражающих факторов, технической характеристики зданий, сооружений и оборудования, планировки объекта, а также метеорологических условий.

В ходе проведения оценки устойчивости ОЭ необходимо:

проанализировать явления, по причине которых на ОЭ может возникнуть ЧС (стихийное бедствие, авария техногенного характера, применение противником современных средств поражения), и определить наиболее вероятную ЧС;

проанализировать вероятные параметры поражающих факторов источников ЧС, которые будут влиять на устойчивость ОЭ (интенсивность землетрясения, избыточное давление во фронте воздушной ударной волны, плотность теплового потока, высота волны, максимальная скорость волны, площадь и длительность затопления, давление гидравлического потока, доза облучения, предельно допустимая концентрация);

исследовать параметры вторичных поражающих факторов, возникающих при воздействии основных источников ЧС;

исследовать зоны воздействия поражающих факторов;

подготовить принципиальную схему функционирования производственного объекта с обозначением элементов, влияющих на функционирование предприятия;

установить значение критического параметра (максимальной величины параметра поражающего фактора, при которой функционирование объекта не нарушается);

установить значение критического радиуса (минимального расстояния от центра формирования источника поражающих факторов, на котором функционирование объекта не нарушается).

Кроме того, должны быть собраны данные по характеристике непосредственно самого объекта (количество зданий и сооружений, плотность застройки, наибольшая работающая смена, обеспеченность защитными сооружениями, конструкции зданий и сооружений, характеристика оборудования и коммунально-энергетических сетей, характеристика местности).

При решении вопросов защиты и повышения устойчивости ОЭ следует соблюдать принцип равной устойчивости по всем поражающим факторам. Этот принцип заключается в необходимости доведения защиты зданий, сооружений и оборудования объекта до такого уровня, при котором их выход из строя под воздействием поражающих факторов может возникнуть примерно на одинаковом расстоянии от источника ЧС.

Повышение устойчивости ОЭ достигается путем заблаговременного проведения мероприятий, направленных на снижение возможных потерь и разрушений от поражающих факторов источников ЧС, создания условий для ликвидации ЧС и осуществления в сжатые сроки работ по восстановлению ОЭ. Эти мероприятия осуществляются заблаговременно в мирное время (период повседневной деятельности), в угрожаемый период, а также в условиях военного времени (ЧС).

К основным направлениям повышения устойчивости ОЭ относятся:  
обеспечение защиты рабочего персонала;  
рациональное размещение и защита производительных сил;  
подготовка ОЭ к работе в условиях ЧС;  
подготовка к выполнению работ по восстановлению ОЭ в условиях ЧС;  
подготовка системы управления ОЭ в условиях ЧС.

ОЭ в условиях возникновения ЧС могут оказаться в зоне действия поражающих факторов источников ЧС. В этом случае объем и характер потерь и разрушений на них будет зависеть не только от характера воздействия поражающих факторов, но и от своевременности и масштаба заблаговременно осуществленных мер по подготовке к функционированию ОЭ в условиях военного времени и ЧС мирного времени.

При решении задач повышения устойчивости функционирования ОЭ и отраслей народного хозяйства важное значение имеют нормы проектирования инженерно-технических мероприятий гражданской обороны (ИТМ ГО), изданные как часть строительных норм и правил (СНиП 2.0.151—90). Все вновь строящиеся ОЭ и их элементы возводятся в строгом соответствии с этими нормами под жестким контролем органов управления по ГО и ЧС.

Исследование устойчивости функционирования объекта экономики начинается задолго до ввода его в эксплуатацию. Это делается на стадии проектирования, технических, экологических, экономических и других экспертиз. Каждая реконструкция или расширение объекта (его элемента) также требует нового исследования устойчивости.

Таким образом, исследование устойчивости ОЭ — это не однократное действие, а динамический, длительный процесс, требующий постоянного контроля и внимания со стороны руководства, главных специалистов, служб гражданской обороны.



## **2. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОСФЕРНЫХ РЕГИОНОВ**

### **2.1. Факторы, влияющие на возникновение и развитие городов**

#### ***2.1.1. Градообразующие факторы***

*Город* — высшая форма организации пространства для человеческого общества. Преимущества городских форм расселения экономически и социально неоспоримы, они обладают значительным потенциалом хозяйственного развития.

Первые в мире города, появившиеся на берегах Тигра и Ефрата, а позднее Нила, возникли в связи с тем, что людям необходимо было сообща заниматься торговлей и, что особенно важно, защищаться от врагов. Другие города сразу формировались как торговые, культурные и административные центры. Третьи совмещали в себе функции обороны, торговли и управления.

Процесс повышения роли городов в развитии общества называется *урбанизацией*. Это объективный процесс, детерминируемый потребностями общества и производства, а также характером общественного строя.

В настоящее время рост городского населения настолько стремителен, а концентрация и интенсификация производственной и непроизводственной деятельности так высока, что во многих городах мира окружающая среда уже не в состоянии удовлетворить многие биологические и социальные потребности человека.

Рост городов все больше и больше удаляет человека от природы. Ландшафты современного города относятся к ландшафтам преобразованным, культурным, где элементы, привнесенные в результате деятельности общества, доминируют над естественными, природными. В благоустроенном городе преобладают камень, бетон, асфальт и постоянно наблюдается относительное уменьшение природных элементов, а как следствие — ухудшение состояния воздушного бассейна.

Поэтому для крупных городов особенно актуальна проблема гармонизации жизненной среды. При проектировании городов важно увязать в одно целое и рельеф местности, и водные поверхности, и скалистые обнажения.

Особое внимание должно уделяться оценке водных ресурсов: наличие естественных или искусственных водоемов и потенциальных возможностей для обводнения территории города рассматривается как несомненный положительный фактор природно-градостроительной ситуации.

Те элементы народного хозяйства, которые непосредственно вызывают возникновение новых или развитие уже существующих населенных мест, называются *градообразующими факторами*.

К градообразующим факторам относятся:

промышленные предприятия;

устройство внешнего транспорта (железнодорожного, водного, воздушного, автодорожного);

административно-политические, общественные и культурно-просветительные учреждения;

высшие учебные заведения и научно-исследовательские учреждения;

строительные организации, осуществляющие новое строительство в данном населенном месте;

лечебные и оздоровительные учреждения, значение которых выходит за пределы данного населенного места.

Отметим, что обслуживающие учреждения и предприятия являются не причиной, а следствием возникновения и развития населенного места.

К обслуживающей группе предприятий и учреждений относятся:

городские административные, общественные учреждения и организации;

культурно-просветительные учреждения местного значения;

городские лечебные и оздоровительные учреждения местного значения;

хозяйственно-бытовые мастерские, предприятия и учреждения местного значения;

городские коммунальные учреждения и предприятия.

Различают следующие группы населения городов:

градообразующая — трудоспособное население, работающее на предприятиях и в учреждениях градообразующего значения;

обслуживающая — трудоспособное население, осуществляющее коммунально-бытовое и торговое обслуживание людей, работающих на градообразующих предприятиях (значение обслуживающей группы не распространяется за пределы данного населенного пункта);

несамодеятельная — пенсионеры, маломобильные группы населения, дети, студенты дневного отделения вузов и техникумов, лица, занятые в домашнем хозяйстве, и др.

Классификация городов, необходимая для градостроительных целей, основывается на следующих признаках: численность населения; административно-политическое значение города; народнохозяйственное значение города; местные природные и исторические особенности.

Наиболее четким и обобщающим признаком является численность населения (табл. 1). Все остальные признаки не могут являться единственно достаточными для отнесения города к той или иной категории.

Классификация городов по численности населения

Категория города	Количество людей, проживающих на территории города
Малый	До 50 тыс.
Средний	50...100 тыс.
Большой	100...250 тыс.
Крупный	От 500 тыс. до 1 млн
Крупнейший	1...3 млн
Сверхкрупный	Свыше 3 млн

### 2.1.2. Природные факторы

Основными природными факторами, влияющими на выбор территории для населенного места, являются:

- климатические условия (в сочетании с зелеными насаждениями);
- рельеф;
- гидрология протекающих рек и водоемов;
- инженерно-геологические условия.

*Климат* — это совокупность условий, обладающих известным постоянством для данной местности.

К климатическим условиям относят:

- среднемесячную температуру воздуха в январе и июле;
- среднемесячную относительную влажность воздуха;
- скорость и повторяемость ветров (среднегодовую и сезонную);

инсоляцию, т. е. облучение объекта прямыми неотраженными солнечными лучами.

Вся территория России делится на четыре климатических района (I, II, III, IV). Они определяются по средним месячным температурам воздуха наиболее холодного (январь) и жаркого (июль) месяцев, среднемесячным скоростям ветров и среднемесячной относительной влажности воздуха в июле. Климатические районы, в свою очередь, подразделяются на 16 подрайонов (IA, IB, IC, ID, IIA, IIB, IIC, IID, IIIA, IIIB, IIIC, IIID, IVA, IVB, IVC, IVD).

Выбор территории для размещения города, а также его планировка в значительной степени зависят от рельефа местности. В практике планировочного проектирования характер рельефа местности принято различать следующим образом:

равнинный — малая разница высотных отметок повышенных и пониженных мест, отсутствие холмов и оврагов;

средний — сочетание водоразделов, долин, холмов, котловин, небольших оврагов и косогоров ( $i_{\min} = 0,004$ ;  $i_{\max} = 0,08$ );

сложный — резко выраженные крутые склоны, глубокие долины и овраги, иногда горы;

особосложный — сочетание высоких гор и ущелий с крутыми склонами.

Очень большое значение при выборе территории для размещения населенного места имеет гидрология. Естественные водоемы — реки, озера, пруды — являются важными компонентами, формирующими план города и создающими вместе с зелеными насаждениями благоприятные микроклиматические условия. Водоемы используют для водоснабжения, организации водного транспорта, водно-спортивных сооружений и мест отдыха населения.

Следует тщательно изучать также заболоченные территории, происхождение и режимы которых тесно связаны с климатическими условиями, рельефом территории, гидрологией открытых водоемов, режимом грунтовых и поверхностных вод.

Гидрологические условия определяются из значений:

*форсированного подпорного уровня* (ФПУ) — проектного подпорного уровня выше нормального, временно допускаемого в верхнем бьефе в чрезвычайных условиях эксплуатации гидротехнических сооружений;

*нормального подпорного уровня* (НПУ) — наивысшего проектного подпорного уровня верхнего бьефа, который может поддерживаться в нормальных условиях эксплуатации гидротехнических сооружений.

Рассматривая гидрологические условия территорий, необходимо знать следующие понятия:

*межень* — фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в одни и те же сезоны, характеризующаяся малой водностью, длительным стоянием низкого уровня воды и возникающая вследствие уменьшения питания реки;

*затопление* — повышение уровня воды водотока, водоема или подземных вод, приводящее к образованию свободной поверхности воды на участке территории (различают долговременные затопления, при которых хозяйственное использование затопляемых земель невозможно или нецелесообразно, и временные затопления, при которых использование затопляемых земель возможно и целесообразно);

*подтопление* — подъем уровня грунтовых вод, обусловленный повышением горизонтов воды в реках при сооружении водохранилищ, русловых плотин, судоходных каналов и т. п.

Инженерно-геологические условия в сочетании с характером залегания грунтовых вод определяют условия устойчивости сооружений и зданий, конструкции их фундаментов. Для выяснения инженерно-строительных условий освоения территории необходима ее инженерно-геологическая характеристика, что в ряде случаев требует проведения специальных инженерно-геологических изысканий, которые имеют своей целью выявить:

геологическое строение территории;

литологический состав грунтов;

физико-геологические явления (оползневые явления, карст, просадочные явления в лессах и лессовидных грунтах, пльвуны, сели, вечная мерзлота, сейсмичность, физико-геологические явления, связанные с деятельностью ветра и поверхностных вод);

физические и механические свойства грунтов;

режим грунтовых вод и его связь с режимом открытых водотоков и водоемов;

возможности и способы использования подземных вод в хозяйственно-питьевых целях;

наличие минеральных источников, их характеристику и возможность использования в лечебных целях;

наличие полезных ископаемых, их распространение и характеристику с точки зрения возможности их промышленного использования с выделением месторождений строительных материалов.

## 2.2. Планировочная структура города

Планировочная структура современных городов сложна и многообразна, так как многосложна организация основных функциональных зон.

Большую роль в формировании планировочной структуры города играют массивы зеленых насаждений и водные пространства. Часто значение одной из основных композиционных осей плана города приобретает река, особенно если город располагается на обоих ее берегах. При большой ширине реки город располагается обычно на высоком берегу. Чем шире река и чем меньше город, тем целесообразнее развивать его на одном берегу реки во избежание сооружения дорогостоящих городских мостов и усложнения инженерного оборудования города (водопровода, канализации, сетей теплофикации, газификации и т. д.). Планировка городов, расположенных на берегу моря или озера, также отражает тяготение города к воде. Почти во всех городах, расположенных на берегах водоемов, общегородской центр смещается от геометрического центра городской территории в сторону водоема, а иногда размещается непосредственно на его берегу.

Сочетание жилых районов, пунктов массового посещения населением и сети магистральных улиц и площадей создает общую планировочную структуру города. В современной практике градостроительства город рассматривается в комплексе с пригородной зоной, играющей в его жизни чрезвычайно большую роль.

Процесс формирования плана города зависит от многих факторов:

наличия естественных водоемов;

рельефных условий местности;

развития добывающей промышленности на базе местных полезных ископаемых;

наличия целебных минеральных источников и т. п.

В результате воздействия какого-либо одного или нескольких из этих факторов план города может приобретать ту или иную форму.

В планировочной практике различают следующие формы плана города:

компактную (рис. 1, *а*);

радиально-кольцевую (ветвисто-веерную) (рис. 1, *б*);

расчлененную, возникающую при наличии реки и железной дороги (рис. 1, в);

рассредоточенную с примерно равновеликими жилыми массивами, свойственную районам добывающей промышленности;

рассредоточенную с выделением преобладающего по величине основного жилого массива;

полосовидную (расчлененную линейную) (рис. 1, з);

многолучевую (звездчатую) (рис. 1, д);

шахматную (рис. 1, е).



а



б



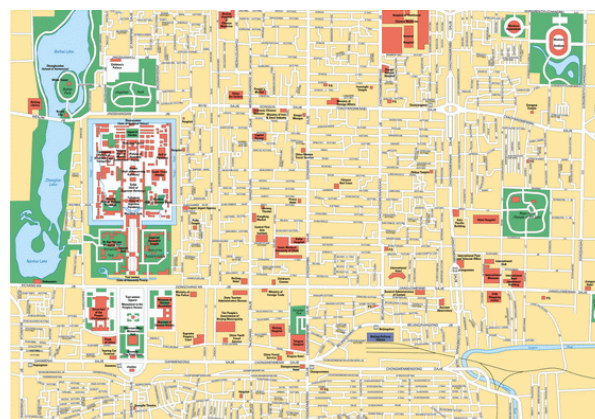
в



г



д



е

Рис. 1. Виды планировочной структуры городов: а — компактная; б — радиально-кольцевая; в — расчлененная; г — полосовидная; д — многолучевая; е — шахматная

Радиально-кольцевая планировка формируется на пересечении сухопутных трасс и водной артерии (как, например, в Москве). Среди главных ее достоинств — компактность, хорошая доступность центра города и значительная возможность пространственного расширения. Основным же недостатком данной планировки является неизбежность транспортной перегрузки центральной части города.

При расположении города на берегу большой реки план может иметь расчлененную линейную форму. Вследствие линейно-параллельного зонирования промышленности и жилья развитие города происходит по линейному плану.

При расчлененной линейной системе, связанной с расположением города на берегу большой реки (например, в случае Волгограда и Ростова-на-Дону), город, как правило, не уходит далеко от реки в поперечном к ней направлении, а вытягивается вдоль нее на значительные расстояния (до 60...70 км). Поэтому преобладающее значение приобретают продольные связи, требующие, в силу большой протяженности, применения скоростного транспорта. Роль общегородского центра, возникающего в первый период развития города, несколько ослабляется в результате роста значения районных центров, появляющихся на последующих этапах развития города.

Удобство линейной планировки заключается в том, что город может развиваться без коренной реконструкции уже сложившихся районов. Существенный же недостаток города-линии — фактическое расчленение его на ряд населенных мест, в значительной степени обособленных друг от друга. Кроме того, в зависимости от общей конфигурации и размеров пассажиропотоков продольная линия дорогостоящего скоростного транспорта может оказаться экономически нецелесообразной, а отказ от повышенных скоростей движения приведет к снижению комфортности общественного транспорта.

Многолучевая (звездчатая) структура помогает решить проблему сохранения природы в районах неплотной застройки. Эта планировка возникает в городах, располагающихся на пересечении дорог и рек, но улицами-лучами поселение как бы «врастает» в окружающее пространство, тем самым создавая У-образные соединения (такую планировку имеют, например, Великий Новгород и Париж).

Шахматная планировка характерна для древних поселений на пересечении двух дорог (например, Пекин, Киото). Тем не менее, такой тип имеют и некоторые молодые города (например, Чикаго).

### **2.3. Функциональное зонирование городских поселений. Размещение промышленных объектов и систем жизнеобеспечения**

При планировке городов и поселков проводят зонирование территории по видам ее использования, выделяя несколько функциональных зон.

Промышленная зона предназначена для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов. Промышленные зоны

выделяют с учетом организации удобных транспортных и пешеходных связей с местами расселения трудящихся, занятых на предприятиях; рациональных условий обслуживания предприятий внешним и внутригородским транспортом. Промышленную зону не должны пересекать транзитные железнодорожные пути и автомобильные дороги общей сети.

Промышленные районы формируют с учетом производственно-технологических, транспортных, санитарно-гигиенических и функциональных требований.

Размещать предприятия (или группы предприятий) на территории промышленного района, относить их к соответствующим классам в зависимости от санитарной классификации производств и выделяемых производственных вредностей, а также устанавливать размеры санитарно-защитных зон необходимо в соответствии с требованиями строительных норм и правил (СНиП) по разработке генеральных планов промышленных предприятий.

Промышленные предприятия, требующие создания санитарно-защитных зон шириной более 300 м, следует размещать за пределами городов и других населенных пунктов. Предприятия более вредные в санитарном отношении, взрывоопасные и пожароопасные располагают в отдаленной от жилой зоны части промышленного района и с подветренной стороны по отношению к другим предприятиям.

Для более экономичного решения инженерных коммуникаций, организации общего для группы предприятий товарного, ремонтного, энергетического, транспортного и другого хозяйства удобно группировать промышленные предприятия в комплексы. Наиболее рационально объединять предприятия на основе общности технологического процесса, сырьевых баз, взаимной утилизации продукции или отходов и др.

Однако комплексирование промышленных предприятий наряду с выгодами имеет некоторые недостатки: чрезмерная концентрация обуславливает повышение мощностей и суммацию вредностей.

Размещать промышленные комплексы и отдельные предприятия, выбрасывающие вредные вещества в атмосферу, рекомендуется таким образом, чтобы господствующие ветры дули от жилой зоны на промышленную. При этом ориентируются на среднегодовую розу ветров или на одну из сезонных (летнюю, зимнюю), построенных на основании многолетних наблюдений, и обязательно учитывают вероятность изменения розы ветров.

Санитарно-защитная зона предназначена для уменьшения отрицательного влияния промышленных и транспортных объектов на население. Основанием для научного расчета необходимой ширины эффективной санитарно-защитной зоны служат материалы по закономерностям распространения воздушных загрязнений, а также нормы предельно допустимых концентраций.

Чтобы обеспечить правильную планировку и организацию санитарно-защитной зоны, необходимо определить ее ширину как расстояние между промышленной площадкой и жилым районом, а не между основным



источником выброса и жилой территорией. Должно быть озеленено не менее 40 % установленной ширины санитарно-защитной зоны.

Жилая зона предназначена для размещения жилых районов, общественных центров (административных, научных, учебных, медицинских, спортивных и др.), зеленых насаждений общего пользования. Жилую зону размещают с наветренной стороны с учетом ветров преобладающего направления, а также выше по течению рек относительно промышленных предприятий.

Планировка территорий жилой зоны городов и других населенных пунктов должна предусматривать рациональное размещение жилой застройки, учреждений и предприятий обслуживания, общественных центров, уличной сети и зеленых насаждений общего пользования в целях создания наилучших условий проживания населения.

На жилой территории городов формируют жилые районы, состоящие из микрорайонов, объединяемых общественным центром с учреждениями и предприятиями обслуживания районного значения.

Микрорайон считается основным структурным элементом жилой территории городов и поселков. Его границами являются красные линии магистральных и жилых улиц. В пределах микрорайона, кроме жилых зданий, размещаются учреждения и предприятия первичного обслуживания. Территорию микрорайонов должны пересекать магистральные и жилые улицы.

Коммунально-складская зона предназначена для размещения торговых складов (общетоварных, специализированных и др.), складов для хранения овощей, предприятий для обслуживания транспорта, предприятий бытового обслуживания и др. Эту зону размещают вне жилой территории, используя по возможности территории санитарно-защитных зон промышленных предприятий и других объектов.

Зона внешнего транспорта служит для размещения транспортных устройств и сооружений (пассажирских и грузовых станций, портов, пристаней и др.)

Чтобы обеспечить удобные транспортные связи с центром города и его жилыми и промышленными районами, железнодорожные вокзалы размещают со стороны основной части жилой территории. В крупнейших и крупных городах, расположенных на главных железнодорожных магистралях, как правило, предусматриваются обходные железнодорожные линии для пропуска транзитных грузовых поездов без захода в город.

Жилую застройку городов и других населенных пунктов необходимо отделять от железнодорожных линий санитарно-защитной зоной шириной 100 м считая от оси крайнего железнодорожного пути.

Морские и речные порты рекомендуется размещать за пределами жилых территорий на расстоянии не менее 100 м от границы жилой застройки. По существующим стандартам ширина прибрежной территории морского порта не должна превышать 200 м, речного порта — 300 м, пристаней — 150 м, специализированных речных портов, предназначенных для перегрузки массовых грузов с организацией баз межнавигационного хранения, — 400 м.

Речные порты и судоремонтные предприятия речного транспорта необходимо размещать вне зон санитарной охраны основных водозаборных сооружений и ниже жилой застройки по течению реки.

Скоростные дороги и дороги грузового движения размещают на территориях санитарно-защитных зон, на неудобных для жилой застройки землях. Расстояние от края проезжей части скоростных дорог и дорог грузового назначения до красной линии (границы между магистралью и территорией жилой застройки) жилой застройки, согласно рекомендациям, должно составлять не менее 50 м.

Рекомендуется следующая ширина улиц в пределах красных линий: для магистральных улиц общегородского значения непрерывного движения — 75 м, регулируемого движения — 60 м, магистральных улиц районного значения — 35 м, жилых улиц при многоэтажной застройке — 25 м, при одноэтажной застройке и закрытом водоотводе — 15 м.

Стремительный рост крупных городов приводит к тому, что ресурсы земель, пригодных для застройки, быстро истощаются. С ростом городов возрастает средняя дальность поездок и транспортная подвижность населения, резко повышается объем грузовых перевозок, следовательно, значительно увеличивается количество транспортных средств и транспортных потоков.

Подземное пространство используется для прокладки метрополитенной линии, застройки торговыми комплексами, гаражами и др.

#### **2.4. Основные требования норм ИТМ ГО к планировке и застройке городов и размещению в них объектов экономики**

Требования норм инженерно-технических мероприятий гражданской обороны (ИТМ ГО) направлены на снижение вероятного ущерба и количества жертв, создание приемлемых условий для проведения спасательных и других неотложных работ (СиДНР) в возможных очагах поражения. Выполнение этих требований повышает устойчивость работы городского хозяйства.

Снижение плотности застройки территории города, создание отдельных микрорайонов, городов-спутников, границами которых становятся парки, полосы зеленых насаждений, водоемы, широкие магистрали, — все это создает противопожарные разрывы. Наличие водоемов дает возможность использовать их при тушении пожара, так как вероятность сохранения работоспособности водопровода мала.

Устройство широких магистралей и создание необходимой транспортной сети призвано не допустить образование сплошных завалов, затрудняющих действия спасателей и эвакуацию населения. Ширина незаваливаемой магистрали определяется формулой

$$Ш = H_{\max} + 15 \text{ м,}$$

где  $H_{\max}$  — высота наиболее высокого здания на магистрали (если оно не каркасной конструкции), м.

Внутригородская транспортная сеть между жилыми и промышленными районами должна быть надежной, иметь выходы за город, к вокзалам, пристаням. Междугородные магистрали (дороги) должны проходить вне города, чтобы колонны могли следовать без захода в город.

Создание в загородной зоне лесопарковой полосы обеспечивает отдых населения, а при ЧС — размещение эвакуируемых. Здесь находятся дома отдыха, санатории, туристические и спортивные базы, места отдыха детей. Следует обращать внимание на развитие в загородной зоне дорожной сети, связи, электроснабжения, водообеспечения, предусматривать помещения для магазинов, столовых, предприятий бытового обслуживания.

Большинство мероприятий по защите населения выполняются заблаговременно и требуют огромных затрат. Это строительство защитных сооружений гражданской обороны (ЗС ГО), обеспечение людей средствами индивидуальной защиты (СИЗ), оборудование пунктов управления, систем оповещения и связи, а также планирование мероприятий по ремонтно-эксплуатационным нуждам (РЭН).

Для повышения устойчивости управления основные, запасные, резервные и дублирующие пункты управления обеспечиваются всем необходимым оборудованием.

Трубопроводы и коммунально-энергетические сети следует размещать за пределами зон возможных разрушений или заглублять. Гаражи городского транспорта необходимо рассредоточивать по территории города.

Здания и сооружения на территории ОЭ необходимо размещать рассредоточено с обеспечением между ними противопожарных разрывов. Ширина противопожарного разрыва определяется формулой

$$Ш_{\text{п}} = H_1 + H_2 + 20 \text{ м,}$$

где  $H_1$  и  $H_2$  — высоты соседних зданий, м.

Ответственные сооружения ОЭ должны быть пониженной этажности или заглубленными, а их форма должна иметь минимальную парусность, чтобы противостоять ударным волнам. Наиболее устойчивы в этом отношении железобетонные здания с металлическим каркасом в бетонной опалубке.

Для повышения устойчивости элементов ОЭ к световому излучению применяют огнестойкие конструкции, несгораемые материалы, огнезащитные обмазки сгораемых элементов здания; в качестве перегородок используются армированные или бетонные плиты. Большие здания целесообразно разделять на секции несгораемыми стенами (брандмауэрами).

Необходимо предусматривать возможность герметизации зданий, производственных цехов и складов, чтобы не допустить проникновения в них радиоактивных, химических веществ или бактериологических средств. В складских помещениях должно быть минимальное количество дверей и окон, а легковоспламеняющиеся горючие жидкости (ЛВГЖ) и аварийно химически опасные вещества (АХОВ) следует размещать в отдельных хранилищах заглубленного типа.

Уникальное и ценное оборудование размещают в более прочных сооружениях заглубленного типа. Допускается его размещение в сооружениях из легких несгораемых конструкций, под навесами или открыто, поскольку такое оборудование больше пострадает от обломков разрушившегося здания, чем от ударной воздушной волны (УВВ).

ОЭ по хранению и переработке ЛВГЖ (нефти, бензина) следует размещать ниже по уклону местности относительно других ОЭ и населенных пунктов. Целесообразно использовать горные выработки.

Производственные здания ОЭ должны соединяться удобными дорогами с твердым покрытием, имеющими выход на любой из нескольких въездов на ОЭ.

Системы канализации должны иметь не менее двух сливов в городские канализационные сети и устройства для аварийного сброса в котлован, траншею или другое устройство.

Для обеспечения достаточного коэффициента ослабления радиации при строительстве промышленных сооружений увеличивают толщину их стен и перекрытий, используют прокладки (брони, экраны) из специальных материалов (свинца, грунта).

Бани, душевые, мойки машин должны быть приспособлены для выполнения спецобработки при заражении людей, техники и имущества.

### 3. ОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВА

#### 3.1. Характеристика опасных производственных объектов

В соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» опасными производственными объектами являются предприятия или их цехи, участки, а также иные производственные объекты, на которых:

а) получают, используют, перерабатывают, образуют, хранят, транспортируют, уничтожают следующие опасные вещества:

воспламеняющиеся вещества — газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20 °С или ниже;

окисляющие вещества — поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;

горючие вещества — жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

взрывчатые вещества — жидкости, газы пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

взрывчатые вещества — при определенных видах внешнего воздействия способные на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов;

токсичные вещества — способные при воздействии на живые организмы привести к их гибели и имеющие следующие характеристики: средняя смертельная доза при введении в желудок — 15...200 мг/кг, при нанесении на кожу — 50...400 мг/кг, средняя смертельная концентрация в воздухе — 0,5...2 мг/л;

высокотоксичные вещества — способные при воздействии на живые организмы привести к их гибели и имеющие следующие характеристики: средняя смертельная доза при введении в желудок — не более 15 мг/кг, при нанесении на кожу — не более 50 мг/кг, средняя смертельная концентрация в воздухе — не более 0,5 мг/л;

вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды (ОПС) и характеризующиеся в водной среде следующими показателями острой токсичности: средняя смертельная доза при ингаляционном воздействии на рыбу в течение 96 ч — не более 10 мг/л; средняя концентрация яда, вызывающая определенный эффект при воздействии на дафнии в течение 48 ч, — не более 10 мг/л; средняя ингибирующая концентрация при воздействии на водоросли в течение 72 ч — не более 10 мг/л;

б) используют оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С;

в) применяют стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры;

г) получают расплавы черных и цветных металлов и сплавы на основе этих расплавов;

д) ведут горные работы, работы по обогащению полезных ископаемых, а также работы в подземных условиях.

## 3.2. Химически опасные объекты

### 3.2.1. Общая характеристика

*Химически опасными объектами* (ХОО) называют объекты народного хозяйства, производящие, хранящие или использующие АХОВ.

К ХОО относятся:

предприятия химической и нефтеперерабатывающей промышленности;  
предприятия пищевой, мясомолочной промышленности, хладокомбинаты, продовольственные базы, имеющие холодильные установки, в которых в качестве хладагента используется аммиак;

водоочистные и другие очистные сооружения, использующие в качестве дезинфицирующего вещества хлор;

железнодорожные станции, имеющие пути отстоя подвижного состава с сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ);

железнодорожные станции выгрузки и погрузки СДЯВ;

склады и базы с запасом ядохимикатов и других веществ для дезинфекции, дезинсекции и дератизации.

В результате аварий или катастроф на ХОО возникает очаг химического заражения (ОХЗ). В ОХЗ или зоне химического заражения (ЗХЗ) может оказаться само предприятие и прилегающая к нему территория (табл. 2).

Таблица 2

*Степени опасности химических объектов*

Степени опасности	Количество человек, попадающих в зону возможного заражения
I	Более 75 000
II	40 000...75 000
III	Менее 40 000
IV	Зона возможного химического заражения не выходит за границы объекта

### **3.2.2. Виды и группы опасных химических веществ**

Из 10 миллионов химических соединений, применяемых в промышленности, сельском хозяйстве и быту, более 500 являются высокотоксичными и опасными для человека и экологии. Однако к опасным химическим веществам (ОХВ), согласно ГОСТ Р 22.3.05—94, относят только те, прямое или опосредованное воздействие которых на человека может вызвать острые или хронические заболевания людей или их гибель.

По характеру воздействия на организм человека ОХВ подразделяются на три группы:

- ингаляционного действия (ИД) — действующие через органы дыхания;
- перорального действия (ПД) — действующие через желудочно-кишечный тракт;
- кожно-резорбтивного действия (КРД) — действующие через кожные покровы.

При токсическом воздействии ОХВ на окружающую среду различают два типа воздействия на экосистемы:

- прямое, при котором меняются ассимиляционные функции растений, физико-химические свойства почв и т. п.;
- косвенное, при котором запускается механизм долгосрочных изменений экосистем под действием уже измененного состояния одного или нескольких компонентов.

По степени воздействия на организм человека химические вещества делятся на четыре класса:

- 1) чрезвычайно опасные:
  - соединения ртути, свинца, кадмия, цинка;
  - цианистый водород, синильная кислота и ее соли, нитриты;
  - соединения фосфора;
  - галогеноводороды (водород хлористый, водород фтористый, водород бромистый);
  - хлоргидриды (этиленхлоргидрин, этилхлоргидрит);
  - некоторые другие соединения (фосген, оксид этилена);
- 2) высоко опасные:
  - минеральные и органические кислоты (серная, азотная, соляная);
  - щелочи (аммиак, едкий натрий);
  - серосодержащие соединения (сульфиды, сероуглерод);
  - некоторые спирты и альдегиды кислот (формальдегид, метиловый спирт);
  - органические и неорганические нитро- и аминсоединения (анилин, нитробензол);
  - фенолы, крезолы и их производные;
- 3) умеренно опасные;
- 4) малоопасные.

### **3.2.3. Аварийно химически опасные вещества**

Крупнейшие потребители аварийно химически опасных веществ (АХОВ) — черная и цветная металлургия (хлор, аммиак, соляная кислота, водород фтористый, нитрил акриловой кислоты); целлюлозно-бумажная промышленность (хлор, аммиак, сернистый ангидрид, сероводород, соляная кислота); машиностроительная и оборонная промышленности (хлор, аммиак, соляная кислота, водород фтористый); коммунальное хозяйство (хлор, аммиак); медицинская промышленность (аммиак, хлор, фосген, нитрил акриловой кислоты, соляная кислота); сельское хозяйство (аммиак, хлорпикрин, хлорциан, сернистый ангидрид).

Объекты пищевой, в частности молочной, промышленности, торговые базы, оснащенные холодильниками, являются крупными потребителями аммиака, используемого в качестве хладагента.

В число потенциально опасных объектов входят и такие на первый взгляд безобидные предприятия, как кондитерские фабрики, пивные заводы, мясокомбинаты, станции водочистки, овощные базы.

Тысячи тонн АХОВ ежедневно перевозят различными видами транспорта, перекачивают по трубопроводам. Все названные объекты экономики химически опасны. К сожалению, аварии на них случаются часто, при этом по масштабам они сравнимы со стихийными бедствиями.

Попадание АХОВ в окружающую среду может произойти при производственных и транспортных авариях, стихийных бедствиях. Причинами аварий на производстве, использующем химические вещества, чаще всего бывают нарушение правил транспортировки и хранения, несоблюдение правил техники безопасности, выход из строя агрегатов, механизмов, трубопроводов, неисправность средств транспортировки, разгерметизация емкостей хранения, превышение нормативных запасов.

Последствия аварий на ХОО определяются как степенью опасности химического объекта, так и токсичностью и опасностью самих химических веществ.

При оценке ингаляционных отравлений, а также в тех случаях, когда необходимо охарактеризовать ядовитость растворов вредных веществ, используется средняя смертельная концентрация ( $LC_{50}$ ). Это концентрация, вызывающая гибель 50 % животных, подвергнутых воздействию. В качестве единиц измерения концентрации используется отношение количества вещества к единице объема ( $г/м^3$ ,  $мг/л$  и др.).

