

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

**О. С. Власова**

# **ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Учебное пособие



**Волгоград. ВолГАСУ. 2015**



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

УДК 502.17(075.8)  
ББК 20.1я73  
В581

Р е ц е н з е н т ы:

доктор технических наук *Н. В. Мензелинцева*, профессор кафедры инженерной графики, стандартизации и метрологии Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета; заместитель начальника отдела организации оперативной службы ЦУКС ГУ МЧС России по Волгоградской области капитан внутренней службы *Д. С. Приказчиков*

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

**Власова, О. С.**

В581 Основы защиты окружающей среды [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 (2,4 Мбайт). — Волгоград : ВолГАСУ, 2015. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 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/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-98276-759-2

Рассмотрен механизм возникновения отдельных видов природных и техногенных аварий и катастроф, в том числе спровоцированных хозяйственной деятельностью человека, их экологические последствия и распространенность в мире и Российской Федерации.

Для студентов, обучающихся по специальности «Пожарная безопасность» и направлению подготовки «Техносферная безопасность» всех форм обучения.

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

УДК 502.17(075.8)  
ББК 20.1я73

ISBN 978-5-98276-759-2



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

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Факторы негативного воздействия на окружающую среду .....	4
1.1. Защита и улучшение качества окружающей среды .....	4
1.2. Виды воздействий на окружающую среду и человека .....	4
2. Загрязнения .....	6
2.1. Виды загрязнителей .....	6
2.2. Загрязнение гидросферы .....	8
2.3. Загрязнение и иные воздействия на литосферу .....	12
2.4. Загрязнение атмосферы .....	15
3. Нарушение экологических систем в результате природных и техногенных чрезвычайных ситуаций .....	22
3.1. Понятие и классификация чрезвычайных ситуаций .....	22
3.2. Нарушение экологических систем вследствие чрезвычайных ситуаций природного характера .....	25
3.2.1. Экологический вред, наносимый пожарами .....	25
3.2.2. Экологический вред, наносимый инфекционными заболеваниями .....	29
3.2.3. Экологические последствия землетрясений .....	35
3.2.4. Экологические последствия извержений вулканов .....	42
3.2.5. Экологические последствия схода селей .....	44
3.2.6. Экологические последствия оползней .....	47
3.2.7. Экологические последствия ураганов, бурей, смерчей .....	50
3.2.8. Экологические последствия сильных снегопадов, заносов, обледенений и лавин .....	53
3.2.9. Экологические последствия наводнений .....	60
3.3. Нарушение экологических систем в результате техногенных катастроф .....	65
3.3.1. Последствия аварий и катастроф на пожаро- и взрывоопасных объектах экономики .....	65
3.3.2. Последствия аварий и катастроф на объектах химической и нефтехимической промышленности .....	72
3.3.3. Аварии на радиационно опасных объектах .....	82
3.3.4. Нарушение экологических систем в результате нефтяного загрязнения .....	85
4. Методы защиты окружающей среды от воздействия производственных загрязнителей ...	90
4.1. Методы очистки воды .....	90
4.2. Принципы очистки пылегазовых выбросов .....	94
4.2.1. Пылеуловители .....	94
4.2.2. Газо- и пароочистители .....	96
Библиографический список .....	97

# **1. ФАКТОРЫ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

## **1.1. ЗАЩИТА И УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Защита окружающей среды** — это процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы, государства и всего человечества от реальных или потенциальных угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду.

**Объектами защиты окружающей среды** являются права, материальные и духовные потребности личности, природные ресурсы и природная среда или материальная основа государственного и общественного развития.

Решение экологических проблем заключается в оценках загрязнения окружающей среды, разработке нормирования допустимого загрязнения различных сред, создании очистных систем и ресурсосберегающих технологий.

С качеством окружающей среды напрямую связано здоровье человека. Для человека, отличающегося от других живых существ наличием социальных потребностей, качество окружающей среды определяется не только природными, но и социально-экономическими факторами. Поэтому под термином «здоровье», согласно современному определению, принятому Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), понимают состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезни или физических дефектов, как это рассматривалось ранее.

## **1.2. ВИДЫ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА**

Для наглядности и компактности представления опасные факторы могут быть распределены по сторонам стратегической рамки, где указаны группы фактических опасностей для окружающей среды вследствие воздействия природных и антропогенных факторов ([рис. 1](#)).



Рис. 1. Группы фактических опасностей для окружающей среды

*Антропогенные воздействия* на окружающую среду достаточно разнообразны. К ним относятся:

загрязнения — внесение в окружающую среду нехарактерных для нее новых физических, химических или биологических агентов (элементов, соединений, веществ, объектов) или превышение имеющегося естественного уровня этих агентов;

нарушение экологических систем в результате природных и техногенных катастроф;

технические преобразования и разрушения природных систем и ландшафтов в процессе добычи природных ресурсов, при сельскохозяйственных работах, строительстве и т. д.;

исчерпание природных ресурсов (полезных ископаемых, воды, воздуха, биологических компонентов экосистем);

глобальные климатические воздействия (изменения климата в связи с хозяйственной деятельностью человека);

эстетические нарушения (изменения природных форм, неблагоприятные для визуального и иного восприятия; разрушение историко-культурных ценностей и т. п.).

*Природные воздействия* на окружающую среду и здоровье человека обусловлены следующими факторами:

физическими — усилением ветрового режима, солнечной радиацией, колебаниями электромагнитного и гравитационных полей, динамикой осадков и др.;

геохимическими — аномалиями качественного и количественного соотношения микроэлементов в почве, воде, воздухе, а следовательно, и в продуктах питания, что может приводить к возникновению различных заболеваний (например, зубной болезни при недостатке в организме йода, заболеваний костной ткани при снижении в организме кальция и т. д.);

биологическими — возникновением эндемических очагов болезней животного и растительного мира, появлением новых аллергенов естественно-природного происхождения.

*Социальные воздействия* также оказывают влияние на здоровье человека. Это, прежде всего, условия труда, быт, информация.

Условия труда формируются следующими группами факторов:

социально-экономическими;

техническими;

организационными;

естественно-природными.

Социально-экономические факторы являются определяющими и обусловлены производственными отношениями, в том числе они включают нормативно-правовые факторы (трудовое законодательство, правила, нормы, стандарты, государственный и общественный контроль за их соблюдением).

Социально-психологические факторы характеризуются отношением работника к труду, специальности, ее престижу; психологическим климатом в коллективе; экономическими факторами как материальным стимулированием; системой льгот и компенсацией за работу в неблагоприятных условиях.

## 2. ЗАГРЯЗНЕНИЯ

### 2.1. ВИДЫ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

Загрязнение природной среды газообразными, жидкими и твердыми веществами и отходами производства, вызывающее деградацию среды обитания и наносящее ущерб здоровью населения, остается наиболее острой экологической проблемой, имеющей приоритетное социальное и экономическое значение.

Под **загрязнителем** понимается любой физический агент, химическое вещество или биологический вид (главным образом микроорганизмы), поступающий в окружающую среду или возникающий в ней в количестве, выходящем за рамки обычного, и вызывающий загрязнение среды.

В зависимости от типа, источника, последствий и мер контроля загрязнителями могут являться:

сточные воды и другие нечистоты, поглощающие кислород;

носители инфекции;

вещества, представляющие питательную ценность для растений;

минералы и неорганические кислоты и соли;

твердые стоки;

радиоактивные вещества и т. д.

Как правило, большинство загрязнителей имеют антропогенный характер. Однако следует заметить, что загрязнения могут возникать и в результате мощных природных процессов — извержений вулканов с огромными по массе выбросами пыли, пепла, газов, пара и т. д.; лесных и степных пожаров; наводнений; пылевых и песчаных бурь и др.

Различают первичные (непосредственно из источника загрязнения) и вторичные (возникающие в ходе разложения первичных или химических реакций с ними) загрязнители. Особую группу образуют стойкие (неразлагающиеся) загрязнители, которые аккумулируются в трофических цепях.

Многие из загрязнителей (пестициды, пластмассы) крайне медленно разлагаются в естественных условиях, а некоторые токсичные соединения (ртуть, свинец) вообще не обезвреживаются.

Поступление различных загрязнителей в природную среду может вызвать ряд нежелательных последствий:

нанесение ущерба растительности и животному миру (снижение продуктивности лесов и культурных растений, вымирание животных);

нарушение устойчивости природных биогеоценозов;

нанесение ущерба имуществу (коррозия металлов, разрушение архитектурных сооружений и др.);

вред для здоровья человека и т. д.

Если до 40-х гг. XX столетия еще доминировали натуральные продукты (хлопок, шелк, шерсть, мыло, каучук, пища, свободная от добавок, и т. п.), то в настоящее время они заменены синтетическими, которые трудно или не полностью разлагаются и загрязняют среду. Прежде всего это синтетические волокна, моющие средства (детергенты, отбеливатели), пища с добавками, минеральные удобрения, синтетический каучук и др.

Особенно много загрязнителей, поступающих в окружающую среду, образуется при получении энергии в результате сжигания ископаемого топлива. Отходы производства и загрязнители атмосферы (оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, твердые частицы и др.) нарушают естественный круговорот углерода, способствуя возникновению ряда негативных последствий (парникового эффекта, фотохимического смога и др.) (табл. 1).

Таблица 1

*Влияние некоторых загрязняющих веществ на окружающую среду*

Загрязнитель	Характеристика и особенности воздействия
Диоксид углерода	Образуется при сгорании всех видов топлива. Увеличение его содержания в атмосфере приводит к повышению ее температуры, что чревато пагубными геохимическими экологическими последствиями
Оксид углерода	Образуется при полном сгорании топлива. Может нарушить тепловой баланс верхней атмосферы
Сернистый газ	Содержится в дымах промышленных предприятий. Вызывает обострение респираторных заболеваний, наносит вред растениям. Разъедает известняк и некоторые ткани

Загрязнитель	Характеристика и особенности воздействия
Оксиды азота	Создают смог и вызывают респираторные заболевания и бронхит у новорожденных. Способствуют чрезмерному разрастанию водной растительности
Фосфаты	Содержатся в удобрениях. Главный загрязнитель вод в реках и озерах
Ртуть	Один из опасных загрязнителей пищевых продуктов, особенно морского происхождения. Накапливается в организме и негативно действует на нервную систему
Свинец	Добавляется в бензин. Действует на ферментные системы и обмен веществ в живых клетках
Нефть	Приводит к пагубным экологическим последствиям, вызывает гибель планктонных организмов, рыбы, морских птиц и млекопитающих
Пестициды	Очень токсичны для ракообразных. Убивают рыбу и организмы, служащие кормом для рыб. Многие являются канцерогенами
Радиация	При значениях, превышающих допустимые дозы, приводят к злокачественным новообразованиям и генетическим мутациям

## 2.2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГИДРОСФЕРЫ

**Загрязнители воды** — это все химические вещества, так или иначе загрязняющие воду, делающие ее непригодной для питья или же вредной для гидробионтов.

Среди загрязнителей водной среды выделяют следующие вещества: легко поддающиеся разложению органические вещества (бытовые стоки); трудно или совсем неподдающиеся разложению вещества (главным образом промышленные стоки);

соли (хлориды, сульфаты, нитраты и др.);

соединения тяжелых металлов (ртути, кадмия, свинца, ниобия и др.).

Примерно столько же загрязнителей окружающей среды образуется в сельском хозяйстве. Так, к примеру, среди одних только пестицидов в мире насчитывается более 1500 препаратов (в России пока применяется 150...160). Особую опасность создает применение фосфоорганических пестицидов, которые представляют собой сильнодействующие токсины, вызывающие массовую гибель птиц (сизых голубей, дроздов, скворцов и др.).

Все виды загрязнений воды подразделяют на четыре основные группы.

*Физическое загрязнение* связано с изменением физических, температурно-энергетических, волновых и радиационных параметров внешней среды. Тепловое загрязнение поверхности водоемов и прибрежных морских акваторий возникает в результате сброса нагретых сточных вод электростанциями и некоторыми промышленными производствами. Сброс нагретых вод во многих случаях обуславливает повышение температуры воды в водоемах на 6...8 °С. Площадь пятен нагретых вод в прибрежных районах может достигать 30 м<sup>2</sup>.



*Химическое загрязнение* представляет собой изменение естественных химических свойств воды вследствие увеличения содержания в ней вредных примесей как неорганической (минеральные соли, кислоты, щелочи, глинистые частицы), так и органической (нефть и нефтепродукты, органические остатки, поверхностно активные вещества, пестициды) природы.

Основными неорганическими (минеральными) загрязнителями пресных и морских вод являются разнообразные химические соединения, токсичные для обитателей водной среды. Это соединения мышьяка, свинца, кадмия, ртути, хрома, меди, фтора. Большинство из них попадает в воду в результате человеческой деятельности. Тяжелые металлы поглощаются фитопланктоном, а затем передаются по пищевой цепи более высокоорганизованным организмам.

Среди основных источников загрязнения гидросферы минеральными веществами и биогенными элементами следует упомянуть предприятия пищевой промышленности и сельское хозяйство. С орошаемых земель ежегодно вымывается около 16 млн т солей.

Среди вносимых в океан с суши растворимых веществ большое значение для обитателей водной среды имеют не только минеральные, биогенные элементы, но и органические остатки. Сточные воды, содержащие суспензии органического происхождения или растворенное органическое вещество, пагубно влияют на состояние водоемов. Осаждаясь, суспензии заливают дно и задерживают развитие или полностью прекращают жизнедеятельность данных микроорганизмов, участвующих в процессе самоочищения вод. При гниении данных осадков могут образовываться вредные соединения и отравляющие вещества, такие как сероводород, которые приводят к загрязнению всей воды в реке. Наличие суспензий также затрудняет проникновение света в глубь воды и замедляет процессы фотосинтеза.

Одним из основных санитарных требований, предъявляемых к качеству воды, является содержание в ней необходимого количества кислорода. Вредное воздействие оказывают все загрязнения, которые так или иначе способствуют снижению содержания кислорода в воде. Поверхностно активные вещества — жиры, масла, смазочные материалы — образуют на поверхности воды пленку, которая препятствует газообмену между водой и атмосферой, что снижает степень насыщенности воды кислородом.

Значительный объем органических веществ, большинство из которых не свойственно природным водам, сбрасывается в реки вместе с промышленными и бытовыми стоками. Нарастающее загрязнение водоемов и водосточков наблюдается во всех промышленных странах. Количество загрязняющих веществ в мировом стоке, млн т/год: нефтепродукты — 26,563, фенолы — 0,460, растительные органические остатки — 0,170.

Нефтяное загрязнение ([рис. 2](#)) представляет особую опасность для морских экосистем, так как по последним оценкам 20...30 % поверхности Мирового океана покрыто нефтяными пленками. Эти пленки, чрезвычайно тонкие, но весьма активные, способны нарушать важнейшие физико-химические

процессы в океане, что приводит к весьма нежелательным последствиям глобального масштаба, а на более низких уровнях отрицательно влияет на функционирование гидробиоценозов.



Рис. 2. Нефтяное загрязнение и его последствия

Нефтяные пленки, будучи молекулярно устойчивыми, накапливаются в поверхностном слое воды, в донных осадках, морских организмах и, передаваясь по трофическим цепям, создают угрозу здоровью человека при употреблении в пищу рыбы и морепродуктов.

**Пестициды** — группа искусственно созданных веществ, используемых для борьбы с вредителями и болезнями растений. Пестициды делятся на следующие группы: инсектициды используются для борьбы с вредными насекомыми, фунгициды и бактерициды — для борьбы с бактериальными болезнями растений, гербициды — против сорных растений. Установлено, что пестициды, уничтожая вредителей, наносят вред многим полезным организмам и подрывают здоровье биоценозов. В сельском хозяйстве давно уже наметилась проблема перехода от химических (загрязняющих среду) к биологическим (экологически чистым) методам борьбы с вредителями.

Промышленное производство пестицидов сопровождается появлением большого количества побочных продуктов, загрязняющих сточные воды. В водной среде чаще других встречаются представители инсектицидов, фунгицидов и гербицидов. Эти вещества имеют период полураспада до нескольких десятков лет и очень устойчивы к биодegradации.

Тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь, мышьяк,) относятся к числу распространенных и весьма токсичных загрязняющих веществ. Они широко применяются в различных промышленных производствах, поэтому, несмотря на очистные мероприятия, содержание соединений тяжелых металлов в промышленных сточных водах довольно высокое. Для морских биоценозов наиболее опасны ртуть, свинец и кадмий. Ртуть переносится в океан с материковым стоком и через атмосферу. При выветривании осадочных и изверженных пород ежегодно выделяется 13,5 тыс. т ртути. В составе атмосферной пыли содержится около 112 тыс. т ртути, причем значительная ее часть имеет антропогенное происхождение.