По показателям токсичности и опасности химические вещества делят на четыре класса:

- 1) чрезвычайно опасные ( $LC_{50} < 0,5 г/м^3$ );
- 2) высокоопасные ( $LC_{50} < 5 г/м^3$ );
- 3) умеренно опасные ( $LC_{50} < 50 г/м^3$ );
- 4) малоопасные ( $LC_{50} > 50 г/м^3$ ).



По характеру воздействия на организм АХОВ или СДЯВ делятся на следующие группы:

I. Вещества удушающего действия:

- 1) с выраженным прижигающим эффектом (хлор, треххлористый фосфор);
- 2) со слабым прижигающим действием (фосген, хлорид серы).

II. Вещества общеядовитого действия (синильная кислота, цианиды, угарный газ).

III. Вещества удушающего и общеядовитого действия:

- 1) с выраженным прижигающим действием (акрилонитрил, азотная кислота, соединения фтора);
- 2) со слабым прижигающим действием (сероводород, сернистый ангидрид, оксиды азота).

IV. Нейротропные яды (фосфорорганические соединения, сероуглерод, тетраэтилсвинец).

V. Вещества нейротропного и удушающего действия (аммиак, гидразин).

VI. Метаболические яды (дихлорэтан, оксид этилена).

VII. Вещества, извращающие обмен веществ (диоксин, бензофураны).

Кроме того, все АХОВ делятся на быстродействующие и медленнодействующие. При поражении быстродействующими АХОВ картина отравления развивается быстро, а при поражении медленнодействующими до проявления картины отравления проходит несколько часов — так называемый латентный (скрытый) период.

Возможность более или менее продолжительного заражения местности зависит от стойкости химического вещества.

Стойкость и способность заражать поверхности определяется температурой кипения вещества. К нестойким относятся АХОВ с температурой кипения ниже 130 °С, к стойким — выше 130 °С. Нестойкие АХОВ заражают местность на минуты или десятки минут. Стойкие сохраняют свойства в течение более длительного времени, а следовательно, и их поражающее действие длится от нескольких часов до нескольких месяцев.

С позиций продолжительности поражающего действия и времени наступления поражающего эффекта АХОВ условно делятся на четыре группы:

- 1) нестойкие с быстронаступающим действием (синильная кислота, аммиак, оксид углерода);
- 2) нестойкие замедленного действия (фосген, азотная кислота);
- 3) стойкие с быстронаступающим действием (фосфорорганические соединения, анилин);
- 4) стойкие замедленного действия (серная кислота, тетраэтилсвинец, диоксин).

Территория, подвергшаяся заражению АХОВ, на которой могут возникнуть или возникают массовые поражения людей, называется *очагом химического поражения* (ОХП).

На зараженной территории химические вещества могут находиться в капельно-жидком, парообразном, аэрозольном и газообразном состоянии.

При выбросе в атмосферу парообразных и газообразных химических соединений формируется первичное зараженное облако, которое в зависимости от плотности газа, пара, будет в той или иной степени рассеиваться в атмосфере. Газы с высоким показателем плотности (выше 1) будут стелиться по земле, «затекать» в низины, а газы (пары) с плотностью меньше 1 — быстро рассеиваться в верхних слоях атмосферы.

Различия в воздействии первичного и вторичного облаков на человека заключаются в том, что первичное облако имеет более высокую концентрацию паров АХОВ, но воздействует кратковременно, а вторичное облако, имея более низкую концентрацию паров АХОВ, воздействует на человека в зоне заражения более длительное время.

Характер заражения местности зависит от многих факторов — способа попадания химических веществ в атмосферу (разлив, взрыв, пожар); агрегатного состояния заражающих агентов (капельно-жидкие и твердые частицы, газы); скорости испарения химических веществ с поверхности земли и т. д.

Зона химического заражения АХОВ включает две территории: подвергающуюся непосредственному воздействию химического вещества и ту, над которой распространяется зараженное облако.

Указанные и многие другие факторы, характеризующие зону химического заражения, необходимо учитывать при планировании аварийно-спасательных работ по ликвидации последствий аварий на ХОО.

#### **3.2.4. Аварии на химически опасных объектах и мероприятия по защите персонала и населения**

*Химическая авария* — авария на ХОО, сопровождающаяся разливом или выбросом АХОВ, способным привести к гибели или заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и растений или окружающей природной среды.

В результате аварий на ХОО возможно заражение окружающей среды и массовое поражение людей, животных и растений. В связи с этим для защиты персонала и населения рекомендуется:

использовать индивидуальные средства защиты и убежища с режимом полной изоляции;

эвакуировать людей из зоны заражения, возникшей при аварии;

применять антитоксические средства обработки кожных покровов;

соблюдать режимы поведения (защиты) на зараженной территории;

проводить санитарную обработку людей, дегазацию одежды, территории сооружений, транспорта, техники и имущества.

Несмотря на все принимаемые меры по обеспечению безопасности, полностью исключить вероятность возникновения химических аварий невозможно.

Население, проживающее вблизи ХОО, должно знать свойства, отличительные признаки и потенциальную опасность АХОВ, используемых на данном объекте, и способы индивидуальной защиты от поражения АХОВ, уметь

действовать при возникновении аварии, оказывать первую медицинскую помощь пострадавшим.

Основным способом оповещения населения об авариях с выбросом (выливом) АХОВ является передача речевой информации через местную теле- и радиовещательную сеть. Также для сообщения об авариях используется установленный сигнал «Внимание всем!», при котором включаются электросирены, дублируемые производственными гудками и другими сигнальными средствами. Услышав этот сигнал, население обязано включить радио- и телеприемники и прослушать речевое сообщение о ЧС и необходимых действиях.

Примерный вариант сообщения об аварии на химическом объекте:

«Внимание! Говорит Управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям.

Граждане! На химическом комбинате произошла авария с выбросом хлора. Облако зараженного воздуха распространяется в направлении поселков Артемьево, Голубево.

В зону химического поражения полностью попадают оба поселка, а также хутор Прохоровский. Населению поселков и хутора немедленно покинуть населенные пункты и выйти к деревне Отурино.

В дальнейшем действовать в соответствии с указаниями органов ГО и ЧС и местного самоуправления. О возможности возвращения к месту жительства (работы) будет объявлено дополнительно после ликвидации последствий аварии».

Население, проживающее вблизи ХОО, при авариях с выбросом АХОВ, услышав информацию, передаваемую по радио, телевидению, через подвижные громкоговорящие средства или другими способами, должно надеть средства защиты органов дыхания, закрыть окна и форточки, отключить электронагревательные и бытовые приборы, газ, погасить огонь в печах, одеть детей, взять при необходимости теплую одежду и питание (трехдневный запас непортящихся продуктов), предупредить соседей, быстро, но без паники выйти из жилого массива в указанном направлении или в сторону, перпендикулярную направлению ветра, желательно на возвышенный, хорошо проветриваемый участок местности, на расстояние не менее 1,5 км от места проживания, и находиться здесь до получения дальнейших распоряжений.

Производственный персонал химического предприятия, на котором произошла авария, действует в соответствии с планами ликвидации аварий, а также с указаниями диспетчера (дежурного) по предприятию, который должен четко и ясно сообщить, что произошло, где и какие меры защиты следует предпринять в данной ситуации.

Для защиты органов дыхания следует надеть противогаз. При его отсутствии необходимо немедленно выйти из зоны поражения, использовав при этом в качестве защитных средств ватно-марлевые повязки, подручные изделия из ткани, смоченные водой. Если путей отхода нет, рекомендуется укрыться в помещении и загерметизировать его. При этом нужно помнить, что АХОВ тяжелее воздуха будут проникать в подвальные помещения и нижние

этажи зданий, низины и овраги, а АХОВ легче воздуха — заполнять более высокие этажи зданий.

При движении на зараженной местности необходимо строго соблюдать следующие правила:

- двигаться быстро, но не бежать и не поднимать пыль;
- не прислоняться к зданиям и не касаться окружающих предметов;
- не наступать на встречающиеся на пути капли жидкости или порошкообразные россыпи неизвестных веществ;
- не снимать СИЗ до распоряжения;
- при обнаружении капель АХОВ на коже, одежде, обуви, СИЗ удалять их тампоном из бумаги, ветоши или носовым платком; по возможности зараженное место промывать водой;

оказывать помощь пострадавшим детям, престарелым людям и тем, кто не способен двигаться самостоятельно.

После выхода из зоны заражения надо промыть глаза и открытые участки тела водой, принять обильное теплое питье (чай, молоко и т. п.) и обратиться за помощью к медицинскому работнику для определения степени поражения и проведения профилактических и лечебных мероприятий.

Об устранении опасности химического поражения и о порядке дальнейших действий население извещается специально уполномоченными органами или полицией. Следует помнить, что при возвращении населения в места постоянного проживания вход в жилые и другие помещения, подвалы, а также производственные здания разрешается только после контрольной проверки на содержание АХОВ в воздухе.

Химические вещества проникают в организм через органы дыхания, кожу, глаза, желудочно-кишечный тракт, поверхности ран, вызывая при этом как местные, так и общие поражения. В зависимости от физического состояния химического вещества, его концентрации в окружающей и внутренней (организме) средах у человека могут быть поражены печень, почки, сердце, легкие, нервная система и головной мозг.

Из разнообразных признаков химического отравления отметим лишь наиболее характерные: появление чувства страха, общее возбуждение, эмоциональная неустойчивость, нарушение сна, раздражение глаз, слизистой носа и гортани, покраснение кожи, рвота, тошнота, появление неестественного, специфического запаха. Действие химических веществ наступает даже при очень малых дозах. Их разрушающее влияние сказывается на всех людях.

Общими принципами неотложной помощи при поражениях АХОВ являются следующие:

- прекращение дальнейшего поступления яда в организм и удаление невсосавшегося;
- ускоренное выведение из организма всосавшихся ядовитых веществ;
- восстановление и поддержание жизненно важных функций организма.

### **3.3. Радиационно опасные объекты**

#### **3.3.1. Общая характеристика**

*Радиационно опасным объектом (РОО)* считается тот, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют радиоактивные вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, объектов народного хозяйства, а также окружающей природной среды.

Основную и главную группу РОО по степени их потенциальной опасности загрязнения природной среды представляют предприятия ядерного топливного цикла (ЯТЦ). Это предприятия по получению, применению, переработке, хранению и захоронению ядерных материалов. Наиболее широкое применение полученные ядерные материалы находят в ядерных энергетических реакторах на атомных станциях.

После отработки облученное ядерное топливо определенное время выдерживается в специальных хранилищах для его расхолаживания и распада наиболее активных короткоживущих радионуклидов. Далее ядерное топливо транспортируется на радиохимические заводы для последующей переработки, где производится извлечение оставшегося урана и наработанного плутония, которые вновь возвращаются на изготовление ядерного топлива.

Высокоактивные отходы, образовавшиеся после переработки облученного топлива (продукты деления урана, другие продукты наработки реактора) поступают на захоронение.

К предприятиям по добыче, переработке и получению ядерных материалов относятся: урановые рудники; предприятия по переработке урановой руды; аффинажу урана и получению тетрафторида урана; получению гексафторида урана; обогащению урана; заводы по очистке урановых концентратов и изготовлению твэлов.

#### **3.3.2. Радиоактивные вещества и их влияние на организм человека**

Основными радиоактивными элементами на предприятиях ЯТЦ являются уран и радий. Сбросы радионуклидов влияют на экологическую обстановку в регионе, однако в силу низкой вероятности аварий и незначительной радиоактивности практически не приводят к возникновению ЧС.

Наиболее чувствительны к радиационному воздействию кроветворные органы (костный мозг, селезенка, лимфатические узлы), эпителий слизистых оболочек (в частности, кишечника), щитовидная железа. Действие ионизирующего излучения (ИИ) вызывает тяжелейшие заболевания — лучевую болезнь, злокачественные новообразования и лейкемию.

Поражающее действие радиации обусловлено:  
воздействием внешнего облучения (рентгеновского и гамма-излучения, бета- и гамма-излучения, гамма-нейтронного излучения и др.);

внутренним облучением от попавших в органы человека радионуклидов (альфа- и бета-излучение);

радиационным воздействием как внешних источников излучения, так и внутреннего облучения;

комбинированным воздействием как радиационных, так и нерадиационных факторов (механической, термической травм, химического ожога, интоксикации и др.).

После аварии на радиоактивном следе основным источником радиационной опасности является внешнее облучение. Ингаляционное поступление радионуклидов в организм практически исключено при правильном и своевременном применении средств защиты органов дыхания.

Внутреннее облучение развивается в результате поступления радионуклидов в организм с продуктами питания и водой. В первые дни после аварии наиболее опасны радиоактивные изотопы йода, которые накапливаются щитовидной железой.

Характер распределения радиоактивных веществ в организме:

накопление в скелете (кальций, стронций, радий, плутоний);

концентрация в печени (церий, лантан, плутоний и др.);

равномерное распределение по органам и системам (тритий, углерод, инертные газы, цезий и др.);

радиоактивный йод избирательно накапливается в щитовидной железе (около 30 %), причем удельная активность ткани щитовидной железы может превышать активность других органов в 100...200 раз.

### **3.3.3. Аварии на радиационно опасных объектах**

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

Степень радиационной опасности для населения в случае аварии на РОО определяется многими факторами, важнейшими из которых являются:

количество и радионуклидный состав выброшенных во внешнюю среду радиоактивных веществ (РВ);

расстояние от источника аварийного выброса до населенных пунктов;

характер застройки населенных пунктов и плотность населения;

природные климатические условия;

характер природопользования, водоснабжения и питания населения.

Важное место при анализе источников радиационной опасности занимает правильное определение видов возможных аварий, в расчете на которые необходимо планировать те или иные защитные мероприятия.

Аварии на РОО можно подразделить на проектные, т. е. такие, которые могут быть предотвращены существующими (заложенными в проекте) системами безопасности, проектные с максимально возможными последствиями

(так называемые максимальные проектные аварии) и запроектные, которые не могут быть локализованы системами внутренней безопасности объекта. Последствия первых двух не приводят к выходу РВ за пределы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и облучению населения сверх допустимых установленных норм. Запроектные аварии, напротив, требуют введения в той или иной степени мер по радиационной защите населения.

К классификациям аварий на РОО существует несколько подходов. Это обусловлено тем, что подобные аварии отличаются большим разнообразием присущих им признаков, а также разнообразием объектов, на которых они могут происходить.

Так, аварии на РОО, в частности на АЭС, подразделяются на четыре категории.

1. Локальная авария — нарушение в работе АЭС, при котором произошел выход РВ или ИИ за предусмотренные границы технического оборудования, зданий, сооружений. При этом количество выброшенного РВ превышает установленные значения, но зона загрязнения не выходит за пределы промплощадки.

2. Местная авария — авария, при которой происходит выход радиоактивных продуктов за пределы промплощадки, но область радиационного загрязнения находится в пределах СЗЗ объекта. При местной аварии возможно облучение персонала в дозах, превышающих допустимые; концентрации РВ в воздухе и степень радиоактивного загрязнения поверхностей в помещениях и на территории также выше допустимых.

3. Средняя авария — характеризуется тем, что область радиоактивного загрязнения выходит за пределы СЗЗ, но локализуется в близлежащих районах, вызывая незначительное переоблучение проживающего вблизи АЭС (в радиусе 30 км) населения.

4. Крупная авария — авария, при которой область радиоактивного загрязнения выходит за пределы 100-километровой зоны и охватывает территории нескольких административных единиц с общим населением более 1 млн человек при средней дозе облучения более 3 бэр.

С целью типизации радиационных аварий Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) на основе опыта Франции, Японии и некоторых других стран разработана шкала оценки событий на АЭС, с помощью которой вводится дифференциация происшествий и аварий на АЭС. Шкала предусматривает семь уровней и условно разделена на две части. Нижняя часть шкалы включает три уровня (1—3) и относится к происшествиям (инцидентам), верхняя часть — четыре уровня и соответствует авариям. Условной граница раздела шкалы является максимальная проектная авария (4-й уровень).

По степени опасности зараженную местность на следе выброса и распространения РВ делят на следующие зоны:

зона М — радиационной опасности, 14 мрад/ч;

зона А — умеренного заражения, 140 мрад/ч;

- зона Б — сильного заражения, 1,4 рад/ч;
- зона В — опасного заражения, 4,2 рад/ч;
- зона Г — чрезвычайноопасного заражения, 14 рад/ч.

Определение зон радиоактивного заражения необходимо для планирования действий работающих на объекте подразделений МЧС; планирования мероприятий по защите людей; прогноза количества пострадавших вследствие аварии.

На основании этого вокруг АЭС установлены следующие зоны:

- санитарно-защитная — радиус 3 км;
- возможного опасного загрязнения — 30 км;
- наблюдения — 50 км;

100-километровая зона по регламенту проведения защитных мероприятий.

Любая крупная радиационная авария сопровождается двумя принципиально различающимися между собой видами возможных медицинских последствий:

радиологическими, которые являются результатом непосредственного воздействия ИИ;

различными расстройствами здоровья (общими или соматическими), вызванными социальными, психологическими или стрессорными факторами, т. е. другими повреждающими факторами аварии нерадиационной природы.

Радиологические последствия (эффекты) различаются по времени их проявления: ранние (не более месяца после облучения) и отдаленные, возникающие по истечении длительного срока (через годы) после радиационного воздействия.

Последствия облучения организма человека:

- разрыв молекулярных связей;
- изменение химической структуры соединений, входящих в состав организма;
- образование химически активных радикалов, обладающих высокой токсичностью;
- нарушение структуры генетического аппарата клетки.

В результате изменяется наследственный код и происходят мутагенные изменения, приводящие к возникновению и развитию злокачественных новообразований, наследственных заболеваний, врожденных пороков развития детей и появлению мутаций в последующих поколениях. Такого рода мутации могут быть соматическими, когда эффект облучения возникает у облученного, и наследственными, если он проявляется у потомства.

### **3.3.4. Мероприятия по защите персонала и населения в условиях радиационной аварии**

Для защиты персонала и населения в случае аварии на РОО предусмотрены следующие мероприятия:

- создание автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО);



создание системы оповещения персонала и населения в 30-километровой зоне;

строительство и готовность защитных сооружений в радиусе 30 км вокруг АЭС, а также возможность использования встроенных защитных сооружений;

определение перечня населенных пунктов и численности населения, подлежащего защите или эвакуации из зон возможного радиоактивного заражения;

создание запаса медикаментов, СИЗ и других средств для защиты населения и обеспечения его жизнедеятельности;

подготовка населения к действиям во время и после аварии;

создание на АЭС специальных формирований;

прогнозирование радиационной обстановки, организация радиационной разведки;

проведение учений на АЭС и прилегающей территории.

Мероприятия по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии определены в СанПиН 2.6.1.2523—09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».

Люди, проживающие в непосредственной близости от РОО, должны быть готовы в любое время суток принять немедленные меры по защите себя и своих близких в случае возникновения опасности.

Основной способ оповещения населения об авариях на РОО — передача информации по местной теле- и радиовещательной сети. Для привлечения внимания населения перед передачей такой информации включают сирены и другие сигнальные средства, звуки которых означает сигнал «Внимание всем!».

При отсутствии в поступившей информации рекомендаций по действиям следует защитить себя от внешнего и внутреннего облучения. Для этого необходимо как можно скорее надеть респиратор, противогаз или ватно-марлевую повязку, а при их отсутствии — прикрыть органы дыхания шарфом или платком, разместиться в ближайшем здании, лучше в собственной квартире.

Войдя в помещение, следует снять с себя верхнюю одежду и обувь, положив их в пластиковый пакет или пленку; немедленно закрыть окна, двери и вентиляционные отверстия; включить радиоприемник, телевизор и радиорепродуктор, занять место вдали от окон и быть готовым к приему информации и указаний о действиях.

При наличии измерителя мощности дозы надо определить степень загрязнения квартиры, в случае загрязненности помещений защитить органы дыхания; обязательно загерметизировать помещение (заделать щели в окнах и дверях, заклеить вентиляционные отверстия) и укрыть продукты питания, открытые продукты положить в полиэтиленовые мешки, пакеты или пленку; Сделать запас воды в емкостях с плотно прилегающими крышками; продукты и воду поместить в холодильники, закрываемые шкафы или кладовки. При приготовлении и приеме пищи все продукты, подверженные воздействию воды, промыть.

При получении указаний необходимо провести профилактику препаратами, содержащими йод (например, йодистым калием). При их отсутствии использовать 5%-й раствор йода: три-пять капель на стакан воды для взрослых и одну-две капли на 100 г жидкости для детей. Прием повторить через 6...7 ч. Следует помнить, что йодсодержащие препараты противопоказаны беременным женщинам.

Важно строго соблюдать правила личной гигиены, предотвращающие или значительно снижающие внутреннее облучение организма.

Помещения оставляют лишь при крайней необходимости и на короткое время. При выходе защищают органы дыхания, надевают плащ (накидку) или средства защиты кожи. После возвращения переодеваются.

Подготовка к возможной эвакуации заключается в сборе самых необходимых вещей — документов, денег, личных вещей, продуктов, лекарств, СИЗ, в том числе подручных (накидок, плащей из синтетических пленок, резиновых сапог, ботов, перчаток и т. д.). Вещи и продукты укладывают в чемоданы или рюкзаки, обернутые синтетической пленкой, их масса и габариты должны позволять одному человеку без особых усилий перемещать каждый из них и не перегружать эвакотранспорт.

При поступлении сигнала об эвакуации перед выходом из помещения следует освободить от продуктов холодильник, отключить все электро- и газоприборы, вынести в мусоросборники скоропортящиеся продукты, жидкости, мусор. Подготовить табличку с надписью «В помещении (квартире) № \_\_\_ жильцов нет». После закрыть квартиру и вывесить на дверь заготовленную табличку.

При нахождении на улице необходимо применять средства защиты органов дыхания и кожи, по возможности не поднимать пыль, стараться не ставить чемоданы и рюкзаки на землю, в противном случае следует использовать чистую газету или любую другую подстилку. Следует избегать движения по высокой траве и через кустарники, без надобности не садиться и не прикасаться к местным предметам. В процессе движения не пить, не принимать пищу и не курить. Перед посадкой в автомобиль провести частичную дезактивацию средств защиты кожи, одежды и вещей их осторожным обтиранием или обметанием, а также частичную санитарную обработку открытых участков тела обмыванием или обтиранием влажной тканью.

При посадке на транспорт или формировании пешей колонны нужно зарегистрироваться у представителя эвакокомиссии. По прибытии в район размещения эвакуированных при необходимости сдают СИЗ и предметы одежды на дезактивацию или утилизацию в соответствии с результатами радиационного контроля. Затем нужно умыться, помыть руки с мылом, прополоскать рот и горло; по возможности вымыть тело с мылом, особенно тщательно промыть части тела, покрытые волосяным покровом. После прохождения радиационного контроля надеть чистое белье, одежду, обувь.

При проживании на территории, степень загрязнения которой превышает фоновые нормы, но не опасные пределы, соблюдается специальный режим

поведения. Уборку помещения нужно проводить влажным способом с тщательным вытиранием пыли с мебели и подоконников. Ковры, половики и другие тканые покрытия следует не вытряхивать, а чистить пылесосом или влажной тряпкой. Уличную обувь (особенно подошву) необходимо ополаскивать в специальных емкостях с водой, затем протирать влажной тканью и оставлять за порогом квартиры (дома). Желательно, при наличии соответствующих условий, оставлять вне квартиры (дома) и верхнюю, уличную одежду. Мусор из пылесоса и использованную при уборке ветошь сбрасывают в емкость, врытую в землю, с тем чтобы в последующем их отправили на захоронение. Территория двора должна увлажняться как при наличии твердого покрытия, так и при его отсутствии; в последнем случае дополнительно выкашивается трава, а с дорожек снимается верхний слой грунта.

При проведении полевых работ обязательно пользоваться респираторами, противопыльными тканевыми масками или ватно-марлевыми повязками, сменной спецодеждой и головными уборами. В конце рабочего дня обязательен душ.

При ведении приусадебного хозяйства для снижения радиоактивного загрязнения выращиваемых продуктов в почву вносятся известь, калийные и другие удобрения, торф. Во время уборки урожая плоды, овощи и корнеплоды не складывают на землю. Выращенные сельхозпродукты подвергаются радиационному контролю. При установлении их загрязненности они промываются (очищаются) и в зависимости от результатов вторичного контроля применяются по назначению или уничтожаются.

Вся продукция, получаемая от сельскохозяйственных животных, птиц, пчел, подвергается выборочному радиационному контролю. При обнаружении загрязнения она подлежит обязательной продаже заготовительным организациям для последующего обезвреживания или утилизации.

Содержание скота необходимо сопровождать мерами по поддержанию в особой чистоте животных, животноводческих помещений, оборудования и кормов. Водопой должен осуществляться из закрытых источников, навоз следует складировать на оборудованных площадках. Не рекомендуется употреблять в пищу рыбу и раков из местных, особенно мелких, способных к концентрации радиоактивных веществ, водоемов. Заготовка дикорастущих ягод, грибов, лекарственных трав осуществляется по разрешению местных властей на территориях, определяемых по результатам проводимого радиационного контроля.

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

#### **3.4.1. Характеристика пожаро- и взрывоопасных объектов**

Усложнение технологических процессов, увеличение площадей застройки объектов народного хозяйства повышает пожарную опасность.

Потенциальными объектами аварий, связанных со взрывом и/или пожаром, являются хранилища и склады взрыво- и пожароопасных веществ —

нефтесклады и нефтебазы, склады ракетного топлива, артиллерийских и инженерных боеприпасов, взрывчатых веществ (ВВ) и т. д.

Степень опасности производственных объектов зависит от количества потенциальной энергии, способной реализоваться в виде взрывов и/или пожаров. В связи с этим на законодательном уровне (О промышленной безопасности опасных производственных объектов : федер. закон Рос. Федерации от 21.07.1991 № 116-ФЗ) определены две категории опасных производственных объектов (ОПО).

К первой категории относятся ОПО, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся и транспортируются следующие опасные вещества:

воспламеняющиеся — газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20 °С и ниже;

окисляющие — вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и/или способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;

горючие — жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

взрывчатые — вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов.

Вторую категорию представляют ОПО, на которых используется оборудование под давлением более 0,07 МПа или с температурой воды более 115 °С. Такими объектами могут быть не только промышленные предприятия, но и транспортные средства со взрывоопасным грузом, а также некоторые объекты соцкультбыта.

Причиной пожара или взрыва в помещении (цехе) является наличие горючей пыли и волокон. Большое количество пыли создают машины и агрегаты с механизмами ударного действия (дробилки, мельницы и т. п.), а также установки, работа которых сопряжена с использованием мощных воздушных потоков (пневмосистемы, сепараторы и т. п.) или перебросом измельченной продукции (места загрузки, пересыпания и др.). Некоторые виды пыли способны к самовозгоранию. Местная вспышка может вызвать взвихрение осевшей пыли, что, в свою очередь, способно привести к повторному взрыву большей мощности.

Возможность возникновения пожаров и взрывов определяется показателями пожаро- и взрывоопасности веществ. Горючие вещества могут находиться в трех агрегатных состояниях — газообразном, жидком и твердом. При определении параметров пожаро- и взрывоопасности веществ газами считаются вещества, абсолютное давление паров которых при температуре 50 °С равно или выше 13 300 кПа; жидкостями — вещества с температурой плавления не более 50 °С; твердыми веществами — вещества с температурой

плавления, превышающей 50 °С; пылями — диспергированные (размельченные) твердые вещества с размером частиц менее 850 мкм.

Пожаро- и взрывоопасность веществ, т. е. сравнительная вероятность их горения в равных условиях, определяется рядом их свойств: группой горючести, температурой самовоспламенения и вспышки, концентрационными пределами воспламенения, дисперсностью, летучестью и др.

По взрывной, взрыво-пожарной и пожарной опасности объекты подразделяются на категории:

первая (А) — нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, трубопроводы, склады нефтепродуктов;

вторая (Б) — цехи приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, мукомольные мельницы;

третья (В) — лесопильные, деревообрабатывающие, столярные, мебельные, лесотарные производства;

объекты остальных категорий (Г—К) менее опасны.

Распространению пожара на промышленных предприятиях способствуют: скопление значительного количества горючих веществ и материалов на производственных и складских площадях; наличие путей, создающих возможность распространения пламени и продуктов горения на смежные установки и соседние помещения; внезапное возникновение в процессе пожара факторов, ускоряющих его развитие; запоздалое обнаружение возникшего пожара и сообщение о нем в пожарную часть; отсутствие или неисправность стационарных и первичных средств тушения пожара; неправильные действия людей при тушении пожара.

*Взрыв* — быстро протекающий процесс физического или химического превращения веществ, сопровождающийся освобождением большого количества энергии в ограниченном объеме, в результате чего в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная создать угрозу жизни и здоровью людей, нанести ущерб народному хозяйству и окружающей среде, стать источником ЧС.

Взрыв представляет собой широкий круг явлений, которые связаны с очень быстрым выделением значительного количества энергии, сопровождающимся расширением вещества, обладающего избыточной энергией, в среде с меньшим энергетическим потенциалом. Расширение протекает с настолько большой скоростью (сотни метров в секунду), что приводит к резкому повышению давления, плотности, температуры и сопровождается значительными звуковыми эффектами. Источником энергии при взрыве могут быть как химические, так и физические процессы.

Как правило, источником выделения энергии при большинстве взрывов, с которыми приходится сталкиваться на практике, являются химические превращения веществ. Это относится как к взрывам, предназначенным для достижения определенных целей (например, в военной области или производственной сфере), так и к взрывам аварийного характера.

Примерами взрывов, энергосодержание во время которых обусловлено физическими процессами, могут служить взрывы сжатых газов или взрывы, связанные с образованием перегретых жидкостей. В этом случае энергия, выделяющаяся при взрыве, определяется процессами, обусловленными адиабатическим расширением парогазовых сред и перегревом жидкостей. Так, при выливании расплавленного металла в воду испарение протекает взрывным образом вследствие фрагментации капель расплава, быстрой теплоотдачи и перегрева холодной жидкости. Возникающая при этом физическая детонация сопровождается образованием ударной волны (УВ).

На практике взрывы, имеющие физическую природу, встречаются значительно реже, чем взрывы химического происхождения, и обычно возникают при авариях, поэтому далее будут рассматриваться только химические взрывы.

Высвобождение энергии при взрывах в общем случае выражается *удельной мощностью*, т. е. количеством энергии, выделяемой в единицу времени в единице объема. При химических взрывах скорость энергосодержания определяется скоростью распространения детонации или скоростью распространения пламени в соответствующей среде. Для различных твердых и жидких взрывчатых веществ эта скорость находится в интервале 2000...9000 м/с, а для газов зависит от динамики изменения значений параметров, характеризующих газовую среду в процессе взрывного горения, и может в несколько раз превосходить скорость звука в невозмущенной среде.

### **3.4.2. Последствия пожаров и взрывов на объектах экономики**

Последствия пожаров и взрывов определяются поражающими факторами, которыми являются: воздушная взрывная волна, основной параметр — избыточное давление в ее фронте; осколочные поля, создаваемые летящими обломками взрывающихся объектов, поражающее действие которых определяется количеством летящих осколков, их кинетической энергией и радиусом разлета.

При пожарах и взрывах люди получают термические (ожоги тела, верхних дыхательных путей, глаз) и механические (переломы, ушибы, черепно-мозговые травмы, осколочные ранения, комбинированные поражения) повреждения.

Принципы тушения пожаров базируются на понимании основных путей прекращения горения — снижения скорости тепловыделения или увеличения скорости теплоотвода от зоны реакции горения. Основное условие: температура горения должна быть ниже температуры потухания.

Известны четыре принципа прекращения горения:

- охлаждение реагирующих веществ;
- изоляция реагирующих веществ от зоны горения;
- разбавление реагирующих веществ до негорючих концентраций или концентраций, не поддерживающих горение;
- химическое торможение реакции горения.

Масштабы последствий взрывов зависят от их мощности и среды, в которой они происходят. Радиусы зон поражения могут достигать до нескольких километров. Различают три зоны действия взрыва.

Зона I — действие детонационной волны. Для нее характерно интенсивное дробящее действие, в результате которого конструкции разрушаются на отдельные фрагменты, разлетающиеся с большими скоростями от центра взрыва.

Зона II — действие продуктов взрыва. В ней происходит полное разрушение зданий и сооружений под действием расширяющихся продуктов взрыва. На внешней границе этой зоны образующаяся ударная волна отрывается от продуктов взрыва и движется самостоятельно от центра взрыва. Исчерпав свою энергию, продукты взрыва, расширившись до плотности, соответствующей атмосферному давлению, не производят больше разрушительного действия.

Зона III — действие воздушной ударной волны. Эта зона включает три подзоны: IIIa — сильных разрушений; IIIб — средних разрушений; IIIв — слабых разрушений. На внешней границе зоны III ударная волна вырождается в звуковую, слышимую на значительных расстояниях.

На взрывоопасных предприятиях причинами взрывов чаще всего являются разрушения и повреждения производственных емкостей, аппаратуры и трубопроводов; отступление от установленного технологического режима (превышение давления и температуры внутри производственной аппаратуры и др.); отсутствие постоянного контроля за исправностью производственной аппаратуры и оборудования и своевременностью проведения плановых ремонтных работ.

Большую опасность для жизни и здоровья людей представляют взрывы в жилых и общественных зданиях, а также в общественных местах. Главная причина таких взрывов — неразумное поведение граждан, в первую очередь детей и подростков. Наиболее частое явление — взрыв газа. Однако в последнее время получили распространение случаи, связанные с применением взрывчатых веществ, и прежде всего террористические акты.

Для нагнетания страха террористы могут организовать взрыв, установив взрывные устройства в самых неожиданных местах (подвалах, арендуемых помещениях, снимаемых квартирах, припаркованных автомобилях, туннелях, метро, в городском транспорте и т. п.) и использовав как промышленные, так и самодельные взрывные устройства. Опасен не только сам взрыв, но и его последствия, выражающиеся, как правило, в обрушении конструкций и зданий.

Сигналами опасности взрыва могут быть: наличие неизвестного свертка или какой-либо детали в машине, на лестнице, в квартире и т. д.; натянутая проволока, шнур; провода или изолирующая лента, свисающие из-под машины; чужая сумка, портфель, коробка, какой-либо предмет, обнаруженный в машине, у дверей квартиры, в метро. Поэтому, заметив взрывоопасный предмет (самодельное взрывное устройство, гранату, снаряд, бомбу и т. п.),

не подходите к нему близко, немедленно сообщите о находке в полицию, не позволяйте случайным людям прикасаться к опасному предмету и обезвреживать его.

Наибольшим разрушениям продуктами взрыва и УВ подвергаются здания и сооружения больших размеров с легкими несущими конструкциями, значительно возвышающиеся над поверхностью земли. Подземные и заглубленные в грунт сооружения с жесткими конструкциями обладают значительной сопротивляемостью разрушению.

Различают несколько степеней разрушения зданий и сооружений:

полное — обрушены перекрытия и разрушены все основные несущие конструкции; восстановление невозможно;

сильное — имеются значительные деформации несущих конструкций; разрушена большая часть перекрытий и стен;

среднее — разрушены главным образом не несущие, а второстепенные конструкции (легкие стены, перегородки, крыши, окна, двери); возможны трещины в наружных стенах; перекрытия в подвале не разрушены; в коммунальных и энергетических сетях значительные разрушения и деформации элементов, требующие устранения;

слабое — разрушена часть внутренних перегородок, заполнения дверных и оконных проемов; оборудование имеет значительные деформации; в коммунальных и энергетических сетях разрушения и поломки конструктивных элементов незначительны.

Продукты взрыва и образовавшаяся в результате их действия воздушная ударная волна способны наносить человеку различные травмы, в том числе смертельные. Так, в зонах I и II наблюдается полное поражение людей, связанное с разрывом тела на части, его обугливанием под действием расширяющихся продуктов взрыва, имеющих весьма высокую температуру. В зоне III поражение вызывается как непосредственным, так и косвенным воздействием УВ.

При непосредственном воздействии УВ основной причиной травм у людей является мгновенное повышение давления воздуха, что воспринимается человеком как резкий удар. При этом возможны повреждения внутренних органов, разрыв кровеносных сосудов, барабанных перепонок, сотрясение мозга, различные переломы и т. п. Кроме того, скоростной напор воздуха может отбросить человека на значительное расстояние и при ударе о землю (или препятствие) человек может получить серьезные повреждения. Металлическое действие такого напора заметно сказывается в зоне с избыточным давлением — более 50 кПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>), где скорость перемещения воздуха более 100 м/с, что значительно выше, чем при ураганном ветре.

Характер и тяжесть поражения людей зависят от величины параметров УВ, положения человека в момент взрыва, степени его защищенности. При прочих равных условиях наиболее тяжелые поражения получают люди, находящиеся в момент прихода УВ вне укрытий в положении стоя. В этом



случае площадь воздействия скоростного напора воздуха на человека будет примерно в шесть раз больше, чем в положении лежа.

Поражения, которые человек получает под действием УВ, различаются по степени тяжести:

легкие — легкая контузия, временная потеря слуха, ушибы и вывихи конечностей;

средние — травмы мозга с потерей сознания, повреждение органов слуха, кровотечение из носа и ушей, сильные переломы и вывихи конечностей;

тяжелые — сильная контузия всего организма, повреждение внутренних органов и мозга, тяжелые переломы конечностей; возможны смертельные исходы;

крайне тяжелые — травмы, обычно приводящие к смертельному исходу.

Характер поражения людей зависит от степени разрушения зданий и сооружений в момент взрыва. Так, при полных разрушениях следует ожидать гибели всех находящихся в здании людей, при сильных и средних может выжить примерно половина людей, а остальные получают травмы различной степени тяжести. Многие могут оказаться под обломками конструкций, а также в помещениях с заваленными или разрушенными путями эвакуации.

Косвенное воздействие УВ заключается в поражении людей летящими обломками зданий и сооружений, камнями, битым стеклом и другими предметами, увлекаемыми ею. При слабых разрушениях зданий гибель людей маловероятна, однако часть из них может получить различные травмы.

При угрозе взрыва в помещении следует опасаться падения штукатурки, арматуры, шкафов, полок, держаться подальше от окон, зеркал, светильников. Находясь на улице, необходимо отбежать на ее середину, площадь, пустырь, т. е. подальше от зданий и сооружений, столбов и линий электропередач. Если вас заблаговременно оповестили об угрозе, прежде чем покинуть жилище или рабочее место, отключите электричество, газ. Возьмите необходимые вещи и документы, запас продуктов и медикаментов.

Если в вашей или соседней квартире произошел взрыв, а вы находитесь в сознании и способны двигаться, попытайтесь принять ряд мер. Посмотрите, кому из людей, находящихся рядом с вами, нужна помощь. Если работает телефон, сообщите о случившемся в соответствующие службы. Не старайтесь воспользоваться лестницей, а тем более лифтом, чтобы покинуть здание: они могут быть повреждены (разрушены). Покидать здание необходимо только в случае начавшегося пожара и при угрозе обрушения конструкций.

Если вас завалило упавшей перегородкой или мебелью, подавайте сигналы (стучите по металлическим предметам, перекрытиям), чтобы вас услышали и обнаружили. Делайте это при остановке работы спасательного оборудования (в минуты тишины). При получении травмы окажите себе сильную помощь: устройтесь поудобней, уберите острые, твердые и колющие предметы, укройтесь. Если тяжелым предметом придавило какую-либо часть тела, массируйте ее для поддержания циркуляции крови. Ждите спасателей, вас обязательно найдут.

### 3.4.3. Виды взрывов на объектах экономики

#### 3.4.3.1. Взрывы конденсированных взрывчатых веществ, газо-, паро- и пылевоздушных смесей

Под *конденсированными взрывчатыми веществами* (КВВ) понимаются химические соединения или смеси, находящиеся в твердом или жидком состоянии и под влиянием определенных внешних условий способные к быстрому самораспространяющемуся химическому превращению с образованием сильно нагретых и обладающих большим давлением газов, которые, расширяясь, производят механическую работу.

Горение КВВ — это процесс взрывчатого превращения, обусловленный передачей энергии от одного слоя взрывчатого вещества к другому путем теплопроводности и излучения тепла газообразными продуктами.

Взрывчатые характеристики КВВ зависят от их природы и состояния. Наиболее важными из них являются:

- чувствительность к внешним воздействиям;
- энергия (теплота);
- скорость детонации;
- бризантность;
- фугасность (работоспособность).

КВВ принято делить на четыре группы:

инициирующие — предназначенные для возбуждения взрывчатого превращения в КВВ других групп (гремучая ртуть, азид свинца, тетразен);

бризантные — используемые в разрывных зарядах для боеприпасов, средств разрушения при добыче полезных ископаемых и др.; преимущественным видом их превращения является детонация; это однородные ВВ (тринитротолуол, нитроглицерин, пироксилин и др.) и неоднородные — механические смеси (аммониты, динамиты и др.);

метательные — чаще всего это порох, использующийся в качестве метательного заряда для огнестрельного оружия; их взрывчатое превращение — дефлаграционное горение;

пиротехнические составы.

Массу заряда и мощность взрыва ВВ или ядерного взрыва (ЯВ) принято оценивать тротиловым эквивалентом в килограммах, кг, или килотоннах, кт (1 кт = 1000 кг).

Масса заряда ВВ (ЯВ) в тротиловом эквиваленте составляет

$$C = C_{\text{ВВ}} K,$$

где  $C_{\text{ВВ}}$  — масса заряда данного ВВ, кг (кт);  $K$  — коэффициент пересчета данного ВВ на тротиловый эквивалент (величина табличная):

$$K = Q_{\text{ВВ}} / Q_{\text{Т}},$$

где  $Q_{\text{ВВ}}$  и  $Q_{\text{Т}}$  — теплоты взрыва данного ВВ и тротила соответственно ( $Q_{\text{Т}} = 4240$  кДж/кг).

Мощность взрыва ВВ (ЯВ) в тротиловом эквиваленте (полный тротило-  
вый эквивалент взрыва) определяется зависимостями:

для воздушного взрыва\*

$$C_T = KC_{ВВ};$$

для наземного взрыва

$$C_T = 2\eta KC_{ВВ},$$

где  $2\eta$  — поправочный коэффициент для наземного взрыва. Мощность на-  
земного взрыва удваивается за счет формирования полусферической волны  
и отражения части энергии от земли, а коэффициент  $\eta$  учитывает расход  
энергии взрыва на деформацию и выброс грунта (образование воронок) и со-  
ставляет для стальных плит 0,95...1; бетона 0,85...0,95; плотных грунтов 0,8;  
средних грунтов 0,6...0,65.

Параметры УВ и теплового излучения взрывов определяются полови-  
ной мощностью взрыва (половиной тротилового эквивалента взрыва), назы-  
ваемым тротиловым эквивалентом по УВ:

$$C_{jc} = 0,5C_T = \begin{cases} 0,5KC_{ВВ} & \text{— для воздушного взрыва;} \\ 0,5 \cdot 2\eta KC_{ВВ} & \text{— для наземного взрыва.} \end{cases}$$

Избыточное давление  $\Delta P_\Phi$ , кПа, для свободно распространяющейся сфе-  
рической ударной волны определяется по формуле

$$\Delta P_\Phi = \frac{84}{\bar{R}} + \frac{270}{\bar{R}^2} + \frac{700}{\bar{R}^3},$$

где  $\bar{R}$  — приведенное расстояние (высота), м/кг<sup>1/3</sup>:

$$\bar{R} = \frac{R}{\sqrt[3]{0,5KC_{ВВ}}} \quad \text{— для воздушного взрыва;}$$

$$\bar{R} = \frac{R}{\sqrt[3]{\eta RC_{ВВ}}} \quad \text{— для наземного взрыва.}$$

Некоторые промышленные производства сопровождаются образованием  
пылевоздушных смесей (ПЛВС).

Опыт ликвидации ЧС на взрыво- и пожароопасных производствах позво-  
ляет сделать вывод о вероятности взрывов ПЛВС (рис. 2) в мукомольном  
производстве, на зерновых элеваторах (мучная пыль), при обращении с кра-  
сителями, серой, сахаром и другими порошкообразными пищевыми продук-  
тами, в производстве пластмасс, лекарственных препаратов, на установках  
дробления топлива (угольная пыль), в текстильном производстве.

---

\* Для воздушного взрыва масса заряда и мощность взрыва численно совпадают.



Рис. 2. Взрыв ПЛВС

Процесс окисления протекает на поверхности твердых частиц пыли. Интенсивность горения ПЛВС зависит от размера частиц и содержания кислорода в системе. Мелкодисперсная пыль обладает большей активностью, более низкой температурой самовоспламенения и широким интервалом между нижним и верхним концентрационными пределами взрываемости. Если концентрация пыли в определенном объеме недостаточна (т. е. расстояние между отдельными частицами, находящимися во взвешенном состоянии, велико), то перенос пламени от частицы к частице невозможен, а значит, взрыв не произойдет. Чрезмерно большое количество пыли также препятствует взрыву, так как в этом случае слишком мало кислорода для ее сгорания.

Взрывоопасные ПЛВС могут возникать спонтанно, например при встряхивании осевшей пыли. В замкнутом объеме технологического аппарата начавшееся горение и распространение пламени в ПЛВС приводит к быстро нарастающему повышению давления, что может вызвать разрыв аппарата, а затем и взрыв в помещении.

Уровень опасности пыли характеризуется следующими основными показателями:

- концентрационными пределами воспламенения;
- объемной плотностью энерговыделения;
- максимальным давлением, возникающим при воспламенении;
- скоростью распространения пламени;
- временем нарастания давления при взрыве;
- максимально допустимым содержанием кислорода в смеси пыли с воздухом, при котором пыль не воспламеняется.

Пылевой взрыв — неконтролируемый процесс взрывного горения. Воспламенение, горение и взрыв ПЛВС представляют собой комплекс взаимосвязанных физико-химических процессов. Горение сопровождается выделением

тепла, появлением пламени и образованием газообразных продуктов сгорания. Скорость распространения пламени не превышает скорость звука. Если при горении ПЛВС с дозвуковой скоростью распространения пламени образуются сжатые газы, способные совершать механическую работу, то такое горение называется взрывным.

Горение аэрозоля органической пыли, являющееся основой взрыва, происходит следующим образом. При воспламенении аэрозоля пылинки, находящиеся вблизи источника воспламенения, нагреваются до температуры распада, происходит их газификация. Образовавшиеся продукты газификации, нагреваясь до температуры воспламенения, сгорают, тепло в результате излучения, теплопроводности и конвекции из зоны воспламенения передается прилегающим к ней негорящим частицам, которые, воспламеняясь, становятся источниками возгорания последующих слоев смеси. Так возникают условия для развития цепного, лавинообразного процесса горения ПЛВС.

Воспламенение и взрывное горение ПЛВС возможно только при определенной дисперсности пыли, в соответствующем диапазоне ее концентрации и при достаточной энергии источника зажигания. Если концентрация пыли ниже нижнего предела воспламенения, то даже при наличии источника воспламенения самораспространяющийся устойчивый процесс горения смеси не возникает. Пламя из зоны контакта с источником зажигания не может распространиться по всему ее объему из-за большого расстояния между частицами. При концентрации выше верхнего предела воспламенения ПЛВС не загорается: вследствие большого количества частиц не хватает кислорода, необходимого для поддержания и развития окислительных процессов.

Условия для взрыва ПЛВС возникают при концентрации пыли между нижним и верхним пределами воспламенения. Максимальное давление взрыва аэрозоля достигается при оптимальном соотношении горючей пыли и кислорода (окислителя), характерном для каждого вида пыли.

При горении аэрозоля в замкнутом объеме взрывное давление достигает максимального уровня. Если взрывное горение аэрозоля происходит в полужамкнутом объеме, то давление будет зависеть от величины вскрытых сечений, через которые происходит истечение газообразных продуктов взрыва. В обоих случаях давление взрыва может стать значительным и привести к разрушению аппарата или сооружения, в объеме которого произошел взрыв.

Влажность и зольность пыли, а также инертные добавки снижают ее взрывоопасность: повышается нижний предел воспламенения, уменьшается максимальное давление взрыва и скорость его нарастания. Снижение влажности увеличивает взрывоопасность пыли. Наиболее опасны пыли, влажность которых составляет менее 11 %. При влажности более 18 % трудно получить устойчивое горение ПЛВС. Снижение взрывоопасности мучной и зерновой пыли происходит при зольности продукта более 10 %. Наличие в пыли более 70 % инертных добавок делают аэрозоль практически невзрывоопасным.

На динамику возникновения и развития пылевого взрыва влияет источник воспламенения. Увеличение мощности и температуры источника,

площади его воспламеняющей поверхности вызывает воспламенение аэрозоля при более низком концентрационном пределе воспламенения, возрастает скорость распространения пламени в объеме смеси. Установлено, что сахарная пыль скорее взорвется от накаливаемого до температуры 1200 °С тела (концентрация 10,3 г/м<sup>3</sup>), чем от искры индукционной катушки напряжением 6,5 В и силой тока 3 А (концентрация 34,4 г/м<sup>3</sup>).

Пыль, содержащаяся в воздухе, оседает на стенах, полах, оборудовании и строительных конструкциях, образуя легко взвешиваемый аэрогель. Опасность его состоит в том, что от порыва ветра или сотрясения аэрогель поднимается в воздух, создавая в локальном объеме взрывоопасную ПЛВС. Россыпи пыли являются также источником образования взрывоопасной ПЛВС в помещении, особенно при локальных вспышках аэрогеля.

Факторами, способствующими развитию и распространению первоначального взрыва до серии взрывов ПЛВС, являются:

повышенная запыленность помещений;

наличие связи между отдельными технологическими аппаратами, помещениями и зданиями;

присутствие мелкодисперсного продукта в магистралях.

ПЛВС взрывоопасной концентрации, образовавшаяся в силосе или бункере, приводит к взрыву в следующих случаях:

обрушение свода, разгрузка и очистка силоса (бункера), наличие в нем источника воспламенения (очага самовозгорания, тлеющего продукта, искры и т. д.);

воспламенение ПЛВС пламенем взрыва, произошедшего в оборудовании, соединенном с этим силосом;

сдув пыли со стенок струей продуктов горения, воздушной волной от взрыва, происшедшего вне силоса, в норрии, самотечной трубе, аспирационном трубопроводе, в соседнем бункере, и последующее воспламенение ПЛВС подошедшим фронтом пламени.

Взрыв в системе аспирации возможен в случае воспламенения отложенной пыли в трубопроводах и циклонах при проведении сварочных работ на неостановленном или не очищенном от пыли оборудовании, трении лопаток вентилятора о корпус, попадании продуктов взрыва из аспирируемого оборудования.

Воспламенение ПЛВС возможно в дробилке, вальцовом станке при попадании в них металлического предмета, его заклинивании и искрообразовании; вальцовом станке при перекосе размольных вальцов; норриях и цепных конвейерах при трении буксующей ленты о барабан или цепи о корпус; дробилке при работе вхолостую, отсутствии продукта в наддробильном бункере и т. д.

В случае полной нагрузки в свободном объеме дробилки концентрация горючего выше верхнего концентрированного предела воспламенения. При взрыве в ней на холостом режиме продукты сгорания проходят по самотечным трубам, бункерам и др., вызывая повторные взрывы.

Взрыв в помещении происходит вследствие развития первичного взрыва внутри оборудования и наличия отложений пыли на нем и строительных конструкциях. Взрыв распространяется через монтажные проемы и междуэтажные перекрытия. Газовоздушная волна и пламя, попадая в смежные помещения, взвихривают отложения пыли с последующим ее воспламенением. Процесс может сопровождаться интенсивным выбросом пламени из здания.

При взрыве разрушаются строительные конструкции. Степень разрушения зависит от наличия легкобрасываемых конструкций, их площади, приходящейся на единицу объема.

При отсутствии легкобрасываемых конструкций возможно полное разрушение стен и перекрытий зданий.

Зарегистрированы случаи, когда воздушная волна, образовавшаяся при взрыве, повредила стекла в окнах зданий, расположенных в радиусе 200 м.

Взрывное горение может происходить по одному из двух режимов — дефлаграционному или детонационному. При оперативном прогнозировании последствий принимают, что процесс развивается в детонационном режиме.

Зону детонационной волны, ограниченную радиусом  $r_0$ , м, можно определить по формуле

$$r_0 = \frac{1}{24} \sqrt[3]{\mathcal{E}},$$

где  $\frac{1}{24}$  — коэффициент, м/кДж<sup>1/3</sup>;  $\mathcal{E}$  — энергия взрыва смеси, кДж, определяемая из выражения

$$\mathcal{E} = V_{\text{ГПВС}} \rho_{\text{СТХ}} Q_{\text{СТХ}},$$

где  $V_{\text{ГПВС}}$  — объем смеси, м<sup>3</sup>:

$$V_{\text{ГПВС}} = \frac{100V_{\text{Г}}}{C},$$

$\rho_{\text{СТХ}}$  — плотность смеси стехиометрического состава, кг/м<sup>3</sup>;  $Q_{\text{СТХ}}$  — энергия взрывчатого превращения единицы массы смеси стехиометрического состава, мДж/кг;  $V_{\text{Г}}$  — объем газа в помещении, м<sup>3</sup>;  $C$  — стехиометрическая концентрация горючего по объему, % (табл. 3).

Энергия взрыва, кДж, определяется из выражения

$$\mathcal{E} = mQ,$$

где  $m$  — расчетная масса пыли, кг;  $Q$  — удельная теплота сгорания вещества, образовавшего пыль, МДж/кг (табл. 4).

При оперативном прогнозировании расчетная масса пыли определяется из условия, что свободный объем помещения будет полностью заполнен взвешенным дисперсным продуктом, образуя при этом ПЛВС стехиометрической концентрации:

$$m = V_0 C / 1000,$$

где  $V_0$  — свободный объем помещения,  $V_0 = 0,8V_{\text{п}} \text{ м}^3$ ;  $C$  — стехиометрическая концентрация пыли,  $\text{г}/\text{м}^3$ :

$$C \approx 3\varphi_{\text{НКПР}},$$

где  $\varphi_{\text{НКПР}}$  — нижний концентрационный предел распространения пламени, т. е. минимальное содержание пыли в смеси с воздухом, при котором возможно возгорание (см. табл. 4).

Значение  $\varphi_{\text{НКПР}}$  для различных веществ:

неорганические вещества (сера, фосфор) —  $2 \dots 30 \text{ г}/\text{м}^3$ ;

пластмассы —  $20 \dots 100 \text{ г}/\text{м}^3$ ;

пестициды и красители —  $30 \dots 300 \text{ г}/\text{м}^3$ ;

шерсть —  $100 \dots 200 \text{ г}/\text{м}^3$ .

Таблица 3

*Характеристика газо- и паровоздушных смесей*

Вещество, образующее смесь	Формула вещества, образующего смесь	Показатель			
		$M_k$ , кг/моль	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$Q_{\text{стх}}$ , МДж/кг	$C$ , %
<i>Газовоздушные смеси</i>					
Аммиак	$\text{CH}_3$	15	1,180	2,370	19,72
Ацетилен	$\text{C}_2\text{H}_2$	26	1,278	3,387	7,75
Бутан	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	58	1,328	2,776	3,13
Бутилен	$\text{C}_4\text{H}_8$	56	1,329	2,892	3,38
Винилхлорид	$\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$	63	1,400	2,483	7,75
Водород	$\text{H}_2$	2	0,933	3,425	29,59
Дивинил	$\text{C}_4\text{H}_6$	54	1,330	2,962	3,68
Метан	$\text{CH}_4$	16	1,232	2,763	9,45
Оксид углерода	$\text{CO}$	28	1,280	2,930	29,59
Пропан	$\text{C}_3\text{H}_8$	44	1,315	2,801	4,03
Пропилен	$\text{C}_3\text{H}_6$	42	3,314	2,922	4,46
Этан	$\text{C}_2\text{H}_6$	30	1,250	2,797	5,66
Этилен	$\text{C}_2\text{H}_4$	28	1,285	1,285	6,54
<i>Паровоздушные смеси</i>					
Ацетон	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	58	1,210	3,112	4,99
Бензин авиационный	—	94	1,350	2,973	2,10
Бензол	$\text{C}_6\text{H}_6$	78	1,350	2,937	2,84
Гексан	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	86	1,340	2,797	2,16
Дихлорэтан	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$	99	1,49	2,164	6,54
Диэтиловый эфир	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	74	1,360	2,840	3,38
Ксилол	$\text{C}_6\text{H}_{10}$	106	1,355	2,830	1,96
Метанол	$\text{CH}_4\text{O}$	32	1,300	2,843	12,30
Пентан	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	72	1,340	2,797	2,56
Толуол	$\text{C}_7\text{H}_8$	92	1,350	2,843	2,23
Циклогексан	$\text{C}_6\text{H}_{12}$	84	1,340	2,797	2,28
Этанол	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	46	1,340	2,804	6,54



## Характеристика некоторых аэрозолей

Вещество	Показатель взрывных явлений пыли	
	$\varphi$ , г/м <sup>3</sup>	$Q$ , МДж/кг
Полистирол	27,5	39,8
Полиэтилен	45,0	47,1
Метилцеллюлоза	30,0	11,8
Полиоксадиазол	18,0	18,0
Пигмент зеленый (краситель)	45,0	42,9
Пигмент бордо на полиэтилене	39,0	42,9
Нафталин	2,5	39,9
Фталиевый ангидрид	12,6	21,0
Уротропин	15,0	28,1
Адипиновая кислота	35,0	19,7
Сера	2,3	8,2
Алюминий	58,0	30,13

## 3.4.3.2. Взрывы сосудов, работающих под давлением

*Сосудами, работающими под давлением*, называются герметически закрытые емкости, предназначенные для ведения химических и тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов и жидкостей под давлением.

Основная опасность при эксплуатации таких сосудов заключается в возможности их разрушения при внезапном адиабатическом расширении газов и паров (т. е. при физическом взрыве). Причинами взрывов сосудов, работающих под давлением, могут быть ошибки, допущенные при их проектировании и изготовлении, дефекты материалов, потеря прочности в результате местных перегревов, ударов, превышение рабочего давления в результате отсутствия или неисправности контрольно-измерительных приборов, отсутствие или неисправность предохранительных клапанов, мембран, запорной и отключающей арматуры.

Особенно опасны взрывы сосудов, содержащих горючую среду, так как осколки резервуаров даже большой массы (до нескольких тонн) разлетаются на расстояние до нескольких сот метров и при падении на здания, технологическое оборудование, емкости вызывают разрушения, новые очаги пожара, гибель людей.

При взрывах сосудов развиваются большие мощности, приводящие к значительным разрушениям. Так, мощность, выделяемая при взрыве сосуда емкостью 1 м<sup>3</sup>, содержащего воздух под давлением 1,2 МПа, при длительности взрыва в 0,1 с, составляет 28 МВт.

Деятельность нанIMATEЛЕЙ, связанная с проектированием, изготовлением, реконструкцией, наладкой, монтажом, ремонтом, техническим диагностированием и эксплуатацией сосудов, работающих под давлением, является

лицензируемой, регламентируется соответствующими правилами, которые распространяются:

на сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше 115 °С или другой жидкости с температурой, превышающей температуру кипения при давлении 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>), без учета гидростатического давления;

сосуды, работающие под давлением пара или газа свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>);

баллоны, предназначенные для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>);

цистерны и бочки для транспортирования и хранения сжатых и сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50 °С превышает давление 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>);

цистерны и сосуды для транспортирования или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше 0,07 МПа (0,07 кгс/см<sup>2</sup>) создается периодически для их опорожнения;

барокамеры.

#### 3.4.3.3. Взрывы технологических систем со сжатыми негорючими газами

При взрыве под давлением сосудов, имеющих форму шаровых газгольдеров и баллонов, могут возникать сильные УВ. В результате образуется большое число осколков, что приводит к серьезным разрушениям и травмам.

Общая энергия взрыва технологических систем со сжатым негорючим газом, кДж, определяется по формуле

$$E = \frac{P_1 - P_0}{k_r - 1} V_1,$$

где  $P_1$  — начальное давление газа в сосуде, кПа;  $k_r$  — показатель адиабаты газа ( $k_r = \frac{C_p}{C_v}$ );  $V_1$  — объем сосуда, м<sup>3</sup>.

Для технологических объектов с высокими значениями параметров сжатых газов и энергетических потенциалов уровень опасности можно оценивать по энергетическим балансам как ударных волн ( $E_{в.в} = 0,6...0,4E$ ), так и разлета осколков ( $E_{оск} = 0,4...0,6E$ ).

В этом случае

$$m_{\text{ТНТ}} = \frac{(0,4...0,6)E}{Q_{\text{в.ТНТ}}},$$

где  $Q_{\text{в.ТНТ}}$  — энергия взрыва тротила ( $Q_{\text{в.ТНТ}} = 4520$  кДж/кг).

Изменение избыточного давления на фронте ударной волны при взрыве сосуда со сжатым газом можно определить по формулам

$$\Delta P_{\Phi} = P_0 \begin{cases} \frac{4}{k+1} \frac{1}{-1 + \left[1 + 25k\alpha(R^*)^3\right]^{1/2}} & \text{при } 0 \leq R^* \leq 2, \\ \frac{4}{r+1} \frac{1}{-1 + \left[1 + 50k(R^*)^2 \ln(0,5R^*) - 1\right]^{1/2}} & \text{при } R^* > 2, \end{cases}$$

где  $k = 1,4$  — показатель адиабаты для воздуха;  $\alpha$  — скорость звука в воздухе, м/с:

$$\alpha = \begin{cases} 0,3546(k-1)^{-1,1768-0,139451 \lg(k-1)} & \text{при } R^* \leq 2, \\ 1,238k^{-2,1448+0,23251 \lg k} & \text{при } R^* > 2. \end{cases}$$

Положительный импульс давления фазы сжатия составляет

$$I^+ = \frac{0,01323k(k+1)P_0R}{\alpha}.$$

#### 3.4.3.4. Взрывы технологических систем с перегретыми жидкостями

В различных отраслях промышленности приходится иметь дело с огромными массами как нейтральных, так и горючих перегретых жидкостей, к которым относятся сжиженные углеводородные газы — хлор, аммиак, фреоны и др. Жидкость, имеющая температуру кипения ниже температуры окружающей среды, является перегретой при высоких температурах и давлениях, превышающих атмосферные (например, вода в паровых котлах). Уровень перегрева жидкости обычно характеризуется разностью между температурой, при которой она находится в технологической системе, и температурой ее кипения при атмосферном давлении. Если сосуд (система) с перегретой жидкостью внезапно разрушается, жидкость быстро испаряется, при этом образуется пар и формируются УВ.

В зависимости от давления и температуры вещество может находиться в различных агрегатных состояниях:

категория I — вещества с критической температурой ниже температуры окружающей среды (криогенные вещества — сжиженный природный газ, азот, кислород);

категория II — вещества с критической температурой выше и точкой кипения ниже, чем температура окружающей среды (сжиженный нефтяной газ, пропан, бутан в теплую погоду, аммиак, хлор); их особенностью является мгновенное испарение части жидкости при разгерметизации и охлаждение оставшейся доли до точки кипения при атмосферном давлении;

категория III — жидкости, у которых критическое давление выше атмосферного и температура кипения выше температуры окружающей среды (вещества, находящиеся в обычных условиях в жидком состоянии, например

вода); также это некоторые вещества из предыдущей категории (например, бутан в холодную погоду);

категория IV — вещества, содержащиеся при повышенных температурах (водяной пар в котлах, циклогексан и другие жидкости под давлением и температуре, превышающей их точку кипения при атмосферном давлении).

Критические параметры и плотность некоторых сжиженных веществ приведены в табл. 5.

Таблица 5

*Значения критических параметров и плотности некоторых веществ в сжиженном состоянии*

Вещество	$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$ , при $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$	$t_{\text{кр}}, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{кр}}, \text{МПа}$	$P_{\text{сж}}, \text{кг/м}^3$
Водород	-252,00	-240,0	1,28	71
Азот	-196,00	-147,0	3,40	807
Кислород	-183,00	-118,0	5,05	1135
Метан	-164,00	-82,0	4,65	424
Хетрафторметан	-128,00	-45,5	—	1960
Этилен	-103,70	9,5	5,02	567
Этан	-88,60	32,1	4,83	546
Диоксид углерода	-78,52	31,0	7,40	1180
Пропилен	-47,70	91,4	4,55	608
Пропан	-42,17	96,8	4,21	582
Хлор	-34,50	144,0	7,70	1563
Аммиак	-33,35	132,4	11,30	682
Бутан	-0,60	153,0	3,70	601
Циклогексан	80,70	280,0	4,01	715
Вода	100,00	374,0	21,80	1000

Для энергетической оценки опасности взрыва перегретой жидкости необходимо знать долю жидкости, мгновенно испарившейся за счет внутренней энергии перегрева:

$$m_T = (H_T - H_0) / L_{\text{исп}},$$

где  $m_T$  — доля мгновенно испарившейся в адиабатическом режиме жидкости при температуре  $T$ ;  $H_T$  — удельная энтальпия жидкости при температуре  $T$ ;  $H_0$  — удельная энтальпия жидкости при температуре кипения при атмосферном давлении;  $L_{\text{исп}}$  — удельная теплота испарения при температуре кипения и атмосферном давлении.

Возможны три сценария развития аварии сосуда с перегретой жидкостью.

В случае полного разрушения сосуда теоретическое время испарения  $\tau_{\text{исп}}$  несложно вычислить, принимая, что пары без перемешивания с воздухом образуют полусферическое облако радиусом  $R_{\text{полусф}}$  и мгновенно образующийся пар перемещается от поверхности жидкости до края облака со скоростью звука в паре  $\alpha_{\text{пар}}$ . Объем облака представляет собой сумму объемов

парового выброса  $V_{\text{пар}}$  и объема неиспарившейся жидкости  $V_{\text{ж}}$ . Радиус полусферы можно найти, исходя из элементарных геометрических соотношений:

$$V = V_{\text{пар}} + V_{\text{ж}} = \frac{2}{3} \pi R_{\text{полусф}}^3,$$

$$R_{\text{полусф}} = 0,78V^{1/3}.$$

Теоретическое время испарения составляет

$$\tau_{\text{исп}} = 0,78(V - V_{\text{ж}})^{1/3} / \alpha_{\text{пар}}.$$

При взрыве сосуда с перегретой жидкостью 40 % энергии взрыва переходит в энергию осколков, а 60 % — в энергию УВ.

В случае перегретой горючей жидкости облако пара может воспламениться с образованием огненного шара.

При нарушении герметичности сосуда выше уровня жидкости (трещины, коррозия, усталость, механические повреждения и т. п.) даже в случае небольшого отверстия истечение пара будет продолжаться до тех пор, пока не испарится вся жидкость.

При повышении давления в сосуде со сжатым газом или перегретой жидкостью, а также при постороннем механическом воздействии в стенке сосуда возникают напряжения, которые при достижении определенной величины могут привести к его разрушению. Величина напряжения в стенке сосуда сферической формы радиусом  $r$  и толщиной  $\delta$  определяется по формуле

$$\sigma = \Delta P_r / 2\delta.$$

Если величина напряжения превышает значение временного сопротивления  $R_{\text{нп}}$  материала стенки, имеет место разрушение последней. Это происходит при давлении

$$\Delta P = 2\delta R_{\text{нп}} / r.$$

Образующиеся при взрыве сосуда осколки имеют среднюю начальную скорость разлета, м/с:

$$w_0 = \sqrt{\frac{2E_{\text{оск}} M_{\text{г}}}{M_{\text{об}}}},$$

где  $E_{\text{оск}}$  — энергия взрыва, идущая на образование и разлет осколков, кДж/кг:

$$E_{\text{оск}} = (0,4 \dots 0,6) \left[ Q_v + \frac{P_1 - P_0}{\rho_{\text{г}} (k_{\text{г}} - 1)} \right],$$

где  $Q_v$  — энергия взрыва газа, Дж/кг;  $\rho_{\text{г}}$  — плотность газа при давлении  $P_1$ , кг/м<sup>3</sup>;  $M_{\text{г}}$  и  $M_{\text{об}}$  — массы газа и оболочки сосуда соответственно, кг.

Образовавшиеся осколки разлетаются со скоростью, м/с, определяемой по формуле Г. И. Покровского:

$$w = w_0 \exp\left(-\frac{R}{\gamma L_{oc}}\right),$$

где  $\gamma$  — отношение плотностей материала оболочки и воздуха:

$$\gamma = \rho_{об} / \rho_{воз};$$

$R$  — радиус разлета осколков, м:

$$R^* \sim 2w \sqrt{H / g},$$

где  $R^*$  — максимальный радиус, в котором разлетаются осколки, м ( $R < R^*$ );  $H$  — высота центра взрыва, м;  $g$  — ускорение свободного падения, равное  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $l_{oc} = \sqrt{d_{oc}^2 + h_{oc}^2}$  — характерный размер осколка, имеющего форму цилиндра диаметром  $d_{oc}$  и длиной  $h_{oc}$ , м.

При разрушении цилиндрического резервуара образуется поле осколков разного размера, но для приближенных расчетов можно принять, что все осколки имеют цилиндрическую форму с длиной  $h_{oc}$ , равной толщине оболочки сосуда  $\sigma_{об}$ , и диаметром  $d_{oc}$ , м:

$$d_{oc} = \frac{r_{об} \sigma_{об}}{w_0 \sqrt{E_y \rho_{об}}},$$

где  $r_{об}$  — радиус оболочки сосуда, м;  $\sigma_{об}$  — предельное динамическое сопротивление разрушению;  $E_y$  — модуль упругости;  $\rho_{об}$  — плотность материала оболочки сосуда.