Специфическими токсическими свойствами обладают сточные воды содовых, сернокислотных, азотно-туковых заводов, электрохимических производств, заводов черной металлургии, машиностроительных предприятий, рудников по добыче руд, содержащих цветные металлы. Эти стоки содержат оксиды, гидроксиды, соли тяжелых металлов, цианиды, роданиды, щелочи, мышьяк. Столь же опасны сточные воды химических, коксохимических, газосланцевых предприятий, содержащие смолистые вещества, фенолы, меркаптаны, органические кислоты, альдегиды, спирты, красители.

*Биологическое загрязнение* обусловлено случайным или связанным с деятельностью человека проникновением в эксплуатируемые экосистемы и технологические устройства, а также в природные экосистемы чуждых им растений, животных и микроорганизмов. Особенно загрязняют среду те промышленные производства, которые изготавливают антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белок, биоконцентраты и т. п., т. е. предприятия микробиологической промышленности, при промышленном биосинтезе и существующих технологиях в выбросах которых присутствуют живые клетки микроорганизмов.

К биологическому загрязнению относят также преднамеренную или случайную интродукцию или чрезмерную экспансию живых организмов. Это, к примеру, известные переселения кроликов и овец в Австралию, пресноводной рыбы ротана в водоемы Центральной России. Кроме того, в городах наличие свалок и несвоевременная уборка твердых бытовых отходов привели к численному росту синантропных животных — крыс, голубей, ворон, насекомых и др.

Главным источником биогенных элементов в поверхностных водах все больше становятся удобрения. Одним из наиболее неблагоприятных последствий загрязнения водоемов является ускоренное повышение биопродуктивности водоемов в результате накопления в воде биогенных веществ. Это явление носит название **эвтрофикации (эвтрофирования)** ([рис. 3](#)). Иногда биопродуктивность водоемов повышается и за счет естественных факторов, но, как правило, последствия его достаточно быстро компенсируются внутренними «способностями» экосистемы.

В связи с непрерывно возрастающим загрязнением поверхностных вод подземная гидросфера становится практически единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. Поэтому ее охрана от загрязнения и истощения, рациональное использование имеют важнейшее экологическое значение.

Положение усугубляется тем, что пригодные для питья подземные воды залегают в самой верхней, наиболее подверженной загрязнению части артезианских бассейнов и других гидрогеологических структур, а реки и озера составляют всего 0,019 % общего объема воды. Опасность загрязнения подземных вод заключается в том, что подземная гидросфера (особенно артезианские бассейны) является конечным резервуаром накопления загрязнителей как поверхностного, так и глубинного происхождения.



Рис. 3. Эвтрофикация

*Эстетическое загрязнение*, как правило, связано с преднамеренным или случайным изменением визуальных доминант природных или антропогенных ландшафтов в результате человеческой деятельности.

Эстетические загрязнения техногенного происхождения практически всегда связаны со строительной (градостроительной и гидротехнической) деятельностью, горнодобывающей промышленностью, сельским хозяйством и т. п.

В отдельных случаях возможно возникновение данного вида загрязнений вследствие естественных причин. Этими причинами служат природные катастрофы — землетрясения, цунами, сели, лавины, оползни, обвалы, наводнения, смерчи, тайфуны и торнадо. Перечисленные чрезвычайные ситуации могут быть весьма масштабными и приводят к значительным изменениям даже в рельефе местности: при землетрясениях в результате обвалов возникают озера, а на месте гор — плоские равнины и т. п.

### **2.3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ И ИНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛИТОСФЕРУ**

В настоящее время деятельность человека не только становится одним из ведущих геологических факторов по своим масштабам, но и качественно отличается от всех доантропогенных видов экзогенного воздействия на землю. Сюда можно отнести такие крупномасштабные и специфические виды геологической деятельности человека, как строительство, сельское хозяйство, синтез новых химических соединений, концентрация естественных и техногенных веществ, перемещение и реструктуризация горных пород, изменение рельефа, разрушение и преобразование геологических тел, перераспределение напряжения в верхних областях земной коры (даже до глубины первых десятков километров), мощное динамическое и сейсмическое воздействие (сопоставимое по мощности с извержением не очень крупного вулкана) и др.

Рост технических возможностей расширяет границы проникновения человека в геологическую среду, например нефть в промышленных целях добывается с глубин в несколько километров. Ярким примером техногенного

воздействия на эндогенный геодинамический комплекс могут служить проявления наведенной сейсмичности — увеличения сейсмической активности некоторых областей планеты вследствие разрядки тектонических напряжений, которая спровоцирована техногенным перераспределением внутренних напряжений земной коры, вызванным заполнением крупных водохранилищ, динамическим воздействием мощных взрывов, перемещением больших масс горных пород, извлечением полезных ископаемых и др.

В тесной, точнее, непосредственной связи и взаимодействии с приповерхностной частью литосферы находятся почвы.

Экологические функции почвы весьма изменчивы, а в целом они обладают высокой степенью динамичности свойств и состава, что делает эту важнейшую для биосферных процессов субстанцию чрезвычайно чувствительной к влиянию хозяйственной деятельности человека. Изменения могут быть как позитивными, так и негативными, вплоть до полной утраты тех или иных функций при деградации почв или полного ее уничтожения.



Рис. 4. Деградация почв

*Физическая деградация почв* выражается прежде всего в ее активном переувлажнении, разрушении макроструктуры (рис. 4). Она возникает при пастбищном скотоводстве и использовании при пахоте тяжелой техники, но еще более активно проявляется при строительных работах, и не столько под самими будущими сооружениями, сколько под строительной инфраструктурой — дорогами, бытовками, складами материалов и конструкций и т. д.

**Эрозия почв** обычно определяется как разрушение почв временными водными потоками и ветром, т. е. как собственно водная и ветровая (дефляция) эрозия ([рис. 5](#)). Различают три вида водной эрозии — дождевую, эрозию при снеготаянии и ирригационную (возникающую при поливе).

*Промышленная эрозия почв* в наибольшей степени проявляется в местах добычи полезных ископаемых и при строительстве. При добыче полезных ископаемых открытым способом, проходке строительных котлованов, траншей для коммуникаций, дорожном строительстве различные химические соединения сорбируются органическим веществом, глинистыми минералами. Из почвы они поступают в грунтовые воды, поглощаются растениями и начинают движение по трофическим цепям со всеми вытекающими из этого последствиями.

При добыче нефти и газа, помимо механического нарушения почв, последние загрязняются сырой нефтью, пластовыми водами, поступающими из скважин. В качестве загрязнителей выступают также применяемые в нефтедобыче буровые растворы и химические реагенты. При разработке газовых месторождений газовые потоки меняют состав почвенного воздуха

и стимулируют эмиссию газообразных углеводородов в атмосферу. Весьма распространенным является нефтехимическое загрязнение почв на автозаправочных станциях, базах горюче-смазочных материалов, при транспортировке и особенно при авариях с разливом нефтепродуктов. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами ухудшает их физические свойства, ингибирует биологическую активность, обуславливает накопление в почве токсичных, в том числе канцерогенных, соединений.



Рис. 5. Ветровая эрозия

Одним из самых серьезных загрязнителей почв в последнее время являются отходы производства и потребления. Твердые бытовые отходы, не говоря уже о промышленных отходах, подвергаются выдуванию, промачиванию атмосферными осадками на пунктах первичного сбора, сортировки, при транспортировке и захоронении. Образовавшиеся загрязненные фильтраты попадают на почвенный покров и далее с водой — в растения и следующие трофические уровни. При мусоросжигании, к сожалению, в рамках действующих технологий в атмосферу выбрасывается ряд химических соединений, из которых такие, как диоксины, весьма опасны. Эти химические соединения выпадают вместе с атмосферными осадками, приводя к загрязнению почвы.

*Загрязнение бытовым мусором* также является серьезной проблемой. Количество накапливающегося мусора постоянно растет. Сейчас на каждого горожанина приходится 150...600 кг мусора в год. Больше всего мусора производят в США (520 кг в год на одного жителя), Норвегии, Испании, Швеции, Нидерландах (200...300 кг в год).

Для того чтобы в природной среде разложилась бумага, требуется от 2 до 10 лет, консервная банка — более 90 лет, фильтр от сигареты — 100 лет, полиэтиленовый пакет — более 200 лет, пластмасса — 500 лет, стекло — 1000 лет. Помните об этом, прежде чем бросить в лесу старый полиэтиленовый пакет или бутылку.

Экологически опасен пористый стайроформ, из которого делают одноразовые стаканы. Если расставить в ряд стаканы, использованные за год, они опояшут Землю по экватору 463 раза. Этот пластик не разлагается в природе, а при его производстве из дорогостоящей нефти в атмосферу выделяются хлоруглероды, разрушающие озоновый слой.

В составе современного бытового и промышленного мусора много крайне медленно разлагающихся пластмасс (полимерных материалов). С новыми полимерными материалами ситуация улучшилась: в их составе есть светочувствительные молекулярные группы, которые легко усваиваются микроорганизмами. В обоих случаях прочные длинные нити полимерных макромолекул распадаются на части, с которыми быстро справляются микроорганизмы. Скорость разложения таких полимерных отходов возрастает во много раз, в результате чего отпадает необходимость их сжигания в высокотемпературных печах или полувекового ожидания естественного разложения.

## 2.4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Атмосферный воздух — один из важнейших жизнеобеспечивающих природных компонентов на Земле. Он представляет собой смесь газов и аэрозолей приземной части атмосферы, сложившейся в ходе эволюции планеты, деятельности человека и находящейся вне пределов жилых, производственных и иных помещений. Именно загрязнения приземного слоя атмосферы — это самый мощный и постоянно действующий фактор воздействия на растения, животных, микроорганизмы, все трофические цепи и уровни, качество жизни человека, устойчивое функционирование экосистем и биосферы в целом. Атмосферный воздух имеет неограниченную емкость и играет роль наиболее подвижного, химически агрессивного и всепроникающего агента взаимодействия компонентов биосферы, гидросферы и литосферы вблизи поверхности Земли.

**Загрязнение атмосферы** — это привнесение в атмосферу или образование в ней физико-химических соединений, агентов или веществ, обусловленное как природными, так и антропогенными факторами.

Естественными источниками загрязнений атмосферного воздуха служат прежде всего вулканические выбросы ([рис. 6](#)), лесные и степные пожары, пыльные бури, дефляция, морские штормы и тайфуны. Эти факторы, за исключением широкомасштабных катастрофических природных явлений, не оказывают отрицательного воздействия на природные экосистемы.

Довольно значительным бывает на первый взгляд безобидное загрязнение атмосферного воздуха морской водой в прибрежных зонах при сильных штормах и тайфунах. Увлажненный морской водой воздух перемещается на берега, и после испарения воды происходит выпадение солей на почвенную поверхность и растительность, откуда они впоследствии могут поступить в трофические цепи.



Рис. 6. Выброс вулканических веществ в атмосферу

Значительное загрязнение атмосферы природного происхождения вызывается пыльными бурями, образование которых связано с переносом сильным ветром поднятого с земной поверхности большого количества пыли или песка, частиц верхнего слоя пересушенной почвы, не закрепленных корневой системой растений.

Однако в последние десятилетия антропогенные загрязнения и воздействия на атмосферу стали преобладать над естественными как по частоте, так и по характеру, а главное, по масштабу проявления, постепенно приобретая глобальное значение. К основным источникам загрязнения относят промышленные предприятия, транспорт, теплоэнергетику, сельское хозяйство и др. Среди отраслей промышленности особо токсичные выбросы в атмосферу дают предприятия химической, нефтеперерабатывающей, черной и цветной металлургии, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной отраслей, производства строительных материалов и др. (рис. 7).



Рис. 7. Загрязнение атмосферы промышленным предприятием



Предприятия черной металлургии выбрасывают пыль, газы — оксиды серы и металлов. При работе агломерационных фабрик в атмосферу поступают пыль и оксиды серы, предприятия химической промышленности загрязняют атмосферу диоксидом серы, фтористым водородом, хлором, оксидом азота. Заводы стройиндустрии выбрасывают пыль, фториды, диоксиды серы и азота. От нефтеперерабатывающих предприятий поступают углеводороды, сероводород, стирол, толуол, ацетон и многие другие газы.

Загрязнение атмосферы является, видимо, наиболее опасной формой загрязнения окружающей среды, так как дыхание — основа жизни любого организма. Химические вещества, проникая в ткани растения, нарушают обмен веществ, структуру листьев и побегов. Так, на севере и востоке Франции ежегодно в результате загрязнения атмосферы погибает около 400 деревьев, 30 тыс. травянистых растений, 8 тыс. голов молодняка животных, 800 взрослых животных (диких и домашних). У птиц, гнездящихся вблизи промышленных районов, интенсивность размножения снижается на 35 %.

Переход теплоэнергетики на сжигание низкокачественного высокозольного твердого топлива увеличивает количество золошлаковых отходов, усложняя систему очистки продуктов сгорания от мелких частиц золы, выбрасываемых в атмосферу через дымовую трубу, и увеличивает выброс частиц в атмосферу.

Обычно зола топлива не содержит токсичных веществ. Однако в золе донецких антрацитов присутствует незначительное количество мышьяка, в золе экибастузских углей — диоксид кремния, в золе канскоачинских углей и прибалтийских сланцев — свободный оксид кальция.

Концентрация твердых частиц в потоке продуктов сгорания зависит от свойств топлива и способа его сжигания.

Сильно загрязняют атмосферу твердыми частицами и другие отрасли промышленности. Например, большие выбросы происходят при проведении открытых горных работ, открытой добыче сырья, при производстве строительных материалов. Образующееся в карьере при взрывных работах облако пыли и газов распространяется на расстояние до 10...12 км. Кроме того, сдуваемая с отвалов пыль осаждается на почву, уменьшая ее плодородие.

**Смог** — сильное загрязнение воздуха в больших городах и промышленных центрах, обусловленное застаиванием больших масс воздуха ([рис. 8](#)). Существует два типа смога:

густой туман с примесью дыма и газовых отходов производства;  
пелена едких газов и аэрозолей повышенной концентрации.

Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенной физико-географической обстановке: наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов, озона и других загрязнителей в условиях интенсивной солнечной радиации и безветрии или очень слабом обмене воздушных масс в приземном слое.

На формирование смога влияют природные факторы: температурная инверсия, которая присуща любому крупному городу, ветер, инсоляция, влажность.



Рис. 8. Смог в современном мегаполисе

По своему физиологическому воздействию на человеческий организм фотохимический смог крайне опасен, особенно для дыхательной и кровеносной систем: возникает стойкая неспособность крови к усвоению и переносу кислорода.

В образовании фотохимического смога участвуют многие загрязнители воздуха, среди которых особую опасность представляют  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ .

Автомобильный транспорт, использующий этилированный бензин, является основным источником выброса высокотоксичных соединений свинца. В 1 л такого бензина содержится до 0,4 г свинца. По данным ЮНЕСКО, из атмосферы ежегодно поступает в моря и океаны до 200 тыс. т свинца.

Одним из наиболее токсически опасных выбросов в атмосферу является бенз(а)пирен ( $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ ). Это вещество имеет свойство накапливаться в организме и способствует развитию онкологических заболеваний, т. е. является канцерогеном. При сжигании природного газа при неправильном режиме может образовываться 1...10 мкг/100 м<sup>3</sup> бенз(а)пирена, а при сжигании мазута — 50...100 мкг/100 м<sup>3</sup>.

В незагрязненном воздухе уровень содержания монооксида углерода ( $\text{CO}$ ) невелик. Важнейшим источником  $\text{CO}$  является автомобильный транспорт и ТЭС. В природе, однако, постоянно происходят процессы, приводящие к поглощению  $\text{CO}$ , который может окисляться в  $\text{CO}_2$  атмосферным кислородом, но эта реакция протекает чрезвычайно медленно. Из воздуха удаляется  $\text{CO}$ , поглощаясь микроорганизмами почвы, диффундирует в стратосферу, откуда удаляется, вступая в реакцию с реакционноспособными атомами и молекулами. По оценкам специалистов, среднее время пребывания  $\text{CO}$  в атмосфере составляет шесть месяцев. Молекулы  $\text{CO}$  химически не активны, но обладают специфической способностью прочно связываться с гемоглобином крови — железосодержащим белком, выполняющим роль переносчика кислорода. Вследствие этого у человека, вдыхающего в течение нескольких часов воздух, содержащий, например, 0,1 %  $\text{CO}$ , на 60 % снижается нормальная способность крови снабжать организм

кислородом. Это означает, что во столько же раз интенсивнее должно работать сердце. Поэтому, по мнению многих ученых-медиков, загрязнение воздуха CO способствует развитию сердечных недугов, что особенно часто наблюдается у курильщиков. Курение, т. е. постоянное вдыхание CO, ухудшает умственную деятельность, мешает концентрации внимания. Выкуривая одну сигарету, человек вдыхает более 3600 различных химических соединений, включая монооксид углерода, формальдегид и диоксид азота. Маленькие дети, проживающие в квартирах, где кто-либо из членов семьи постоянно курит, гораздо чаще болеют респираторными заболеваниями.