Масса одного осколка, кг, составляет

$$m_{oc} = 0,25 \rho_{об} \pi d_{oc}^2 h_{oc},$$

а количество образующихся осколков определяется из соотношения

$$n = M_{об} / m_{oc}.$$

Разлетающиеся осколки оболочек взрывчатых веществ (устройств), сосудов со сжатыми и горючими газами наряду с образующейся УВ являются основными причинами возникновения вторичных эффектов взрыва.

### 3.5. Гидродинамически опасные объекты

#### 3.5.1. Общая характеристика

*Гидротехническим сооружением* (ГТС) называется инженерное сооружение, построенное для решения тех или других водохозяйственных задач.

Все ГТС делятся на две категории:

общие — применяемые в двух или нескольких различных отраслях водного хозяйства;

специальные — используемые только в одной отрасли водного хозяйства.

К общим ГТС относятся:

водопроводные — создающие подпор воды, например в русле реки (плотины, дамбы);

водопроводящие — искусственные русла (каналы, туннели, лотки, трубопроводы);

регуляционные — устраиваемые с целью регулирования режима водного потока, защиты его дна и берегов от размыва и т. д.

К специальным ГТС относятся:

гидроэнергетические — здания ГЭС, уравнивательные резервуары, строящиеся при ГЭС, и т. д.;

гидросооружения водного транспорта — судоходные шлюзы, судоподъемники, пристани, набережные, маяки, лесоплавильные лотки и т. д.;

гидросооружения водоснабжения — особые водоподъемники, насосные станции, очистные сооружения;

гидросооружения для целей инженерной мелиорации — гидромелиоративные сооружения (дренажные устройства, шлюзы-регуляторы);

сооружения рыбного хозяйства — рыбоходы, рыбоводные пруды и т. д.

Наиболее важным типом общего гидросооружения является плотина с водопропускными и другими устройствами, создаваемыми при ней.

Плотины устраивают с целью решения ряда задач:

поднятия уровня воды в реке и регулирования этого уровня;

создания хранилища для воды (водохранилища).

Поднятие уровня воды в реке бывает необходимым в следующих случаях: при устройстве ГЭС;

для отвода воды из реки каналом на орошение земель;

улучшения условий судоходства — увеличения глубины воды и уменьшения скоростей в реке;

увеличения глубин в месте устройства водоподъемников гидромелиоративных систем и систем водоснабжения (с увеличением таких глубин условия забора воды из реки облегчаются);

по санитарным соображениям и т. д.

Плотины, построенные с целью поднятия уровня воды в реке, называют *водоподъемными*.

По своему назначению плотины бывают трех видов: водоподъемные, водохранилищные и водохранилищные и водоподъемные.

Плотины отмеченных трех видов делятся на две основные группы.

*Глухие плотины* — это плотины, непосредственно через которые воду не сбрасывают; пропуск воды через створ плотины (если он требуется) осуществляется береговыми водопропускными сооружениями или через отверстия, хотя и сделанные в теле плотины (или ее основании), но имеющие весьма малую ширину по сравнению с длиной плотины.

*Водосбросные (водопропускные) плотины* — это плотины, по длине которых устраивают достаточно широкие (по сравнению с длиной плотины) водопропускные отверстия (безнапорные или напорные).

Глухие плотины можно классифицировать по различным признакам.

В зависимости от материала, из которого возводится тело плотины, плотины могут быть:

грунтовыми, т. е. из обычного грунта или каменной наброски;

бетонными, т. е. из искусственного камня;

железобетонными и т. д.

По конструктивным признакам и условиям статической работы различают: гравитационные плотины (рис. 3), устойчивость которых обеспечивается благодаря их собственному весу;

контрфорсные плотины (рис. 4), устойчивость которых обеспечивается благодаря не только весу самой плотины  $G$ , но и весу воды  $G_v$  в объеме призмы; для этого контрфорсные плотины имеют большой уклон верховой грани; в конструктивном отношении они представляют собой ряд контрфорсов треугольной формы, на грани которых опираются плиты (или своды);

арочные плотины, работающие как свод, поставленный на торец и упирающийся своими пятками в скальные берега (рис. 5).



Рис. 3. Гравитационная плотина

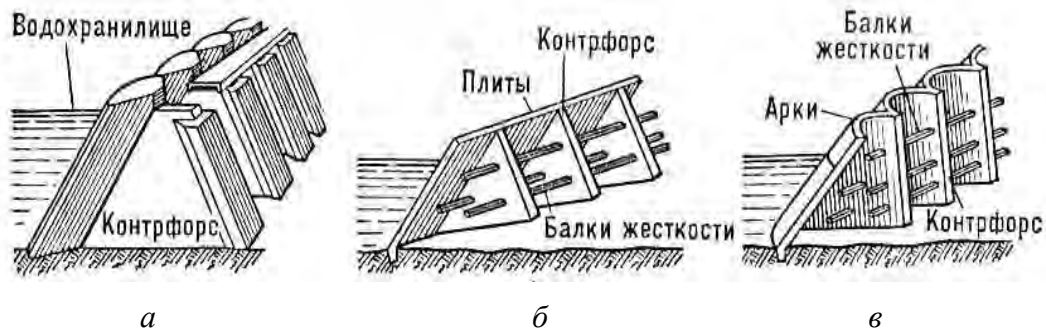


Рис. 4. Типы контрфорсных плотин: *а* — массивно-контрфорсная; *б* — с плоскими перекрытиями; *в* — с арочными перекрытиями





Рис. 5. Арочная плотина

Водосбросные (водопропускные) плотины в зависимости от характера пропуска воды через них могут быть:

водосливными, водосбросный фронт которых образован поверхностными отверстиями (такие плотины главным образом и сооружаются);

водопропускными, водосбросный фронт которых образован глубинными (водопропускными) отверстиями.

В конструктивном отношении различают гравитационные, контрфорсные и арочные плотины.

Создание водохранилищ преследует следующие цели:

получить водоем для регулирования стока реки (в период многоводья вода скапливается в водохранилище; в засушливый же период эта вода расходуется из водохранилища, причем расход речной воды во времени выравнивается);

получить водоем, необходимый, например, для работы так называемых гидроаккумулирующих установок, для рыбного хозяйства и т. п. Уровень воды в водохранилище во время его эксплуатации может меняться.

В некоторых случаях одну и ту же плотину устраивают и для поднятия уровня воды в реке, и для образования водохранилища. Такая плотина будет и водоподъемной, и водохранилищной.

В связи с комплексностью решения водохозяйственных проблем и по целому ряду других соображений очень часто некоторые из перечисленных ГТС приходится группировать в комплексы. Такие комплексы гидросооружений называют *гидроузлами*. Особенно сложными бывают речные гидроузлы на равнинных реках; в них обычно входят плотина, здание ГЭС, судоходный шлюз, какой-либо водозабор (например, для орошения земель) и т. д.

### **3.5.2. Аварии на гидротехнических сооружениях**

Практика показывает, что невозможно со стопроцентной вероятностью гарантировать безаварийную эксплуатацию напорных гидротехнических объектов.

*Гидродинамическая авария* — это происшествие, связанное с выходом из строя (разрушением) ГТС или его частей с последующим неуправляемым перемещением больших масс воды.

На территории России эксплуатируется более 30 000 водохранилищ и несколько сотен накопителей промышленных стоков и отходов. ГТС сооружения на 200 водохранилищах и 56 накопителях отходов эксплуатируются без реконструкции более 50 лет, некоторые находятся в аварийном состоянии. По мнению специалистов, общее число гидродинамически опасных объектов составляет 815, численность населения, проживающего в зонах непосредственной угрозы жизни и здоровью при возможных авариях на этих объектах, превышает 7 млн человек.

Однако прежде чем говорить об авариях, необходимо познакомиться с некоторыми специальными терминами.

*Проран* — узкий проток в теле (насыпи) плотины, косе, отмели в дельте реки или спрямленный участок реки, возникший в результате размыва излучины в половодье.

*Прорыв плотины* — начальная фаза гидродинамической аварии, т. е. процесса образования прорана и неуправляемого потока воды, устремляющегося из верхнего бьефа через проран в нижний бьеф.

*Бьеф* — участок реки между двумя соседними плотинами на реке или участок канала между двумя шлюзами.

*Верхний бьеф* — часть реки выше подпорного сооружения (плотины, шлюза).

*Нижний бьеф* — часть реки ниже подпорного сооружения.

*Рисберма* — укрепленный участок русла реки в нижнем бьефе водосбросного ГТС, защищающий русло от размыва, выравнивающий скорость потока и т. д.

Основным видом повреждений при авариях на ГТС является разрушение бетонных поверхностей конструктивных элементов сооружений, расположенных в зоне переменного уровня воды, нарушение целостности водогасительных устройств и креплений в нижних бьефах, в отдельных случаях с подмывом и опусканием бетонных плит и крепления откосов.

Приведем несколько примеров наиболее крупных аварий на ГТС. 1 апреля 1956 г. произошла авария на Лужской ГЭС-2 (р. Быстрица Ленинградской области). Разрушилась русловая земляная плотина, которая была построена в 1954—1955 гг. Прорывом вынесло 500 м<sup>3</sup> грунта, а ширина размыва достигла 32 м. Водоохранилище было полностью опорожнено, подмыта бетонная опора, которая оторвалась от устоя здания станции по осадочному шву.

Авария на Саяно-Шушенской ГЭС — промышленная техногенная катастрофа, произошедшая 17 августа 2009 г. В результате аварии погибло 75 человек, оборудованию и помещениям станции был нанесен серьезный ущерб. Работа станции по производству электроэнергии была приостановлена. Последствия аварии отразились на экологической обстановке акватории, прилегающей к ГЭС, негативно повлияли на социальную и экономическую сферу региона.

На ГТС постоянно воздействуют водный поток, колебания температур, льды, наносы, статистические и гидродинамические нагрузки; происходят стирания поверхности, коррозия металлов, выщелачивание бетона, гниение деревянных конструкций. Разрушение (прорыв) ГТС может произойти в результате:

действия сил природы (землетрясений, ураганов, размыва плотин);  
износа и старения оборудования;  
конструкторских ошибок;  
некачественного выполнения строительных работ;  
нарушения правил эксплуатации;  
воздействия человека (нанесение ударов различными видами оружия).

Разрушения ГТС классифицируют следующим образом:

1. Разрушения конструкций, находящихся в верхнем бьефе, подходящим потоком воды и ледоходом.
2. Размыв земляных плотин переливающимся потоком.
3. Размыв откосов русла реки и поймы в результате перепада воды, вызванного стеснением сечения поймы.
4. Разрушение конструкций и местный размыв в русле реки потоком, сбрасываемым через водосброс.
5. Повреждение деревянных сооружений фильтрующимся потоком.
6. Разрушение земляных сооружений и склонов берегов в результате изменения геологических условий.

Последствиями гидродинамических аварий являются:

повреждение и разрушение ГТС и кратковременное или долговременное прекращение его функционирования;  
поражение людей и разрушение сооружений волной прорыва;  
затопление обширных территорий.

К основным поражающим факторам катастрофического затопления относятся:

разрушительная волна прорыва;  
водный поток;  
спокойные воды, затопляющие территорию суши и хозяйственные объекты.

При авариях на гидродинамически опасных объектах в нижнем бьефе в результате стремительного падения воды из верхнего бьефа образуется волна прорыва. Поражающее действие проявляется в виде непосредственного обрушения на людей и сооружения массы воды, движущейся с большой скоростью, и перемещаемых ею обломков зданий и сооружений, а также других предметов.

Из-за крупных гидродинамических аварий гибнут люди, прерывается подача электроэнергии в энергетические системы. Кроме того, разрушаются или оказываются под водой населенные пункты, выводятся из строя коммуникации и другие элементы инфраструктуры, нарушается жизнедеятельность населения и производственно-экономическая деятельность предприятий, наносится большой ущерб природной среде, в том числе в результате изменений ландшафта.

Вторичными последствиями гидродинамических аварий являются загрязнения осадочными веществами из разрушенных (затопленных) хранилищ воды и местности, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, массовые заболевания людей и животных. Вторичными последствиями также могут быть пожары, возникающие вследствие обрывов и короткого замыкания электрических кабелей и проводов; оползни, обвалы в результате размыва грунта и т. д.

При катастрофическом затоплении угрозу жизни и здоровью людей, помимо воздействия волны прорыва, представляют пребывание в холодной воде, нервно-психическое перенапряжение, а также затопление (разрушение) систем, обеспечивающих жизнедеятельность населения.

Долговременные последствия гидродинамических аварий связаны с остаточными факторами затопления — наносами, загрязнениями, изменением ландшафта и других элементов природной среды.

Последствия аварий исчисляются с помощью показателей материального ущерба. Материальный ущерб оценивается числом разрушенных, поврежденных, вышедших из строя объектов и сооружений, а также в денежном выражении.

К прямому ущербу относят:

повреждение и разрушение ГТС, жилых, производственных зданий, железных и автомобильных дорог, ЛЭП и линий связи, мелиоративных систем; гибель скота и сельскохозяйственных культур;

уничтожение и порчу сырья, топлива, продуктов питания, кормов, удобрений;

затраты на временную эвакуацию населения и перевозку материальных ценностей в незатапливаемые места;

смыв плодородного слоя почвы и занесение ее песком, глиной и камнями.

Косвенный ущерб определяется:

затратами на приобретение и доставку в пострадавшие районы продуктов питания, одежды, медикаментов, строительных материалов и техники, кормов для скота;

сокращением выработки промышленной и сельскохозяйственной продукции, замедлением темпов развития народного хозяйства;

ухудшением условий жизни местного населения;

невозможностью рационального использования территории, находящейся в зоне возможного затопления.

### **3.5.3. Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений и мероприятия по защите населения**

Требования по обеспечению безопасности ГТС при их проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, реконструкции, восстановлении, консервации и ликвидации устанавливает Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21.07.1997 г. № 117-ФЗ (с изменениями от 27.12.2000 г.).

Деятельность по проектированию, строительству и эксплуатации ГТС может осуществляться только на основании соответствующих лицензий, выданных в соответствии с законодательством о лицензировании отдельных видов деятельности.

Лицензии на эксплуатацию ГТС выдаются при наличии документов, подтверждающих финансовое обеспечение ответственности собственников ГТС или эксплуатирующих организаций за последствия аварий на них. Необходимым условием выдачи таких лицензий является внесение ГТС в соответствующий регистр (ст. 12 Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений»).

За безопасностью ГТС осуществляется государственный надзор. Органы государственного надзора осуществляют контроль за соблюдением собственниками ГТС и эксплуатирующими организациями:

норм и правил безопасности;

условий лицензий на осуществление деятельности по проектированию, строительству и эксплуатации ГТС.

С целью защиты населения при катастрофических затоплениях, предотвращения или максимального уменьшения степени его поражения осуществляется комплекс организационных, инженерно-технических и специальных мероприятий.

При внезапной опасности разрушения плотины необходимо немедленно эвакуироваться на ближайший возвышенный участок местности. Следует оставаться в безопасном месте до прибытия спасателей или до тех пор, пока вода не спадет или не будет передано официальное сообщение о том, что опасность миновала.

Самозэвакуация населения на незатопленную территорию проводится в случае утраты уверенности в получении помощи со стороны. Для самозэвакуации по воде используются личные лодки или катера, плоты из бревен и подручных материалов.

После спада воды следует остерегаться оборванных и провисших проводов и немедленно сообщать о таких повреждениях, а также о разрушении канализационных или водопроводных магистралей в соответствующие коммунальные службы. Нельзя употреблять в пищу продукты, которые находились в контакте с водными потоками. Перед употреблением необходимо проверить всю питьевую воду; колодцы осушить, т. е. выкачать из них воду.

Прежде чем войти в здание, надо осмотреть конструктивные повреждения и убедиться, что нет опасности разрушения. Затем в течение нескольких минут помещение необходимо проветрить. В качестве источника света не следует использовать спички или светильники. Рекомендуется применять фонари на батарейках. Нельзя включать источники электроэнергии, пока не будет проверена электрическая сеть. Следует открыть все двери и окна для просушки полов и стен здания, убрать весь влажный мусор.

## 3.6. Транспортные коммуникации

### 3.6.1. Характеристика общего состояния подземных транспортных коммуникаций в России

По протяженности подземных трубопроводов для транспортировки нефти, газа, воды и сточных вод Россия занимает второе место в мире после США. Однако нет другой страны, где эти трубопроводные магистрали были бы так изношены. По оценкам специалистов МЧС России, аварийность на трубопроводах с каждым годом возрастает, и в XXI век эти системы жизнеобеспечения вошли изношенными на 50...70 %. Утечки из трубопроводов приносят стране огромный экономический и экологический ущерб.

Особенно большое количество аварий происходит в городах в результате утечек воды из изношенных канализационных, тепловых и водопроводных сетей. Из разрушенных трубопроводов вода просачивается в грунт, в результате чего повышается уровень грунтовых вод, возникают провалы и просадки грунта, что ведет к затоплению фундаментов и в конечном счете грозит обрушением зданий.

Зарубежный опыт показывает, что эту проблему можно решить, если вместо стальных трубопроводов применять трубы из пластмассы, а прокладку новых и ремонт изношенных труб осуществлять не открытым, а бестраншейным способом. Преимущества ремонта трубопроводов бестраншейным методом очевидны: затраты на ремонт снижаются в шесть-восемь раз, а производительность работ возрастает в десятки раз.

В предаварийном состоянии находятся промышленные трубопроводные системы большинства нефтедобывающих предприятий России. Всего на территории Российской Федерации находится в эксплуатации 350 тыс. км внутрипромысловых трубопроводов, на которых ежегодно отмечается свыше 50 тыс. инцидентов, приводящих к опасным последствиям. Основными причинами высокой аварийности при эксплуатации трубопроводов является сокращение ремонтных мощностей, низкие темпы работ по замене отработавших срок трубопроводов на трубопроводы с антикоррозионными покрытиями, а также прогрессирующее старение действующих сетей. Только на месторождениях Западной Сибири эксплуатируется свыше 100 тыс. км промысловых трубопроводов, из которых 30 % имеют 30-летний срок службы, однако в год заменяется не более 2 % трубопроводов. В результате ежегодно происходит до 35...40 тыс. инцидентов, сопровождающихся выбросами нефти, в том числе в водоемы, причем их число ежегодно увеличивается, а значительная часть подобных происшествий преднамеренно скрывается от учета и расследования.

При общей динамике аварийности, по оценкам экспертов, причинами разрыва трубопроводов являются:

- гидроудары, перепады давления и вибрации — 60 %;
- коррозионные процессы — 25 %;
- природные явления и форс-мажорные обстоятельства — 15 %.

В течение всего срока эксплуатации трубопроводы испытывают динамические нагрузки (пульсации давления и связанные с ними вибрации, гидроудары и т. д.). Они возникают при работе нагнетательных установок, срабатывании запорной трубопроводной арматуры, случайно возникают при ошибочных действиях обслуживающего персонала, аварийных отключениях электропитания, ложных срабатываниях технологических защит и др.

Техническое же состояние эксплуатируемых по 20—30 лет трубопроводных систем оставляет желать лучшего. Замена изношенного оборудования и трубопроводной арматуры в последние 10 лет ведется крайне низкими темпами. Именно поэтому наблюдается устойчивая тенденция увеличения аварийности на трубопроводном транспорте на 7...9 % в год, о чем свидетельствуют ежегодные государственные доклады.

### **3.6.2. Аварии при разгерметизации магистрального газопровода**

Аварии при разгерметизации газопроводов сопровождаются следующими процессами: истечением газа до срабатывания отсекающей арматуры (импульсом на закрытие арматуры является снижение давления продукта); закрытием отсекающей арматуры; истечением газа из участка трубопровода, отсеченного арматурой.

В местах повреждения происходит истечение газа под высоким давлением в окружающую среду. На месте разрушения в грунте образуется воронка. Метан поднимается в атмосферу (он легче воздуха), а другие газы или их смеси оседают в приземном слое. Смешиваясь с воздухом, газы образуют облако взрывоопасной смеси.

Статистика показывает, что примерно 80 % аварий сопровождается пожаром. Искры возникают в результате взаимодействия частиц газа с металлом и твердыми частицами грунта. Обычное горение может трансформироваться во взрыв за счет самоускорения пламени при его распространении по рельефу и в лесу.

Взрывное горение при авариях на газопроводе может происходить также по одному из двух режимов — дефлаграционному или детонационному. При оперативном прогнозировании принимают, что процесс развивается в детонационном режиме.

Дальность распространения облака взрывоопасной смеси в направлении ветра, м, определяется по эмпирической формуле

$$L = 25 \sqrt{\frac{M}{W}},$$

где 25 — коэффициент пропорциональности, имеющий размерность  $\text{м}^{3/2} / \text{кг}^{1/2}$ ;  $M$  — массовый расход газа,  $\text{кг}/\text{с}$ ;  $W$  — скорость ветра,  $\text{м}/\text{с}$ .

Тогда граница зоны детонации, ограниченная радиусом  $r_0$ , м, в результате истечения газа за счет нарушения герметичности газопровода может быть определена по формуле

$$r_0 = 12,5 \sqrt{\frac{M}{W}}.$$

Массовый секундный расход газа  $M$ , кг/с, из газопровода для критического режима истечения, когда его основные параметры (расход и скорость истечения) зависят только от параметров разгерметизированного трубопровода, определяется следующим образом:

$$M = \Psi F \mu \sqrt{\frac{P_r}{V_r}},$$

где  $\Psi$  — коэффициент, учитывающий расход газа от состояния потока (для звуковой скорости истечения  $\Psi = 0,7$ );  $F$  — площадь отверстия истечения, принимается равной площади сечения трубопровода, м<sup>2</sup>;  $\mu$  — коэффициент расхода, учитывающий форму отверстия (0,7...0,9), в расчетах принимается равным 0,8;  $P_r$  — давление газа в газопроводе, Па;  $V_r$  — удельный объем транспортируемого газа при параметрах в газопроводе, м<sup>3</sup>/кг:

$$V_r = R O \frac{T}{P_r},$$

где  $RO$  — удельная газовая постоянная, Дж/(кг · К), определяемая по данным долевого состава газа  $q_k$  и молярным массам компонентов смеси из соотношения

$$RO = 8314 \sum_{i=1}^n \frac{q_k}{m_k},$$

где 8314 — универсальная газовая постоянная, Дж/(кмоль · К);  $m_k$  — молярная масса компонентов, кг/кмоль;  $n$  — число компонентов;  $T$  — температура транспортируемого газа, К.

В зоне действия детонационной волны давление принимается равным 1,7 МПа.

Давление во фронте воздушной ударной волны на различном расстоянии от газопровода определяется по схеме, представленной на рис. 6, с использованием следующих данных (получены путем аппроксимации известных формул, характеризующих зависимость давления от расстояния до центра взрыва):

$r/r_0$	0...1	1,01	1,04	1,08	1,2	1,8	1,8	2,1	3	4	5	6	8	12	50
$P_\phi$ , кПа	1700	1232	814	568	400	300	200	100	80	50	40	30	20	10	5

При прогнозировании последствий случившейся аварии на газопроводе зону детонации и зону действия воздушной ударной волны принимают с учетом направления ветра. При этом считают, что граница зоны детонации распространяется от трубопровода по направлению ветра на расстояние  $2r_0$ . В случае заблаговременного прогнозирования зона детонации определяется в виде полос вдоль всего трубопровода шириной  $2r_0$ , расположенных с каждой из его сторон. Это связано с тем, что облако взрывоопасной смеси, в за-



висимости от направления ветра, может распространяться в любую сторону от трубопровода. За пределами зоны детонации по обе стороны от трубопровода находятся зоны действия воздушной ударной волны. На плане местности эти зоны также имеют вид полосовых участков вдоль трубопровода.

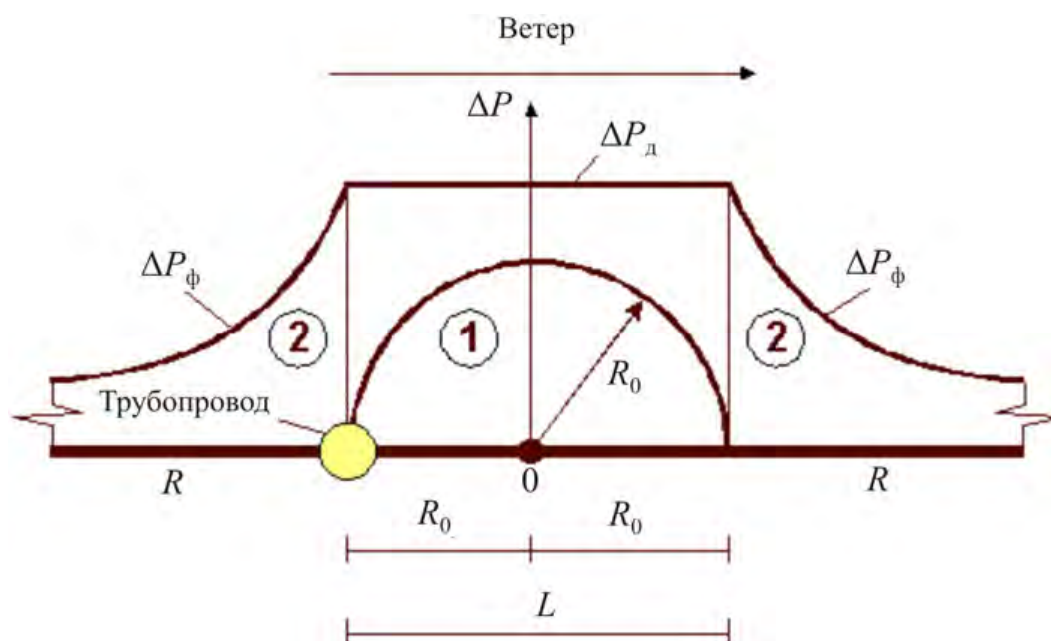


Рис. 6. Расчетная схема к определению давлений при аварии на газопроводе:  
 $\Delta P_d$  — давление в зоне детонации;  $\Delta P_\phi$  — давление во фронте воздушной ударной волны;  
 $R_0$  — радиус зоны детонации;  $R$  — расстояние от расчетного центра взрыва;  
 $0$  — центр взрыва; 1 — зона детонации; 2 — зона воздушной ударной волны ( $R > R_0$ )

При разработке разделов проекта инженерно-технических мероприятий ГО и ЧС на планах местности вдоль магистральных нефте- и газопроводов наносятся зоны возможных сильных разрушений, границы которых определяются величиной избыточного давления 50 кПа.

При проведении оперативных расчетов следует учитывать, что в зависимости от класса магистрального трубопровода рабочее давление газа  $P_r$  для газопроводов высокого давления составляет 2,5 МПа; среднего давления — 1,2...2,5 МПа; низкого давления — до 1,2 МПа. Диаметр газопровода может варьироваться в пределах 150...1420 мм.

Температура транспортируемого газа при расчетах обычно принимается равной 400 °С. Состав обычного газа, при отсутствии данных, может быть принят в соотношении: метан ( $\text{CH}_4$ ) — 90 %; этан ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) — 4 %; пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) — 2 %; бутан ( $\text{HC}_4\text{H}_{10}$ ) — 2 %; изопентан ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ) — 2 %.

### 3.6.3. Аварии на нефтепроводах

*Магистральный нефтепровод* — это инженерное сооружение, состоящее из трубопроводов с арматурой и связанных с ними нефтеперекачивающих станций, хранилищ нефти и других технологических объектов, обеспечивающих приемку, транспортировку, сдачу нефти потребителям или перевалку на другой вид транспорта.

Экологический ущерб и материальные убытки от аварий на магистральных нефтепроводах и пожаробезопасность на прямую зависят от объема выхода нефти в окружающую среду через аварийный разрыв.

Важным для сокращения аварийного простоя магистрального нефтепровода и повышения безопасности является ускорение процесса освобождения аварийного участка от нефти. В связи с этим особую важность приобретает создание методов и средств снижения объема выхода нефти в окружающую среду через аварийный разрыв и сокращение продолжительности освобождения полости аварийного участка трубопровода от нефти. Для повышения безопасности разрабатываются меры, направленные на исключение попадания нефти, выходящей через аварийный разрыв, на территории близлежащих населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений.

Анализ причин аварий на нефтесборных (выкидных) и магистральных нефтепроводах показывает, что причиной разрывов трубопроводов, помимо нарушений технологического режима, являются интенсивные волновые процессы (гидроудары), вызванные изменением режима перекачки (включение и выключение насосных агрегатов, аварийное отключение электропитания). Опасность разрывов возрастает при прохождении нефтепроводов по пересеченной местности.

По статистике последствиями аварий на объектах нефтяной промышленности являются разрушения объектов производства в результате взрывов и пожаров, человеческие жертвы в результате действия УВ, теплового излучения и загазованности, загрязнение окружающей среды в результате разлива жидкости и истечения газа.

#### **3.6.4. Аварии и катастрофы на железнодорожном транспорте**

Значительное количество перевозимых опасных грузов и большая протяженность коммуникаций обуславливают возникновение аварийных ситуаций на железнодорожном транспорте.

Если авария принимает крупные масштабы, то опасные факторы пожара (взрыва) и вредные токсичные вещества могут привести к массовому поражению производственного персонала и населения на прилегающей к объектам железнодорожного транспорта территории, а также к разрушению конструкций, зданий и сооружений.

Особо опасными являются аварии на объектах железнодорожного транспорта, которые сопровождаются пожарами (взрывами) цистерн с легковоспламеняющимися (ЛВЖ) и горючими (ГЖ) жидкостями и сжиженными углеводородными газами (СУГ), а также разливом (выбросом) ГЖ и аварийно химически опасных веществ (АХОВ). Немалую опасность представляют также пожары твердых горючих материалов (ТГМ) в подвижном составе и на производственных объектах железнодорожного транспорта.

В связи с этим определение зон воздействия опасных факторов при аварийных ситуациях с опасными грузами на объектах железнодорожного транспорта имеет важное и актуальное значение.

К основным объектам железнодорожного транспорта, на которых возможно возникновение типовых аварийных ситуаций, относятся следующие:

- станции по наливу и сливу нефтепродуктов;
- сортировочные станции;
- промывочно-пропарочные станции;
- склады хранения опасных грузов;
- шпалопропиточные заводы.

При крупных авариях с опасными грузами на объектах железнодорожного транспорта опасные факторы аварий могут приводить к поражению людей, а также зданий и сооружений населенных пунктов и промышленных объектов, расположенных на прилегающей территории.

Опасными факторами аварий с опасными грузами являются:

- образование взрывоопасных зон загазованности;
- воздушная УВ взрывов облаков топливно-воздушных смесей (ТВС);
- тепловое излучение при горении ЛВЖ и ГЖ, СУГ, АХОВ и ТГМ;
- токсичные выбросы.

Пожары при авариях с СУГ характеризуются большой концентрацией СУГ на малых площадях, значительными площадями горения (до 5000 м<sup>2</sup>), высокой скоростью распространения пламени (до 5...10 м/с), опасностью образования взрывоопасных зон, возможностью возникновения взрывов, деформацией и разрушением цистерн, разлетом обломков на расстояние до 100...300 м, длительностью пожаров (истечений СУГ) до 3...5 сут.

Сжиженный газ может истекать в паровой, жидкой и парожидкостной фазах. Характер его истечения определяется по пламени: в паровой фазе газ сгорает светло-желтым пламенем и сопровождается сильным свистящим шумом; в жидкой фазе — ярко-оранжевым пламенем с выделением сажи; в парожидкостной фазе — с периодически меняющейся высотой пламени.

Высота пламени при горении разливающегося сжиженного газа больше среднего диаметра площади горения в 2...2,5 раза.

При аварии продукт истекает в виде осесимметричных (чаще всего из круглых отверстий) и веерных (главным образом, из щелевых отверстий) струй.

По характеру горения пожары можно разделить на следующие виды: факельное горение жидкостей и газов на запорной арматуре цистерн; сложные пожары, сочетающие как факельное горение в результате разгерметизации стенок цистерны, так и горение разлитого СУГ;

пожары, сопровождающиеся взрывами ТВС в цистернах и вне их.

При авариях с ЛВЖ и ГЖ возможны пожары следующих типов:

- факельное горение жидкостей, выходящих из пробоев и разрывов;
- горение жидкостей в цистерне при ее вскрытии;
- растекание горячей жидкости по прилегающей территории;

одновременное горение жидкостей при пожарах всех вышеуказанных типов, иногда сопровождающееся взрывами паровоздушных смесей и цистерн.

Основным поражающим фактором аварий с выбросом АХОВ является химическое заражение.

Зона заражения АХОВ — территория, зараженная АХОВ в опасных для жизни людей пределах. Размер зоны химического заражения характеризуется глубиной и площадью.

В качестве критерия поражения человека токсичными продуктами используется величина токсодозы LD, которая является произведением концентрации на время экспозиции.

Средняя смертельная токсодоза  $LCT_x$  — ингаляционная токсодоза, вызывающая смертельный исход у  $x$  % пораженных.

### 3.7. Объекты энергетики

Существование человека связано с воздействием на него и среду обитания электромагнитных полей.

В случаях неподвижных электрических зарядов мы имеем дело с электростатическими полями. При трении диэлектриков на их поверхности появляются избыточные заряды, на сухих руках накапливаются электрические заряды, создающие потенциал до 500 В. Земной шар заряжен отрицательно, так что между поверхностью Земли и верхними слоями атмосферы разность потенциалов составляет 400 000 В. Это электростатическое поле создает между двумя уровнями, отстоящими на рост человека, разность потенциалов порядка 200 В, однако человек этого не ощущает, так как хорошо проводит электрический ток и все точки его тела находятся под одним потенциалом.

При своем движении облака заряжаются в результате трения. Разные части грозового облака несут заряды различных знаков. Чаще всего нижняя часть облака заряжена отрицательно, а верхняя — положительно. Если облака сближаются разноименно заряженными частями, между ними проскакивает молния — электрический заряд. Проходя над Землей, грозовое облако создает на ее поверхности большие наведенные заряды. Разность потенциалов между облаком и Землей достигает огромных значений, измеряемых сотнями миллионов вольт, и в воздухе возникает сильное электрическое поле. При благоприятных условиях возникает пробой.

Заряды имеют свойство в большей степени накапливаться на остриях или телах, близких к ним по форме. Вблизи таких тел создаются высокие электрические поля.

Молнии являются причиной около половины всех аварий на крупных линиях электропередачи. Для защиты зданий и различных сооружений от статического атмосферного электричества применяются молниеотводы.

Наряду с естественным статическими электрическими полями в условиях техносферы и в быту человек подвергается воздействию искусственных статических электрических полей.

Линии электропередачи, электрооборудование, различные электроприборы — все технические системы, генерирующие, передающие и использующие электромагнитную энергию, создают в окружающей среде электромагнитные поля.