Соединения серы относят к одним из самых вредных газов из числа наиболее распространенных загрязнителей воздуха. Наиболее опасным для жизни и здоровья людей является диоксид серы  $SO_2$ , образующийся при сжигании топлива и выбрасывающийся в атмосферу через различные дымовые трубы. Выбросы диоксида серы, обусловленные работой теплоэнергетических установок, сжигающих органическое топливо, превышают 100 млн т в год. Если бы человечеству удалось уловить третью часть этих выбросов и получить из них товарную серу, то можно было бы закрыть все добывающие и перерабатывающие предприятия. Попадая в атмосферу, диоксид серы подрывает здоровье людей, угнетает животный и растительный мир, ускоряет коррозию и разрушение машин, механизмов, зданий и сооружений.

Одной из функций атмосферы является защита поверхности Земли от губительного действия коротковолнового излучения. Другая важная функция — поддержание относительно постоянной и умеренной температуры на поверхности нашей планеты. За сохранение благоприятных температурных условий у поверхности Земли ответственны главным образом два компонента атмосферы — диоксид углерода и вода.

Большая часть этого излучения задерживается  $CO_2$  и  $H_2O$ , поглощающими его в инфракрасной области. Таким образом, эти компоненты не дают рассеиваться теплу и поддерживают пригодную для жизни равномерную температуру у поверхности Земли. Пары  $H_2O$  играют важную роль в поддержании температуры атмосферы в ночное время, когда земная поверхность излучает энергию в космическое пространство и не получает солнечной энергии. В пустынях с очень засушливым климатом, где концентрация паров воды чрезвычайно мала, днем невыносимо жарко, зато ночью очень холодно.

В настоящее время общепризнано, что климат формируется в результате воздействия чрезвычайно сложных взаимосвязанных факторов, среди которых существенная роль отводится  $CO_2$ , способствующему возникновению так называемого **парникового эффекта**: диоксид углерода действует, как стекло или полиэтиленовая пленка в парниках, отсюда и такое название. Этот эффект, который иногда еще называют тепличным, отраженным, можно охарактеризовать, как постепенное потепление климата на нашей планете в результате увеличения концентрации в атмосфере антропогенных примесей (диоксида углерода, метана, оксида азота, озона, фреонов), которые

препятствуют длинноволновому тепловому излучению с земной поверхности. Часть этого поглощенного теплового излучения атмосферы возвращается обратно к земной поверхности (рис. 9).



Рис. 9. Парниковый эффект

К отрицательным последствиям глобального потепления климата следует отнести повышение уровня Мирового океана в результате таяния материковых и горных ледников, морских льдов, теплового расширения океана и т. п. Экологические последствия этого явления пока не ясны в полной мере, и поэтому сейчас ведутся интенсивные научные исследования, включающие в себя различного рода моделирования.

**Озоновые дыры** представляют собой значительные пространства в озоновом слое (экране) на высотах 20...25 км в атмосфере планеты с заметно пониженным (до 50 % и более) содержанием озона (рис. 10).

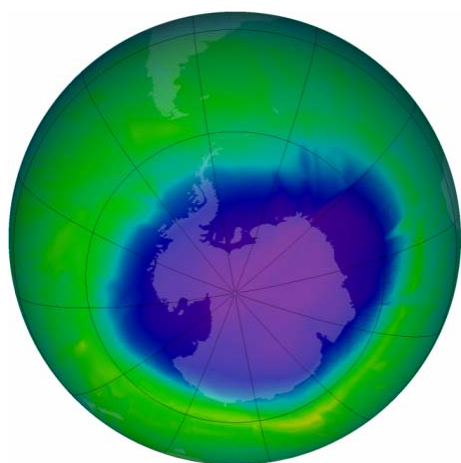


Рис. 10. Озоновая дыра над Антарктикой

По наиболее распространенной в настоящее время гипотезе и по данным многочисленных международных экспедиций в Антарктиде, предполагается, что, кроме различных иных физико-географических факторов, способствующих возникновению озоновых дыр, одним из основных является наличие в атмосфере значительного количества хлорфторуглеродов (фреонов). Последние широко применяются в качестве хладагентов и различных химических материалов в аэрозольных упаковках и т. д. Всего в мире, включая фреоны, производится около 1300 тыс. т озоноразрушающих веществ.

Также установлено, что разрушению озона способствует интенсификация полетов сверхзвуковых летательных аппаратов, самолетов и многоразовых космических аппаратов. В целом же этот вид воздействия может привести к разрушению 10 % озонового слоя планеты. Однако установлено, что

одновременно с истощением озонового слоя в стратосфере происходит увеличение концентрации озона в тропосфере, т. е. у поверхности Земли, но это не может компенсировать потери в верхних слоях атмосферы, так как его масса составляет всего 10 % от массы в озоносфере и в силу того, что озон более тяжелый, чем другие газы.

Истощение озонового слоя в атмосфере приводит к увеличению потока ультрафиолетовых лучей на земную поверхность, что создает опасность для жизненных процессов на Земле. По данным ВОЗ, уменьшение содержания в атмосфере озона на 1 % приводит к увеличению кожных раковых заболеваний у людей на 6 %; также происходит угнетение иммунной системы человека. Кроме того, рост интенсивности ультрафиолетового излучения может привести к снижению урожайности значительного числа сельскохозяйственных культур (вследствие нарушения в них обмена веществ и воздействия микроорганизмов-мутантов), гибели фитопланктона в океане, нарушению глобального баланса диоксида углерода и кислорода со всеми вытекающими негативными последствиями.

Все более серьезным фактором становится радиоактивное заражение атмосферы, вызываемое работой атомных установок (реакторов и т. п.), ядерными взрывами, естественной радиоактивностью горных пород. Радиоактивные вещества (радионуклиды) проникают при ядерных взрывах в стратосферу, переносятся воздушными течениями и могут находиться в аэрозолях от трех до девяти лет, а в нижних приземных слоях — до трех месяцев. Постепенно с атмосферными осадками они выпадают на земную поверхность, а далее могут попасть через растения в трофические цепи.

Источниками радиоактивности являются и многие вспомогательные сооружения и элементы (бассейны выдержки, системы продувки реактора, баки сброса радиоактивных протечек и др.), в некоторых из них также выделяются радиоактивные инертные газы.

Долговременное радиационное загрязнение создают обогатительные производства по подготовке ядерного топлива. Так, в процессе переработки, например, урановых руд образуется огромное количество отходов — «хвостов». Главным же является не колоссальный объем отходов, а то, что они остаются радиоактивными миллионы лет: даже когда никакого производства давно уже не будет, электромагнитное загрязнение, в первую очередь атмосферного воздуха, продолжается.

В последние годы в связи с ростом числа радио- и телепередающих станций, использующих ультракороткий диапазон радиоволн, широким распространением радиотелефонов и другой радиотехники, а главное персональных ЭВМ и других электронных устройств иногда значительной мощности появился еще один вид загрязнения — так называемый **электронный смог** — высокая концентрация микроволн, которая способна оказывать негативное влияние на здоровье человека. Особо опасно действие электромагнитных излучений от линий электропередач: установлено отрицательное влияние излучений на биологические процессы в организмах, активность гормональных реакций, синтез генетического материала, поток химических веществ и т. д.

## **3. НАРУШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

### **3.1. ПОНЯТИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**Чрезвычайная ситуация (ЧС)** — это совокупность обстоятельств, возникающих в результате аварий, катастроф, стихийных бедствий, диверсий или иных факторов, когда происходит резкое отклонение протекающих явлений и процессов от нормальных, что отрицательно сказывается на жизнеобеспечении, экономике, социальной сфере и природной среде.

К первичным поражающим факторам ЧС относятся: обрушение строений, воздействие разрядов статического электричества (молний), ударной воздушной волны, оползней, селей, лавин, электромагнитные или световые воздействия.

Вторичные поражающие факторы возникают как следствие первичного воздействия на потенциально опасные элементы объекта. Это взрывы оборудования, пожары, загазованность, заражение.

Для оценки ЧС можно использовать следующие критерии:

- временной — внезапность ЧС, быстрота ее развития;
- экологический — степень необратимых изменений природной среды, массовый падеж животных, эпидемии;
- психологический — вызывающий стрессовое состояние, депрессию, страх, панику, фобии;
- политический — повышенная конфликтность, напряженность в обществе;
- экономический — материальный ущерб, выход из строя систем, сооружений, огромные затраты на восстановление, массовое использование техники, а также на подготовку специалистов;
- организационно-управленческий — своевременное прогнозирование обстановки, хода событий, принятие решений, доведение их до исполнителей, контроль за выполнением решений, привлечение специалистов и организаций для решения поставленных задач, расчет возможности проведения спасательных и других неотложных работ (СидНР).

По конкретно сложившейся обстановке и тяжести последствий ЧС можно разделить на следующие виды:

- частные, возникающие в пределах рабочего места;
- локальные, когда пострадало до 10 человек или нарушены условия жизнедеятельности не менее 100 человек, причинен материальный ущерб до 1000 минимальных размеров оплаты труда и когда вредные последствия от ситуации не распространяются за пределы санитарно-защитной зоны;
- местные, которые по сфере воздействия не выходят за пределы муниципального образования и при которых пострадало до 50 человек или нарушены условия жизнедеятельности до 300 человек, а причиненный материальный ущерб составляет не менее 5000 минимальных размеров оплаты труда;

территориальные, охватывающие несколько районов, когда пострадало до 500 человек или нарушены условия жизнедеятельности до 500 человек, а материальный ущерб составил до 500 тыс. минимальных размеров оплаты труда;

региональные, охватывающие территорию не менее двух субъектов РФ, когда пострадало до 500 человек или нарушены условия жизнедеятельности до 1000 человек, а материальный ущерб составил до 5 млн минимальных размеров оплаты труда;

глобальные, последствия которых распространяются на несколько областей или даже государств.

Различают ЧС техногенного, природного, экологического и социально- и военно-политического характера. Приведем соответствующие классификации ЧС.

#### 1. ЧС техногенного характера.

1.1. Транспортные аварии: крушение товарного поезда при наличии более 15 пострадавших; крушение пассажирского поезда, если число жертв более четырех человек; аварии грузовых судов; аварии пассажирских судов; авиакатастрофы; автокатастрофы.

1.2. Пожары, взрывы: на объектах экономики (более 10 пострадавших или двое погибших); на объектах с легковоспламеняющимися горючими жидкостями (ЛВГЖ), взрывчатыми веществами (ВВ), вызвавшими заражение; на транспорте; в шахтах; в жилых домах.

1.3. Аварии с выбросом сильно действующих ядовитых веществ (СДЯВ): при более 10 пострадавших или более двух погибших на транспорте.

1.4. Аварии с выбросом радиоактивных веществ: на атомных установках (при 10 пострадавших или двух погибших); на предприятии ядерного топливного цикла с радиоактивным заражением (РЗ) в санитарно-защитной зоне; при транспортировке радиоактивных веществ (более 100 ПДК или ПДУ); при ядерном взрыве (РЗ более 10 ПДК суточной дозы); аварии с ядерными боеприпасами.

1.5. Аварии с выбросом биологических средств: на объектах экономики; на транспорте; с биологическими боеприпасами.

1.6. Внезапное разрушение зданий: обрушение элементов транспортных коммуникаций; обрушение производственных зданий; обрушение зданий жилого фонда.

1.7. Аварии в электроэнергетических системах: на электростанциях с длительным перерывом подачи электроэнергии; на ЛЭП с длительным перерывом подачи электроэнергии; выход из строя сетей электрического транспорта.

1.8. Аварии в коммунальных сетях: в канализации при концентрациях загрязняющих веществ, более чем в 10 раз превышающих ПДК; в теплоцентралях в холодное время года; в водопроводе; в газопроводе.

1.9. Аварии на очистных сооружениях: промышленных объектах (выброс более 10 т); из-за выброса газов.

1.10. Гидродинамические аварии: прорыв плотин с затоплением их волной; прорыв плотин с их затоплением из-за паводка.

Основными причинами техногенных аварий являются:  
недостатки проектирования оборудования и элементов объекта экономики;  
недостаточно полное исследование района размещения;  
отказы оборудования из-за несовершенства конструкций;  
нарушения требований документации, технологии изготовления и монтажа элементов оборудования и выполнения «скрытых» работ;  
ошибочные действия персонала или нарушение мер безопасности при эксплуатации оборудования;  
возникновение аварий и катастроф на соседних объектах экономики или продуктопроводах;  
отсутствие постоянного контроля за состоянием производства;  
воздействие внешних факторов (стихийных бедствий, результатов применения различных видов оружия, диверсий);  
возникновение аварий вследствие не изученных пока еще явлений, которые проявились на объекте народного хозяйства, где используют различные вредные вещества.

## 2. ЧС природного характера.

2.1. Геофизические опасные явления: землетрясения; извержения вулканов.

2.2. Геологические опасные явления: оползни; сели; обвалы; лавины; склонный смыв; просадка лессовых пород; просадка земной поверхности из-за карста; эрозия почвы; пыльные бури.

2.3. Метеоопасные явления: бури; ураганы; смерчи; шквалы; вихри (скорость ветра более 30 м/с); крупный град (поперечины градин 20 мм); сильный дождь (если за 12 ч выпало более 120 мм осадков); сильный снегопад; сильный гололед; сильный мороз, сильная метель (при скорости ветра более 20 м/с); сильная жара; сильный туман; сильная засуха; сильные заморозки.

2.4. Морские гидрологические явления: циклоны, тайфуны; цунами; сильное волнение; сильное колебание уровня моря; сильный тягун в порту; крепкий лед в порту; отрыв прибрежного льда.

2.5. Гидрологические явления на суше: наводнение; половодье; дождевые паводки; заторы; ветровые нагоны; резкое уменьшение уровня вод ниже норм; ранний ледостав; повышение уровня грунтовых вод.

2.6. Пожары: лесной (площадь пожара более 25 га); степной; на торфяниках; подземный пожар в угольных и нефтяных пластах.

2.7. Инфекционные заболевания: единичные случаи заболевания; групповые случаи (более 50 человек); эпидемическая вспышка (более 15 человек); эпидемия; пандемия (эпидемия на территории нескольких стран); инфекционное заболевание неясной этиологии (более 20 человек).

2.8. Инфекционные заболевания сельскохозяйственных животных.

2.9. Поражение растений болезнями и вредителями.

## 3. ЧС экологического характера.

3.1. ЧС, связанные с изменениями состояния суши: просадка, оползни, обвалы из-за выработки недр; наличие тяжелых металлов в почве (более 50 ПДК); деградация почв из-за эрозии, засоления; критические ситуации из-за переполнения хранилищ отходами.



- 3.2. ЧС из-за изменения состава атмосферы.
- 3.3. ЧС из-за изменения состояния гидросферы (водной среды).
- 3.4. ЧС в биосфере.
- 4. ЧС социально- и военно-политического характера: волнения, антиобщественные выступления граждан.

## **3.2. НАРУШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ВСЛЕДСТВИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА**

**Стихийные бедствия (природные катастрофы)** — это опасные природные явления геофизического, геологического, атмосферного или биосферного происхождения, которые характеризуются внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушениями, уничтожением материальных ценностей, травмами и жертвами среди людей. Такие явления могут служить причиной многочисленных аварий и катастроф, появления вторичных поражающих факторов.

### **3.2.1. Экологический вред, наносимый пожарами**

Экологическая опасность пожаров прямо обусловлена изменением химического состава, температуры воздуха, воды и почвы, а косвенно — и других параметров окружающей среды.

Любой пожар оказывает отрицательное влияние на экологическое состояние окружающей среды и изменяет границы экологической ниши, условия существования живых организмов. Диапазон влияния отдельных пожаров на параметры окружающей среды очень широк. Пожары в жилых домах, административных и других производственных зданиях не оказывают влияния на крупномасштабные и глобальные биосферные процессы. Опасность таких пожаров ограничивается главным образом токсическим загрязнением воздуха внутри и вблизи помещения и носит локальный характер. Пожары на складах удобрений, в местах добычи нефти, торфа и т. д. значительно загрязняют среду обитания на местном и региональном уровне.