Действие на организм человека электромагнитных полей определяется частотой излучения, его интенсивностью, продолжительностью и характером действия, а также индивидуальными особенностями организма. Спектр электромагнитных полей включает низкие частоты (до 3 Гц), промышленные частоты (3...300 Гц), радиочастоты (30...300 Гц), а также относящиеся к радиочастотам ультравысокие (30...300 Гц) и сверхвысокие (от 300 МГц до 300 ГГц) частоты.

Электромагнитные поля оказывают на организм человека тепловое и биологическое воздействие.

Действию электромагнитных полей промышленной частоты человек подвергается в производственной, городской и бытовой зонах. Санитарными нормами установлены предельно допустимые уровни напряженности электрического поля внутри жилых зданий, на территории жилой зоны. Люди, страдающие от нарушений сна и головных болей, должны перед сном убирать или отключать от сети электрические приборы, генерирующие электромагнитные поля.

Длительное воздействие электрических полей может вызывать головную боль в височной и затылочной области, ощущение вялости, расстройство сна, ухудшение памяти, депрессию, апатию, раздражительность, боли в области сердца.

Электромагнитные волны в диапазоне 400...760 нм называются световыми. Они действуют непосредственно на человеческий глаз, производя специфическое раздражение его сетчатой оболочки, ведущее к световому восприятию. Тесно примыкают к видимому спектру электромагнитные волны с длиной волны менее 400 нм — ультрафиолетовое излучение и более 800 нм — инфракрасное излучение. Все эти виды излучения не имеют принципиального различия по своим физическим свойствам и относятся к оптическому диапазону электромагнитных волн. Современные технические средства позволяют усиливать оптическое излучение, уровень которого может значительно превышать адаптационные возможности человека.

## **4. ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА ЭКОНОМИКИ**

### **4.1. Факторы, определяющие устойчивость работы объекта экономики**

Современный типовой комплекс промышленного предприятия составляют здания и сооружения, в которых размещаются производственные цеха, станочное и технологическое оборудование; сооружения энергетического хозяйства, системы энергоснабжения; инженерные и топливные коммуникации; отдельно стоящие технологические установки; сеть внутреннего транспорта, системы связи и управления; складское хозяйство; различные здания и сооружения административного, бытового и хозяйственного назначения.

Каждый объект в зависимости от особенностей его производства и других характеристик имеет свою специфику. Однако объекты имеют и много общего: производственный процесс осуществляется, как правило, внутри зданий и сооружений, сами здания в большинстве случаев выполнены из унифицированных элементов, территория объекта насыщена инженерными, коммунальными и энергетическими линиями; плотность застройки на многих объектах составляет 30...60 %. Это дает основание считать, что для всех промышленных объектов, независимо от профиля производства и назначения, характерны общие факторы, влияющие на подготовку объекта к работе в условиях ЧС.

#### **1. Район расположения объекта.**

Изучается по карте (планам), на основании чего проводится анализ топографического расположения объекта, учитывающий: характер застройки территории, окружающей объект (структура, плотность, тип застройки); наличие на этой территории предприятий, которые могут служить источниками возникновения вторичных факторов поражения (гидроузлы, объекты химической промышленности и др.); естественные условия прилегающей местности (лесные массивы — источники возможных пожаров, рельеф местности); наличие дорог и т. д. Например, для предприятий, расположенных по берегам рек, ниже плотин, необходимо изучить возможность затопления, установить максимальные уровни затопления и время прихода волны прорыва. Выясняются метеорологические условия района: количество осадков, направление господствующих ветров, а также характер грунта и глубина залегания подпочвенных вод.

## 2. Внутренняя планировка и застройка территории объекта.

При изучении внутренней планировки и застройки территории ОЭ дается характеристика зданиям основного и вспомогательного производства, а также зданиям, которые не будут участвовать в производстве основной продукции в случае ЧС. Устанавливаются основные особенности их конструкций, указываются технические данные, необходимые для расчетов уязвимости к воздействию ударной волны, светового излучения и возможных вторичных факторов поражения, а именно: конструкция, этажность, длина и высота, вид каркаса, стеновое заполнение, световые проемы, кровля, перекрытия, огнестойкость здания. Указывается количество рабочих и служащих, одновременно находящихся в здании (наибольшая работающая смена), наличие встроенных в здание и расположенных вблизи убежищ.

При оценке внутренней планировки территории объекта определяется влияние плотности и типа застройки на возможность возникновения и распространения пожаров, образования завалов входов в убежищах и проходов между зданиями. Особое внимание обращается на участки, которые могут подвергаться воздействию вторичных факторов поражения: емкости с ЛВЖ и сильнодействующими ядовитыми веществами; склады взрывоопасных веществ и взрывоопасные технологические установки; технологические коммуникации, разрушение которых может вызвать пожары, взрывы и загазованность участка; склады легковоспламеняющихся материалов, аммиачные установки и др.

## 3. Технологический процесс.

Изучение технологического процесса проводится с учетом специфики производства и изменений в производственном процессе на военное время (возможное изменение технологии, частичное прекращение производства, переключение на производство новой продукции и т. п.).

Исследуется способность существующего процесса производства в короткие сроки перейти на технологический процесс для выпуска новой продукции. Дается характеристика станочного и технологического оборудования. Определяется уникальное и особо важное оборудование. Оценивается насыщенность производства аппаратурой автоматического управления и контрольно-измерительными приборами.

Изучается возможность автономной работы отдельных станков, участков технологического процесса (станочных групп, конвейеров и т. д.) и цехов объекта. Это позволяет в дальнейшем обоснованно подойти к определению необходимых запасов деталей, узлов и оборудования, а в ряде случаев — предусмотреть необходимость изменения в технологическом процессе в сторону его упрощения или повышения надежности наиболее уязвимых участков.

На предприятиях, связанных с применением значительных количеств сильнодействующих ядовитых и горючих веществ, устанавливается количество этих веществ; оцениваются токсические свойства, взрыво- и пожароопасность, надежность и безопасность их хранения. Определяется необходимый минимум их запасов, который может находиться на территории объекта, и место хранения остальной части в загородной зоне.

При анализе технологического процесса тщательно изучаются возможности безаварийной остановки производства по сигналу «Тревога».

#### 4. Системы энергоснабжения.

Особое внимание уделяется исследованию систем энергоснабжения. Определяется зависимость работы объекта от внешних источников энергоснабжения, характеризуются внутренние источники; подсчитывается необходимый минимум электроэнергии, газа, воды, пара, сжатого воздуха и других видов энергоснабжения на военное время. Исследуются энергетические сети и коммуникации: наземные, подземные, проложенные по эстакадам, в траншеях, по грунту, по стенам зданий. Изучается обеспеченность объекта автоматическими устройствами, позволяющими при необходимости (сигнал «Тревога», аварии и др.) производить дистанционное отключение отдельных участков или всей системы данного вида энергоснабжения.

При рассмотрении системы водоснабжения обращается внимание на защиту сооружений и водозаборов на подземных источниках воды от радиоактивного, химического и бактериологического (биологического) заражения. Определяется надежность функционирования системы пожаротушения, возможность переключения систем водоснабжения с соблюдением санитарных правил.

Особое внимание уделяется изучению систем газоснабжения, поскольку газ из источника энергии может превратиться в весьма агрессивный вторичный поражающий фактор. Проверяется возможность автоматического отключения подачи газа на объект, в отдельные цеха и участки производства, соблюдение всех требований (инструкций, указаний и др.) по хранению и транспортировке газа. Жесткие требования предъявляются к надежности и безопасности функционирования систем и источников снабжения СДЯВ, кислородом, взрывоопасными и горючими веществами.

#### 5. Система управления.

Исследование системы управления объектов производится на основе изучения состояния пунктов управления и узлов связи, надежности системы управления производством, надежности связи с загородной зоной, расстановки сил, обеспечения руководства производственной деятельностью объекта во всех подразделениях предприятия. Определяются также источники пополнения рабочей силы, анализируются возможности взаимозаменяемости руководящего состава объекта. Особое внимание уделяется изучению надежности системы оповещения.

#### 6. Система материально-технического снабжения.

При анализе системы материально-технического снабжения дается краткая характеристика этой системы в обычных условиях и ее возможных изменений в связи с переходом на выпуск новой продукции; устанавливается зависимость производства от поставщиков; выявляются наиболее важные поставки сырья, деталей и комплектующих изделий, без которых производство не может продолжаться. Оцениваются имеющиеся и планируемые запасы (количество, номенклатура) и возможные сроки продолжения работы без



поставок. Целесообразно исследовать возможные способы пополнения запасов до нормы, надежность их хранения и подвоза. Рассматриваются вопросы реализации готовой продукции, а также способы ее хранения.

#### **4.2. Мероприятия по исследованию устойчивости функционирования объекта экономики**

Исследование устойчивости функционирования ОЭ проводят в два этапа.

На первом этапе анализируют устойчивость и уязвимость отдельных элементов ОЭ в условиях ЧС, а также оценивают вероятность выхода из строя или разрушения указанных элементов или всего объекта в целом. В частности, анализу подвергают: надежность установок и технологических комплексов; последствия имевших место в прошлом аварий отдельных систем производства; наиболее вероятные направления распространения ударной волны по территории объекта при взрывах сосудов, коммуникаций, ядерных зарядов и т. п.; распространение огня в случае возникновения пожаров различных видов; характер рассеивания веществ (прежде всего СДЯВ), высвобождающихся при ЧС; возможность вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т. п.

На втором этапе разрабатывают мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после происшедшей ЧС. Указанные мероприятия составляют основу плана-графика повышения устойчивости объекта, в котором указывают объем и стоимость планируемых работ, перечень основных материалов и их количество, машины и механизмы, рабочую силу, ответственных исполнителей, сроки выполнения, источники финансирования.

Реконструкция или расширение объекта также требует нового анализа его устойчивости. Поэтому исследование устойчивости — это систематически проводимый процесс, осуществляемый во время функционирования объекта и требующий постоянного внимания со стороны руководства, технического персонала, служб ГО и др.

На сегодня практически во всех субъектах РФ созданы специальные комиссии (республиканские, областные, объектовые) по обеспечению функционирования объектов в ЧС, разработаны планы основных мероприятий, реализация которых должна создать предпосылку для повышения устойчивости функционирования ОЭ.

Исследованиям предшествует подготовительный период, в течение которого отрабатываются организационные документы. Наиболее важные среди них — приказ начальника ГО и календарный план проведения исследований. В приказе должны быть определены цели и задачи исследований, состав рабочих групп, порядок проведения (этапы, их продолжительность, расчетные методики и т. п.) и другие организационные вопросы. Сроки проведения работ определяются календарным планом.

Как правило, при исследовании устойчивости функционирования промышленного объекта создаются следующие рабочие группы:

- руководства исследованиями;
- начальника штаба ГО;
- оценки устойчивости ИТК;
- исследования устойчивости коммунально-энергетических сетей;
- исследования устойчивости технологического оборудования;
- исследования устойчивости технологического процесса;
- материально-технического снабжения;
- исследования устойчивости системы управления производством;
- оценки защиты производственного персонала.

Состав и численность групп, а также их задачи могут меняться в соответствии с особенностями ОЭ.

Основные задачи групп следующие.

Группа руководства исследованиями (3—5 человек под руководством главного инженера) на всех этапах работы:

- координирует действия расчетно-исследовательских групп;
- составляет общую характеристику ОЭ (его значение, производственные мощности, перспективы развития);

по картам и планам анализирует характер застройки территории вокруг ОЭ; наличие источника возникновения вторичных факторов поражения (гидроузлов, объектов химической промышленности, лесных массивов и т. п.); метеорологические и природные условия (направление господствующего приземного, среднего и высотного ветров, характер грунта, глубину залегания подпочвенных вод и т. д.);

подводит итоги по этапам исследования;

подготавливает отчет о работе и общий план мероприятий по повышению устойчивости ОЭ.

Группа начальника штаба ГО, в которую входят руководители основных служб объекта, является главным организатором практической работы всех групп:

обеспечивает теоретическую и практическую подготовку всех участников исследования;

выдает единые исходные данные о воздействии поражающих факторов на объект и его элементы по различным вариантам обстановки;

следит за правильным определением физической устойчивости и степеней разрушения по вариантам;

по материалам исследований корректирует план ГО объекта по защите рабочих и служащих, проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) и т. п.

Группа оценки устойчивости ИТК (5—8 человек под руководством заместителя директора по капитальному строительству или начальника отдела капитального строительства):

осуществляет регистрацию всех зданий и сооружений с характеристикой этажности, конструктивных особенностей (вид каркаса, стеновое заполнение, световые проемы, кровля, перекрытия), степени огнестойкости, категории технологических процессов, длительности эксплуатации и фактического физического состояния;

определяет параметры физической устойчивости по степеням разрушений к барическому и термическому воздействию, вторичных факторов, степень защиты от радиационного воздействия;

определяет плотность застройки (с точки зрения возможности возникновения и распространения пожаров, образования завалов и т. д.);

определяет размещение и возможности разрушения емкостей с легковоспламеняющимися и токсичными веществами, складов ВВ, взрывоопасных технологических установок, коммуникаций, повреждения которых могут вызвать пожары, взрывы, загазованность и т. п.;

исследует возможные последствия от воздействия вторичные факторов поражения — ОХВ, взрывов, затопления, возможный характер завалов;

по вариантам определяет:

объем восстановительных работ;

силы и средства, необходимые для восстановительных работ;

стоимость восстановительных работ;

необходимые ресурсы (сведения о них передаются в группу материально-технического снабжения).

Группа исследования устойчивости КЭС (5—7 человек под руководством главного энергетика):

оценивает устойчивость энергетических систем, систем газо-, водо- и электроснабжения и канализации, связи, обеспечения паром, сжатым воздухом (кислородом), топливом для различных вариантов ЧС;

прогнозирует возможный характер и масштабы разрушений, в том числе от вторичных факторов, зависящих от особенностей производства;

разрабатывает мероприятия по заблаговременному повышению устойчивости функционирования (ПУФ) систем с расчетом необходимых сил, средств и материальных ресурсов;

разрабатывает рекомендации и ориентировочные планы восстановительных работ при АСиДНР;

разрабатывает рекомендации по временной подаче электроэнергии и воды в период АСиДНР.

Группа исследования устойчивости ТО (5—7 человек под руководством главного механика):

анализирует уязвимость технологического оборудования от первичных и вторичных факторов поражения при разрушении зданий и сооружений и устойчивость отдельно стоящих технологических установок;

оценивает возможные потери станочного, технологического и лабораторного оборудования, приборов и систем автоматического управления при различных вариантах воздействия поражающих факторов;

устанавливает сроки и объем восстановительных работ, потребности в ресурсах для их выполнения;

составляет перечень и определяет число наиболее важных узлов, деталей, запчастей для восстановительных работ.

Группа исследования устойчивости технологического процесса (3—5 человек под руководством главного технолога):

дает характеристику технологических процессов и их необходимых изменений при переходе на особый режим работы;

оценивает устойчивость технологических процессов, возможность их безаварийной остановки, определяет наиболее уязвимые места;

делает предложения о возможности продолжения производства при частичном прекращении поставок сырья, полуфабрикатов и запчастей;

оценивает возможность замены одних технологических схем другими, их возможные изменения и приспособления к особому режиму работы;

делает предложения о восстановлении производства при выходе из строя наиболее уязвимых элементов оборудования, разрабатывает план быстрого восстановления производства при получении технологическими системами слабых и средних разрушений;

делает предложения о необходимых запасах узлов, деталей, лимитирующих технологических компонентов, о мерах по сохранению технологической документации на выпускаемую и новую продукцию.

Группа материально-технического снабжения (3—5 человек под руководством заместителя директора по материально-техническому снабжению) анализирует:

особенности работы в штатном режиме и возможные изменения в связи с переходом на выпуск новой продукции в условиях ЧС;

запасы сырья, деталей и комплектующих изделий, возможные способы их пополнения;

способы хранения готовой продукции и вопросы ее реализации (включая отгрузку потребителю).

Группа исследования устойчивости системы управления производством (3—5 человек под руководством начальника производственного отдела) выявляет:

состояние пунктов управления и узлов связи;

надежность связи с загородной зоной;

надежность системы оповещения;

взаимозаменяемость руководящего состава и т. д.

Группа оценки защиты производственного персонала (3—5 человек под руководством заместителя директора по АХО) определяет:

количество, вместимость и защитные свойства имеющихся убежищ, их соответствие требованиям норм ИТМ ГО;

возможность укрытия в ЗС, расположенных вблизи ОЭ, и возможность приспособления для этих целей подвалов и других заглубленных сооружений;

возможность укрытия отдыхающих смен;

количество рабочих и служащих, одновременно находящихся в каждом здании;

недостающее количество ЗС в городе и загородной зоне;

объемы и стоимость по каждому существующему, строящемуся или проектируемому ЗС;

сроки выполнения работ по увеличению фонда ЗС в мирное время и с введением угрожаемого положения;

исполнителей по ремонту, новому строительству и проектированию.

Каждая группа в сфере своей компетенции выявляет *критерии устойчивости*, под которыми понимается отношение количественных значений показателя работы ОЭ в ЧС к количественному значению его в нормальной обстановке.

В качестве критерия эффективности мероприятий по ПУФ можно использовать величину

$$K_{\text{ПУФ}} = \Delta C / (P_2 - P_1),$$

где  $\Delta C$  — стоимость мероприятий по ПУФ, р.;  $P_2, P_1$  — вероятность функционирования ОЭ после и до проведения мероприятий соответственно:

$$P = P_2 - P_1 = 1 - (P_{\text{п. ф}}^{\text{сильн}} + P_{\text{п. ф}}^{\text{полн}}),$$

где  $P_{\text{п. ф}}^{\text{сильн}}$  — вероятность сильного разрушения производственных фондов;

$P_{\text{п. ф}}^{\text{полн}}$  — вероятность полного разрушения производственных фондов.

Вероятность разрушения производственных фондов зависит от устойчивости технологического оборудования:

$$P_{\text{п. ф}} = f \xi_{\text{т. о}},$$

где  $\xi_{\text{т. о}}$  — показатель устойчивости технологического оборудования:

$$\xi_{\text{т. о}} = 1,25 \frac{\Delta P_{\text{ф}}}{\Delta P_{\text{кр}}} K_1 K_2,$$

где  $\Delta P_{\text{ф}}$  — избыточное давление на фронте ударной волны, кПа;  $\Delta P_{\text{кр}}$  — избыточное давление на фронте ударной волны, при котором следует ожидать разрушения технологического оборудования, кПа;  $K_1$  — коэффициент, учитывающий воздействие на оборудование обломков конструкций зданий, при  $\xi_{\text{зд}} = 0,5$   $K_1 = 1$ ;  $K_2$  — коэффициент, учитывающий снижение давления ударной волны при затекании вовнутрь здания по сравнению с избыточным давлением на фронте приходящей ударной волны.

Коэффициенты  $K_1$  и  $K_2$  рассчитываются по следующим формулам:

$$K_1 = \begin{cases} \left[ 1 + (K_{\text{т}} - 1) / \Delta P_{\text{зд}}^* \right] (0,8 \xi_{\text{зд}} - 0,4), & \text{если } \xi_{\text{зд}} \leq (1,25 \Delta P_{\text{зд}}^* + 0,5), \\ K_{\text{т}}, & \text{если } \xi_{\text{зд}} \geq (1,25 \Delta P_{\text{зд}}^* + 0,5); \end{cases}$$

$$K_2 = \begin{cases} 0,67 + 0,27\xi_{зд}, & \text{если } \xi_{зд} < 1,25, \\ 1, & \text{если } \xi_{зд} = 1,25\Delta P_{\phi} / \Delta P_{кр}, \end{cases}$$

где  $K_r$  — коэффициент, учитывающий тип ограждения конструкций зданий: для кирпичных — 2,0; для зданий с блочными конструкциями — 1,64; с легкими ограждениями — 1,2.

Оценка степени устойчивости к воздействию механических поражающих факторов ( $\Delta P_{\phi}$ ,  $J$ ,  $h_e$ ) заключается в уточнении:

предела устойчивости каждого элемента (по минимальному значению диапазона давлений, вызывающих средние разрушения:  $\Delta P_3 = \Delta P_{\text{ср.р}}^{\text{min}}$ ) цеха

(по минимальному пределу входящих в его состав элементов:  $\Delta P_{ц} = \Delta P_9^{\text{min}}$ );

объекта в целом (по минимальному пределу устойчивости входящих в его состав цехов, систем:  $\Delta P_{ОЭ} = \Delta P_9^{\text{min}}$ ).

Заключение об устойчивости объекта к механическим поражающим факторам делается путем сопоставления найденного предела устойчивости объекта  $\Delta P_{ОЭ}^{\text{lim}}$  к ожидаемому фактически максимальному пределу устойчивости  $\Delta P_{\phi}^{\text{max}}$ . Если  $\Delta P_{ОЭ}^{\text{lim}} \geq \Delta P_{\phi}^{\text{max}}$ , то объект устойчив, если  $\Delta P_{ОЭ}^{\text{lim}} < \Delta P_{\phi}^{\text{max}}$  — не устойчив.

Предел устойчивости объекта необходимо повышать до  $\Delta P_{\phi}^{\text{min}}$ , если для восстановления объекта потребуется повысить пределы устойчивости небольшого числа элементов.

Оценка устойчивости объекта к тепловому (световому) излучению заключается в определении:

максимального теплового импульса  $U_T^{\text{max}}$ , ожидаемого на объекте (на расстоянии, где наблюдается  $\Delta P_{\phi}^{\text{max}}$ );

степени (I—V) огнестойкости зданий и сооружений, зависящей от температуры возгорания элементов конструкций  $t_{\text{возг}}$ ;

категории пожарной опасности производства (А—Д) в выявлении сгораемых элементов (материалов) зданий, веществ;

значений тепловых импульсов, при которых происходит воспламенение материалов  $U_{t_{\text{воспл}}}$ ;

предела устойчивости здания к тепловому излучению и сопоставления с ожидаемым максимальным тепловым импульсом.

Пределом устойчивости ОЭ к воздействию теплового излучения считают минимальную величину теплового (светового) импульса, при котором происходит воспламенение горючих материалов и возникновение пожара.

При воздействии ударной волны в качестве критерия устойчивости принято избыточное давление, при котором элементы здания не разрушаются, оборудование не опрокидывается, не смещается; должно соблюдаться условие

$$\Delta P_{\phi} < \Delta P_{\phi}^{\text{lim}},$$

где  $\Delta P_{\phi}^{\text{lim}}$  — предельное значение избыточного давления (средние разрушения объекта), кПа.

При воздействии светового излучения ядерного взрыва определяют максимальное значение световых импульсов, при котором не происходит возгорание; должно выполняться условие

$$U_{\text{св}}^{\text{max}} < U_{\text{св}}^{\text{lim}},$$

где  $U_{\text{св}}^{\text{max}}$  — ожидаемый световой импульс, кДж/м<sup>2</sup>;  $U_{\text{св}}^{\text{lim}}$  — предельное значение светового импульса для различных материалов:

Материал	Газетная бумага	Сено	Ткань	Резина
$U_{\text{св}}^{\text{lim}}$ , кДж/м <sup>2</sup>	120...200	300...500	500...700	200...400

При воздействии электромагнитного импульса ядерного взрыва учитывают напряжение наводок, которое не приводит к срабатыванию средств защиты; радиоактивного заражения и проникающей радиации — дозу облучения, приводящую к коротким замыканиям, потемнению стекол оптических приборов, фотопленок, снижению напряжения зажигания в газоразрядных приборах, сопротивлению и др.; химически опасных веществ, отравляющих веществ и биосредств — обеспеченность средствами дегазации, герметичными помещениями для животных и ветеринарными препаратами.

При воздействии теплового излучения пожара в качестве критерия устойчивости рассматривается максимальное значение тепловых импульсов, при которых не происходит возгорания материалов; должно соблюдаться условие

$$J_{\text{max}} < J_{\text{lim}},$$

где  $J_{\text{max}}$  — максимальная интенсивность теплового излучения (удельная теплота пожара), кДж/(м<sup>2</sup> · с);  $J_{\text{lim}}$  — предельное значение интенсивности теплового излучения:

Материал или вещество	Древесина	Мазут, торф, масло	Ацетон, бензол, спирт
$J_{\text{lim}}$ , кДж/м <sup>2</sup>	17,5	35	41

### 4.3. Оценка устойчивости работы объекта экономики в условиях ЧС

*Пределом устойчивости управления* является время, в течение которого обеспечивается бесперебойное оповещение, связь, охрана:

$$P_{\text{упр}} \cong K t_{\text{y. y}},$$

где  $t_{\text{y. y}}$  — продолжительность устойчивого управления объектом, ч.

После определения предела устойчивости управления ОЭ намечается и выполняется ряд мероприятий, среди которых:

1) предотвращение причин возникновения ЧС (отказ от потенциально опасного оборудования; совершенствование или перепрофилирование производства; внедрение новых технологий; разработка декларации безопасности; проверка персонала);

2) предотвращение ЧС (внедрение блокирующих устройств в системы автоматизации, обеспечение безопасности);

3) смягчение последствий ЧС (повышение качественных характеристик оборудования — прочности, огнестойкости, рационального размещения; резервирование; дублирование; создание запасов; аварийная остановка производства);

4) обеспечение защиты от возможных поражающих факторов расстоянием, ограничением времени действия, использованием экранов, средств индивидуальной и коллективной защиты.

Общие требования к мероприятиям по повышению устойчивости ОЭ:

эффективность — достигается комплексной оценкой всех поражающих факторов ЧС;

экономичность — достигается увязкой мероприятий по предотвращению ЧС с мероприятиями повседневной производственной деятельности предприятия.

Экономичность мероприятий по повышению устойчивости достигается при выполнении условия

$$C_{ИТМ} < Y_{п},$$

где  $C_{ИТМ}$  — стоимость ИТМ по повышению устойчивости;  $Y_{п}$  — полный ущерб при ЧС.

Оценочным показателем проведения превентивных мероприятий по повышению устойчивости ОЭ может быть показатель экономической эффективности, рассчитываемый по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{C_{ИТМ}}{Y_{п} R},$$

где  $R$  — степень разрушения объекта ( $R_1$  — слабая,  $R_2$  — средняя,  $R_3$  — сильная).

#### **4.3.1. Оценка устойчивости работы объекта экономики при возникновении ЧС химического характера**

Оценка устойчивости работы ОЭ при возникновении ЧС химического характера включает:

определение времени, в течение которого территория объекта будет опасна для людей;

анализ химической обстановки, ее влияние на производственный процесс и объем защиты персонала.



Пределом устойчивости объекта к химическому заражению является пороговая токсическая доза  $D_{\text{п}}^{\text{токс}}$ , приводящая к появлению начальных признаков поражения производственного персонала и снижающая его работоспособность:

$$D_{\text{п}}^{\text{токс}} = \frac{200Q(a+b)}{V_{\text{в}}k_2(k_1 \cdot R)^{3-2}},$$

где все обозначения указаны для расчета зоны токсического задымления.

При нахождении персонала в зданиях пороговая токсодоза уменьшится в два раза.

Оценка устойчивости работы ОЭ в условиях радиоактивного заражения (загрязнения) включает:

оценку радиационной обстановки;

определение доз облучения персонала, радиационных потерь и потерю трудоспособности.

Предел устойчивости ОЭ в условиях радиоактивного заражения — это предельное значение уровня радиации  $P_i^{\text{лим}}$  на объекте, при котором еще возможна производственная деятельность в обычном режиме (двумя сменами) и при этом персонал не получит дозу выше установленной ( $D_{\text{уст}}$ ):

$$P_i^{\text{лим}} = \frac{D_{\text{уст}}k_{\text{осл}}}{2(\sqrt{t_{\text{к}}} - \sqrt{t_{\text{н}}})}.$$

Возможно использование в качестве предела устойчивости дозовых пределов, при которых производится отселение людей из зоны ЧС:

$$D_{\text{н}} \cong \frac{2(P_{\text{к}}t_{\text{к}} - P_{\text{н}}t_{\text{н}})}{k_{\text{осл}}}.$$

Сравнивая  $P_i^{\text{лим}}$  с максимально возможным уровнем радиации  $P_i^{\text{макс}}$ , а дозу облучения  $D_{\text{н}}$  с установленной  $D_{\text{уст}}$ , делают заключение об устойчивости объекта. Объект устойчив, если  $P_i^{\text{лим}} > P_i^{\text{макс}}$ ,  $D_{\text{н}} < D_{\text{уст}}$ . Допустимый уровень радиации  $P_{\text{д}}$  на объекте на мирное время принят равным 0,7 мР/ч.

Пределами психоэмоциональной устойчивости производственного персонала к поражающим факторам ЧС являются время адаптации человека к условиям ЧС  $T_{\text{а}}$  и коэффициент устойчивости персонала  $K_{\text{уст}}$ .

Время адаптации зависит от состояния нервной системы человека и характеризуется несколькими стадиями:

витальная реакция — поведение человека направлено на сохранение жизни (15 мин);

психоэмоциональный шок, снижение критической оценки ситуации (3...5 ч);

психологическая демобилизация, паническое настроение (до 3 сут);

стабилизация самочувствия (3...10 сут).

Снизить время адаптации можно психофизиологическим отбором людей, практической подготовкой людей к действиям в конкретной ЧС и тренировкой по использованию СИЗ.

В условиях ЧС возможны стрессы и психические травмы, приводящие к появлению так называемого синдрома бедствия (ему подвержено 75 % людей).

Психоэмоциональная устойчивость общества в ЧС — это состояние трудоспособности человека, его способность эффективно вести спасательные работы:

$$K_{уст} = \frac{N_{н.с}}{N_{общ}} 100 \%,$$

где  $N_{н.с}$  — количество человек, сохранивших нормальное психическое состояние;  $N_{общ}$  — общее количество человек, подвергшихся отрицательному воздействию ЧС.

Устойчивость энергообеспечения и материально-технического обеспечения зависит от устойчивости внешних и внутренних источников энергии, устойчивой работы поставщиков сырья, комплектующих изделий, наличия резервных, дублирующих и альтернативных источников снабжения.

Пределом устойчивости работы ОЭ по источникам энергии и материально-технического оснащения является время бесперебойной работы объекта в автономном режиме  $T_{а.р}$ :

$$T_{а.р} = F,$$

где  $F$  — запасы топлива, воды, машин технического обслуживания, источников электроэнергии.

Оценка устойчивости функционирования промышленного объекта начинается с изучения района его расположения по генплану, карте района и данным вышестоящего главного управления по делам ГО и ЧС (управления, отдела, штаба и т. п.). Изучается плотность и тип застройки района, метеословия, возможные внешние источники вторичных поражающих факторов и др.

Затем последовательно оцениваются условия защиты людей и уязвимость каждого элемента инженерно-технического комплекса при воздействии основных параметров, характеризующих поражающие факторы ЧС.

#### **4.3.2. Оценка инженерной защиты рабочих и служащих**

*Инженерная защита персонала ОЭ* — это его защита с использованием защитных сооружений (ЗС). Она достигается заблаговременным проведением соответствующих ИТМ по строительству и оборудованию ЗС с учетом условий расположения ОЭ и требований СНиП.

Показателем инженерной защиты является соответствующий коэффициент:

$$K_{инж.з} = \frac{N_{инж.з}}{N},$$

где  $N_{\text{инж.з}}$  — суммарное количество людей, которые в установленные сроки смогут укрыться в ЗС;  $N$  — общая численность рабочих и служащих смены, подлежащих укрытию.

Оценка инженерной защиты рабочих и служащих ОЭ проводится в следующей последовательности:

1. Изучают состав смены по цехам, участкам и определяют количество людей, подлежащих укрытию.

2. Устанавливают наличие и расположение ЗС объекта и определяют количество людей для укрытия, указав его на ЗС.

3. Изучают характеристику (вместимость, защитные свойства, коэффициент ослабления и др.) и состояние ЗС.

4. Выполняют расчет укрытия в ЗС работающей смены объекта с учетом расположения, вместимости имеющихся ЗС и намеченных оптимальных маршрутов перемещения людей:

при внезапном возникновении ЧС, когда вместимость от прежней составляет для убежищ 80 %, а противорадиационных укрытий (ПРУ) — 60 %;

при угрозе ЧС (через 24 ч после ее объявления), когда убежища, ПРУ и другие ЗС приводятся в готовность.

5. Определяют обеспеченность объекта СИЗ, приборами дозиметрического и химического контроля, оценивают условия их хранения на объекте.

6. Оценивают расположение, оборудование и условия работы пунктов выдачи СИЗ, а также возможные сроки выдачи СИЗ.

После этого реализуются следующие мероприятия:

1. Составляются выводы по результатам оценки инженерной защиты, в которых указывают возможности по укрытию наибольшей работающей смены (НРС) в ЗС, а также состояние ЗС.

2. Осуществляется дооборудование ЗС в текущем году. Для этого составляют документ, содержащий заключение о необходимости строительства в мирное время новых убежищ и дооборудования имеющихся ЗС.

3. Оценивается тип и вместимость ЗС, подлежащих возведению при ЧС. При этом указывают количество и места расположения ЗС (при отсутствии возможности для полного укрытия НРС в убежище), их защитные свойства и необходимость строительства ПРУ, быстровозводимых убежищ (БВУ) и простейших укрытий (ПУ) при ЧС.

После этого составляется план-график наращивания мероприятий по повышению устойчивости работы ОЭ в условиях ЧС, в который включается перечень работ по приведению в готовность существующих и строительству недостающих ЗС.

#### **4.3.3. Оценка устойчивости работы объекта экономики при воздействии ударной волны**

В качестве количественного показателя или критерия устойчивости работы ОЭ к воздействию ударной волны (УВ) принимается предел его устойчивости — критическое (предельное) значение избыточного давления  $\Delta P_{\phi}^{\text{кр}}$  для

наиболее уязвимого элемента объекта, при котором элементы производственного комплекса ОЭ сохраняются либо получают такие повреждения или разрушения, при которых возможно их восстановление в короткие сроки (при этом выпуск продукции не прекращается и восстановление ОЭ возможно своими силами).

Следовательно, предел устойчивости ОЭ к воздействию УВ определяется по минимальному пределу устойчивости входящих в его состав основных элементов — цехов, участков производства, систем, сетей конденсационных электростанций и т. п.

Действие УВ на объекты или системы характеризуется параметрами УВ, характеристиками объекта (формой, размерами, прочностью и др.), а также ориентацией объекта относительно УВ.

Воздействие УВ на элементы оборудования, техники и т. п. может привести к смещению предмета относительно основания или его отбрасыванию, к его опрокидыванию или ударной перегрузке (например, к мгновенному инерционному разрушению элементов предмета), что определяется соответствующими расчетными зависимостями.

Следует отметить, что для каждого конкретного изделия допустимая перегрузка обычно приводится в технических условиях на его изготовление и в технической документации. Так, нагрузки, воспринимаемые радиоэлектронной аппаратурой, зависят от условий ее эксплуатации и вида техники, на которую она устанавливается.

Как уже отмечалось, сопротивляемость зданий и сооружений к воздействию УВ зависит от их конструкции, размеров и некоторых других параметров. Сильным разрушениям подвергаются здания и сооружения больших размеров с легкими несущими конструкциями, значительно возвышающимися над поверхностью земли, а также сооружения с несущими стенами из кирпича.

Различают несколько степеней разрушения зданий при воздействии УВ:

полные разрушения ( $\Delta P_{\phi} = 40 \dots 60$  кПа) — разрушены все основные несущие конструкции и обрушены перекрытия; оборудование, средства механизации и техника восстановлению не подлежат;

сильные разрушения ( $\Delta P_{\phi} = 20 \dots 40$  кПа) — значительные деформации несущих конструкций, разрушена большая часть перекрытий и стен; восстановление возможно, но нецелесообразно;

средние разрушения ( $\Delta P_{\phi} = 10 \dots 20$  кПа) — разрушены не несущие, а второстепенные конструкции — легкие стены, перегородки, крыши, окна, двери; деформированы отдельные узлы оборудования и техники; для восстановления потребуется капитальный ремонт;

слабые разрушения ( $\Delta P_{\phi} = 8 \dots 10$  кПа) — разрушена часть внутренних перегородок; оборудование имеет незначительные деформации второстепенных элементов; для восстановления требуется мелкий ремонт.

Оценка устойчивости проводится в такой последовательности:

1. Определяется ожидаемое максимальное значение избыточного давления УВ  $\Delta P_{\phi}$ .

2. Выделяются основные элементы на объекте (в цехе, на участке производства, в системе), от которых зависит функционирование объекта и выпуск необходимой продукции (например, на машиностроительном заводе основными элементами являются кузнечный, прессовый и сборочный цехи, подъемно-транспортное оборудование, система электроснабжения).

3. Результаты оценки устойчивости заносятся в специальную таблицу.

Предел устойчивости берется по нижней границе диапазона давлений, приводящих к средним разрушениям. Например, здание цеха из сборного железобетона может получить средние разрушения при избыточном давлении 20...30 кПа, тогда предел устойчивости  $\Delta P_{\phi}^{\text{lim}} = 20$  кПа.

Если здание цеха имеет предел устойчивости 30 кПа, коммуникации электроснабжения — 20 кПа, технологическое оборудование — 60 кПа, то предел устойчивости цеха в целом составляет 20 кПа, так как при  $\Delta P_{\phi} = 20$  кПа выйдет из строя электроснабжение, и цех прекратит работу.

Давление скоростного напора воздуха, движущегося за фронтом УВ, определяется по формуле

$$\Delta P_{\text{ск}} = 2,5 \left( \Delta P_{\phi}^2 (\Delta P_{\phi} + 720) \right),$$

где  $\Delta P_{\text{ск}}$  — давление скоростного напора, кПа;  $\Delta P_{\phi}$  — избыточное давление, кПа.

Под воздействием скоростного напора возникает смещающая сила  $P_{\text{см}}$ , которая может вызвать смещение, отбрасывание или опрокидывание оборудования, а также ударные перегрузки (мгновенное инерционное разрушение элементов оборудования).

Оборудование сдвинется с места, если смещающая сила  $P_{\text{см}}$  будет превосходить силу трения и горизонтально составляющую силы крепления:

$$P_{\text{см}} > Q_{\text{к}} + F_{\text{тр}},$$

где  $Q_{\text{к}}$  — суммарное усилие болтов крепления, работающих на срез, Н;  $F_{\text{тр}}$  — сила трения:

$$F_{\text{тр}} = fG = fmg,$$

где  $f$  — коэффициент трения;  $G$  — вес оборудования, Н;  $m$  — масса оборудования, кг;  $g$  — ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ .

Для незакрепленного оборудования  $P_{\text{см}} > F_{\text{тр}}$ , так как  $Q_{\text{к}} = 0$ .

Смещающую силу можно определить по формуле

$$P_{\text{см}} = C_x S \Delta P_{\text{ск}},$$

где  $C_x$  — коэффициент аэродинамического сопротивления предмета;  $S$  — площадь поверхности оборудования,  $\text{м}^2$ :

$$S = bxh,$$

где  $b$  — ширина обтекаемого предмета, м;  $h$  — высота предмета, м.

Зная силу трения, можно найти скоростной напор, вызывающий смещение оборудования. Так как  $P_{см} > F_{тр}$  и  $P_{см} = C_x S \Delta P_{ск}$ , то предельное значение скоростного напора, не вызывающего смещения предмета, составит

$$\Delta P_{ск} = \frac{fG}{C_x S} = \frac{fmg}{C_x bh}.$$

Смещающая сила  $P_{см}$ , действуя на плече  $Z$ , будет создавать опрокидывающий момент, а вес оборудования  $G$  на плече  $L/2$  и реакция крепления  $Q$  на плече  $L$  — стабилизирующий момент (рис. 7).

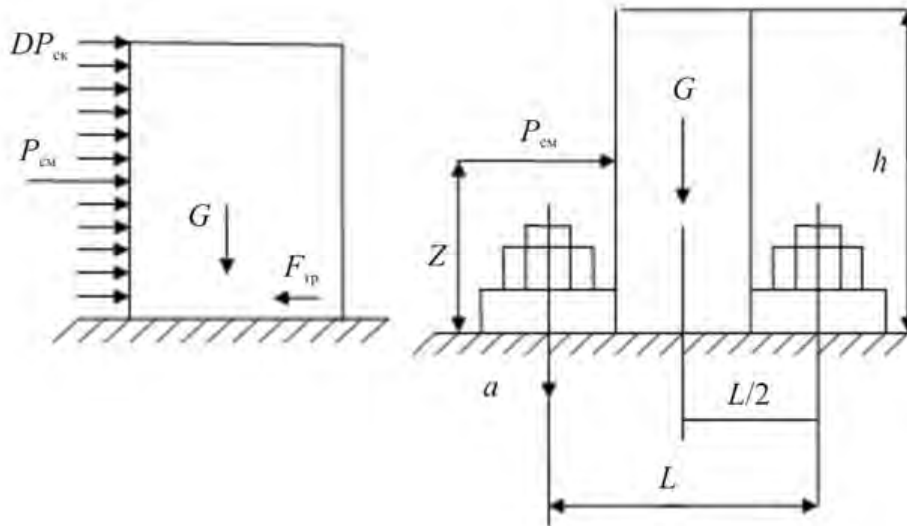


Рис. 7. Силы, действующие на предмет при смещении и опрокидывании

Условия опрокидывания оборудования:  
закрепленного:

$$P_{см} Z > G \left( \frac{L}{2} \right) + Q_k L;$$

незакрепленного:

$$P_{см} Z > G \left( \frac{L}{2} \right).$$

Принимают, что точка приложения силы  $P_{см}$  находится прямо в центре тяжести площади миделя  $S$  предмета. Реакция крепления  $Q_k$  определяется как суммарное усилие болтов, работающих на разрыв.

Смещающую силу определяют из неравенства

$$P_{см} \geq \frac{L}{Z} \left( \frac{G}{2} + Q_k \right).$$

Скоростной напор  $\Delta P_{ск}$ , вызывающий опрокидывание оборудования, определяют по формуле

$$\Delta P_{\text{ск}} = \frac{L}{C_x ZS} \left( \frac{G}{2} + Q \right).$$

При  $Q = 0$

$$\Delta P_{\text{ск}} = \frac{GL}{2C_x ZS} = \frac{mgL}{2C_x ZS}.$$

По  $\Delta P_{\text{ск}}$  из справочной литературы (график зависимости скоростного напора от избыточного давления) находят  $\Delta P_{\text{ф}}$ , при котором предмет (оборудование) опрокинется.

Далее определяется лобовое сопротивление, при котором возможно инерционное разрушение предметов: отрыв припаянных элементов, разрыв соединительных проводов, разрушение хрупких элементов:

$$P_{\text{лоб}} = (\Delta P_{\text{ф}} + \Delta P_{\text{ск}})S,$$

где  $S$  — площадь мишени,  $\text{м}^2$ .

Сила инерции определяется следующим образом:

$$ma = P_{\text{лоб}} - F_{\text{тр}},$$

где  $m$  — масса оборудования, кг;  $a$  — ударное ускорение,  $\text{м}/\text{с}^2$ .

Учитывая небольшое значение силы трения, ею можно пренебречь. Тогда

$$P_{\text{лоб}} = ma.$$

Избыточное лобовое сопротивление, не приводящее к инерционным разрушениям, составляет

$$P_{\text{лоб}} = \frac{P_{\text{лоб}}}{S} = \frac{ma_{\text{доп}}}{S},$$

где  $a_{\text{доп}}$  — допустимые ускорения при ударе,  $\text{м}/\text{с}^2$ .

#### **4.3.4. Оценка устойчивости работы объекта экономики к воздействию светового излучения**

Критерием (показателем) устойчивости работы ОЭ к воздействию светового излучения, или пределом его устойчивости, является минимальное значение светового импульса, при котором может произойти воспламенение материалов или конструкций зданий, сооружений, в результате чего на объекте возникнут пожары.

Оценка устойчивости ОЭ к световому излучению выполняется в следующей последовательности:

1. Определяют степень огнестойкости зданий, сооружений цеха. Изучают каждое здание, сооружение и определяют, из каких материалов (несгораемых, трудносгораемых или сгораемых) выполнены их части, конструкции, а также устанавливают предел огнестойкости этих конструкций.

В зависимости от использованных строительных материалов огнестойкость зданий и сооружений делят на пять степеней (I—V).

2. Определяют световые импульсы, при которых происходит воспламенение и горение строительных материалов.

Изучают каждое здание и сооружение и выявляют наличие в их конструкциях элементов, выполненных из сгораемых материалов. Наряду со строительными материалами (как элементами конструкций зданий и сооружений на объекте или цехе) могут находиться различные материалы, являющиеся источниками возгорания: древесина (навесы, стеллажи, полы, мебель и др.), текстильные изделия (брезентовые покрытия, шторы), бумага и т. д. Световые импульсы определяются в зависимости от характеристики элементов конструкций сооружений и зданий, выполненных из сгораемых материалов, и мощности ядерного боеприпаса, радиуса зон поражения,  $\Delta P_{\phi}^{кр}$  во фронте УВ.

3. Определяют категории производства по пожарной опасности.

По степени пожароопасности технологического оборудования и характера производства все предприятия делят на пять категорий (А—Д).

Изучают характер технологического процесса в здании (сооружении) и виды используемых в производстве материалов и веществ, а также вид готовой продукции и определяют для заданного механического цеха промышленного объекта категории пожароопасности.

Наиболее опасными являются предприятия категорий А и Б. Пожары в них возможны даже при слабых разрушениях. При этом происходит почти мгновенный охват огнем элементов объекта.

4. Делают выводы и предложения по повышению устойчивости объекта к световому излучению.

На основании полученных данных находят предел устойчивости объекта или цеха ОЭ к световому излучению  $U_{св}^{кр}$ , кДж/м<sup>2</sup>, а также наиболее уязвимые (опасные) в пожарном отношении цеха, участки производства, элементы и определяют возможную пожарную обстановку на объекте. После этого делаются выводы и разрабатываются мероприятия по повышению пожарной безопасности объекта.

#### **4.3.5. Оценка устойчивости работы объекта экономики при воздействии вторичных поражающих факторов**

К вторичным поражающим факторам относятся аварии на сетях, пожары и взрывы, затопления, заражение атмосферы и местности, обрушение поврежденных конструкций, вызванные УВ и световым излучением. Оценка их воздействия проводится на основании анализа характера разрушений элементов объекта при избыточном давлении, вызывающем слабые и средние разрушения наиболее уязвимого элемента.

В качестве показателя (критерия) устойчивости объекта к воздействию вторичных поражающих факторов принимается значение избыточного давления  $\Delta P_{\phi}$ , кПа, при котором возникающие разрушения не приводят к ЧС (авариям, катастрофам, взрывам, пожарам и т. п.), выходу из строя объекта и поражению людей.



Порядок оценки устойчивости работы объекта к воздействию вторичных поражающих факторов:

1. Выявляют все возможные источники вторичных поражающих факторов — внутренние и внешние. Внутренние источники — это элементы объекта, при воздействии на которые УВ и светового излучения могут произойти пожары, взрывы, заражения и т. д., например склады нефтепродуктов, взрывчатых веществ и др. Внешние источники располагаются за пределами объекта, это, например, химические и нефтеперерабатывающие заводы, плотины ГЭС, нефтебазы и др.

2. Устанавливают вид и характер вторичного поражающего фактора от данного источника (пожар, взрыв, заражение и т. д.).

3. Исходя из местоположения объекта и метеорологических условий определяют время начала действия фактора после ЧС и продолжительность его действия.

4. По результатам оценки делают выводы и разрабатывают мероприятия по предотвращению образования или снижению эффекта воздействия поражающих факторов.

На основании данных анализа по комплексному воздействию УВ, светового излучения и вторичных поражающих факторов проводится общая оценка физической устойчивости объекта, механического цеха по наиболее уязвимому элементу и делаются обобщенные выводы из этой оценки, в которых указывают:

какой из основных элементов производства является наиболее уязвимым к воздействию УВ и светового излучения;

при каких избыточных давлениях или при какой величине светового импульса производство будет остановлено;

обстановку на объекте в результате комплексного воздействия УВ и светового импульса:

разрушения и повреждения каждого элемента объекта при  $\Delta P_{\phi}^{кр}$ ;

воздействие вторичных поражающих факторов при избыточных давлениях, вызывающих слабые или средние разрушения наиболее уязвимого элемента.

Эти общие выводы являются основой для разработки мероприятий по повышению устойчивости работы объекта, осуществляемых в мирное и военное время.

#### **4.3.6. Оценка устойчивости объекта экономики к воздействию проникающей радиации и радиоактивного заражения**

Воздействие проникающей радиации ядерного взрыва на ОЭ проявляется главным образом через ее действия на людей, конструкционные материалы и приборы, которые чувствительны к радиации. Поражающее же действие радиоактивного заражения (РЗ) связано с заражением (загрязнением) местности, акватории, а также с облучением людей.

В практической дозиметрии в качестве основных параметров, характеризующих степень опасности поражения людей излучением и РЗ местности по  $\gamma$ -излучению, приняты доза излучения и уровень радиации соответственно.

Устойчивость работы ОЭ в условиях ЧС зависит в первую очередь от надежной защиты его рабочих и служащих. Поэтому, оценивая устойчивость функционирования какого-либо ОЭ к воздействию указанных поражающих факторов, необходимо оценить воздействие ионизирующих излучений на рабочих и служащих, занятых в производстве, а также воздействие на радиоэлектронную аппаратуру и материалы.

Критерием устойчивости работы объекта при воздействии проникающей радиации и РЗ является предельно допустимая доза (ПДД) облучения людей, которая не приводит к потере их работоспособности и заболеванию лучевой болезнью.

ПДД, или основной дозовой предел, в случае выполнения аварийных работ на радиоактивно зараженной местности из-за аварий, катастроф на атомных станциях (АС) и других РОО устанавливается нормами радиационной безопасности (НРБ). Так, для действующих, строящихся, реконструируемых и проектируемых АС планируемое повышение облучения в дозе в год, согласно НРБ-96, составляет: 100 мЗв (10 бэр) с разрешения территориальных органов Госсанэпиднадзора и 200 мЗв (20 бэр) только с разрешения Госкомсанэпиднадзора РФ.

Анализ результатов оценки устойчивости работы ОЭ в условиях воздействия проникающей радиации и РЗ завершается выводами, в которых указывают:

ожидаемые дозы облучения на открытой радиоактивно зараженной местности;

критерий устойчивости объекта;

степень защиты персонала и оборудования;

возможность непрерывной работы объекта в обычном режиме и при РЗ территории ОЭ;

мероприятия по повышению устойчивости работы объекта.

#### **4.3.7. Оценка устойчивости работы объекта экономики при воздействии электромагнитного импульса**

*Электромагнитный импульс (ЭМИ)* — это электромагнитное излучение в виде мощного и короткого импульса, имеющее широкий диапазон радиоволн. При этом диапазон частот, в котором излучается большая часть энергии ЭМИ, зависит от вида ядерного взрыва, типа ядерного оружия и т. п.

Особенностью ЭМИ является его способность распространяться на десятки и сотни километров в окружающей среде, по сетям электроснабжения и др.; вызывать мощные импульсы токов и напряжений в проводах и кабелях воздушных и подземных линий связи, сигнализации, управления, электропередачи, в антеннах радиостанций и т. п.

Влияние ЭМИ необходимо учитывать также для всех электрических и электронных систем. Для наиболее важных систем и устройств необходимо применять соответствующие методы защиты по повышению устойчивости их работы при воздействии ЭМИ. Для повышения устойчивости функционирования ОЭ при воздействии ЭМИ анализируется и оценивается устойчивость всех видов аппаратуры электроснабжения, электрических систем, радиотехнических средств и средств связи, имеющихся на объекте.

В качестве показателя устойчивости элементов системы к воздействию ЭМИ ядерного взрыва принимают коэффициент безопасности  $K_{\text{без}}$ , который определяется отношением предельно допустимого наведенного тока или напряжения  $U_{\text{д}}$  к наведенному напряжению  $U_{\text{э}}$ , т. е. созданному ЭМИ в данных условиях:

$$K_{\text{без}} = 20 \lg \frac{U_{\text{д}}}{U_{\text{э}}}.$$

Коэффициент  $K_{\text{без}}$  измеряется в децибелах (дБ).

Так как отдельные элементы системы могут иметь различные значения коэффициента безопасности, то устойчивость системы в целом будет характеризоваться минимальным значением коэффициента безопасности входящих в ее состав компонентов. Это значение является пределом устойчивости системы к воздействию ЭМИ ядерного взрыва.

Оценка надежности работы систем управления и снабжения ОЭ предусматривает определение:

- состояния пункта управления, его оборудования и защищенности;
- надежности систем оповещения и связи;
- расстановки, взаимозаменяемости руководящего состава и степени его подготовленности к управлению производством в военное и мирное время;
- необходимого объема всех видов энергетического и материально-технического снабжения (электроэнергии, газа, топлива, воды, сырья, материалов, комплектующих изделий) при переводе объекта на режим работы военного времени;
- возможных вариантов поступления материально-технических средств от поставщиков-дублеров, местных предприятий и организаций.

## 5. ПУТИ МИНИМИЗАЦИИ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС

Статистика утверждает, что более чем в 80 % случаев возникновение ЧС связано с деятельностью человека и часто обусловлено безответственностью, низким уровнем профессиональной подготовки, а также неумением правильно и вовремя определять свое поведение в экстремальных условиях.

Здравый смысл и накопленный опыт подсказывают, что наиболее эффективные мероприятия по борьбе с ЧС направлены на их предотвращение или максимально возможное снижение уровня проявления, т. е. это профилактические меры.

Существует два основных направления минимизации риска возникновения ЧС.

Первое направление связано с разработкой и последующим осуществлением таких организационных и технических мероприятий, которые уменьшают вероятность проявления опасного самопоражающего потенциала современных технических систем. Последние должны быть оснащены защитными устройствами — средствами взрыво- и пожарозащиты оборудования и техники, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т. д.

Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, подразделений ГО, военнослужащих и мирного населения к действиям непосредственно в условиях ЧС.

В основе такой подготовки лежит формирование планов действий в ЧС, однако для их создания нужны детальные разработки сценариев возможных аварий и катастроф на конкретных объектах. Для этого необходимо располагать статистическими и экспериментальными данными о физических, химических и иных явлениях, являющихся причиной или сопутствующих возможной аварии, прогнозировать размеры потенциальных потерь. Очевидна также необходимость постоянной оценки обстановки до возникновения ЧС, при непосредственной ее угрозе и, наконец, при возникновении ЧС. Без всего этого невозможна эффективная защита от отрицательных воздействий ЧС, а также организация ликвидации их последствий.

Общим для обоих направлений минимизации риска возникновения ЧС на опасных объектах является правовое обеспечение.

Правовой механизм обеспечения промышленной безопасности установлен Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных

производственных объектов» от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ (с изменениями от 07.08.2000 г.). Этот закон определяет категорию ОПО.

Технические устройства, применяемые на ОПО, подлежат сертификации на соответствие требованиям промышленной безопасности. Перечень таких технических устройств разрабатывается и утверждается в порядке, установленном Постановлением Правительства РФ «О перечне технических устройств, подлежащих сертификации» от 11.08.1998 г. № 928.

В процессе эксплуатации технические устройства, применяемые на опасном производстве, подлежат экспертизе промышленной безопасности в порядке, установленном Правилами проведения экспертизы промышленной безопасности, которые утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 06.11.1998 г. № 64.

Специальные требования, касающиеся промышленной безопасности, предусмотрены по отношению к проектированию, строительству и приемке в эксплуатацию ОПО.

Так, одним из обязательных условий принятия решения о начале строительства, расширения, реконструкции, технического перевооружения, консервации и ликвидации объекта является наличие положительного заключения экспертизы промышленной безопасности проектной документации, утвержденного Госгортехнадзором России или его территориальным органом. Отклонения от проектной документации в процессе строительства, расширения, реконструкции, технического перевооружения, консервации и ликвидации ОПО не допускаются. В процессе выполнения перечисленных видов деятельности организации, разработавшие проектную документацию, в установленном порядке осуществляют авторский надзор.

При приемке в эксплуатацию ОПО проверяется соответствие этого объекта проектной документации, готовность организации к его эксплуатации и к действиям по локализации и ликвидации последствий.

Перед началом эксплуатации должна быть получена лицензия на эксплуатацию опасного производства. С этой целью заявитель представляет в федеральный орган исполнительной власти, специально уполномоченный в области промышленной безопасности, следующие документы:

- 1) акт приемки ОПО в эксплуатацию или положительное заключение экспертизы промышленной безопасности;
- 2) декларацию промышленной безопасности указанного объекта.

В целях осуществления надлежащего контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС на промышленных объектах Постановлением Правительства РФ от 01.07.1995 г. № 675 для предприятий, учреждений, организаций и других юридических лиц, имеющих в своем составе производства повышенной опасности, введена обязательная разработка декларации промышленной безопасности. В дальнейшем совместным приказом МЧС России и Госгортехнадзора России от 04.04.1996 г. № 222/59 введен

в действие документ «Порядок разработки декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации».

В декларации безопасности промышленного объекта отражены характер и масштабы опасности на объекте, а также выработанные мероприятия по обеспечению промышленной безопасности и готовности к действиям в условиях техногенных ЧС.

Декларация разрабатывается как для действующих, так и для проектируемых предприятий и включает следующие разделы:

- 1) общая информация об объекте;
- 2) анализ уровня опасности промышленного объекта;
- 3) обеспечение готовности промышленного объекта к локализации и ликвидации ЧС в случае ее возникновения;
- 4) информирование общественности;
- 5) приложения, содержащие ситуационный план объекта и информационный лист.

## **6. ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОБЪЕКТА ЭКОНОМИКИ**

### **6.1. Основные способы повышения устойчивости объекта экономики**

Повышение устойчивости функционирования ОЭ заключается в заблаговременной разработке и осуществлении комплекса мероприятий, выполняемых в целях предотвращения техногенных аварий и катастроф, а также снижения возможных потерь и разрушений от современных средств массового поражения, диверсий, террористических актов, вторичных факторов и стихийных бедствий.

Повышение устойчивости объектов и технических систем достигается главным образом организационно-техническими мероприятиями, которым всегда предшествует исследование устойчивости конкретного объекта (см. п. 4), причем задолго до ввода его в эксплуатацию.

Большое влияние на работоспособность ОЭ оказывает район его расположения, который определяет уровень и вероятность воздействия опасных факторов природного происхождения (извержений вулканов, сейсмического воздействия, селей, оползней и т. д.). Весьма важным фактором являются метеорологические условия района (количество осадков, направление господствующих ветров, максимальная и минимальная температура самого жаркого и самого холодного месяца). Необходимо также изучить рельеф местности, характер грунта, глубину залегания грунтовых вод, их химический состав и т. д.

К числу основных мер, направленных на повышение устойчивости функционирования ОЭ в условиях ЧС, относят следующие:

1. Обеспечение защиты населения и его жизнеобеспечения. Создание и совершенствование систем оповещения. Накопление ЗС и СИЗ и обеспечение их готовности.

2. Совершенствование организации эвакуационных мероприятий. Подготовка к медицинскому обслуживанию населения. Обучение населения способам защиты, психологическая подготовка.

3. Подготовка сил и средств для ведения АСиДНР.

4. Организация снабжения, бытового обслуживания, создание резервных фондов.

5. Разработка режимов деятельности населения в условиях радиационного, химического и бактериологического заражения.
6. Защита продовольственных источников, сырья и готовой продукции ОЭ.
7. Организация информирования населения.
8. Предотвращение, ослабление возможных экологических последствий ЧС.
9. Рациональное размещение производительных сил на территории региона.
10. Комплексное развитие экономики региона, города, района.
11. Создание промышленных комплексов и узлов.
12. Ограничение строительства в районах вероятного поражения.
13. Вывод из городов потенциально опасных объектов.
14. Оптимизация промышленных мощностей и размеров ОЭ. Установление категорий ОЭ при утверждении задания. Проектирование.
15. Ограничение роста больших городов и концентрации в них объектов промышленности.
16. Развитие малых городов, поселков городского типа и размещение в них филиалов ОЭ.
17. Использование подземного пространства для нужд экономики и обороны.
18. Формирование в зеленой зоне производственной и социальной инфраструктуры.
19. Недопущение монополии на важнейшие виды продукции жизнеобеспечения.

Важную роль в обеспечении устойчивого функционирования ОЭ играет система водоснабжения, которая включает сооружения для очистки, хранения и транспортировки воды (водоприемные, очистные, насосные сооружения, резервуары, водонапорные башни, магистральные водопроводы). Нарушение системы водоснабжения ОЭ может вызвать остановку работы предприятия.

Водоснабжение городов и ОЭ необходимо базировать, если это возможно, на двух источниках, причем желательно, чтобы один из них был подземным. При наличии только одного открытого источника необходимо иметь две группы головных сооружений, одна из которых должна находиться за пределами зоны сильных разрушений.

Очистные сооружения и хлораторные установки должны обеспечивать обеззараживание воды от отравляющих и радиоактивных веществ и бактериологических средств.

В крупных городах и на крупных ОЭ желательно иметь три отдельные системы водоснабжения — хозяйственно-питьевую, производственную и противопожарную. При наличии нескольких самостоятельных водопроводов необходимо предусмотреть соединение их перемычками с соблюдением санитарных правил.

При проектировании новых и реконструкции существующих систем водоснабжения следует применять системы оборотного водоснабжения (замкнутого цикла) для технических целей, что уменьшает общую потребность в воде и, следовательно, повышает устойчивость водоснабжения.



Основные мероприятия в решении задач повышения устойчивости работы промышленных объектов:

защита работающих и населения;

усиление прочности зданий, сооружений, имеющих малопрочные элементы (закрепление оттяжками, устройство бетонных и металлических поясов, повышающих жесткость конструкции);

повышение устойчивости наиболее ценного и уникального оборудования, эталонных контрольно-измерительных приборов (такое оборудование размещается в облегченных труднодоступных зданиях, которые меньше повреждаются при разрушении, или размещаются в заглублениях, подземных или специально построенных помещениях повышенной прочности, в которых устраиваются защитные шатры, кожухи, зонты, козырьки, сетки над оборудованием);

повышение устойчивости технологического процесса за счет резервирования систем автоматики, обеспечения возможности ручного управления, сокращения числа используемых станков, линий; размещения производства отдельных видов продукции в филиалах, параллельных цехах; замены сложной технологии более простой; разработки способов безаварийной остановки производства по сигналу тревоги;

повышение устойчивости систем энергоснабжения за счет создания дублирующих источников электроэнергии, газа, воды, пара (прокладка дополнительных коммуникаций, закольцевание их); принятия мер против разрушения (усиление опор, заглубление, усиление перекрытий); введения передвижных электростанций, насосных установок с автономным приводом; приспособления ТЭЦ к различным видам топлива;

повышение устойчивости водоснабжения — питание от нескольких водоисточников, скважин, расположенных на достаточно большом расстоянии друг от друга; внедрение оборотного водоснабжения; защита воды от заражения (дополнительная очистка, защита водозаборов);

повышение устойчивости систем теплоснабжения (заглубление коммуникаций, закольцовывание);

устойчивость управления производством благодаря созданию групп управления (по числу смен) для руководства производством, спасательными и аварийно-восстановительными работами, устройство пункта управления в одном из убежищ, дублирование связи;

повышение устойчивости материально-технического снабжения объекта благодаря созданию запасов сырья, материалов, оборудования, топлива и обеспечению их сохранности;

проведение противопожарных мероприятий — сведение к минимуму возможности возникновения пожаров от светового излучения, возмущений, вызванных воздействием УВ, при этом защите от светового излучения подлежат сгораемые кровли, деревянные стены и элементы (окраска огнезащитной краской, покрытие известковой смесью, обмазка глиной, закрашивание стекол окон); разборка малоценных сгораемых объектов, конструкций;

очистка территории от сгораемых материалов; сооружение противопожарных водоемов, противопожарных преград (брандмауэров).

Разработка и осуществление мероприятий по повышению устойчивости работы объекта в большинстве случаев проводится в обычных условиях. Та часть работ, исполнение которых проводится в условиях ЧС, планируется заблаговременно, а выполняется при угрозе возникновения ЧС.

При решении задач повышения устойчивости работы ОЭ особое внимание обращается на обеспечение укрытия всех работающих людей в защитных сооружениях. В целях выполнения этой задачи разрабатывается план накопления и строительства необходимого количества защитных сооружений, который предусматривает укрытие рабочих и служащих в быстровозводимых убежищах в случае недостатка убежищ, отвечающих современным требованиям. При организации работ по строительству быстровозводимых убежищ в условиях ЧС используют имеющиеся на объекте строительные материалы.

## **6.2. Усиление прочности зданий и сооружений**

Усиление прочности зданий, сооружений, оборудования и их конструкций связано с большими затратами, поэтому повышение прочностных характеристик целесообразно только в следующих случаях:

отдельные особо важные производственные здания и сооружения значительно слабее других, поэтому их прочность целесообразно довести до общепринятого для данного предприятия предела устойчивости;

необходимо сохранить некоторые важные участки (цеха), которые могут самостоятельно функционировать при выходе из строя остальных и обеспечивать выпуск особо ценной продукции.

При проектировании и строительстве новых цехов повышение устойчивости может быть достигнуто применением для несущих конструкций высокопрочных и легких материалов (сталей повышенной прочности, алюминиевых сплавов). У каркасных зданий большой эффект достигается применением облегченных конструкций стенового заполнения и увеличением световых проемов путем использования стекла, легких панелей из пластика и других легко разрушающихся материалов; разрушаясь, такие материалы и панели уменьшают давление УВ на каркас сооружения, а их обломки приносят меньший ущерб оборудованию. Очень эффективным является способ применения поворачивающихся панелей, т. е. крепление легких панелей на шарнирах к каркасам колонн сооружений. При действии динамических нагрузок такие панели поворачиваются, что значительно снижает воздействие УВ на несущие конструкции сооружений.

При реконструкции существующих промышленных сооружений, так же как и при строительстве новых, следует применять облегченные межэтажные перекрытия и лестничные марши, усиливать их крепления к балкам, применять легкие огнестойкие кровельные материалы. Обрушение этих конструкций

и материалов принесет меньший вред оборудованию, чем обрушение тяжелых железобетонных перекрытий, кровельных и других конструкций.

При угрозе возникновения ЧС в наиболее ответственных сооружениях могут вводиться дополнительные опоры для уменьшения пролетов, усиливаться наиболее слабые узлы и отдельные элементы несущих конструкций. Отдельные элементы, например высокие сооружения (трубы, мачты, колонны, эстажерки), закрепляются оттяжками, рассчитанными на нагрузки, создаваемые воздействием скоростного напора воздуха УВ ядерного взрыва; устраиваются бетонные или металлические пояса, повышающие жесткость конструкции, и т. д.

### **6.3. Повышение устойчивости технологического оборудования**

Повышение устойчивости технологического и станочного оборудования должно быть направлено на обеспечение сохранности оборудования, необходимого для выпуска продукции после возникновения ЧС.

Технологическое и станочное оборудование, измерительные и испытательные приборы, как правило, размещаются в производственных зданиях и поэтому подвергаются воздействию не только УВ ядерного взрыва, но и обломков обрушивающихся элементов строительных конструкций и вторичных поражающих факторов. Надежно защитить все оборудование от воздействия УВ практически невозможно. Необходимо свести до минимума опасность разрушения и повреждения особо ценного и уникального оборудования, эталонных и некоторых других видов контрольно-измерительных приборов.

Повышение устойчивости оборудования достигается усилением его наиболее слабых элементов, а также созданием запасов этих элементов, отдельных узлов и деталей, материалов и инструментов для ремонта и восстановления поврежденного оборудования. При создании запасов оборудования, запасных частей и материалов учитывают существующие нормы и экономическую целесообразность их создания. Большое значение имеет 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. Нежелательно размещать приборы на незакрепленных подставках, тумбах, столах. Тяжелое оборудование размещают, как правило, на нижних этажах производственных зданий. Машины и агрегаты большой ценности рекомендуются размещать в зданиях, имеющих облегченные и трудновозгораемые конструкции, обрушение которых не приводит к разрушению этого оборудования. Некоторые виды технологического оборудования размещают вне здания — на открытой площадке территории объекта под навесами, что исключает его разрушение обломками ограждающих конструкций.

#### **6.4. Повышение устойчивости технологического процесса**

Насыщение современных технологических линий средствами автоматизации, телемеханики, электронной и полупроводниковой техники в значительной мере способствует совершенствованию технологических процессов, но в то же время делает эти процессы более уязвимыми к воздействию поражающих факторов ЧС. Следовательно, одновременно с совершенствованием технологических процессов производства следует принимать необходимые меры по повышению их устойчивости.

Необходимое условие надежности технологического процесса — устойчивость системы управления и бесперебойное обеспечение всеми видами энергоснабжения. В случае выхода из строя автоматических систем управления предусматривается переход на ручное управление технологическим процессом в целом или отдельными его участками.

Повышение устойчивости технологического процесса достигается заблаговременной разработкой способов продолжения производства при выходе из строя отдельных станков, линий и даже отдельных цехов за счет перевода производства в другие цеха; размещением производства отдельных видов продукции в филиалах; заменой вышедших из строя образцов оборудования другими, а также сокращением используемых типов станков и приборов.

Для случаев значительных разрушений предусматривают замену сложных технологических процессов более простыми с использованием сохранившихся наиболее устойчивых типов оборудования и контрольно-измерительных приборов.