Стихийные пожары оказывают разрушительное воздействие на лесные экосистемы, уничтожая напочвенный покров и фауну, повреждая и нередко губя древостой, вызывая повреждение почвы и ее эрозию. Эмиссии углерода от лесных пожаров повышают концентрацию парниковых газов в атмосфере и тем самым способствуют глобальным изменениям климата.

На долю лесных пожаров в нашей стране приходится ежегодно более половины всех погибающих насаждений, а площадь гарей в лесном фонде страны в 4,8 раза превышает площадь вырубок ([рис. 11](#)).

Дым от крупных пожаров вызывает изменение освещенности, температуры воздуха, влияет на количество атмосферных осадков. Кроме того, дымовой аэрозоль и газообразные продукты, взаимодействуя с атмосферной влагой, могут вызывать кислотные осадки — дожди, туманы. Попадание

дыма, росы или дождя на листья вызывает болезнь и гибель растений. Выделения большого количества дыма при крупных пожарах уменьшает количество солнечной радиации, поступающей с земной поверхности и, как следствие, приводит к климатическим изменениям продолжительностью в несколько дней, недель, месяцев. Эти факторы влияют на рост растений, особенно если совпадают с вегетационным периодом.



Рис. 11. Лесной пожар

Массовые пожары, при которых выделяется большое количество дыма, способны вызывать похолодание на местном и региональном уровне, но этот процесс не существенен для растительности средних широт земного шара, устойчивой к низким температурам (в районах умеренного климатического пояса максимально низкие переносимые температуры для древесных пород лежат в интервале  $-15...-20$  °С).

Во время пожаров 2010 г. ученые использовали спутниковые снимки, чтобы проанализировать объем и сферу действия дымовых шлейфов вокруг Москвы и масштабы воздействия дыма в западной части России. Экологи зафиксировали интересный, но опасный феномен: дым от пожаров образовал так называемые пиро-дождевые кучевые облака. Эти облака воды, вызванные ростом горячего воздуха непосредственно из огня, могут удерживать загрязнения в воздухе и переносить такие вредные вещества на тысячи километров.

Серьезное влияние на окружающую среду оказывают пожары в техносфере (в промышленности, на транспорте и др.): горючие материалы чрезвычайно разнообразны по своему составу, а пожар может возникнуть практически на любом объекте. В результате в продуктах горения могут присутствовать самые разнообразные по химическому строению и токсичности соединения. Среди самых распространенных — оксиды углерода, серы, азота, хлористый водород, углеводороды различных классов, спирты, альдегиды, бензол и его гомологи, полиароматические углеводороды (ПАУ) и др., а среди самых опасных — соли и оксиды тяжелых металлов, бенз(а)пирен,

диоксины. Большинство перечисленных химических веществ оказывают вредное воздействие на живые организмы. Так, диоксины и ПАУ способны вызывать онкологические заболевания у людей, а оксиды серы — гибель растительности.

Наиболее опасные ситуации, связанные с воздействием на окружающую среду, возникают на пожарах при разлиии ЛВЖ и ГЖ на нефтебазах (в резервуарах, обваловании и за его пределами) (рис. 12), транспортных средствах (при морских перевозках), на химических предприятиях, радиационных объектах, складах удобрений, пестицидов, аварийно химически опасных веществ (АХОВ).



Рис. 12. Пожар на нефтяной вышке

Наряду с токсичными и вредными продуктами горения загрязнение окружающей среды может быть вызвано и огнетушащими веществами, используемыми в пожаротушении.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ), применяемые в пожарной охране как смачиватели и пенообразователи, также причиняют вред окружающей среде. Попадая в водоемы, они препятствуют поступлению кислорода. Многие ПАВ (ПО-1, ПО-10, форэтол, ПО-6К) биологически трудно разлагаются, в результате чего гибнет фитопланктон и рыба.

Вода, используемая при тушении, может содержать антипирены и продукты пиролиза горючих материалов. В нее могут попадать другие добавки, вводимые в горючие материалы.

Многие токсичные вещества, например тяжелые металлы, диоксины, попавшие в воду или на почву, обладают способностью накапливаться в организмах рыб, птиц и в дальнейшем по пищевой цепи попадают в организм человека. Таким образом, загрязнение окружающей среды в результате пожаров и аварий может происходить опосредованно и проявляться спустя годы.

Основной перенос загрязнителей при пожарах происходит по воздуху. Этому способствуют два обстоятельства. Во-первых, большинство токсичных соединений с продуктами горения поступает в воздух в виде

направленных конвективных потоков. Во-вторых, переносу загрязнителей способствуют ветры.

Выбросы от пожаров можно характеризовать как кратковременные и высокотемпературные.

Дальность распространения загрязнений от пожаров зависит от двух главных факторов — высоты факела и параметров ветра. Максимальное расстояние, на которое могут переноситься продукты горения, определяется скоростью вертикальной диффузии, предельной высотой, на которую поднимается аэрозоль, а также скоростью его оседания. Чем больше отношение высоты подъема к скорости оседания аэрозоля, тем дальше он уносится. Расчетные и экспериментальные данные показывают, что максимальная концентрация загрязнителей от источников выбросов, включая пожары, достигается по направлению ветра на расстоянии, равном десяти-, двадцатикратной высоте источника.

При перемещении и рассеивании продукты горения могут взаимодействовать друг с другом и компонентами воздуха, что определяет их концентрацию и продолжительность нахождения в атмосфере (время жизни). Газообразные продукты горения (хлористый водород, аммиак), переносимые конвективными потоками и ветром, при взаимодействии с парами воды образуют жидкие аэрозоли или адсорбируются на частицах сажи и оседают на поверхность суши и растений.

На частицах дыма также происходят химические реакции с образованием новых, иногда более токсичных соединений, чем те, которые образуются непосредственно при горении.

На поверхности частиц сажи обнаруживаются пирен, антрацен, другие полиядерные ароматические углеводороды (ПАУ), сульфосоединения и др. Частицы дыма радиусом 3 мкм могут находиться в воздухе несколько дней, а более мелкие — радиусом 0,1...0,3 мкм — остаются там недели и месяцы. Аэрозоли оседают под воздействием силы тяжести, вымываются осадками из воздуха. В результате происходит не только самоочищение атмосферы от продуктов горения, но и загрязнение других сред, а токсичные вещества продолжают оказывать негативное действие на человека, растительность и животных, объекты техносферы (например, хлористый и фтористый водород вызывают коррозию металлов).

Для более точных прогнозов и оценок опасности загрязнения необходимо иметь сведения о метеоусловиях во время и на месте пожара. Это связано с тем, что на химические и физические процессы в атмосфере с участием загрязняющих веществ оказывают влияние облачность, осадки, скорость и направление воздушных течений, которые формируются под действием температуры и давления воздуха, рельефа местности и других факторов.

Кроме того, при пожарах на людей, флору и фауну оказывает негативное влияние тепловой фактор (для человека критической во время пожара принята температура, равная 70 °С). В зоне горения температура может возрастать до 800...1500 °С, а иногда (при огненном шторме, горении металлов)

и выше. Размер зоны теплового воздействия зависит от интенсивности массо- и теплообмена, вида горючего и т. д. Вблизи и в зоне горения причинение вреда природной среде и технообъектам неизбежно. Действие высоких температур во время пожара приводит к гибели растительности либо заставляет представителей флоры и фауны искать новые места обитания, подчас менее благоприятные, так как отдельные виды способны существовать в определенном температурном режиме. При лесных пожарах тепловой фактор изменяет минеральный состав почвы, кислотность (рН) почвенного покрова, происходит смена видов растительности.

Таким образом, пожар — такой же источник загрязнения окружающей среды, как объекты промышленности, сельского хозяйства и другие отрасли хозяйственной деятельности человека, отличие заключается только в масштабе воздействия.

В связи с этим представлять меру опасности, которая вызвана пожарами, крайне важно, так как реальная оценка вида и масштаба загрязнения окружающей среды может уменьшить риск последствий и повысить уровень обеспечения экологической безопасности.

### **3.2.2. Экологический вред, наносимый инфекционными заболеваниями**

На формирование и изменение эпидемической и санитарно-гигиенической обстановки при ЧС оказывает влияние ряд факторов:

резкое изменение экологических условий (увеличение миграции населения и животных, чрезмерное размножение грызунов, насекомых и других переносчиков возбудителей болезней, нарушение экологического равновесия в природных очагах заболевания);

разрушение объектов санитарно-гигиенического и коммунально-бытового назначения (канализации, водопровода, бань);

снижение устойчивости людей к инфекционным заболеваниям;

ухудшение условий размещения людей (полевые условия, скученность, загрязнение воды, продуктов и окружающей среды);

выход из строя санитарно-эпидемиологических учреждений (лабораторий, стационаров, имеющих запасы лечебно-профилактических средств);

панические слухи о положении дел в районе бедствия, что затрудняет проведение противоэпидемических мероприятий.

Из-за наличия в очаге поражения большого количества неубранных трупов, отсутствия или загрязнения воды, температуры воздуха порядка 30...40 °С возникают крайне благоприятные условия для размножения микроорганизмов. Скопление беженцев, антисанитарные условия их жизни еще больше усугубляют последствия.

Особо опасными заразными (контагиозными) заболеваниями являются чума, холера, оспа, которые передаются при малейшем контакте с больными ([табл. 2](#)). Известно, что в эпоху средневековья чума выкосила 100 млн человек. В наши дни эта болезнь стала излечимой, но природа агрессивности микроба чумы до сих пор не разгадана.

Характеристика наиболее опасных инфекционных заболеваний

Заболевание	Пути передачи	Скрытый период, сут	Время нетрудоспособности, сут
Чума	Воздушно-капельный. Укусы инфицированных насекомых	3	7...14
Туляремия	Вдыхание инфицированной пыли, употребление зараженной воды, контакт с больными грызунами	3...6	40...60
Сибирская язва	Контакт с больными животными, употребление зараженного мяса	2...3	7...30
Холера	Употребление инфицированной воды	3	5...30
Ботулизм	Употребление пищи, содержащей токсин	1,5	40...180
Оспа	Воздушно-капельный; контакт через инфицированные предметы	12	12...24
Сыпной тиф	Укусы инфицированных вшей	10...14	60...90
Лихорадка	Инфицированная пыль, вода, пища, укусы клещей	12...18	8...23

Болезнетворные микроорганизмы, в зависимости от строения, биологических свойств и размеров, делятся на бактерии, риккетсии, вирусы, грибки, прионы, паразитарные организмы.

Прион представляет собой безвредный клеточный протеин, который, однако, в определенных условиях способен изменить свою структуру и превратиться в опасное для организма вещество. Прионы могут вызывать заболевания мозга у людей и животных («коровье бешенство», слабоумие или смерть у людей). По размерам прионы меньше вирусов — это клетки организма, и иммунная система на них не реагирует. Микробные токсины обладают крайне высокой опасностью, вызывая тяжелые или даже смертельные поражения.

Процессу развития эпидемии можно способствовать умышленно. Это связано с вопросами разработки биологического оружия. Даже устойчивый к современным лекарствам вирус обыкновенного гриппа убивает людей эффективней напалма. Воздействовать на течение эпидемии можно заражением животных, растений, воды и воздуха. Бактериологическое оружие несравненно дешевле любого другого, и его производство легко замаскировать.

Таким образом, актуальной задачей является разработка методов локализации и ликвидации ЧС, связанных с инфекционными заболеваниями.

В очаге инфекционных заболеваний возникают определенные трудности не только при оказании медицинской помощи пострадавшему населению, но и при ликвидации самого очага. Задачи по локализации эпидемий (эпизоотий, эпифитотий) при возникновении сложной обстановки могут оказаться непосильными для медицинской, ветеринарной служб и службы защиты растений. Потребуется привлечь все имеющиеся силы и средства, а также

целенаправленно использовать силы и средства предупреждения и ликвидации ЧС, в том числе органы и подразделения по ЧС, именно в целях локализации очага эпидемии (эпизоотии, эпифитотии).

Мероприятия по ликвидации эпидемического (эпизоотического, эпифитотического) очага зависят от вида возбудителя и способа возникновения очага. Большое влияние на ведение работ оказывают время года и суток, метеорологические условия, степень подготовленности формирований и учреждений, наличие сил и средств. Работа всех служб основывается на данных общей разведки очага заражения, при которой проводится также медицинская (в том числе эпидемическая) разведка, направленная на определение масштабов поражения, приблизительного количества пораженных, границ очага и т. д.

На основании разведки санитарно-эпидемиологическое состояние района ЧС может быть оценено следующим образом:

благополучное — инфекционные заболевания отсутствуют или имеют место единичные их случаи, не связанные между собой;

неустойчивое — среди населения появляются отдельные не регистрировавшиеся ранее инфекционные заболевания, а также групповые заболевания, далее не распространяющиеся (нет признаков эпидемии);

неблагополучное — возникают групповые инфекционные заболевания с тенденцией к дальнейшему распространению или отмечаются единичные случаи заболеваний особо опасными инфекциями (чумой, холерой и т. д.);

чрезвычайное — развивается эпидемия (эпизоотия) или отмечаются групповые поражения особо опасными инфекционными заболеваниями.

С целью определения границ очага бактериального заражения проводится **бактериологическая разведка** — забор и анализ проб воздуха, воды, пищи и т. д. В пределах очага проводится комплекс санитарно-гигиенических и противозидемических (противозидеотических) мероприятий.

В случае появления очага заражения необходимо вводить на территории режим карантина или обсервации, выполнять профилактические и санитарно-гигиенические мероприятия.

**Карантин** — комплекс ограниченных административных и медико-санитарных мероприятий, проведение которых позволяет предупредить занос и распространение карантинных (конвенционных) болезней.

Эти мероприятия предусматривают осмотр транспортных средств и грузов, опрос экипажа и пассажиров, проверку правильности заполнения санитарных документов с целью выявления больных карантинными болезнями и их своевременной изоляции, а также общавшихся с ними лиц, которые подлежат изоляции и медицинскому наблюдению в течение срока инкубационного периода болезни (например, при холере — 5 сут, при чуме — 6 сут). Наиболее строгой формой карантина является полное закрытие границы с неблагополучным по заболеваемости государством.

Карантин накладывается на территорию в пределах границ эпидемического очага чумы, холеры. Эта территория максимально изолируется, что

предупреждает распространение инфекции за ее пределы. При необходимости устанавливают военную охрану. Ограничивается или полностью прекращается передвижение населения, грузов и транспорта за пределы или через зону карантина. Ведется активное выявление больных, которых изолируют и лечат; изолируются и подвергаются медицинскому наблюдению общавшиеся с ними лица.

Проводятся лабораторные исследования, в том числе по извлечению возбудителей из объектов окружающей среды (водоисточники, грызуны и др.); на предприятиях общественного питания обследуются работники, берутся пробы продуктов. Осуществляются **дезинфекция** — методы и средства уничтожения болезнетворных микроорганизмов на путях передачи от источника инфекции к здоровому организму; **дезинсекция** — методы и средства борьбы с членистоногими (насекомыми и клещами), переносчиками инфекционных заболеваний; **дератизация** — истребление грызунов, являющихся источниками заболевания.

Карантин отменяется по истечении срока максимального инкубационного периода после последнего выявленного случая болезни и проведения надлежащих противоэпидемических мероприятий.

**Обсервация** — это медицинское наблюдение в условиях изоляции за лицами, находившимися в контакте с больными карантинными инфекциями или выезжающими за пределы очага карантинной болезни. Она устанавливается на срок максимального инкубационного периода соответствующей болезни с момента разобщения с больными или жителями карантинной зоны, также включает комплекс изоляционно-ограничительных, лечебно-профилактических и противоэпидемических мероприятий, направленных на предотвращение распространения инфекционных заболеваний.

Обсервация предусматривает: усиленное медицинское наблюдение, ограничение передвижения и перемещения лиц (отмена командировок, отпусков и др.), временную отмену массовых культурно-просветительных мероприятий и пр.

Обсервация устанавливается при появлении больных с подозрением на особо опасные заболевания, угрозе заноса инфекционных заболеваний, появлении среди населения инфекционных заболеваний, имеющих тенденцию к распространению.

Территорию, на которой наблюдается резкое ухудшение эпидемиологической обстановки, называют **очагом бактериологического поражения (ОчБП)**. Размеры ОчБП зависят от вида и способов распространения возбудителей заболеваний, метеоусловий, рельефа местности, характера застройки, быстроты установления вида возбудителя и проведения противоэпидемических мероприятий. Границы ОчБП определяются на основе данных лабораторных исследований проб, выявлении больных, анализа распространения заболеваний и маршрутов миграции людей.

Ликвидация ОчБП включает в себя:

- ведение бактериологической разведки и выявление возбудителя;
- установление режима карантина или обсервации;



санитарную экспертизу, контроль зараженности продовольствия, воды, фуража и их обеззараживание;

проведение лечебно-эвакуационных, противоэпидемических, санитарно-гигиенических и разъяснительных мероприятий.

В зоне ОчБП предусматриваются следующие мероприятия:

проведение предохранительных прививок;

установление режима работы предприятий торговли и общественного питания, исключающего возможность заноса инфекций;

запрет вывоза из ОчБП любого имущества;

выявление больных или подозреваемых на заболевание;

изоляция, лечение, санобработку персонала и населения, специальную обработку одежды, помещений, местности.

В очагах массовых инфекционных заболеваний проводится полная санитарная обработка населения, а также ветеринарная обработка животных. Полная санитарная обработка осуществляется на пунктах специальной обработки и на специально развешиваемых обмывочных площадках. Для проведения обработки могут использоваться дезинфекционно-душевые установки. Все обмывочные пункты и площадки, как правило, имеют три отделения: раздевальное, обмывочное и одевальное. Перед входом в раздевальное отделение одежду подвергают орошению 0,5%-м раствором хлорамина, а руки и шею обрабатывают 2%-м раствором. Если благоустроенные санитарно-обмывочные пункты отсутствуют, то полную санитарную обработку проводят в банях, душевых павильонах, дооборудованных таким образом, чтобы поток людей двигался только в одном направлении и не происходило пересечений.

Ветеринарной обработке подвергаются все животные, находившиеся в зоне заражения. Для обработки общественного скота оборудуются специальные площадки. Скот, находящийся в личной собственности, обрабатывается на местах. Площадку для ветеринарной обработки оборудуют на местности у границы эпизоотического очага, вблизи водного источника, не ближе 100...200 м от проезжих дорог и животноводческих помещений. Площадка делится на «чистую» и «грязную» половины. «Грязная» расположена с подветренной стороны и предназначена для всех видов обработки животных, предметов ухода и снаряжения. «Чистая» оборудуется с наветренной стороны, на ней контролируют полноту обеззараживания, сортируют животных, оказывают им ветеринарную помощь. Для обработки животных используют 1...2%-й раствор едкого натра, 1%-й раствор формалина, 10%-й раствор однохлористого йода.

В комплексе противоэпидемических и противоэпизоотических мероприятий большое значение имеет **экстренная профилактика** — комплекс медицинских мероприятий, осуществляемых в отношении людей, подвергшихся инфицированию возбудителями опасных инфекционных заболеваний, с целью предупреждения развития у них инфекционного процесса.

Экстренная профилактика подразделяется на два вида:

неспецифическая (до установления вида возбудителя) — с помощью антибиотиков широкого спектра действия; проводится силами санитарных дружин во время подворовых (поквартирных) обходов;

специфическая (после установления возбудителя) — с помощью сывороток, вакцин, анатоксинов; проводится прививочными бригадами.

В комплексе мероприятий в очаге инфекционного заболевания ведущее место занимает дезинфекция местности, транспорта, производственных и жилых помещений, воды, продовольствия и фуража, предметов ухода за больными и их выделений. Дезинфекция предполагает уничтожение возбудителей инфекционных заболеваний и производится силами центров гигиены и эпидемиологии и местных лечебно-профилактических учреждений с применением механических (чистка, мойка, стирка), физических (сжигание, кипячение, обработка паром), химических (обработка дезинфицирующими и моющими средствами) и комбинированных методов. При необходимости в очаге проводятся дезинсекция и дератизация.

Санитарно-просветительная работа среди населения зараженного региона направлена на обеспечение строгого выполнения всеми жителями общих правил поведения в создавшихся условиях, санитарно-гигиенических правил и других мер личной защиты. С этой целью с помощью радио, телевидения и других средств массовой информации проводится разъяснительная работа о наличии очагов инфекционных заболеваний, конкретной инфекции, предупреждении ее распространения.

В случае возникновения эпифитотии первым делом организуется наблюдение за посевами и другими угодьями в целях своевременного выявления их поражения, заражения или уничтожения. Снизить ущерб можно путем проведения ряда агротехнических и агрохимических мероприятий.

Агротехнические мероприятия позволяют предупредить массовое распространение болезней растений и их появление в последующие годы. К ним относятся: обязательное чередование культур в севообороте; глубокая вспашка; очистка полей от послеуборочных остатков; правильный выбор сроков сева; сжатые сроки уборки урожая.

Агрохимические мероприятия создают условия, препятствующие воздействию на растения возбудителей болезней и способствующие развитию растений. Они включают: внесение в почву минеральных удобрений и микроэлементов; известкование кислых почв; применение фунгицидов (химических препаратов, уничтожающих возбудителей болезней или предупреждающих их развитие) и инсектицидов (химических препаратов, уничтожающих насекомых-вредителей). Обработка посевов ядохимикатами производится после установления вида возбудителя болезни или насекомого-вредителя в лаборатории защиты растений. В зависимости от свойств ядохимиката, видов растений и характера заражения посевы опрыскивают, опыляют или обрабатывают аэрозолями. Для полного уничтожения возбудителя болезни или насекомого-вредителя необходимо провести две-три обработки.

В состав сил и средств по ликвидации эпидемий, эпизоотий и эпифитотий, наряду с районным отделом по ЧС (РОЧС), входят такие службы, как медицинская, защиты сельскохозяйственных животных и растений, разведывательная, инженерная, аварийно-технические, служба охраны общественного порядка, технического обеспечения и снабжения, а также, в зависимости от складывающейся обстановки и местных условий, другие формирования.

При привлечении органов и подразделений по ЧС личному составу придется выполнять функции, не свойственные ему в повседневной практике мирного времени. В связи с этим существуют нормативные документы, регламентирующие деятельность органов и подразделений по ЧС при ликвидации эпидемий, эпизоотий и эпифитотий, организована подготовка личного состава, обеспечена его экипировка и оснащение необходимыми средствами защиты, имуществом, техникой. Деятельность органов и подразделений по ЧС при ликвидации эпидемий, эпизоотий и эпифитотий должна проводиться в соответствии с действующими инструкциями и наставлениями.

### 3.2.3. Экологические последствия землетрясений

**Землетрясение** — подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами (главным образом тектоническими процессами) или (иногда) искусственными процессами (взрывами, заполнением водохранилищ, обрушением подземных полостей горных выработок). Небольшие толчки могут вызываться также подъемом лавы при вулканических извержениях.

Область возникновения подземного удара называется **очагом землетрясения**. Очаги землетрясения в разных районах залегают на различной глубине (0...750 км). В центре очага условно выделяется точка, именуемая **гипоцентром**. Проекция гипоцентра на поверхность земли называется **эпицентром**.

**Интенсивность землетрясения** — качественная характеристика, указывающая на характер и масштаб воздействия землетрясения на поверхность Земли, людей, животных, а также на естественные и искусственные сооружения в районе землетрясения. В мире используется несколько шкал интенсивности: в Европе — европейская макросейсмическая шкала (EMS), в Японии — шкала Японского метеорологического агентства (Shindo), в США и России — модифицированная шкала Меркалли (ММ) ([табл. 3](#)).

**Сила землетрясения** — мера его суммарного эффекта по записям сейсмографов. Величина, характеризующая энергию, выделившуюся при землетрясении в виде сейсмических волн, называется **магнитудой**. Она пропорциональна десятичному логарифму амплитуды наиболее сильной волны, записанной сейсмографом на расстоянии 100 км от эпицентра.

Первоначальная шкала магнитуды была предложена американским сейсмологом Ч. Рихтером в 1935 г. Шкала Рихтера содержит условные единицы (от 1 до 9,5).

*Интенсивность землетрясений по шкале Меркалли*

Балл	Интенсивность	Проявление и последствия
1	Незаметное	Колебания почвы, отмечаемые прибором
2	Очень слабое	Землетрясение может ощущаться некоторыми людьми, находящимися в спокойном состоянии
3	Слабое	Колебание отмечается немногими людьми
4	Умеренное	Землетрясение отмечается многими людьми; возможно колебание окон и дверей
5	Довольно сильное	Качание висячих предметов, скрип полов, дребезжание стекол, осыпание побелки
6	Сильное	Легкое повреждение зданий: тонкие трещины в штукатурке, трещины в печах и т. п.
7	Очень сильное	Значительное повреждение зданий; трещины в штукатурке и отламывание отдельных кусков, тонкие трещины в стенах, повреждение дымовых труб; трещины в сырых грунтах
8	Разрушительное	Разрушения в зданиях: большие трещины в стенах, падение карнизов, дымовых труб. Оползни и трещины шириной до нескольких сантиметров на склонах гор
9	Опустошительное	Обвалы в некоторых зданиях, обрушение стен, перегородок, кровли. Обвалы, осыпи и оползни в горах. Скорость продвижения трещин может достигать 2 км/с
10	Уничтожающее	Обвалы во многих зданиях; в остальных — серьезные повреждения. Трещины в грунте до 1 м шириной, обвалы, оползни. В результате завалов речных долин возникают озера
11	Катастрофа	Многочисленные трещины на земной поверхности, большие обвалы в горах. Общее разрушение зданий
12	Сильная катастрофа	Изменение рельефа в больших размерах. Огромные обвалы и оползни. Общее разрушение зданий и сооружений

При сильных землетрясениях нарушается целостность грунта, разрушаются строения, выходят из строя коммуникации, энергетические объекты, возникают пожары, возможны человеческие жертвы ([рис. 13](#)). Землетрясения обычно сопровождаются характерными звуками различной интенсивности, напоминающими раскаты грома, рокот, гул взрывов.

В жилых районах и лесных массивах возникают завалы, провалы почвы на огромных территориях, автомобильные и железные дороги смещаются или деформируются. Район стихийного бедствия часто оказывается отрезанным от остального региона.

Если землетрясение происходит под водой, то возникают огромные волны — цунами, вызывающие сильные разрушения и наводнения в прибрежных районах. Также землетрясения могут приводить к горным обвалам, оползням, наводнениям, вызывать сход лавин.



Рис. 13. Разрушение здания в результате землетрясения

Количество санитарных (временных) и безвозвратных потерь зависит от ряда факторов:

- сейсмической и геологической активности региона;
- конструктивных особенностей застройки;
- плотности населения и его половозрастного состава;
- особенностей расселения жителей населенного пункта;
- времени суток при возникновении землетрясения;
- местонахождения граждан (в зданиях или вне их) в момент ударов.

Число жертв землетрясений на земном шаре неравномерно распределяется по годам, но в целом неуклонно растет. За последние 500 лет от землетрясений на Земле погибло 4,5 млн человек, т. е. ежегодно землетрясения уносят в среднем 9 тыс. человеческих жизней. С точки зрения как экологических, так и социальных последствий не менее важен и тот факт, что число раненых (включая тяжело раненых) обычно во много раз превышает число погибших, а число оставшихся без жилья превышает количество прямых жертв на порядок и более. Например, в зонах полного разрушения зданий (8 баллов и выше) количество жертв может составлять 1...20 %, а раненых — 30...80 %, обратные соотношения редки.

В рамках экологических проблем среди вторичных последствий сильных землетрясений следует отметить (на фоне повреждения и гибели ландшафтных и культурных памятников и нарушения среды обитания как таковой) такие, как возникновение эпидемий и эпизоотий, рост заболеваний и нарушение воспроизводства населения, сокращение пищевой базы (гибель запасов, потеря скота, вывод из строя или ухудшение качества сельскохозяйственных угодий), неблагоприятные изменения ландшафтных условий (например, оголение горных склонов, заваливание долин, гидрологические и гидрогеологические изменения), ухудшение качества атмосферного воздуха из-за туч

поднятой пыли и появления аэрозольных частиц в результате возникающих при землетрясениях пожаров, снижение качества воды, а также качества и емкости рекреационно-оздоровительных ресурсов.

Природно-техногенные последствия землетрясений сказываются на природной среде охваченного землетрясением района в результате нарушения (разрушения) искусственно созданных сооружений (объектов). К таким последствиям относятся:

- пожары на объектах антропогенной среды, ведущие к экологическим бедствиям;

- прорыв водохранилищ с образованием водяного вала ниже плотин;

- разрывы нефте-, газо- и водопроводов, разлитие нефтепродуктов, утечка газа и воды;

- выбросы вредных химических и радиоактивных веществ в окружающую среду вследствие повреждения производственных объектов, коммуникаций, хранилищ;

- нарушение надежности и безопасного функционирования военно-промышленных и военно-оборонительных систем, спровоцированные взрывы боеприпасов.

Профилактическим мерам и разработке методов ликвидации последствий ЧС в районе произошедшего землетрясения следует уделять серьезное внимание.

Предупреждение жителей об угрозе землетрясения весьма затруднительно, так как точно предсказать его место и время пока невозможно. Однако знание косвенных признаков приближения землетрясения может помочь пережить данную ситуацию с наименьшими потерями.

К таким признакам относится беспричинное, на первый взгляд, беспокойство птиц и домашних животных (особенно это заметно ночью), а также массовый исход пресмыкающихся из мест их обитания. Зимой ящерицы и змеи в предчувствии опасности выползают даже на снег.

Оповещение населения осуществляется передачей сообщения по сетям радиовещания и телевидения. Для привлечения внимания в экстренных случаях перед передачей информации включаются сирены, а также другие сигнальные средства. Сирены и прерывистые гудки предприятий, транспортных средств означают сигнал гражданской обороны «Внимание всем».

Согласно общей оценке состояния защиты населения и территорий от ЧС, защищенность населения от сейсмической опасности в рамках существующих возможностей в настоящее время должным образом не обеспечивается. Медленно совершенствуется комплекс мер, направленных на противодействие землетрясениям в сейсмоопасных регионах. Вместе с тем требования к объектам, расположенным в сейсмически опасных регионах (в соответствии с новыми картами общего сейсмического районирования территории Российской Федерации), в последние два десятилетия существенно возросли. Так, вследствие повышения балльности возможных землетрясений на две-три единицы во многих городах и на промышленных

предприятиях действующая система мер инженерной защиты не вполне способна противостоять разрушительным землетрясениям. Около 60...70 % населения сейсмоопасных регионов по-прежнему проживает в зданиях, не удовлетворяющих нормам проектирования инженерно-технических мероприятий. Существующие в настоящее время в мире новые технологии обучения и технические разработки по смягчению последствий разрушительных землетрясений позволяют уменьшить риск возникновения масштабных ЧС.

В сейсмоопасных районах должна вестись постоянная работа по уменьшению возможных последствий землетрясений. С этой целью необходимо:

- организовать и вести непрерывный сейсмический мониторинг, т. е. постоянный контроль за текущей сейсмической обстановкой, и на основании полученных данных осуществлять прогноз возможных землетрясений;

- планировать и вести строительство объектов различного назначения с учетом сейсмического районирования, контролировать качество этого строительства;

- планировать мероприятия по защите и жизнеобеспечению населения в случае возникновения землетрясения, вести их подготовку;

- готовить население к действиям при землетрясениях, органы управления и аварийно-спасательные силы — к проведению поисково-спасательных и других неотложных работ.

При возникновении землетрясений необходимо обеспечивать твердое и умелое руководство силами и средствами по ликвидации их последствий.

Сложность спасения людей в условиях землетрясения обусловлена внезапностью его возникновения, трудностями ввода сил и развертывания поисково-спасательных работ в зоне массовых разрушений; наличием большого количества пострадавших, требующих экстренной помощи; ограниченным временем выживания людей в завалах; тяжелыми условиями труда спасателей. Главной целью аварийно-спасательных и других неотложных работ при землетрясениях является поиск и спасение пострадавших, блокированных в завалах, поврежденных зданиях, сооружениях, оказание им первой медицинской помощи и эвакуация нуждающихся в дальнейшем лечении в медицинские учреждения, а также первоочередное жизнеобеспечение пострадавшего населения.

Основными требованиями к организации и ведению аварийно-спасательных и других неотложных работ при ликвидации последствий землетрясений являются:

- сосредоточение основных усилий на спасении людей;

- организация и проведение работ в сроки, обеспечивающие выживание пострадавших и защиту населения в опасной зоне;

- применение способов и технологий ведения аварийно-спасательных работ, соответствующих сложившейся обстановке, обеспечивающих наиболее полное использование возможностей спасателей и технических средств, а также безопасность пострадавших и спасателей;

- оперативность реагирования на изменения в обстановке.

Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий землетрясений включают:

поиск пострадавших;

деблокирование пострадавших из завалов строительных конструкций, замкнутых помещений, с поврежденных и разрушенных этажей зданий и сооружений;

оказание пострадавшим первой медицинской и первой доврачебной помощи;

эвакуацию пострадавших из зон опасности (мест блокирования) на пункты сбора пострадавших или в медицинские пункты;

эвакуацию населения из опасных мест в безопасные районы;

проведение первоочередных мероприятий по жизнеобеспечению населения.

Неотложные работы при землетрясениях направлены на локализацию, подавление или снижение до минимально возможного уровня воздействия вредных и опасных факторов, препятствующих проведению аварийно-спасательных работ и угрожающих жизни и здоровью пострадавших и спасателей, оказание пострадавшему населению необходимой помощи. Указанные работы включают:

оборудование и расчистку путей движения в зоне разрушений;

обрушение и укрепление конструкций, угрожающих обрушением;

локализацию и тушение пожаров, проведение противодымных мероприятий на участках (объектах) ведения спасательных работ;

локализацию и обеззараживание источников заражения химически опасными и радиоактивными веществами;

локализацию повреждений на коммунально-энергетических сетях и гидротехнических сооружениях, которые могут стать вторичными источниками заражения;

проведение противоэпидемических мероприятий.

Аварийно-спасательные работы при землетрясениях должны начинаться немедленно и вестись непрерывно, днем и ночью, в любую погоду, обеспечивать спасение пострадавших в сроки их выживания в завалах.

В ходе ведения спасательных работ в завалах и в других сложных условиях могут назначаться микропаузы — «минуты тишины» — продолжительностью 2...3 мин для кратковременного отдыха и прослушивания завалов с целью поиска пострадавших.

Первая медицинская помощь пострадавшим — это комплекс простейших медицинских мероприятий, выполняемых спасателями, санинструкторами и врачами спасательных подразделений непосредственно на месте получения пострадавшими травм с использованием табельных и подручных средств, а также самими пострадавшими в порядке само- и взаимопомощи. Основная цель первой медицинской помощи — спасение жизни пораженного, устранение продолжающегося воздействия поражающего фактора и подготовка пострадавшего к эвакуации из зоны поражения.



Эвакуация пострадавших может осуществляться двумя параллельными потоками: из заваленных помещений нижних этажей, завалов строительных конструкций, подвалов; с верхних этажей.

Пострадавшие эвакуируются из мест блокирования поэтапно:

первый этап — из мест блокирования до рабочей площадки;

второй этап — с рабочей площадки до пункта сбора пораженных.

При спасении большого количества пострадавших, находящихся в соседних блокированных помещениях (этажах, уровнях), эвакуация проводится в три этапа.

На первом этапе (например, при спасении с верхних этажей) производится перегруппировка пострадавших и концентрация их в наиболее безопасном помещении со свободным доступом к путям эвакуации, затем (или параллельно) организуются пути эвакуации из этого помещения до рабочей площадки, а с нее — на пункт сбора пострадавших.

В случае экстренных обстоятельств (например, при пожаре, распространяющемся вверх здания, высокой опасности обвала обломков строительных конструкций) площадка для эвакуации может быть оборудована на крыше здания (верхнем сохранившемся этаже), а эвакуация может проводиться с использованием вертолетов или оборудованных канатных дорог на соседние здания.

При проведении эвакуации пострадавших из завалов и заваленных помещений разрушенных зданий используются следующие способы транспортировки пострадавших:

отволачивание при движении спасателя на спине;

отволачивание при сложенных друг на друга или связанных запястьях рук пострадавшего;

отволачивание с помощью двух треугольных кусков ткани;

переноска на плечах;

переноска на спине;

переноска на спине в сидячем положении;

переноска на руках;

переноска двумя спасателями;

переноска при помощи носилок;

отволачивание пострадавшего при помощи куска ткани.

Для транспортировки применяются следующие средства:

медицинские носилки;

плащ-палатка;

носилочная ляжка;

средства из подручных материалов;

куски ткани.

С помощью указанных средств, учитывая различные факторы, пострадавших можно переносить, оттаскивать, спускать или поднимать.

При проведении эвакуации с верхних этажей разрушенных зданий используются следующие способы:

- спуск пострадавшего вниз по приставной лестнице иноходью;
- переноска вниз по приставной лестнице пострадавшего в положении наездника;
- спуск с помощью спасательного пояса;
- спуск с помощью петли;
- спуск с помощью грудной перевязи;
- спуск горизонтально подвешенных носилок с пострадавшим;
- спуск с помощью устраиваемой канатной дороги;
- эвакуация с помощью штурмовых лестниц.

Следует отметить, что эффективность работ по противодействию ЧС, обусловленным землетрясениями, во многом зависит от деятельности органов исполнительной власти, местного самоуправления, органов управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС) на всех уровнях.

### 3.2.4. Экологические последствия извержений вулканов

**Извержение вулкана** — процесс выброса вулканом на земную поверхность раскаленных обломков, пепла, излияние магмы, которая, найдя выход на поверхность, становится лавой (рис. 14).



Рис. 14. Извержение вулкана

Извержение вулкана может иметь временной период от нескольких часов до многих лет.

Основными поражающими факторами при извержении вулканов являются: ударная воздушная волна, летящие осколки (камни, деревья, части конструкций), пепел, вулканические газы (углекислый, сернистый, водород, азот, метан, сероводород, иногда фтор, отравляющий источники воды), тепловое излучение, лава, движущаяся по склону со скоростью до 80 км/ч при температуре до 1000 °С и сжигающая все на своем пути. Вторичные поражающие факторы — цунами, пожары, взрывы, завалы, наводнения, оползни ([рис. 15](#)).



Рис. 15. Последствия извержения вулканов

Наиболее частыми причинами гибели людей и животных в районах извержения вулканов являются травмы, ожоги (часто верхних дыхательных путей), асфиксия (кислородное голодание), поражение глаз. В течение значительного промежутка времени после извержения вулкана среди населения наблюдается повышение заболеваемости бронхиальной астмой, бронхитами, обострение ряда хронических заболеваний. В районах извержения вулканов устанавливается эпидемиологический надзор.

Лава при извержении вулкана в первую очередь грозит не столько людям и животным, которые все-таки имеют возможность покинуть опасную зону (лавовые потоки движутся медленнее средней скорости передвижения человека), сколько растительности, зданиям и объектам инфраструктуры. Лавовые потоки уничтожают автомобильные и железные дороги, под воздействием их высокой температуры сгорают дома и хозяйственные постройки, гибнут леса.

Но главную опасность для живых существ имеют другие поражающие факторы извержения вулканов. Прежде всего это вулканический пепел и дым. Большинство жертв при извержениях приходится на тех, кто задохнулся в облаках пепла и дыма. Дело в том, что вулканический пепел существенно отличается от обычного пепла: он гораздо более мелкий, что способствует его долгому существованию в воздухе в виде взвеси. Кроме того, он гораздо легче попадает в дыхательные пути и приводит к затрудненности дыхания, что вкуче с облаками дыма, когда человек не представляет, куда бежать, чтобы спастись, и является фатальным обстоятельством. При этом вулканический пепел выбрасывается при извержениях в огромном количестве и, выпадая затем на землю в несколько слоев, способен на долгие годы превратить местность в бесплодную пустыню.

Несколько менее опасны ядовитые газы, которые также выделяются при извержениях вулканов, потому что чаще всего они поднимаются в верхние слои атмосферы. Но при этом нередко они могут все-таки достичь земной поверхности, на этот раз уже в виде кислотных дождей, которые также способны негативно сказаться на состоянии почвы, растительности, на здоровье животных и людей. Поэтому зачастую многочисленные жертвы извержений появляются не в сам момент бедствия, а спустя некоторое время —

в тех регионах, где лава, пепел и кислотные дожди уничтожили всю пищу и наступил голод.

Существуют мероприятия по уменьшению последствий от извержения вулканов:

1. Бомбардировка лавового потока с самолета. Лавовый поток, охлаждаясь, создает заградительные валы и течет в лотке. Когда же удаётся эти валы прорвать, лава разливается, скорость ее течения замедляется, и движение приостанавливается. Однако бомбардировка может быть не слишком успешной из-за пыли и паров воды, которые мешают прицеливанию.

2. Отвод лавовых потоков с помощью искусственных желобов.

3. Бомбардировка кратера. Лавовые потоки, как правило, возникают из-за того, что лава вдруг переливается через край кратера. Если же удаётся разрушить стенку кратера раньше, чем образовалось лавовое озеро, скопится немного меньше лавы, и ее излияние по склону не принесет вреда. Сток лавы, кроме того, можно изменить в нужном направлении.

4. Возведение предохранительных дамб, с помощью которых лаву отводят в другую сторону.

5. Охлаждение поверхности лавы водой. На охлажденной поверхности образуется корка, и поток останавливается. Жители Исландии осуществляли такие меры при извержении вулкана на острове Хеймаэй. Это потребовало колоссального количества воды. Однако сам метод оказался успешным — лава была остановлена.

6. Защита от выпадения тефры. Создание и использование в случае извержения специальных укрытий. Возможно проведение эвакуации населения.

Методы спасения людей и поисково-спасательные работы в районе происшедшего извержения аналогичны методам спасения после землетрясения.

### 3.2.5. Экологические последствия схода селей

**Сель** (от араб. «бурный поток») — это внезапно формирующийся в руслах горных рек временный грязекаменный поток. Такая смесь воды, грязи, камней весом до 10 т, деревьев и других предметов несется со скоростью до 15 км/ч, сметая, заливая или увлекая за собой мосты, постройки, разрушая дамбы, плотины, заваливая селения ([рис. 16](#)). Объем перемещаемой породы — миллионы кубических метров. Длительность селевых потоков достигает 10 ч при высоте волны до 15 м.

Сели образуются из-за продолжительных ливней, интенсивного таяния снега (ледников), прорыва плотин, неграмотного проведения взрывных работ.

По мощности селевые потоки делятся на следующие группы:

мощные — с выносом более 100 тыс. м<sup>3</sup> смеси пород и материалов (средняя частота повторения один раз в 6—10 лет);

средней мощности — с выносом 10...100 тыс. м<sup>3</sup> смеси (один раз в 2—3 года);

слабой мощности — с выносом менее 10 тыс. м<sup>3</sup> смеси.

Обладая большой массой и высокой скоростью передвижения (до 15 км/ч), сели разрушают здания, дороги, гидротехнические и другие сооружения, выводят из строя линии связи и электропередачи, уничтожают сады, заливают пахотные земли, приводят к гибели людей и животных. Все это продолжается 1...3 ч. Время от возникновения селя в горах до момента выхода его в предгорье часто исчисляется 20...30 мин.



Рис. 16. Последствие схода селевого потока

Поражающее действие селевого потока:  
непосредственное ударное воздействие селевой массы на человека;  
обтюрация дыхательных путей жидкой составляющей, что приводит к механической асфиксии, аспирации массы селя;  
разрушение зданий, сооружений и других объектов, в которых могут находиться люди;  
разрушение систем жизнеобеспечения.

Для борьбы с селями закрепляют поверхность земли посадками леса, расширяют растительный покров на горных склонах, особенно в местах зарождения селя, периодически пропускают воду с горных водоемов, устраивают противоселевые плотины, дамбы и другие защитные сооружения.

Уровень воды, скопившейся в моренах (горных озерах) и селехранилищах, уменьшают с помощью насосных установок. Кроме того, в борьбе с селями широко применяют такие простейшие сооружения, как ваты, каналы и террасы с широким основанием. Вдоль русел рек сооружают защитные и подпорные стенки, полузапруды и дамбы.

Для защиты от селей применяются гидротехнические сооружения. Эти сооружения по характеру воздействия на селевые потоки подразделяются на селерегулирующие, селеделительные, селезадерживающие и селетрансформирующие.

К селерегулирующим гидротехническим сооружениям относят селепропускные (лотки, селедуки, селеотводы), селенаправляющие (дамбы, подпорные стенки, опояски), селесбрасывающие (запруды, пороги, перепады)

и селеотбойные (полузапруды, шпоры, бумы) устройства, сооружаемые перед дамбами, опоясками и подпорными стенками.

Селеделительными являются тросовые селерезы, селеоградители и селевые запруды. Они устраиваются для задержания крупных обломков материала и пропуска мелких частей селевого потока.

К селезадерживающим гидротехническим сооружениям относят плотины и котлованы. Плотины могут быть глухого типа и с отверстиями. Сооружения глухого типа используются для задержания всех видов горных стоков, а с отверстиями — для задержания твердой массы селевых потоков и пропуска воды.

Селетрансформирующие гидротехнические сооружения (водохранилища) используются для перевода селевого потока в паводок путем его пополнения водой из водохранилищ.

Сель эффективнее не задерживать, а направлять мимо населенных пунктов и сооружений с помощью селеотводных каналов, селеотводных мостов и селеспусков.

Для своевременного принятия мер и организации надежной защиты населения первостепенное значение имеет четко организованная система оповещения и предупреждения. В районах, которым угрожает сель, создается противоселевая служба. Ее задачи заключаются в прогнозировании селя и информировании населения о времени его появления. При этом заранее предусматривается маршрут, по которому население эвакуируется в более возвышенные места. Туда же, если позволяет время, угоняется скот и выводится техника.

В случае захвата человека движущимся потоком селя необходимо оказать ему помощь всеми имеющимися средствами. Такими средствами могут быть шесты, канаты или веревки. Выводить спасаемых людей из потока нужно по направлению потока с постепенным приближением к его краю.

С началом образования селя противоселевая служба предупреждения оповещает население и формирования. Проводится сбор формирований и выдвижение их к угрожаемым участкам.

При своевременном и организованном проведении эвакуации можно спасти не только все население, но и личное имущество граждан, а также государственные материальные ценности. Необходимые условия успешной эвакуации — своевременное составление краткосрочных прогнозов (от нескольких часов до 1...3 сут) и оперативное их доведение службами республиканских и территориальных гидрометеорологических управлений и управлений по контролю природной среды до руководителей, принимающих решения.

При заблаговременной эвакуации население на автотранспорте либо пешим порядком покидает опасный район и направляется к местам временного размещения, которые выбирают вблизи мест постоянного проживания, например в той части этого же населенного пункта, которая находится вне зоны возможного прохождения селевого потока. В качестве мест временного размещения могут использоваться пригородные для этой цели общественные здания и сооружения (санатории, дома отдыха, школы).

Ввиду того что здания и сооружения, попадающие в зону прохождения селевого потока, как правило, полностью разрушаются, при проведении заблаговременной эвакуации необходимо предусмотреть возможность вывоза из опасной зоны личного имущества граждан.

Население должно находиться в местах временного размещения до прохождения селевого потока либо до отмены штормового предупреждения.

При заблаговременной эвакуации автотранспортом население после оповещения собирает личные вещи и направляется к местам подачи автотранспорта. Если позволяет время, можно эвакуировать людей вместе с личным имуществом.

Спасательные и аварийно-технические группы спасают людей и эвакуируют их в безопасные районы, устраивают проезды, очищают смотровые колодцы и камеры на коммунально-энергетических сетях, восстанавливают дороги, гидротехнические и дорожные сооружения.

### 3.2.6. Экологические последствия оползней

**Оползень** — это отрыв и скольжение верхних слоев почвы вниз по склону под действием силы тяжести. Наиболее часто оползни возникают из-за увеличения крутизны склонов гор, речных долин, высоких берегов морей, озер, водохранилищ и рек при их подмыве водой.

Основными причинами возникновения оползней являются избыточное насыщение подземными водами глинистых пород до текучего состояния, воздействие сейсмических толчков, неразумная хозяйственная деятельность без учета местных геологических условий. Согласно международной статистике, до 80 % оползней в настоящее время связано с деятельностью человека. При этом по склону сползают огромные массы грунта вместе с постройками, деревьями и всем, что находится на поверхности земли (рис. 17).



Рис. 17. Последствия схода оползней

Оползни могут разрушать населенные пункты, уничтожать сельскохозяйственные угодья, создавать опасность при эксплуатации карьеров и добыче полезных ископаемых, повреждать коммуникации, туннели, трубопроводы, телефонные и электрические сети, водохозяйственные сооружения

(главным образом плотины). Кроме того, они могут перегородить плотину, образовать завальное озеро и способствовать наводнениям. Таким образом, наносимый оползнями народнохозяйственный ущерб может быть весьма значительным.