В предвидении трудностей снабжения в условиях ЧС разрабатываются возможные изменения в технологии производства с целью замены наиболее дефицитных материалов, деталей и сырья на более доступные. Для данных ситуаций подготавливаются необходимые расчеты и изменения в технологии производства, в отдельных случаях допускается снижение качества выпускаемой продукции. Может возникнуть и такое положение, когда в связи с невозможностью получить необходимые материалы объект будет вынужден выпускать незавершенную продукцию, которая будет дорабатываться на других предприятиях. Внедряются процессы производства продукции без использования применявшихся ранее горючих и взрывоопасных материалов и ядовитых веществ.

На всех объектах разрабатываются способы безаварийной остановки производства по сигналу оповещения о возникновении ЧС, предусматривается отключение потребителей от источников энергии или поступления технологического сырья. Для этих целей в каждой смене назначают людей, которые должны отключать источники снабжения и технологические установки по сигналу оповещения о возникновении ЧС. Если по условиям технологического процесса остановить отдельные участки производства, агрегаты, печи и т. п. нельзя, то их переводят на пониженный режим работы.

Для наблюдения за работой этих элементов объекта назначаются ответственные лица, которые по сигналу оповещения о возникновении ЧС размещаются в подготовленных для них индивидуальных укрытиях в непосредственной близости от рабочего места.

На некоторых предприятиях возможны значительные повреждения и разрушения технологического оборудования и отдельных участков производства, обусловленные непредвиденной остановкой работы цехов и объекта в целом, следствием чего могут быть взрывы котлов, разрушения турбин, замыкания в электросистемах, затопления при повреждении водопроводных и канализационных систем, образование «козлов» в агрегатах и установках, работающих с расплавленным металлом, отравления СДЯВ и т. п. Для предотвращения таких ситуаций необходимо создавать системы, обеспечивающие возможность безаварийной остановки работы объекта; разрабатывать способы перевода особо опасных установок на специальный пониженный режим; быстро останавливать или нейтрализовывать особо опасные процессы и реакции; обеспечивать представляющие опасность агрегаты дистанционными системами управления.

### **6.5. Повышение устойчивости систем энергоснабжения**

Повышение устойчивости систем энергоснабжения играет значительную роль в жизнедеятельности промышленных районов и объектов народного хозяйства и достигается проведением как общегородских, так и объектовых инженерно-технических мероприятий.

Создаются дублирующие источники электроэнергии, газа, воды и пара путем прокладки нескольких подводящих электро-, газо-, водо- и пароснабжающих коммуникаций и последующего их закольцовывания. Инженерные и энергетические коммуникации переносятся в подземные коллекторы, наиболее ответственные устройства (центральные диспетчерские распределительные пункты) размещаются в подвальных помещениях зданий или в специально построенных прочных сооружениях. На тех предприятиях, где укладка подводящих коммуникаций в траншеях или тоннелях не представляется возможной, производится крепление трубопроводов к эстакадам, чтобы избежать их сдвига или сброса. Затем укрепляются сами эстакады с помощью установки уравнивающих растяжек в местах поворотов и разветвлений. Деревянные опоры заменяются на металлические и железобетонные.

Для обеспечения проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ, а также производства в первое время после возникновения ЧС (в случае вывода из строя основных источников энергопитания) создается резерв автономных источников электро- и водоснабжения. Обычно это передвижные электростанции и насосные агрегаты с автономными двигателями (например, с двигателями внутреннего сгорания).

Устойчивость систем электроснабжения ОЭ повышается путем его подключения к нескольким источникам питания, удаленным один от другого на расстояние, исключающее возможность их одновременного поражения одним ядерным взрывом.

На ОЭ, имеющих тепловые электростанции, оборудуют приспособления для работы ТЭЦ на различных видах топлива, принимают меры по созданию запасов твердого и жидкого топлива, его укрытию и усилению конструкций хранилищ горючих материалов.

В сетях электроснабжения проводятся мероприятия по переводу воздушных линий электропередач на подземные, а линий, проложенных по стенам и перекрытиям зданий и сооружений, — на линии, проложенные под полом первых этажей (в специальных каналах).

При монтаже новых и реконструкции старых электрических сетей устанавливают автоматические выключатели, которые при коротких замыканиях и образовании перенапряжений отключают поврежденные участки. Перенапряжения в линиях электропередач могут возникать в результате разрушений или повреждений отдельных элементов системы энергоснабжения объекта, а также при воздействии электромагнитных полей ядерного взрыва.

Большое значение для повышения устойчивости работы ОЭ имеет надежное снабжение его водой. Прекращение подачи воды может привести к приостановлению производственного процесса и прекращению выпуска продукции даже тогда, когда объект народного хозяйства не будет разрушен при возникновении ЧС.

Водоснабжение ОЭ будет более устойчивым и надежным в том случае, если объект питается от нескольких систем или от двух-трех независимых водоисточников, удаленных друг от друга на безопасное расстояние. Гарантированное снабжение водой может быть обеспечено только от защищенного источника с автономным и тоже защищенным источником энергии. К таким источникам относятся артезианские и безнапорные скважины, которые присоединяются к общей системе водоснабжения объекта. При планировании мероприятий необходимо учитывать, что дебит этих источников не полностью обеспечивает потребности производства и ведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ.

Для большей надежности и маневренности на случай аварии или ремонта на объектах создаются обводные линии и устраиваются перемычки, которыми подают воду в обход поврежденных участков, разрушенных зданий и сооружений. Пожарные гидранты и отключающие устройства размещаются на территории, которая не будет завалена в случае разрушения зданий и сооружений. Внедряются автоматические и полуавтоматические устройства, которые отключают поврежденные участки без нарушения работы остальной части сети. На объектах, потребляющих большое количество воды, применяется обратное водоснабжение с повторным использованием воды для технических целей. Такая технология уменьшает общую потребность воды и, следовательно, повышает устойчивость водоснабжения объекта.

Важное и сложное мероприятие — защита воды от заражения. В городах и на объектах народного хозяйства вода, предназначенная для питья, очищается и обеззараживается в очистных устройствах, находящихся на водопроводных станциях. На очистных сооружениях предусматриваются дополнительные мероприятия по очистке воды, поступающей из зараженных водоемов, от радиоактивных и отравляющих веществ и бактериальных средств.

Для обеспечения устойчивого и надежного снабжения предприятия газом предусматривается подача газа в газовую сеть объекта от газорегуляторных пунктов (газораздаточных станций). При проектировании, строительстве и реконструкции газовых сетей создаются закольцованные системы на каждом объекте народного хозяйства. На случай выхода из строя газорегуляторных пунктов и газораздаточных станций устанавливаются обводные линии (байпасы). Все узлы и линии газоснабжения располагаются, как правило, под землей, так как заглубление коммуникаций значительно уменьшает их поражение ударной волной ядерного взрыва и другими последствиями ЧС. Кроме того, укрытие систем газоснабжения под землей значительно снижает возможность возникновения вторичных факторов поражения.

Для уменьшения пожарной опасности проводятся мероприятия, препятствующие утечке газа. На газопроводах устанавливаются автоматические запорные и переключающиеся устройства дистанционного управления, позволяющие отключать сети или переключать поток газа при разрыве труб непосредственно с диспетчерского пункта.

Инженерно-технические мероприятия по повышению устойчивости систем теплоснабжения направлены на защиту источников тепла и заглубление коммуникаций в грунт. Если на объекте предусматривается строительство котельной, ее целесообразно размещать в специальном отдельно стоящем сооружении. Здание котельной должно иметь облегченное перекрытие и легкое стеновое заполнение. При получении объектом тепла с городской теплоцентрали проводятся мероприятия по обеспечению устойчивости подводящих к объекту трубопроводов и имеющихся распределительных устройств.

Тепловая сеть строится, как правило, по кольцевой системе, трубы отопительной системы прокладываются в специальных каналах. Запорные и регулирующие приспособления размещаются в смотровых колодцах и по возможности на территории, не заваливаемой при разрушении зданий и сооружений. На тепловых сетях устанавливается запорно-регулирующая аппаратура (задвижки, вентили и др.), предназначенная для отключения поврежденных участков.

Мероприятия по повышению устойчивости системы канализации разрабатываются отдельно для ливневых, промышленных и хозяйственных (фекальных) стоков. На объекте оборудуется не менее двух выводов с подключением к городским канализационным коллекторам, а также устраиваются выводы для аварийных сбросов неочищенных вод в прилегающие к объекту овраги и другие естественные и искусственные углубления. Для сброса строят колодцы

с аварийными задвижками и устанавливают их на объектовых коллекторах с интервалом 50 м, по возможности на незаваливаемой территории.

Помимо систем электро-, водо-, газо- и теплоснабжения, на ОЭ имеются системы энергообеспечения технологии производства, например сети и сооружения для подачи сжатого воздуха, кислорода, аммиака, хлора и других жидких и газообразных реактивов. Инженерно-технические мероприятия для этих систем разрабатывают главным образом с целью предупреждения возникновения вторичных факторов поражения.

## **6.6. Управление производством**

Управление производством, составляющее основу деятельности начальника ГО объекта, должно быть непрерывным на всех этапах.

При разработке мероприятий по обеспечению устойчивого управления производством предусматривается разделение всего персонала объекта в период угрозы возникновения ЧС на две группы: работающую смену, находящуюся на территории объекта, и смену, находящуюся в загородной зоне на отдыхе либо в пути между загородной зоной и объектом.

Создаются две-три группы управления (по числу смен), которые, помимо руководства производством, во время работы смен готовы принять на себя организацию и руководство проведением спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ.

Управление производством в обычных условиях осуществляется с использованием технических средств связи, контрольно-измерительных приборов, аппаратуры дистанционного управления, установленных в служебных помещениях, диспетчерских пунктах, административных и других зданиях. Как правило, эти средства управления не отличаются особой физической устойчивостью, так как размещаются в зданиях, не обладающих защитными свойствами. Они могут выйти из строя значительно быстрее, чем основные производственные сооружения, что приведет к потере управления производством и его нарушению.

Для обеспечения надежного управления деятельностью объекта в условиях ЧС в одном из убежищ оборудуется пункт управления. Диспетчерские пункты и радиоузлы размещаются по возможности в наиболее прочных сооружениях и подвальных помещениях. Воздушные линии связи к важнейшим производственным участкам переводятся на подземно-кабельные. Устойчивость средств связи может быть повышена прокладкой вторых питающих фидеров на АТС и радиоузел объекта, подготовкой передвижных электростанций для зарядки аккумуляторов АТС и для питания радиоузла при отключении источников электроэнергии. При расширении сети подземных кабельных линий прокладываются двухпроводные линии связи, защищенные экранами от воздействия электромагнитного импульса ядерного взрыва. Для большей надежности предусматриваются дублирующие средства связи.



В районе рассредоточения рабочих и служащих также оборудуют пункт управления объекта. Между городским и загородным пунктами управления устанавливается надежная связь, которая поддерживается в постоянной готовности. Для большинства объектов это телефонная связь через ближайшие узлы связи. Предусматривается ее дублирование с помощью радиосредств и подвижными средствами. Принимаются меры по обеспечению связи и со смежными предприятиями по кооперации.

Формирования обеспечивают штатными радиостанциями, устанавливают режим их работы. В каждом убежище предусматривают установку телефонного аппарата, приемника трансляционной сети и по возможности радиостанции.

Большое внимание уделяется разработке четкой системы приема сигналов оповещения ГО и доведения их до должностных лиц, формирований и персонала объекта. К организационным мероприятиям, повышающим устойчивость управления объекта, относится заблаговременная подготовка руководящих работников и ведущих специалистов к взаимозаменяемости. Для замены недостающих специалистов готовят людей из числа квалифицированных рабочих, хорошо знающих производство.

Особое значение имеет устойчивость производственных и хозяйственных связей по снабжению объекта всеми видами энергии, водой, паром, газом; транспортным услугам; поставкам сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий и др.

При обосновании поставок необходимой продукции учитывают суточную потребность производства; имеющиеся переходящие запасы и потребность в их пополнении; кто поставляет сырье, топливо, комплектующие изделия, детали и т. д. в обычных условиях и кто может дублировать их поставку в условиях ЧС.

### **6.7. Повышение устойчивости материально-технического снабжения**

Повышение устойчивости материально-технического снабжения объекта обеспечивается созданием запасов сырья, материалов, комплектующих изделий, оборудования и топлива. Запасы материалов необходимы не только для обеспечения производственного процесса, но и для восстановления объекта в случае его повреждения при воздействии средств поражения. Размеры неснижаемых запасов определяются для каждого объекта вышестоящей инстанцией и планирующими органами в зависимости от возможности их накопления и важности выпускаемой продукции. Устойчиво работающее предприятие должно быть способно бесперебойно выпускать продукцию за счет имеющихся запасов до возобновления связей по поставкам или до получения необходимого сырья от новых поставщиков. Поэтому очень важно обеспечить надежное сохранение этих запасов.

Места размещения материально-технических резервов следует выбирать с таким расчетом, чтобы они оказались не уничтоженными при возникновении ЧС. В то же время их целесообразно располагать как можно ближе к объекту. Надежная защита резервов обеспечивается при размещении их под землей, в приспособленных для этих целей отработанных горных выработках и естественных полостях. При определении мест хранения учитывается наличие на объекте транспортных средств и путей для быстрой и безопасной доставки различных материалов к местам их потребления на объекте.

Большое значение имеет своевременная и быстрая отправка готовой продукции потребителям. На некоторых объектах (нефтеперерабатывающих, химических и т. п.) скопление готовой продукции может превратиться в крайне опасный источник вторичных факторов поражения и создать угрозу как самому объекту, так и соседним предприятиям и жилому сектору. В случае невозможности отправки имеющейся продукции потребителям ее вывозят за пределы зоны возможных разрушений, например на базу хранения в загородной зоне. При этом, как и для укрытия резервов, определяют способы и средства транспортировки, объемы хранилищ и условия хранения, а в случае необходимости и технологические мероприятия по нейтрализации действия агрессивных продуктов как на местах производства и хранения, так и в процессе перевозок.

### **6.8. Уменьшение вероятности возникновения вторичных факторов поражения и ущерба от них**

Решение этой проблемы достигается заблаговременным планированием и проведением профилактических мероприятий, ограничивающих или, по возможности, исключающих возникновение вторичных факторов поражения. Защита от вторичных факторов поражения должна проводиться одновременно с другими мероприятиями по повышению устойчивости и постоянно совершенствоваться в ходе работы ОЭ.

На объектах, связанных с выпуском и хранением горючих и сильнодействующих ядовитых веществ, разрабатываются планы, в которых учитываются характер и масштабы возможных аварий, определяются мероприятия по спасению людей и материальных ценностей, пути и способы ликвидации и порядок действий специализированных пожарных и спасательных команд. Мероприятия по уменьшению ущерба от вторичных факторов поражения должны разрабатываться с учетом как характера производства, так и масштабов возможных (прогностических) вариантов разрушений, аварий и мест их вероятного возникновения в условиях ЧС. После выявления возможных источников возникновения вторичных факторов принимаются меры по предотвращению возникновения и распространения их опасного воздействия на объект и окружающие районы или сведению этого воздействия до минимума.

На объектах, технологический процесс которых связан с применением пожароопасных, взрывоопасных и сильнодействующих ядовитых веществ,

устанавливается необходимый минимум их запасов. Хранение таких веществ на территории предприятия организуется в защищенных хранилищах; лишние запасы вывозят в загородную зону. Определяют возможность сокращения или отказа от применения в производстве сильнодействующих ядовитых и горючих веществ и перехода на их заменители. Если перейти на заменители невозможно, разрабатываются способы нейтрализации особо опасных веществ.

Для сокращения возможного ущерба на действующих предприятиях емкости, в которых содержатся горючие и сильнодействующие ядовитые вещества, размещают в заглубленных помещениях, обваловывают резервуары, устраивают от них специальные отводы в более низкие участки местности (овраги, лощины и др.). При обваловывании сооружений высота вала рассчитывается на удержание полного объема жидкости, которая может вытечь при разрушении емкости.

Немаловажное значение, как уже отмечалось раньше, имеет применение автоматических и других устройств для отключения систем, разрушение которых может вызвать вторичные факторы поражения; заглубление в грунт технологических коммуникаций; обеспечение надежной герметизации стыков и соединений в транспортирующих трубопроводах; оборудование плотно закрывающимися крышками всех аппаратов и емкостей с легковоспламеняющимися и сильнодействующими ядовитыми веществами. Быстрому отключению потребителей от источников энергии и поступления технологического сырья могут способствовать разработка и оснащение объектов системами и устройствами, срабатывающими в результате воздействия гамма-излучения, светового излучения или электромагнитного импульса ядерного взрыва, достигающих объекта раньше воздушной ударной волны.

Противопожарные мероприятия по защите объектов направлены на создание условий, обеспечивающих сведение до минимума возможности возникновения пожаров, которые могут быть вызваны возникновением ЧС; ограничение распространения пожаров и создание необходимых условий для их ликвидации.

Для предотвращения возникновения и распространения начавшихся пожаров большое значение имеет разборка малоценных сгораемых строений (сарая, заборов), очистка территории объекта от разбросанных легковозгораемых материалов. Специалисты считают, что только хорошее состояние территории объекта в случае применения крупнокалиберных боеприпасов может уменьшить более чем на 20 % число пожаров, возникающих от светового излучения. Пиломатериалы желательно размещать под навесами. Другие горючие изделия накрывают огнестойкими и окрашенными в светлые тона материалами.

На непрерывных технологических линиях также могут быть установлены водяные завесы, отсекающие участки, в которых возникло пламя, от остальной магистрали.

При реконструкции и строительстве новых объектов предусматриваются противопожарные разрывы, условия для маневра пожарных сил и средств в период тушения или локализации пожаров, сооружение специальных противопожарных резервуаров с водой и искусственных водоемов. Для предотвращения пожаров в зданиях и сооружениях применяются огнестойкие конструкции, огнезащитная обработка сгораемых элементов, а также специальные противопожарные преграды. Например, крупные здания делят на секции с несгораемыми стенами — брандмауэрами.

В хранилищах взрывоопасных веществ (сжатых газов, летучих жидкостей, генераторах ацетилена и др.) устанавливают устройства, локализирующие разрушительный эффект взрыва, а именно: вышибные панели, самооткрывающиеся окна и фрамуги, различного рода клапаны-отсекатели. В помещениях, где возможно заражение воздуха СДЯВ, устанавливаются автоматические устройства нейтрализации, которые при определенной концентрации ядовитых веществ начинают разбрызгивать жидкости, нейтрализующие эти вещества.

Для защиты объекта или отдельных его цехов в зоне возможного подтопления могут строиться дамбы. Такое строительство обычно планируется в общегородском масштабе. Таким образом, в каждом конкретном случае проектирования проводят анализ возможного ущерба от вторичных факторов поражения и стремятся до минимума снизить ущерб, который они могут причинить объекту.

### **6.9. Методика выбора мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования объектов экономики в ЧС**

На планирование мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования ОЭ в ЧС, влияет обеспечение максимальной эффективности проводимых мероприятий.

Под *эффективностью проводимых мероприятий* понимается степень ответственности их результатов интересам достижения определенной цели.

При выборе мероприятий по повышению устойчивости функционирования объекта экономики в ЧС необходимо обосновать варианты повышения физической устойчивости зданий, оборудования, инженерных коммуникаций и т. д.

Оценку эффективности проводимых мероприятий проводят по специальным количественным показателям, характеризующим рассматриваемые решения. Эти показатели называются *критериями*.

Одним из критериев эффективности мероприятий по повышению устойчивости функционирования ОЭ в ЧС может быть критерий эффективности применения того или иного мероприятия защиты ОЭ, р. Он определяется по формуле

$$\omega = \frac{\Delta C}{q_2 - q_1},$$

где  $\Delta C$  — стоимость мероприятия по повышению устойчивости функционирования ОЭ в ЧС, р.;  $q_2$  — вероятность функционирования объекта после проведения мероприятий по повышению устойчивости функционирования ОЭ в ЧС, определяется экспериментально;  $q_1$  — вероятность функционирования объекта до проведения мероприятий по повышению устойчивости функционирования ОЭ в ЧС в зависимости от особенностей поражающих факторов ЧС:

$$q_1 = 1 - P_{\text{вых. ТО}},$$

где  $P_{\text{вых. ТО}}$  — вероятность разрушения основных производственных фондов:

$$P_{\text{вых. ТО}} = P_1 + P_2,$$

где  $P_1$  — вероятность сильных разрушений производственных фондов, зависящая от показателя устойчивости технологического оборудования;  $P_2$  — вероятность полных разрушений производственных фондов, зависящая от показателя устойчивости технологического оборудования.

Показатель устойчивости технологического оборудования определяется по формуле

$$\xi = 1,25 \frac{\Delta P_{\text{ф}}}{\Delta P_{\text{раз}}} K_1 K_2,$$

где  $\Delta P_{\text{ф}}$  — величина избыточного давления воздушной ударной волны при взрыве ядерных и других боеприпасов в военное время, взрывах ВВ, ЛВЖ, ГВС при различных ЧС мирного времени, кгс/см<sup>2</sup>, кПа;  $\Delta P_{\text{раз}}$  — средняя величина избыточного давления воздушной ударной волны, при которой следует ожидать сильную степень разрушения технологического оборудования, кгс/см<sup>2</sup>, кПа, определяемая по соответствующим справочникам;  $K_1$  — коэффициент, учитывающий воздействия на оборудование обломков строительных конструкций здания;  $K_2$  — коэффициент, учитывающий снижение давления в затекающей внутрь здания волне по сравнению с давлением во фронте проходящей УВ.

## **7. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПАСНЫХ ЗОН, МАСШТАБОВ И СТРУКТУРЫ ОЧАГОВ ПОРАЖЕНИЯ**

### **7.1. Теоретические основы прогнозирования**

При определении влияния поражающих факторов источников ЧС на жизнедеятельность населения, работу ОЭ и действия сил ликвидации ЧС, а также при обосновании и принятии мер защиты выявляется и оценивается обстановка, складывающаяся при ЧС.

Под *выявлением обстановки* понимается сбор и обработка исходных данных о ЧС, определение размеров зон ЧС и нанесение их на карту (план).

Под *прогнозной оценкой обстановки* понимается определение влияния поражающих факторов источников ЧС на работу ОЭ, жизнедеятельность населения и действия сил ликвидации ЧС. Оценка обстановки включает выбор оптимальных действий сил ликвидации ЧС, работы ОЭ и жизнедеятельности населения, анализ полученных результатов и выбор наиболее целесообразных вариантов действий, которые при условии выполнения поставленных задач обеспечивают минимальные потери (или исключают их).

Выявление и оценка обстановки осуществляется в три этапа:

1. Заблаговременное выявление и оценка обстановки по прогнозу и оценочным параметрам ЧС с учетом преобладающих среднегодовых метеоусловий. Основанием для этого являются сведения, полученные от соответствующих министерств, ведомств и органов гидрометеослужбы. Полученные результаты необходимы для планирования мероприятий по защите населения и территорий.

2. Выявление и оценка обстановки по прогнозу после ЧС. Основанием для прогнозирования являются данные, поступившие от вышестоящих, подчиненных и взаимодействующих органов управления ГО и ЧС, ОЭ и подчиненных сил разведки, наблюдения и контроля, с учетом реальных метеорологических данных. Полученные результаты необходимы для принятия председателями комиссии по чрезвычайным ситуациям (КЧС) разных уровней решений по защите населения и территорий, а также для уточнения задач органам разведки и проведения неотложных защитных мероприятий.

3. Выявление и оценка фактической обстановки. Основанием для этого являются данные, полученные от органов разведки, наблюдения и контроля.

Полученные данные необходимы для уточнения ранее принятых решений по защите населения и проведения работ по ликвидации ЧС. *Прогнозированием обстановки при ЧС* принято называть выявление и оценку обстановки по прогнозу.

В основу расчетно-математических моделей прогнозирования последствий ЧС мирного времени положена причинно-следственная связь двух процессов: воздействия поражающих факторов на объект и сопротивления самого объекта этому воздействию. Оба процесса носят ярко выраженный случайный характер, например в силу того что невозможно заранее достоверно определить, колебания земной коры какой интенсивности будут действовать в районе расположения здания или какое давление во фронте воздушной ударной волны будет действовать на сооружение. Эти поражающие факторы с разной вероятностью могут принимать различные значения. Кроме того, даже при воздействии на здания одинаковой нагрузки будет существовать только некоторая вероятность их разрушения. Также на вероятность разрушения зданий влияют прочность материалов, отклонение строительных элементов от проектных размеров, различие условий изготовления элементов и другие случайные факторы.

Поражение людей будет зависеть как от перечисленных факторов, так и от ряда других случайных событий, в частности от вероятности размещения людей в зоне риска, плотности расселения в пределах населенного пункта и вероятности поражения людей обломками при получении зданиями той или иной степени повреждения.

Итак, можно сделать вывод о том, что для прогнозирования последствий ЧС мирного и военного времени необходимо применять вероятностный подход.

## **7.2. Прогноз опасностей террористического характера**

В настоящее время террористам стали доступны расщепляющиеся материалы, компоненты химического и бактериологического оружия, что объясняется либерализацией торговли, слабостью экспортного контроля, открытостью данных о новейших разработках в области химического и бактериологического оружия, а также усиливающейся интернационализацией преступности и терроризма.

Терроризм стал одной из наиболее серьезных и чреватых большими опасностями проблем. Террористические акты носят все более организованный и изощренный характер, при этом масштабность акций увеличивается за счет применения достижений научно-технического прогресса.

В XXI в. возрастает вероятность технологического терроризма т. е. проведения террористических актов на предприятиях. Некоторые зарубежные специалисты считают, что не исключена возможность и сельскохозяйственного терроризма. В качестве агентов, поражающих зерновую продукцию и картофель, могут использоваться грибковые патогенные культуры.

В настоящее время ведущие страны мира осознают необычайную уязвимость сельскохозяйственного сектора и планируют принятие мер для охраны главных зерновых районов от террористов.

По мнению американских экспертов, наиболее уязвимыми точками инфраструктуры являются энергетика, телекоммуникации, авиационные диспетчерские и финансовые электронные системы, правительственные информационные системы, а также автоматизированные системы управления войсками и оружием.

### **7.3. Прогноз ЧС техногенного характера**

В настоящее время можно прогнозировать некоторый рост техногенных опасностей, причем вследствие сверхнормативной изношенности основных фондов доля ЧС является доминирующей.

В России износ основных средств в большинстве отраслей промышленности и в сфере жизнеобеспечения достиг 70 %, задерживается вывод из эксплуатации ОПО с устаревшим и физически изношенным технологическим оборудованием.

Значительную опасность для населения и городской среды представляют хранилища нефтепродуктов и ОХВ, в первую очередь аммиака и хлора.

Из-за отсутствия эффективной системы технического надзора за состоянием гидротехнических сооружений промышленного и водохозяйственного назначения, медленного решения вопросов, связанных с повышением их надежности, невыполнения своевременных мер по ремонту и обслуживанию сооружений и оборудования сохраняется опасность прорывов напорного фронта водохранилищ, загрязнения водных бассейнов вредными продуктами.

### **7.4. Прогноз последствий ЧС в районе разрушительных землетрясений**

Обстановку в районе разрушительных землетрясений принято оценивать с помощью показателей, характеризующих инженерную обстановку, а также объемов аварийно-спасательных работ и мероприятий по жизнеобеспечению населения.

Для оценки инженерной обстановки большие населенные пункты (города) разбиваются на несколько площадок (пятна застройки). Значения координат площадок принимаются равными значениям координат их центров. Малые населенные пункты рассматриваются в качестве одной элементарной площадки (ее координаты определяются как координаты центра населенного пункта). Затем определяются расстояния от эпицентров землетрясений до центра площадок и для каждой площадки рассчитывается интенсивность землетрясения.

При заблаговременном прогнозировании возможная интенсивность землетрясения определяется по картам общего сейсмического районирования территории России.



Основными показателями инженерной обстановки в районе разрушительных землетрясений являются:

количество зданий, получивших обвалы, частичные разрушения, тяжелые, умеренные и легкие повреждения, шт.;

площадь разрушенной части города, в пределах которой застройка получила тяжелые повреждения, частичные разрушения и обвалы (разрушения 3, 4 и 5-й степеней), км<sup>2</sup>;

объем завалов, м<sup>3</sup>;

количество участков, требующих укрепления (обрушения) поврежденных или частично разрушенных конструкций, шт.;

протяженность заваленных улиц и проездов, м.

Количество зданий  $P_j$ , получивших  $j$ -ю степень разрушений, определяется по формуле

$$P_i = \sum_{i=1}^n K_i C_{ij},$$

где  $K_i$  — количество зданий  $i$ -го типа в городе;  $C_{ij}$  — вероятность получения зданием  $i$ -го типа степени разрушения;  $n$  — число типов рассматриваемых зданий, максимальное число типов  $n = 6$  (А, Б, В, С7, С8, С9).

Площадь разрушений части города, в пределах которой застройка получила тяжелые или частичные разрушения и обвалы, определяется по формуле

$$S_{\text{разр}} = \sum_{j=3,4,5} \frac{P_j}{\Phi}.$$

Общий объем завалов определяется из условия, что при частичном разрушении здания объем завала составляет примерно 50 % от объема завала при его полном разрушении.

Если город большой, с неравномерной плотностью и этажностью застройки, то расчеты следует производить по участкам застройки (площадкам), на которые предварительно разбивается город. Затем результаты вычислений суммируются.

Протяженность заваленных проездов определяется из условия, что на 1 км<sup>2</sup> разрушенной части города в среднем приходится 0,6 км заваленных маршрутов (данные получены на основе анализа последствий разрушительных землетрясений):

$$L_{\text{п. п}} = 0,6 S_{\text{разр}}.$$

Как показывает опыт, вынос завала за контуры зданий при их полном разрушении невелик и, например, для 9-этажных зданий составляет 7...9 м. Поэтому проезды в зонах землетрясений оказываются практически не заваленными. На проезжей части могут оказаться отдельные отлетевшие обломки конструкций зданий. Это подтверждает и опыт ликвидации последствий землетрясения в Армении. Например, в старой части города Лениакана, где

ширина улиц не превышала 10 м, при разрушении одно- и двухэтажных зданий на проезжей части образовались лишь небольшие завалы из туфовых блоков.

Однако все сказанное справедливо только для случаев разрушения зданий без опрокидывания. В районах с пониженной несущей способностью и большой деформированностью грунтов возможны случаи разрушения высотных зданий с их опрокидыванием. Высота и длина завала в этом случае будут зависеть от размеров здания.

Наиболее характерными повреждениями дорог при землетрясениях являются:

- разрушение участков дорог вследствие оползней;
- образование трещин (шириной до нескольких десятков сантиметров) в дорожном полотне;
- разрушение дорожного покрытия (в девятибалльной зоне).

В горной местности возможно образование каменных и снежных завалов, разрушение мостов, путепроводов, тоннелей. При землетрясении в девять и более баллов могут быть разрушены аэродромные покрытия.

Количество аварий коммунально-энергетических сетей (КЭС) определяется из условия, что на 1 км<sup>2</sup> разрушенной части города приходится шесть-восемь аварий:

$$K_{\text{КЭС}} = 8S_{\text{разр.}}$$

Причины, вызывающие повреждения КЭС, можно разделить на две группы:

- 1) связанные с волновым движением грунта, вследствие чего в элементах КЭС появляются растягивающие и сдвигающие усилия, которые вызывают движение подземных коммуникаций и сооружений КЭС — коллекторов, трубопроводов, колодцев, кабельных линий;
- 2) связанные с разрушением вводов в наземные здания и сооружения, а также повреждения элементов КЭС обломками зданий.

При авариях на КЭС люди могут пострадать в результате поражения электрическим током и отравления газом, из-за пожаров, возникающих вследствие коротких замыканий и возгорания газа. Кроме того, возможно затопление территорий водой из разрушенных водопроводных труб и канализационных коллекторов, а также получение людьми ожогов при разрушении элементов систем паро- и теплоснабжения. Аварии на КЭС могут привести к прекращению снабжения зданий и сооружений водой, электроэнергией и теплом.

Количество людей, оказавшихся без крова, принимается равным количеству людей, проживавших в зданиях, которые получили тяжелые повреждения, частичные разрушения и обвалы.

Анализ последствий землетрясений показывает, что в среднем в половине зданий, частично разрушенных и обвалившихся, возможно возникновение пожаров.

## 7.5. Прогноз обстановки при лесном пожаре

Для оценки состояния пожарной опасности в лесу используется комплексный показатель, который учитывает основные факторы, влияющие на пожарную опасность лесных горючих материалов:

$$K = \sum_1^n (t_0 - \tau^0) t_0,$$

где  $t_0$  — температура воздуха в 12 часов по местному времени;  $\tau^0$  — точка росы в 12 часов (дефицит влажности);  $n$  — число дней после последнего дождя (по ним ведется суммирование).

В зависимости от значения  $K$  различают несколько классов пожарной опасности погоды (табл. 6).

Таблица 6

*Класс пожарной опасности леса*

Класс	Объект возгорания	Наиболее вероятный вид пожара, условия и продолжительность периода возникновения и распространения	Степень пожарной опасности
V $K > 12\ 000$	Хвойные молодняки, захламленные вырубки	В течение всего пожароопасного сезона возможны низовые пожары, на участках древостоя — верховые	Высокая
IV $4000 < K < 12\ 000$	Сосняки с наличием соснового подроста и подлеска	Низовые пожары возможны в течение всего пожароопасного сезона, верховые — в период пожарных максимумов	Выше средней
III $1000 < K < 4000$	Сосняки и ельники, смешанные с другими породами	Низовые и верховые пожары возможны в период летнего пожароопасного максимума	Средняя
II $300 < K < 1000$	Сосняки и ельники, смешанные с лиственными породами	Возникновение пожаров возможно в период пожарных максимумов	Ниже средней
I $K < 300$	Ельники, березняки, осинники, ольховники	Возникновение пожара возможно только при особо неблагоприятных условиях	Низкая

По комплексному показателю определяется очередность возгорания различных лесных участков и травяного покрова.

Каждому типу лесного массива соответствует свое значение комплексного показателя пожарной опасности, при котором возможно возгорание лесного массива (табл. 7).

Таблица 7

*Значение комплексного показателя пожарной опасности*

Тип лесного массива	Комплексный показатель пожароопасности
Сосняк-брусничник	300
Ельник-брусничник	500
Сосняк	550
Смешанный	800
Лиственный	900
Ельник	900
Березняк-черничник	900
Смешанный черничник	800
Травяные насаждения	5000

## **8. ДЕКЛАРАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА**

### **8.1. Основные сведения**

Наиболее объективным документом, всесторонне характеризующим уровень безопасности потенциально опасного производства, является декларация безопасности.

Декларация безопасности разрабатывается в целях обеспечения контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС. Она является документом, в котором отражены характер и масштабы опасностей на объекте и выработанные мероприятия по обеспечению промышленной безопасности и готовности к действиям в техногенных ЧС.

Обязательному декларированию подлежат:

1) особо опасные производства, на которых одновременно используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют взрывоопасные (опасные химические) вещества в количестве, равном или превышающем пороговые значения;

2) гидротехнические сооружения (включая шлакохранилища горнометаллургических производств).