Наиболее действенной защитой от оползней является их предупреждение. Обычно оползень начинается не внезапно: вначале появляются трещины в грунте, разрывы дорог и береговых укреплений, смещаются здания, сооружения, телеграфные столбы, разрушаются подземные коммуникации. При этом очень важно вовремя заметить эти первые признаки и составить правильный прогноз дальнейшего развития оползня. Следует также учитывать, что оползни движутся с максимальной скоростью лишь в начальный период, далее она постепенно снижается.

На оползневых участках организуется постоянное наблюдение за перемещением грунтов, уровнем воды в колодцах, дренажных сооружениях, системах отвода сточных вод, буровых скважинах, реках, водохранилищах, за выпадением и стоком атмосферных осадков. Особенно тщательно такое наблюдение организуется в весенне-осенний периоды, когда выпадает больше всего осадков.

Мероприятия по борьбе с оползнями следует осуществлять с учетом причин их возникновения ([табл. 4](#)).

При возникновении оползня необходимо, во-первых, предупредить население, а во-вторых, по мере осложнения обстановки организовать эвакуацию населения в безопасные районы.

При угрозе оползня, селя или обвала и при наличии времени организуется заблаговременная эвакуация населения, сельскохозяйственных животных и имущества в безопасные места.

При заблаговременной эвакуации перед уходом дом или квартиру необходимо привести в состояние, способствующее ослаблению поражающих факторов стихийного бедствия, предотвращающее возникновение вторичных факторов и облегчающее впоследствии возможные раскопки и восстановление. Поэтому переносимое имущество со двора или балкона надо убрать в дом; наиболее ценное имущество, которое нельзя взять с собой, — укрыть от воздействия влаги и грязи. Двери, окна, вентиляционные и другие отверстия плотно закрываются. Электричество, газ, водопровод выключаются. Легковоспламеняющиеся и ядовитые вещества удаляются из дома и, при возможности, захораниваются в отдаленных ямах или отдельно стоящих погребках. Во всем остальном граждане действуют в соответствии с порядком, установленным для организованной эвакуации.

Если заблаговременное предупреждение об опасности отсутствовало и жители были предупреждены об угрозе непосредственно перед наступлением стихийного бедствия или заметили его приближение сами, каждый из них, не заботясь об имуществе, производит экстренный самостоятельный выход в безопасное место. При этом об опасности должны предупреждаться близкие, соседи, все встреченные по ходу люди.



Для экстренного выхода необходимо знать пути движения в ближайшие безопасные места. Эти пути определяются на основе прогноза наиболее вероятных направлений прихода оползня (селя) к данному населенному пункту (объекту). Естественными безопасными мерами для экстренного выхода являются склоны гор и возвышенностей, не предрасположенные к оползневому процессу или между которыми происходит селеопасное направление. При подъеме на безопасные склоны нельзя использовать долины, ущелья и выемки, поскольку в них могут образовываться побочные русла основного селевого потока. В пути следует оказывать помощь больным, престарелым, инвалидам, детям, ослабшим. Для передвижения по возможности используется личный транспорт, подвижная сельскохозяйственная техника, верховые и вьючные животные.

Таблица 4

*Меры борьбы с оползнями в зависимости от причины их формирования*

Причина оползня	Способ борьбы	Предпринимаемые меры
Изменение напряженного состояния глинистых пород (перепад давления)	Уположивание склонов и откосов	Срезка земляных масс в верхней части откоса и укладка их у подножия для пригрузки в месте ожидаемого выпирания
Подземные воды	Перехват подземных вод выше оползня	Горизонтальный и вертикальный дренаж, сплошная прорезь, дренажная галерея, горизонтальные скважины — дрены
Поверхностные воды	Защита берегов от абразии	Волноотбойные стены. Волноломы подвижные и подводные, завоз пляжного материала
Атмосферные осадки	Регулировка поверхностного стока	Микропланировка. Лотки, кюветы, каналы, дорожки
Выветривание	Защита грунтов поверхности склонов	Одерновка, посев травы, древесные насаждения, замена грунта
Совокупность ряда причин	Механическое сопротивление движению земляных масс. Изменение физико-технических свойств грунтов	Подпорные стены, свайные ряды. Шпунты. Земляные контрбанкетты. Подсушка и обжиг глинистых грунтов, электрохимическое закрепление грунтов
Некоторые виды деятельности человека	Специальный режим в оползневой зоне	Сохранение склонов в устойчивом состоянии. Ограничение в производстве строительных работ. Строгий режим эксплуатации разных сооружений.
Утечка водопроводных и канализационных вод	Обеспечение повышенной надежности	В оползневой зоне трубопроводы устраиваются из труб более прочных материалов или в «рубашке»

В том случае, когда люди, здания и другие сооружения оказываются на поверхности движущегося оползневого участка, следует, покинув помещения, передвинуться по возможности вверх и, действуя по обстановке, остерегаться при торможении оползня скатывающихся с его тыльной части глыб, камней, обломков конструкций, земляного вала, осыпей. Для находящихся на оползне людей большую опасность при высокой скорости представляет сильный толчок, возможный при остановке оползня.

Спасательные работы в районах, где произошли оползни и обвалы, заключаются в поиске и извлечении людей из-под завалов, предоставлении им первой медицинской помощи и эвакуации в стационарные лечебные учреждения. Одновременно устраиваются проезды в завалах, локализуются и гасятся пожары, ликвидируются аварии на газовых и энергетических сетях. После остановки оползня проводится ремонт и восстановление дорог, мостов, линий и средств связи, расчистка улиц от завалов.

### 3.2.7. Экологические последствия ураганов, бурей, смерчей

**Ураган** — это ветер силой до 12 баллов. Его скорость достигает 300 м/с, длина фронта — до 500 км.

Ураган способен пройти путь в сотни километров. Он опустошает все на своем пути: ломает деревья, разрушает строения, создает на побережье волны высотой до 30 м, может быть причиной ливней, а позднее обусловить появление эпидемии (рис. 18). Ураганы (циклоны, тайфуны) имеют сезонную динамику.



Рис. 18. Ураган

**Буря** — разновидность урагана, характеризующаяся меньшей скоростью ветра. Особенно опасны пыльные бури в южных засушливых областях Сибири и европейской части нашей страны, так как вызывают эрозию и выветривание почвы, унос или засыпку посевов, оголение корней.

Основной причиной жертв при ураганах и бурях является поражение людей летящими осколками, падающими деревьями и элементами строений. Непосредственной причиной гибели во многих случаях становится асфиксия от давления, тяжелейшие травмы. У выживших наблюдаются множественные ранения мягких тканей, закрытые или открытые переломы, черепно-мозговые травмы, травмы позвоночника. В ранах часто имеются глубоко проникшие инородные тела (почва, куски асфальта, осколки стекла), что приводит к септическим осложнениям и даже к газовой гангрене.

**Смерч (торнадо)** — вихревое движение воздуха, распространяющегося в виде гигантского черного столба диаметром до сотен метров, внутри которого наблюдается разрежение воздуха, и затягивающего различные предметы (рис. 19).



Рис. 19. Смерч

Скорость вращения воздуха в пылевом столбе достигает 500 м/с. Воздух в столбе поднимается по спирали и затягивает в себя пыль, воду, предметы, людей. Он вырывает деревья с корнями, опрокидывает автомобили, поезда, поднимает в воздух дома или их элементы (крышу, отдельные части), разрушает дома, линии электропередач и связи, здания и сооружения, выводит из строя различную технику. В результате короткого замыкания электросетей возникают пожары, нарушается снабжение электроэнергией, прекращается работа объектов, возможно возникновение других вредных последствий. У погибших наблюдалось опустошение организма, разбитые пустые черепа, сдавленные грудные клетки. Иногда смерч уничтожает целые деревни (рис. 20). За время своего существования он может пройти путь до 600 км, перемещаясь со скоростью до 20 м/с. Иногда смерч движется со скоростью, превышающей скорость звука.



Рис. 20. Последствия смерча

Деятельность органов власти и управления, направленная на предупреждение и смягчение последствий ураганов, смерчей и бурь, включает:

- оповещение населения об угрозе возникновения опасности природного явления;

- определение основного направления распространения урагана, смерча или бури;

- отключение ЛЭП, обесточивание потребителей во избежание замыкания электрических сетей;

- приведение в готовность сил и средств пожаротушения;

- очистку крыш, балконов от посторонних предметов;

- приведение в готовность коммунальных служб;

- приведение в готовность медицинских средств;

- укрепление зданий и сооружений;

- укрытие населения в капитальных строениях, подвалах и убежищах;

- защиту витрин, окон с наветренной стороны;

- проведение противопаводковых мероприятий;

- укрытие, перегон сельскохозяйственных животных в безопасные места;

- закрепление оборудования, техники;

- обучение населения правилам поведения в условиях угрозы и возникновения смерчей, ураганов и бурь;

- прекращение погрузочно-разгрузочных работ, закрепление подъемно-транспортного оборудования;

- швартовку либо вывод в открытое море крупных судов;

- укрытие в протоках, каналах и закрепление судов маломерного флота;

- усиление регулирования и контроля движения на автомагистралях, прекращение движения.

В районах, где часто возникают ураганы, бури или смерчи, здания и сооружения строят из максимально прочных материалов, ставят наиболее прочные опоры линий электропередач и связи. До подхода ураганного ветра

закрепляют технику, отдельные строения, в производственных помещениях и жилых домах закрывают двери, окна, отключают электросети, газ, воду. Население укрывается в защитных или заглубленных сооружениях. После урагана формирования совместно со всем трудоспособным населением объекта проводят спасательные и аварийно-восстановительные работы: спасают людей из заваленных защитных и других сооружений и оказывают им помощь, восстанавливают поврежденные здания, линии электропередач и связи, газо- и водопровода, ремонтируют технику, проводят другие аварийно-восстановительные работы.

### **3.2.8. Экологические последствия сильных снегопадов, заносов, обледенений и лавин**

Сильные снегопады и заносы, обледенения, лавины — примеры проявления сил природы в зимний период. Как правило, такие явления точно прогнозируются, и предупреждение в районы возможного бедствия выдается своевременно.

Резкие перепады температур при снегопаде приводят к появлению наледи и налипания мокрого снега, что особенно опасно для ЛЭП и сети городского электрического транспорта. Для ликвидации последствий привлекается максимальное количество грузового транспорта и средств погрузки снега. Принимаются меры по очистке основных магистралей и налаживанию бесперебойной работы основных предприятий жизнеобеспечения (хлебопекарен, водоканала, канализации).

Снегопады могут продолжаться до нескольких суток, заноса дороги (рис. 21), населенные пункты, приводя к жертвам и прекращению снабжения.



Рис. 21. Снежный занос на городской магистрали

В горных местностях накопление снега ведет к образованию лавин, сход которых приводит к перемещениям значительных масс снега и камней ([рис. 22](#)).



Рис. 22. Сход лавины

Движущаяся масса сметает все на своем пути, что приводит к жертвам, обрывам ЛЭП, разрушениям коммуникаций. Зафиксированы случаи, когда просуществовавшие сотни лет селения были погребены под лавинами (в Швейцарии, на Кавказе). Объем лавины может достигать 2,5 млн м<sup>3</sup>, а скорость — до 100 м/с при давлении в момент удара 60...100 т/м<sup>2</sup> (сухая лавина) или до 20 м/с при давлении в момент удара до 200 т/м<sup>2</sup> (лавина из плотного мокрого снега).

Возникающая при сходе лавины ударная воздушная волна также представляет серьезную опасность (имел место случай переброса железнодорожного вагона на расстояние 80 м, а в Японии в 1938 г. ударная воздушная волна, образовавшаяся при сходе крупной сухой лавины, сорвала второй этаж жилого дома, перенесла его на расстояние 800 м и разбила о скалы).

Лавинные пути, места остановок даже самых редких лавин, места потенциальной лавинной опасности, которая может возникнуть при изменении природной обстановки, — вот что необходимо знать, чтобы защищаться от лавин и избегать их. Проще говоря, на местности и на карте надо провести границу, которая отделяла бы лавиноопасную территорию от той, на которой лавин не бывает. Тогда свободную от лавин территорию можно использовать для любых целей, не опасаясь никаких катастрофических последствий.

Строительные нормы и правила, т. е. те юридические документы, которые регламентирует все виды строительства в нашей стране, прямо запрещают возведение многих сооружений в лавиноопасной зоне, а те объекты, строительство которых иногда разрешается, должны быть соответствующим образом защищены. Таким образом, уже из этих норм и правил вытекает необходимость выявления границ лавиноопасных зон.

Начинают работы обычно с оценок по расчетным формулам, помня при этом, что всякая формула содержит набор неопределенных коэффициентов, которые заведомо расширяют опасную зону. Подход этот не имеет ничего общего с перестраховкой, он отражает отсутствие точной информации о свойствах лавинного тела, что и заставляет вводить в расчетные формулы данные с большим запасом прочности.

На следующем этапе лавинщики «опрашивают немых свидетелей» — изучают места выката лавин, следы их воздействия на рельеф и растительность, выясняют изменения, произошедшие в ландшафте. Очень далекие

выбросы лавин из одного и того же лавиносбора происходят не так часто, поэтому время уничтожает «немых свидетелей»: на месте когда-то сметенного лавиной леса вырастает новый, раны на деревьях затягиваются, а обломки быстро гниют. Только опытный, тренированный глаз может обнаружить следы когда-то сошедших лавин. Дополнительные ценные сведения можно получить у местных жителей и путем аэрофотосъемки местности.

На заключительном этапе в районе будущего строительства организуется снеголавинная станция, которая ведет прямые наблюдения за лавинами, снежным покровом и погодой в соответствии с единым Руководством по гидрометеорологии и контролю природной среды.

Лавиноопасная зона не имеет окончательных границ, которые можно определить раз и навсегда. Со временем любые ранее определенные границы требуют пересмотра. Связано такое обстоятельство с тем, что объем сведений все время возрастает в результате наблюдений, а также с тем, что в горах быстро меняется окружающая обстановка. Изменения происходят весьма быстро, и они очень существенны: горный обвал, оползень, сильный паводок, сель, лесной пожар, землетрясение — все это существенно влияет на характер лавин, меняет дальность и направление их выброса, создает новые участки возникновения лавин.

Сама лавина тоже меняет условия, особенно в той зоне, куда она выкатывается. Представим себе, что из какого-то лавиносбора давно, лет тридцать, не сходила большая лавина. За это время там, где она появлялась в последний раз, вырос лес. И вот наступила благоприятная для образования лавин погода, и в долину с громом понеслась лавина. Она смела вновь выросший лес и успокоилась. Но природа коварна, годы с одинаковыми отклонениями погоды часто образуют группы, поэтому следующая зима тоже оказалась многоснежной, и в долину опять покати́лась большая лавина. Теперь она, несомненно, пройдет гораздо больший путь и уничтожит более старый лес, так как ей уже не придется растрчивать свою энергию на уничтожение леса тридцатилетней давности.

Человек своей деятельностью в горах тоже влияет на жизнь лавин: он сводит лес, подрезает склоны дорогами, в штольнях, пробитых в склонах для добычи руды, производит взрывы. Это все так или иначе сказывается на режиме лавин и требует пересмотра границ лавиноопасных зон.

Самое важное в этой системе — научное обоснование зонирования лавиноопасной территории. Уже сама формулировка подразумевает, что на лавиноопасной территории возможно выделение каких-то дополнительных зон с разной степенью опасности и риска.

Всякого рода границы, проведенные в узкой горной долине, нередко бывают весьма условными. Строители, например, часто требуют от лавинщиков проведения границ лавиноопасных зон разной обеспеченности. Это означает, что в неширокой долине надо показать, куда лавина доходит раз в 100, 50 или 25 лет. Не говоря уже о том, что нет надежных методов для расчета таких границ, разница между их положением на местности будет

измеряться во многих случаях десятками метров, а это может оказаться намного меньше самих строящихся объектов, которые одним концом окажутся в зоне, где лавины сходят раз в 100 лет, а другим — там, где они случаются один раз в 25 лет.

Разумеется, в горах, где не так уж много удобных мест для строительства, иногда приходится ставить сооружение в заведомо лавиноопасных местах. В другом случае этого требуют обстоятельства, связанные с природными факторами (например, выход рудного тела именно в опасной зоне). Не исключается вариант, когда при прокладке дороги лавиноопасный участок просто невозможно обойти. Во всех таких случаях для защиты людей и объектов от лавин принимаются специальные меры.