Декларация разрабатывается предприятием самостоятельно или с привлечением организаций, имеющих право (лицензию) на экспертизу безопасности промышленного производства. Экспертиза декларации осуществляется по указанию МЧС и Госгортехнадзора России. Срок действия декларации составляет 5 лет.

### **8.2. Структура декларации безопасности**

Декларации безопасности включает:

1) титульный лист и аннотация (наименование декларации и сведения о разработчиках);

2) краткие сведения о промышленном объекте — адрес, перечень и количество опасных веществ (табл. 8), топография района расположения объекта, численность персонала и населения на прилегающих территориях, вид страхования объекта, порядок возмещения ущерба;

3) анализ опасностей и риска:

характеристики опасного вещества — формула, состав, данные о температурах самовоспламенения, вспышки и пределах взрываемости, токсичности ПДК<sub>ВВ</sub>, ПДК<sub>рз</sub>, способности к реакции, воздействие на людей, средства защиты, первой помощи и меры по переводу в безопасное состояние;

описание технологической схемы с системой автоматики и запорных устройств, технические характеристики;

распределение опасных веществ на производстве и физические условия их содержания (в аппаратах, трубопроводах, бочках, на складе);

сведения об известных авариях (причины, сценарии развития, поражающие факторы и параметры, оценка риска аварии);

4) меры по обеспечению технической безопасности (системы контроля, профессиональная подготовка персонала);

5) действия в случае промышленной аварии (оповещение, защита людей, медицинское обеспечение);

б) информирование общественности об опасном промышленном объекте.

Оперативная часть плана локализации ЧС включает: наименование сценария (стадии) аварии, предпосылки и признаки аварии, способы и технические средства противоаварийной защиты, порядок действий по ликвидации аварии.

Таблица 8

*Пороговое количество опасных веществ*

Вещества	Пороговое количество, т
Взрывчатые	50
Легковоспламеняющиеся	200
Сжиженные нефтяные газы	200
Химически опасные вещества:	
аммиак	500
хлор	25
фосген	0,75
сернистый ангидрид	75
цианистый водород	20
метилизонат	0,15

*Примечание.* Пороговые количества опасных веществ снижаются, если расстояние до жилого массива, стадионов, больниц и т. д. меньше 500 м.

### **8.3. Особые требования к декларации безопасности для проектируемого объекта**

В раздел «Общая информация» при описании общих сведений о промышленном объекте не включаются данные о наименовании и адрес организации, в которой застрахован объект, вид страхования и порядок возмещения ущерба. Дополнительно включаются сведения об использовании в проекте отчетов по изысканиям относительно сейсмичности района площадки строительства, характеристик грунтов, природно-климатических и других внешних воздействий.

При описании общих мер безопасности дополнительно включается обоснование численности производственного персонала, персонала технического надзора, противоаварийных сил и аварийно-спасательных служб с учетом возможности ликвидации последствий аварии.

В состав раздела «Анализ безопасности промышленного объекта: данные о технологии и аппаратурном оформлении» дополнительно включаются:

обоснование рационального размещения оборудования и помещений с учетом соблюдения разрывов между секциями, производствами, местами хранения взрыво- и пожароопасных и химически опасных веществ; правильности размещения административных, вспомогательных и производственных помещений, пунктов управления технологическим процессом; достаточности условий, обеспечивающих проведение ремонтных и аварийных работ, эвакуации обслуживающего персонала;

обоснование выбора строительных конструкций с учетом стойкости к воздействию поражающих факторов, возникающих при ЧС техногенного характера, работы в условиях вибрации и циклических нагрузок, обеспечения устойчивости помещений пунктов управления технологическим процессом;

обоснование рационального выбора технологических систем и технических решений с учетом снижения возможных уровней взрывоопасности входящих блоков путем разделения технологических операций на ряд процессов или стадий либо совмещения нескольких процессов в одну технологическую операцию; введения дополнительных процессов или стадий в целях предотвращения образования взрывоопасной среды;

оценка процесса с точки зрения промышленной безопасности с описанием процесса и факторов, влияющих на его протекание; рациональности подбора взаимодействующих компонентов исходя из условий предупреждения образования взрывопожароопасных смесей и снижения уровня взрывоопасного процесса; данных о тепловых эффектах реакций, в том числе с учетом масштабных факторов при переходе от лабораторного и опытного оборудования к промышленному; эффективности рекомендуемых в проекте методов и средств предотвращения образования осадков, смол, опасных примесей с учетом способов их удаления.

При описании технических решений, направленных на обеспечение безопасности, в документ дополнительно включаются:

принятые в проекте решения по защите оборудования от разрушений и коррозии, ограничению выбросов в атмосферу взрыво- и пожароопасных и химически опасных веществ;

обоснование принятых в проекте решений по бесперебойному энергообеспечению технологического процесса;

обоснование принятых в проекте решений по безопасности при транспортировке сырья, готовой продукции и их безопасному хранению.

При анализе опасностей и риска не включаются сведения об авариях и неполадках, имевших место на данном особо опасном производстве.

Декларация безопасности для действующего объекта разрабатывается на основе декларации безопасности, подготовленной в составе проекта.

Декларация безопасности для вводимого в эксплуатацию промышленного объекта имеет особенности составления раздела «Общая информация».

В описание общих мер безопасности дополнительно включаются:

сведения о реализации проектных решений для каждого особо опасного производства;

сведения о приемке особо опасного производства в эксплуатацию.

Сведения о реализации проектных решений содержат:

перечень согласованных с проектной организацией и внесенных в проект изменений, произведенных в процессе строительства промышленного объекта и влияющих на обеспечение безопасности;

подтверждение соответствия технических решений, принятых при строительстве промышленного объекта, проектным решениям и действующим нормам и правилам в области промышленной безопасности, локализации и ликвидации ЧС, защиты населения и территорий от ЧС.

Сведения о приемке потенциально опасного производства в эксплуатацию содержат:

данные о проверке и проведении комплексного испытания основного технологического оборудования, систем автоматического контроля, управления и автоматической противоаварийной защиты, систем противопожарной защиты, систем связи, аварийной сигнализации, оповещения;

перечень актов испытания строительных конструкций, основного технологического оборудования, контрольно-измерительных приборов и автоматики, систем энергоснабжения, вентиляции, противопожарной сигнализации, аварийного оповещения;

перечень разработанной и утвержденной в установленном порядке технической документации, включая технологический регламент, пусковые инструкции, инструкции по рабочим местам, инструкции по технике безопасности и противопожарной безопасности и др.

Декларация безопасности для действующего объекта на этапе эксплуатации имеет особенности составления раздела «Общая информация». При описании общих мер безопасности дополнительно включаются:

данные о выполнении разработанных мероприятий по предупреждению аварий с учетом анализа основных причин имевших место на промышленном объекте аварий и катастроф, сопровождаемых взрывами, пожарами или выбросами в атмосферу опасных веществ;

сведения о соблюдении допуска к работе персонала с указанием регулярности проверки знаний норм и правил промышленной безопасности;

сведения о системе аттестации лиц, ответственных за организацию и проведение работ повышенной опасности, в том числе перечень аттестуемых должностей, регулярность аттестации;

сведения об аттестационных комиссиях;



сведения о выполнении мероприятий по повышению безопасности, предусмотренных вновь введенными нормами и правилами в области промышленной безопасности, федеральными и целевыми программами в сфере промышленной безопасности, приказами организации, в состав которой входит объект, или вышестоящими организациями.

#### **8.4. Особые требования к декларации безопасности выводимого из эксплуатации объекта**

Декларация безопасности при выводе из эксплуатации промышленного объекта дополнительно включает приложение «Сведения о выводе промышленного объекта (особо опасного производства) из эксплуатации», которое содержит:

- обоснование безопасного вывода из эксплуатации;

- информацию о решении, на основе которого производится вывод из эксплуатации;

- сведения о наличии разработанного и согласованного с соответствующим управлением по делам ГО и ЧС и региональным органом Госгортехнадзора России плана вывода из эксплуатации объекта.

В состав общих мер безопасности дополнительно включаются сведения о соответствии на момент составления декларации безопасности параметров сооружения проектным.

Раздел «Анализ безопасности промышленного объекта» включает:

- определение соответствия фактических объемов и состава складированных отходов и жидкостей проектным;

- описание геологических и гидрогеологических особенностей основания;

- сейсмологическую характеристику створа сооружения;

- перечень контролируемых параметров состояния сооружения и их фактические показатели по отношению к предельно допустимым;

- результаты анализа контрольных и натурных наблюдений за состоянием сооружения;

- сведения об имевших место во время эксплуатации авариях и отклонениях от технологического регламента;

- анализ условий возникновения и развития гидродинамических аварий;

- оценку риска гидродинамических аварий и ЧС;

- блок-схему анализа вероятных сценариев возникновения и развития гидродинамических аварий;

- описание технических решений обеспечения устойчивости сооружения;

- сведения о выполнении мероприятий по результатам экспертных оценок состояния сооружения (включая мероприятия по защите от подтопления и заболачивания территории за пределами сооружения).

В качестве приложений к декларации безопасности приводят:

- план размещения сооружения и прилегающих территорий, попадающих в зону затопления в случае возникновения ЧС;

- характерные поперечные разрезы ограждающих дамб.

## 8.5. Декларация промышленной безопасности

Декларация промышленной безопасности включают следующие документы:

Титульный лист.

Данные об организации-разработчике декларации.

Оглавление.

1. Раздел «Общая информация».

1.1. Реквизиты организации.

1.1.1. Полное и сокращенное наименование организации.

1.1.2. Наименование вышестоящего органа, министерства или ведомства, компании, концерна с указанием адреса, телефона.

1.1.3. Фамилии, инициалы и должность руководителей организации.

1.1.4. Полный почтовый адрес, телефон, факс и телетайп организации.

1.1.5. Краткий перечень основных направлений деятельности организации, связанных с эксплуатацией декларируемого объекта.

1.2. Обоснование декларирования.

1.2.1. Данные о количествах опасных веществ, на основании которых ОПО отнесен к декларируемым объектам.

1.2.2. Перечень нормативных правовых документов, на основании которых принято решение о разработке декларации.

1.3. Сведения о месторасположении декларируемого объекта.

1.3.1. Характеристика местности, на которой располагается декларируемый объект.

1.3.2. Сведения о размерах и границах территории, санитарно-защитных и/или охранных зонах декларируемого объекта.

1.4. Сведения о персонале и населении.

1.4.1. Сведения об общей численности персонала и численности наибольшей работающей смены декларируемого объекта.

1.4.2. Перечень крупных организаций и близлежащих населенных пунктов, которые могут оказаться в зонах действия поражающих факторов максимальной гипотетической аварии, с указанием численности персонала и населения.

1.5. Страховые сведения.

1.5.1. Наименование, адрес организации-страховщика, а также сведения о страховых лицензиях.

1.5.2. Перечень договоров страхования с указанием размеров страховых сумм.

2. Раздел «Результаты анализа безопасности».

2.1. Сведения об опасных веществах.

2.1.1. Наименование опасного вещества.

2.1.2. Степень опасности и характер воздействия вещества на организм человека.

2.2. Сведения о технологии.

2.2.1. Схема основных технологических потоков.

- 2.2.2. Данные о распределении опасных веществ.
- 2.3. Основные результаты анализа риска.
  - 2.3.1. Результаты анализа условий возникновения и развития аварий.
    - 2.3.1.1. Перечень факторов и основных возможных причин, способствующих возникновению и развитию аварий.
      - 2.3.1.1.1. Краткое описание наиболее крупных и вероятных сценариев возможных аварий.
    - 2.3.1.2. Перечень факторов и основных возможных причин, способствующих возникновению и развитию аварий.
  - 2.3.2. Результаты оценки риска.
    - 2.3.2.1. Перечень моделей и методов расчета, применяемых при оценке риска.
      - 2.3.2.1.1. Данные о количестве опасных веществ, участвующих в аварии.
      - 2.3.2.1.2. Данные о размерах вероятных зон действия поражающих факторов.
      - 2.3.2.1.3. Данные о возможном числе пострадавших.
      - 2.3.2.1.4. Данные о возможном ущербе.
      - 2.3.2.1.5. Данные о вероятности причинения вреда персоналу, населению и ущерба имуществу и ОПС.
- 3. Раздел «Обеспечение требований промышленной безопасности».
  - 3.1. Сведения об обеспечении требований промышленной безопасности.
    - 3.1.1. Сведения о выполнении распоряжений и предписаний органов Госгортехнадзора России (для действующих объектов).
      - 3.1.1.1. Перечень имеющихся и/или необходимых лицензий на виды деятельности, связанные с эксплуатацией декларируемых объектов.
    - 3.1.2. Сведения о профессиональной и противоаварийной подготовке персонала с указанием регулярности проверки знаний в области промышленной безопасности и порядка допуска персонала к работе.
    - 3.1.3. Сведения о системе производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности.
    - 3.1.4. Сведения о системе проведения сбора и анализа аварийности.
    - 3.1.5. Перечень проведенных экспертиз промышленной безопасности с указанием наименования экспертных организаций, проводивших экспертизу, и объект экспертизы.
    - 3.1.6. Сведения о соответствии условий эксплуатации действующего объекта требованиям норм и правил (с указанием нормативов, которым эти условия соответствуют).
  - 3.2. Сведения об обеспечении требований промышленной безопасности по готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварий.
    - 3.2.1. Сведения о мероприятиях по локализации и ликвидации последствий аварий на декларируемом объекте.
    - 3.2.2. Сведения о составе противоаварийных сил, аварийно-спасательных и других служб обеспечения промышленной безопасности.
    - 3.2.3. Сведения о финансовых и материальных ресурсах для локализации и ликвидации последствий аварий на декларируемом объекте.

3.2.4. Сведения о системе оповещения в случае возникновения аварии на декларируемом объекте с приведением схемы оповещения и указанием порядка действий в случае аварии.

4. Раздел «Выводы».

4.1. Обобщенная оценка уровня безопасности с указанием наиболее опасных составляющих декларируемого объекта и наиболее значимых факторов, влияющих на показатели риска.

4.2. Перечень планируемых мер, направленных на уменьшение риска аварий.

5. Ситуационный план (Приложения).

5.1. Расчетно-пояснительная записка.

5.2. Информационный лист.

## **9. ЭКСПЕРТИЗА ДЕКЛАРАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Порядок экспертизы декларации промышленной безопасности объекта осуществляется в соответствии с «Правилами проведения экспертизы декларации промышленной безопасности», утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 07.09.1999 г. № 65 (ПБ 03-314—99) и зарегистрированными Минюстом России 01.10.99 г. № 1920.

Объектом экспертизы является декларация вместе с приложениями — расчетно-пояснительной запиской и информационным листом.

Экспертиза проводится для установления:

соответствия полноты и достоверности информации, представленной в декларации, требованиям промышленной безопасности;

обоснованности результатов анализа риска аварий на опасном производственном объекте, изложенных в декларации;

достаточности разработанных и/или реализованных мер по обеспечению требований промышленной безопасности.

Экспертизу декларации должна проводить организация, имеющая лицензию Госгортехнадзора России на проведение экспертизы декларации промышленной безопасности и не участвующая в разработке рассматриваемой декларации и приложений к ней.

Результатом проведения экспертизы является заключение экспертизы. Оно должно быть конкретным, объективным и аргументированным. Формулировки выводов должны иметь однозначное толкование.

Замечания к декларации, выявленные по результатам экспертизы, должны сопровождаться ссылками на требования норм и правил промышленной безопасности.

Результаты проведенной экспертизы должны содержать оценку каждого структурного элемента декларации и приложений к ней с указанием наименования и номера структурного элемента.

При оценке соответствия полноты и достоверности информации, представленной в декларации, требованиям промышленной безопасности необходимо учитывать требования к составу и содержанию сведений, которые должны содержаться в декларации, а также фактическое состояние промышленной безопасности декларируемого объекта.

При оценке обоснованности результатов анализа риска аварий необходимо учитывать:

обоснованность применяемых физико-математических моделей и использованных методов расчета;

правильность и достоверность выполненных расчетов по анализу риска, а также полноту учета всех факторов, влияющих на конечные результаты;

вероятность реализации принятых сценариев аварий и возможность выхода поражающих факторов этих аварий за границу санитарно-защитной (или охранный) зоны ОПО, а также последствий воздействия поражающих факторов на население, другие объекты, окружающую природную среду;

достаточность мер предотвращения постороннего вмешательства в деятельность ОПО, а также противодействия возможным террористическим актам.

Заключение экспертизы вместе с декларацией и приложениями к ней (информационный лист и расчетно-пояснительная записка) представляется заказчиком экспертизы для регистрации, рассмотрения и утверждения в центральный аппарат Госгортехнадзора России.

Постановлением Правительства РФ от 02.02.1998 г. № 142 «О сроках декларирования промышленной безопасности действующих опасных производственных объектов» установлено, что сроки разработки деклараций промышленной безопасности для организаций, имеющих действующие ОПО, определяются исходя из величины отношения количества опасного вещества на объекте к предельному количеству этого опасного вещества, указанному в Федеральном законе «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

## 10. ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В соответствии с Федеральным законом «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 08.08.2001 г. № 128-ФЗ *лицензия* — специальное разрешение на осуществление конкретного вида деятельности при обязательном соблюдении лицензионных требований и условий, выданное лицензирующим органом юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю.

*Лицензионные требования и условия* — совокупность установленных положениями о лицензировании конкретных видов деятельности требований и условий, выполнение которых лицензиатом обязательно при осуществлении лицензируемого вида деятельности.

К лицензируемым видам деятельности относятся виды деятельности, осуществление которых может повлечь за собой нанесение ущерба правам, законным интересам, здоровью граждан, обороне и безопасности государства, культурному наследию народов РФ и регулирование которых не может осуществляться иными методами, кроме как лицензированием.

Для получения лицензии соискатель представляет в соответствующий лицензирующий орган:

1. Заявление о выдаче лицензии с указанием наименования и организационно-правовой формы юридического лица, места его нахождения, наименования банка и номера расчетного счета в банке — для юридического лица; фамилии, имени, отчества, данных документа, удостоверяющего личность гражданина, — для индивидуального предпринимателя; лицензируемого вида деятельности, который юридическое лицо или индивидуальный предприниматель намерены осуществлять, и срока, в течение которого будет осуществляться указанный вид деятельности.

2. Копии учредительных документов и копию свидетельства о государственной регистрации лицензиата в качестве юридического лица (с предъявлением оригиналов в случае, если копии не заверены нотариусом) — для юридических лиц.

3. Копию свидетельства о государственной регистрации гражданина в качестве индивидуального предпринимателя (с предъявлением оригиналов

в случае, если копии не заверены нотариусом) — для индивидуальных предпринимателей.

4. Копию свидетельства о постановке лицензиата на учет в налоговом органе.

5. Документ, подтверждающий внесение соискателем лицензии платы за рассмотрение лицензирующим органом заявления соискателя лицензии.

Решение о выдаче или об отказе в выдаче лицензии принимается в течение 30 дней со дня получения заявления со всеми требуемыми документами. В случае необходимости проведения дополнительной, в том числе независимой, экспертизы решение принимается в 15-дневный срок после получения экспертного заключения, но не позднее 60 дней со дня подачи заявления. В отдельных случаях, в зависимости от сложности и объема подлежащих экспертизе материалов, срок принятия решения о выдаче или отказе в выдаче лицензии может быть дополнительно продлен до 30 дней.

Уведомление об отказе в выдаче лицензии представляется заявителю в письменном виде в трехдневный срок после принятия соответствующего решения с указанием причин отказа.

Действие лицензии на осуществление промышленной и транспортной деятельности на данной территории (согласно Приказу МЧС России от 15.08.1995 г. № 569) может быть частично или полностью ограничено на основании результатов государственного надзора в области защиты населения и территорий от ЧС в случаях:

возникновения непосредственной угрозы жизни и здоровью населения, состоянию окружающей природной среды и порядку хозяйственной деятельности на территории, обусловленной данной промышленной и транспортной деятельностью;

предоставления недостоверной информации в декларации безопасности; неоднократных нарушений установленных требований по защите населения и территорий от ЧС;

возникновения ЧС (техногенной, природной ЧС, военных действий и др.) невыполнения других условий, определяемых постоянно действующими органами управления, в области защиты населения и территорий от ЧС, создаваемых при органах исполнительной власти субъектов РФ.

*Частичное ограничение действия лицензии* заключается в требованиях устранения выявленных недостатков в указанные сроки и требованиях выполнения указаний по проектированию, строительству, реконструкции, вводу в эксплуатацию, выводу из эксплуатации поднадзорных и подконтрольных объектов в указанные сроки, которые даются в пределах предоставленных прав и компетенций.

Полное ограничение действия лицензии заключается в решении об ограничении, приостановлении, прекращении работы предприятий промышленности и транспорта и любой деятельности, осуществляемой с нарушением требований в области защиты населения и территорий от ЧС.



Срок действия лицензии зависит от специфики вида деятельности, но составляет не менее пяти лет.

Лицензия выдается отдельно на каждый вид деятельности. Передача лицензии другому юридическому или физическому лицу запрещена.

Если лицензируемый вид деятельности осуществляется на нескольких территориально обособленных объектах, лицензиату одновременно с лицензией выдаются ее заверенные копии с указанием местоположения каждого объекта. Копии лицензий регистрируются органом, уполномоченным вести лицензионную деятельность.

При ликвидации предприятия или прекращении действия свидетельства о государственной регистрации физического лица в качестве предпринимателя лицензия теряет юридическую силу.

В случае реорганизации, изменения наименования юридического лица, изменения паспортных данных физического лица, утраты лицензии лицензиат обязан в 15-дневный срок подать заявление о переоформлении лицензии. Переоформление лицензии производится в порядке, установленном для ее получения.

Органы, уполномоченные на ведение лицензионной деятельности, приостанавливают действие лицензии или аннулируют ее в случаях:

- предоставления владельцам лицензии соответствующего заявления;
- обнаружения недостоверных данных в документах, предоставляемых для получения лицензии;
- нарушения лицензиатом условий действия лицензии;
- невыполнения лицензиатом предписаний или распоряжений государственных органов или приостановления ими деятельности предприятия, организации, учреждения, а также физического лица, занимающегося предпринимательской деятельностью без образования юридического лица в соответствии с законом РФ;
- ликвидации юридического лица или прекращения действия свидетельства о государственной регистрации физического лица в качестве предпринимателя.

## **11. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭКСПЕРТИЗА, НАДЗОР И КОНТРОЛЬ В СИСТЕМЕ МЕР ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧС**

В целях защиты населения и территорий от ЧС осуществляются государственный надзор и контроль, цель которых — проверка полноты выполнения мероприятий по предупреждению ЧС и готовности должностных лиц, сил и средств к действиям в случае их возникновения.

В ряде регионов страны степень риска возникновения всевозможных бедствий стала приближаться к критическим отметкам. Более 750 городов, расположенных в потенциально подтапливаемых районах, не имеют эффективной системы инженерной защиты, находятся в аварийном или предаварийном состоянии. Примерно треть водохранилищ (в пределах 9500 объектов) и не менее половины накопителей жидких отходов промышленных производств функционируют свыше 30 лет и требуют незамедлительного ремонта.

Не решена проблема защиты населения и территорий от опасных геологических процессов. В настоящее время защищено не более 6 % территорий, подверженных оползням, селевым потокам, обвалам, карстам, сходам снежных лавин. Наибольшую угрозу эти опасные природные явления представляют для ряда районов Дагестана, Северной Осетии — Алании и Кабардино-Балкарии, Краснодарского и Ставропольского краев. Недостаточно эффективно ведется работа по созданию необходимых инженерных и аварийно-технических формирований и их планомерному обучению действиям в зонах бедствий.

Крайне медленно совершенствуется комплекс мер, которые направлены на противодействие землетрясениям в сейсмоопасных регионах. Несмотря на значительное повышение сейсмической активности в районах Северного Кавказа, Дальнего Востока, Алтая, Саян, Прибайкалья, Якутии и возникновение острой необходимости в проведении безотлагательных мер по защите потенциально опасных объектов, жилых зданий и объектов жизнедеятельности, должностные лица, отвечающие за обеспечение безопасности населения сейсмоопасных районов, не предпринимают соответствующие действия в необходимом объеме. Анализ материалов, представленных субъектами РФ,

дает основание полагать, что действующая система мер инженерной защиты многих городов и промышленных предприятий не соответствует повышенным требованиям и не способна противостоять разрушительным землетрясениям. По-прежнему более 70 % населения сейсмоопасных регионов проживает в зданиях, не отвечающих требованиям норм проектирования и инженерно-технических мероприятий.

За последние годы повсеместно ухудшилось техническое состояние имеющихся средств коллективной защиты, т. е. укрытий, убежищ и т. п. Многие из защитных сооружений требуют текущего, а нередко и капитального ремонта, устранения протечек грунтовых и поверхностных вод.

В системе мер по предотвращению ЧС важнейшим элементом является государственная экспертиза в области защиты населения и территорий. Согласно ст. 26 Федерального закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ, государственная экспертиза предполагаемых для реализации проектов и решений по объектам производственного и социального назначения и процессам, которые могут быть источниками ЧС или могут влиять на обеспечение защиты населения и территорий от последних, организуется и проводится специально уполномоченными федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Федерации.

Постановлением Правительства РФ от 27.12.2000 г. № 1008 МЧС России уполномочено на проведение государственной экспертизы в области предупреждения ЧС. В рамках указанного постановления в 2001 г. введены в действие такие документы, как Положение о разграничении функций по государственной экспертизе между МЧС России и Госстроем России и Порядок проведения государственной экспертизы градостроительной, предпроектной и проектной документации в системе МЧС России.

Государственной экспертизе проектов МЧС России подлежат градостроительная документация, технико-экономическое обоснование и проекты на строительство, реконструкцию, расширение и техническое перевооружение предприятий, зданий и сооружений.

Государственная экспертиза проектов состоит из следующих основных отделов (подразделений):

- нормативов и координации экспертной деятельности;
- экспертизы потенциально опасных объектов;
- экспертизы проектов строительства объектов МЧС России;
- экспертизы градостроительной документации;
- экспертизы мероприятий по предупреждению ЧС техногенного характера;
- пожарно-технической экспертизы.

Экспертиза проводится:

при внесении на рассмотрение проектов федеральных целевых программ, направленных на предотвращение ЧС, защиту территорий и населения и повышение устойчивости функционирования ОЭ при возникновении ЧС;

при составлении Генеральных схем развития и размещения производительных сил и расселения населения субъектов РФ и экономических районов;

при составлении схем развития и размещения отраслей экономики и отраслей промышленности;

при разработке проектов строительства объектов управления административно-хозяйственной деятельности в ЧС, узлов связи, территориальных систем централизованного оповещения населения, локальных систем оповещения.

В соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ экспертизе промышленной безопасности подлежат:

проектная документация на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию ОПО;

технические устройства, применяемые на ОПО;

здания и сооружения на ОПО;

декларация промышленной безопасности и иные документы, связанные с эксплуатацией ОПО.

Правила проведения экспертизы промышленной безопасности утверждены Госгортехнадзором России от 06.10.1998 г. № 64 (ПБ 03-246-98). Эти правила определяют требования к порядку проведения экспертизы, оформлению и утверждению ее заключения.

Экспертизу промышленной безопасности проводят организации, имеющие лицензии Госгортехнадзора России. Разработанная Госгортехнадзором России система экспертизы включает в себя:

наблюдательный совет, формируемый из представителей Госгортехнадзора России, его территориальных органов и подведомственных ему организаций и осуществляющий контроль за деятельностью системы экспертизы;

консультативный совет, состоящий из представителей организаций, заинтересованных в деятельности системы экспертизы, и имеющий совещательную функцию;

отраслевые комиссии, создаваемые наблюдательным советом и решающие специфические, профессиональные задачи в областях, соответствующих их компетенции;

орган, координирующий деятельность отраслевых комиссий, анализирующий и обобщающий информацию о деятельности экспертных организаций, состояние нормативно-методической базы системы экспертизы.

Функции координирующего органа выполняет Научно-технический центр по безопасности промышленности (НТЦ «Промышленная безопасность»), созданный согласно распоряжению Президента РФ для координации работ и проведения независимой экспертизы (Распоряжение Президента РФ от 31.12.1991 г. № 136-РП).

Процесс проведения экспертизы состоит из нескольких этапов:

1. Предварительный этап переговоров, который проводится для информирования заказчика о порядке проведения экспертизы, а также для

обсуждения вопросов, касающихся проведения экспертизы: содержания и хода экспертизы, подготовки к проведению экспертизы на месте (в случае необходимости), составления календарного плана.

Экспертиза проводится на основании заявки заказчика или других документов, в которых:

определяются договаривающиеся стороны;

определяются объекты экспертизы;

приводится перечень информации, необходимой для проведения экспертизы объекта в соответствии с действующей нормативной технической документацией;

подтверждается заказчиком согласие выполнить требования, обязательные для проведения экспертизы, в частности по принятию эксперта или группы экспертов и оплате расходов на проведение экспертизы независимо от ее результата;

определяются сроки проведения экспертизы.

2. Процесс экспертизы, включающий:

подбор материалов и документации, необходимой для проведения экспертизы объекта;

назначение экспертов;

проведение экспертизы.

Для проведения экспертизы заказчик должен представить:

данные о заказчике и объекте экспертизы;

проектную, конструкторскую, эксплуатационную, ремонтную документацию, декларацию промышленной безопасности ОПО, паспорта технических устройств, инструкции, технологические регламенты и другую индикацию, необходимую для идентификации;

акты испытаний, сертификаты, в том числе на комплектующие изделия (если необходимо), прочностные расчеты и т. п.;

образцы оборудования.

Эксперты назначаются официально, их полномочия должны быть определены в порядке, установленном экспертной организацией. Для проведения экспертизы назначается один квалифицированный эксперт, в случае необходимости — группа экспертов.

Проведение экспертизы заключается в установлении полноты, достоверности и правильности представленной информации, соответствия ее стандартам, нормам и правилам промышленной безопасности.

В отдельных случаях по согласованным с заказчиком методикам и программам силами экспертной организации могут проводиться испытания на предмет:

наличия надежных систем маркировки и индетификации;

наличия соответствующих нормативных технических, методических документов, правил, рабочих инструкций и их исполнения;

соблюдения требований к содержанию и оформлению отчетных документов.

Экспертная комиссия должна по требованию получать в свое распоряжение все необходимые результаты анализов, документы, расчеты, протоколы и отчеты в письменном виде.

Экспертиза завершается только после реализации этих мероприятий.

### 3. Выдача заключения экспертизы.

Результаты проведенных экспертами работ оформляются каждым членом экспертной группы в виде отчета. Экспертная организация хранит отчеты экспертов в своем архиве в течение всего срока действия лицензии.

В случае работы группы экспертов все отчеты обобщаются в проекте заключения экспертизы, составляемом ведущим экспертом по отчетам членов экспертной группы.

Проект заключения экспертизы служит основанием для консультаций и принятия решения о выдаче положительного или отрицательного заключения экспертизы.

Заказчику пересылается копия проекта заключения экспертизы. Претензии к проекту заключения экспертизы направляются заказчиком в экспертную организацию в письменной форме не позднее, чем через две недели после получения проекта.

Решение о выдаче положительного или отрицательного заключения экспертизы принимается на основании рассмотрения и анализа документов, полученных при экспертизе, проверки состояния объекта и проведения необходимых испытаний.

В положительном заключении перечисляются объекты, на которые распространяется действие заключения экспертизы.

В случае отрицательного заключения по объекту экспертизы, который находится в эксплуатации, экспертная организация немедленно ставит в известность Госгортехнадзор России или его территориальный орган, для того чтобы были приняты оперативные меры по дальнейшей эксплуатации ОПО.

Если принимается решение о выдаче отрицательного заключения экспертизы, заказчику должны быть представлены обоснованные выводы:

о необходимости доработки представленных материалов по замечаниям и предложениям, изложенным в итоговом отчете эксперта;

недопустимости эксплуатации объекта экспертизы ввиду необеспеченности соблюдения требований промышленной безопасности.

В случае принятия решения о выдаче отрицательного заключения экспертизы заказчик вправе представить материалы на повторную экспертизу при условии их переработки с учетом выявленных в ходе экспертизы замечаний.

При необходимости экспертиза предполагаемых для реализации проектов и решений по опасным объектам и процессам может проводиться общественными объединениями и независимыми экспертами, а также специалистами международных организаций в порядке, установленном законодательством РФ.

## Библиографический список

1. Аварии и катастрофы. Предупреждения и ликвидация последствий : учеб. пособие / Под ред. К. Е. Кочеткова, В. Я. Котляровского, А. В. Забегаева и др. — М. : АСВ, 1995 — 320 с.
2. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : учеб. пособие : в 3 кн. / Под ред. С. К. Шойгу. — М. : АСВ, 1996. — 320 с.
3. *Баранцев, П. Г.* Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Противопожарная защита объектов» / П. Г. Баранцев, З. Н. Монахова ; под ред. В. П. Латенкова. — Тюмень : ТюмГАСА, 2005. — 52 с.
4. Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях / Под общ. ред. зам. Министра МЧС России Г. Н. Кириллова. — М. : НЦ ЭНАС, 2001. — 259 с.
5. *Горишний, В. А.* Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 2. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / В. А. Горишний, В. Б. Чернецов, В. А. Днепровский ; под ред. К. Н. Тишкова. — Н. Новгород : НГТУ, 1998. — 140 с.
6. Гражданская оборона и предупреждение чрезвычайных ситуаций / Под ред. М. И. Фалеева. — М. : Институт риска и безопасности, 2000. — 327 с.
7. *Мастрюков, Б. С.* Безопасность в чрезвычайных ситуациях : учебник для вузов / Б. С. Мастрюков. — М. : Академия, 2003. — 336 с.
8. *Терехин, Н. М.* Оценка устойчивости работы промышленных объектов в военное время / Н. М. Терехин. — Горький : ГГУ, 1989. — 18 с.
9. *Бесчастнов, М. В.* Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М. В. Бесчастнов. — М. : Химия, 1991. — 432 с.
10. *Шадский, И. П.* Чрезвычайные ситуации в промышленности : учеб. пособие / И. П. Шадский. — М. : Институт риска и безопасности, 2002. — 194 с.
11. Экология и безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / Д. А. Кривошеин, Л. А. Муравей, Н. Н. Росва и др. ; под ред. Л. А. Муравей. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. — 447 с.

Учебное электронное издание

**Власова** Оксана Сергеевна

**УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ  
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Учебное пособие

Начальник РИО *М. Л. Песчаная*

Редактор *Н. Э. Фотина*

Компьютерная правка и верстка *А. Г. Сиволобова*

Минимальные систем. требования:

PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0.

Подписано в свет 10.06.2015.

Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 7,5. Объем данных 8,2 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»  
Редакционно-издательский отдел  
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1  
<http://www.vgasu.ru>, [info@vgasu.ru](mailto:info@vgasu.ru)