Вовремя выданный прогноз лавинной опасности, который доведен до сведения всех местных жителей и временных посетителей, приносит несравненно больше пользы, чем любые спасательные работы. Он не может оградить сооружение, но обеспечивает эвакуацию в безопасное место людей и той части имущества, которую можно вывезти с лавиноопасного участка.

Для того чтобы прогноз лавин был надежным и своевременным, на снеголавинных станциях наблюдатели и исследователи в любую погоду проводят комплекс метеорологических наблюдений, по заранее намеченным маршрутам выходят на склоны и в толстом снежном покрове закладывают и описывают шурфы, чтобы уловить слабый слой, грозящий сходом лавины. Наблюдатели регистрируют все лавины, заполняют сведениями о них тетради наблюдений, которые потом будут использованы для статистической обработки, составления кадастра лавин, разработки новых методов лавинных прогнозов. После сильных снегопадов и метелей лавинщики на вертолетах проводят облеты территории для выяснения состояния снежного покрова. В местах возможного схода лавин высаживаются снежные десанты, которые изучают снежную толщу и выявляют ее устойчивость. Нередко непогода и лавины надолго отрезают снеголавинные станции от внешнего мира.

Лавинный прогноз приводит в движение сложный механизм защиты: предприятия готовят эвакуацию и закрытие объектов в опасной зоне; дорожники выставляют знаки, предупреждающие о местах возможного схода лавин, и сосредоточивают технику для расчистки лавинных завалов; энергетики и работники служб связи держат наготове ремонтные бригады; пастухи отгоняют стада в безопасные районы; на туристских базах и в альпинистских лагерях запрещаются все выходы, а ушедшие группы срочно отзываются; наготове находятся спасательные группы и средства их доставки. Этот неполный перечень мероприятий, осуществляемых в связи с лавинным прогнозом, налагает на его составителей огромную ответственность.

Во многих странах, в том числе в России, после объявления прогноза о лавинной опасности в местах, которым угрожают лавины, устанавливаются предупреждающие знаки. Обычно они имеют международные цвета — надписи черным цветом на оранжевом поле: «Лавины!», «Осторожно, лавины!», «Закрыто, лавинная опасность!», «Проезд без остановок, лавины!».



Подготовка и выдача прогноза — это только начальный этап работы существующих во многих странах служб защиты от лавин. В задачу этих служб входит также обязанность дать четкое заключение о состоянии заснеженных склонов. Необходимость подобного заключения тесно связана с прогнозом лавин: отсутствие лавин далеко не всегда означает отсутствие лавинной опасности. Поэтому обязательно проводят проверку устойчивости снега на склоне, пытаясь его сбросить, если он ослаблен, или, наоборот, закрепить, прежде чем разрешить выход людей в опасные зоны. Делается это путем искусственного воздействия на снежный покров.

С 1934 г., после многочисленных экспериментов, на железных дорогах Швейцарии стали применять минометно-артиллерийский обстрел опасных склонов. Этим достигались три цели: лавинщики знали, когда и где сойдет лавина; снег сбрасывался со склона более мелкими порциями, чем в естественной лавине; если же лавина при обстреле не возникала, то была уверенность в стабильном состоянии снега.

Выбор артиллерийской системы для борьбы с лавинами зависит от многих условий, но в любом случае это должно быть орудие мобильное, легкое, приспособленное для стрельбы на пересеченной местности и по закрытым целям, а вернее, через гребни гор. Система должна быть надежна в обращении, максимально безопасна, иметь дальность стрельбы порядка 2...3 км, высокую точность, мощный заряд, не дающий много осколков, обеспечивать взрыв над поверхностью снежного покрова, снаряд должен самоликвидироваться. Стандартной артиллерийской системы, отвечающей всем этим требованиям, нет, ближе всего к ним подходит миномет, несколько хуже показатели безоткатного орудия, так как оно дает опасный выброс газов назад, так называемый чаффер, которым был убит один из американских лавинщиков, имевший большой опыт обращения с этим оружием.

Для искусственного спуска лавин, проверки устойчивости снега на склоне и его закрепления, кроме артиллерийских систем, применяются заряды взрывчатых веществ. Снаряд, мина или ракета долетают до опасного склона в считанные секунды, а заряд взрывчатки лавинщик доставляет туда на собственной спине, но зато он может уложить его точно в предназначенное место. Кроме того, такой способ воздействия на снег намного дешевле. Все это в ряде случаев делает взрывчатку более удобным средством искусственного регулирования лавин. Особенно удобно ее применение в горнолыжных центрах, где к услугам лавинщиков есть подъемники, которые быстро доставляют их к местам закладки зарядов и где стрелять из неточных и дающих много осколков артиллерийских систем весьма опасно. Взрывчатка, конечно, также требует величайшей осторожности и специальной подготовки, верного глаза и твердой руки. Там, где нет подъемников, использование взрывчатки для борьбы с лавинами — дело очень трудоемкое. Для спуска одной лавины иногда требуется целый день, который лавинщик тратит в основном на подъем на склон. С этим обычно сталкиваются лавинщики, обеспечивающие безопасность горных дорог. В последнее время

для доставки лавинщиков или сбрасывания зарядов в нужных местах используются вертолеты, но их применение лимитируется погодой и высокой стоимостью полетных часов.

За последние 10—15 лет лавинщики предлагали много других способов регулирования лавин. Один из них состоит в предварительном минировании зон зарождения лавин, с тем чтобы производить взрывы в нужное время простым нажатием кнопки. Один из вариантов этой идеи заключался в том, что в зоне зарождения лавин предполагалось устанавливать специальные емкости, куда в нужное время подаются два газа, образующие взрывчатую смесь. Смесь взрывается дистанционно электрической искрой.

Стратегия использования методов искусственного регулирования лавин определяется характером объекта, который надо защищать. Если это поля для лыжного катания, то главное — выявить устойчивость снега и затем постараться его стабилизировать, а снег на окружающих склонах и подходах спускать малыми порциями путем обстрела. Защита дороги требует регулярного сбрасывания лавин малыми порциями в течение всей зимы, с тем чтобы можно было быстро убирать завалы с полотна дороги и предотвратить сход больших лавин весной. Казалось бы, такую же стратегию защиты можно применять и для объектов, в которых временно или постоянно проживают люди. Однако многолетний швейцарский опыт показал, что могут возникнуть такие сложные и необычные метеорологические условия, во время которых образуются не контролируемые обстрелом лавины.

Стратегия защиты от лавин многих объектов, но особенно тех, в которых временно или постоянно могут находиться люди, состоит в строительстве специальных противолавинных сооружений, которые призваны обеспечить полную безопасность. Жители гор издавна научились использовать естественный рельеф для защиты от лавин и создания убежищ, где можно укрыться в лавинную непогоду. Эти формы рельефа и подсказали горцам пути борьбы с лавинами.

В Альпах и на Кавказе жители гор с давних пор врезали заднюю стену дома в крутой склон, а крышу сооружали плоской, с тем чтобы беспрепятственно пропустить лавину.

Отсюда было недалеко и до следующего шага — сам дом строился так, что стена, обращенная к склону, конструировалась в виде утюга, заостренный конец которого встречал и рассекал лавину на две части, скользящие вдоль его стенок, не причиняя вреда зданию.

Таким образом, чтобы защититься от лавин, человек стремился свои сооружения как бы вписать в горный ландшафт, стараясь не создавать препятствий на пути лавин или придавать сооружениям форму наименьшего сопротивления лавине. Говоря современным языком, была создана система прямой защиты объектов, когда защитная конструкция совмещена с защищаемым сооружением. Эта система и сейчас используется в практике противолавинного строительства, но уже в современной манере и из новых строительных материалов ([рис. 23](#)).

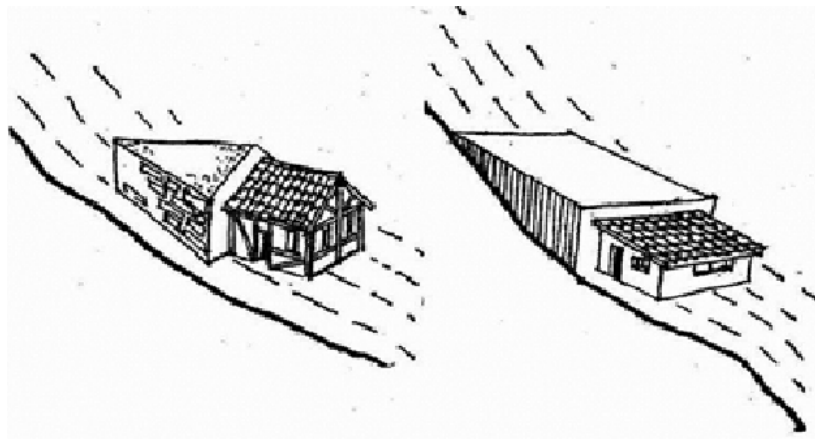


Рис. 23. Совмещение защитной противолавинной конструкции с сооружением

Уже давно делаются попытки вообще предотвратить лавину, т. е. найти способ удержать снег на склоне. Так возник метод застройки склонов системами снегоудерживающих сооружений. Это в общем довольно простые конструкции, напоминающие обычные заборы и изгороди. Они разбивают снежный покров поперек склона на отдельные участки, и каждый забор удерживает только вышележащий участок до следующего забора. Если сооружения поставлены правильно и учтены все местные особенности, то работают они очень эффективно.

Снег и лавины подвергают снегоудерживающие сооружения суровым испытаниям. Неудовлетворительная работа отдельных сооружений является результатом плохого инженерного решения, когда не учитываются многие местные географические условия и их изменения в результате воздействия сооружений на окружающую среду. Так, на одной из железных дорог на востоке нашей страны однажды на полотно сошла лавина из снегобетона. Вместе со снегом обрушились установленные на склоне снегоудерживающие сооружения из бетона. На одном из склонов западного Тянь-Шаня метели быстро замели недостаточно высокие заборы, и лавины прекрасно сходили поверх них. Проектировщики не учли, что противолавинные заборы при метелях работают как ловушки для снега. Снег коварен и изменчив, он прикидывается то жестким материалом, то вязкой жидкостью, то сухим сыпучим песком. За десятки лет работы снегоудерживающих сооружений он может принять множество обликов. Исключительная важность продуманной и надежной установки снегоудерживающих сооружений диктуется также их высокой стоимостью и большой трудоемкостью их строительства.

Там, где в лавинообразовании большая роль принадлежит метелям, используют такие конструкции, которые перехватывают метелевый снег, препятствуя его накоплению на опасном склоне, предотвращают образование на гребнях гор снежных карнизов или создают в зоне зарождения лавин зоны выдувания снега. Для перехвата снега во время метели используют обычные снегозадерживающие щиты, которые можно часто видеть зимой вдоль дорог, только в горах они обычно повыше. Щиты ставят на том склоне, с которого снег переносится в лавиносбор.

Важная защитная роль при сходе лавин принадлежит лесу как естественному барьеру на их пути.

В лесу лавины не образуются: деревья разбивают снежный покров на отдельные участки и давление сползающего по склону снега принимают на себя. Вот почему на крутых залесенных склонах можно часто увидеть изогнутые, как лук, в нижней части стволы деревьев, направленные выпуклой стороной вниз по склону. Это результат длительного, из зимы в зиму, нажима снежной толщи. Такой лес называют саблевидным.

Правда, и здесь бывают исключения, связанные с необычным разнообразием свойств снега. Исключительно сыпучий «дикий» снег, состоящий из мельчайших ледяных иголок, может в негустом лесу образовать небольшую лавину. Также редчайшим исключением является невероятный по толщине снежный покров, который смог перекрыть лес с деревьями семиметровой высоты, в результате чего лавины сходили поверх леса.

Конечно, не от каждой лавины можно избавиться посадкой леса: в том случае, когда зона зарождения лежит выше верхней границы леса, могут помочь только противолавинные сооружения.

Лавинщики и проектировщики подходят к выбору комплекса конструкций и средств при защите объектов от лавин с нестандартными мерками, так как знают, что они не прощают формального решения. Самый надежный подход — комплексный. Есть такие объекты, для защиты которых используется весь арсенал средств — от зонирования территории и прогноза лавин до строительства противолавинных сооружений и посадок леса. Кроме поиска рационального и надежного решения проблемы защиты, лавинщики и проектировщики сейчас пытаются учесть проблему охраны окружающей среды. Для этого подбираются такие сочетания средств защиты и комплексы сооружений, которые наилучшим образом сочетаются с горным ландшафтом, не столько нарушая, сколько восстанавливая то, что когда-то разрушили человек и белая смерть. Пожалуй, правильно будет считать конечной задачей защитных мер восстановление долавинного ландшафта.

### 3.2.9. Экологические последствия наводнений

**Наводнение** — временное затопление значительной части суши водой в результате действия природных сил ([рис. 24](#)).

Наводнения можно разделить на несколько групп в зависимости от причин, их вызывающих:

1. Вызванные выпадением обильных осадков или обильным таянием снега, ледников. Это ведет к резкому подъему уровня рек, озер, образованию заторов. Прорыв заторов и плотин может привести к образованию волны прорыва, характеризующейся стремительным перемещением огромных масс воды и значительной высотой.

2. Возникающие под воздействием нагонного ветра. Они характерны для прибрежных районов, где имеются устья крупных рек, впадающих в море.

Нагонный ветер задерживает продвижение воды в море, что резко повышает уровень воды в реке. И как следствия наводнений — огромные материальные потери и жертвы.

3. Вызванные подводными землетрясениями. Они характеризуются появлением гигантских волн большой длины — цунами. Скорость распространения цунами может достигать 1000 км/ч. Высота волны в области ее возникновения не превышает 5 м. Но при приближении к берегу крутизна цунами резко растет, и волны с огромной силой обрушиваются на побережье. У плоских побережий высота волны не превышает 6 м, а в узких бухтах достигает 50 м (туннельный эффект). Продолжительность действия цунами до 3 ч, а поражаемая ими береговая линия достигает длины 1000 км.



Рис. 24. Последствия наводнения

Наводнения различаются также по размерам и масштабам убытка:

1. Низкие (малые) наводнения. Наблюдаются в основном на равнинных реках и повторяются примерно один раз в 5—10 лет. При этом затопляется менее 10 % сельхозугодий, расположенных в низинных местах. Такие наводнения наносят незначительный материальный ущерб и почти не нарушают ритма жизни населения.

2. Высокие наводнения. Сопровождаются значительным затоплением, охватывают сравнительно большие участки местности, существенно нарушают хозяйственную деятельность и установленный ритм жизни. Иногда приходится временно эвакуировать население. Материальный и моральный ущерб значительны. Происходят один раз в 20—25 лет.

3. Выдающиеся наводнения. Они охватывают целые речные бассейны, парализуя хозяйственную деятельность, нанося большой материальный и моральный ущерб. Очень часто приходится прибегать к массовой эвакуации населения и материальных ценностей. Повторяются примерно один раз в 50—100 лет.

4. Катастрофические наводнения. Вызывают затопления громадных территорий в пределах одной или нескольких речных систем. Хозяйственная деятельность полностью парализуется. Резко изменяется жизненный уклад населения. Материальный ущерб огромен. Наблюдаются случаи гибели людей. Случаются один раз в 100—200 лет и реже.

В структуре санитарных потерь при наводнениях преобладают травмы (переломы, повреждения суставов, позвоночника, мягких тканей). Зафиксированы случаи заболеваний в результате переохлаждения (пневмония, ОРЗ, ревматизм, утяжеление течения хронических болезней), появления жертв от ожогов (из-за разлитых и загоревшихся на поверхности воды ЛВГЖ). Наиболее частыми последствиями среди населения становятся психоневрозы, кишечные инфекции, малярия, желтая лихорадка. Особенно велики человеческие жертвы на побережьях при ураганах и цунами, а также при разрушении плотин и дамб (более 93 % утонувших).

Частыми спутниками наводнений являются крупномасштабные отравления. Из-за разрушения очистных сооружений, складов с АХОВ и другими вредными веществами происходит отравление источников питьевой воды. Не исключено развитие обширных пожаров при разлиии ЛВГЖ (бензина и других горючих жидкостей легче воды) по поверхности воды.

К индивидуальным мерам профилактики наводнений можно отнести следующие:

- возведение капитальных строений, способных выдержать удары волн;
- обучение всех членов семьи плаванию;
- наличие лодок (обычной и надувной);
- знакомство с топографически возвышенными точками в близкорасположенной местности;
- знание способов и форм оповещения о приближающемся стихийном бедствии;

обваловывание мешками с землей, земляным валом жилого дома и др.

Лицам, имеющим лодки, нужно принять меры по увеличению их плавучести. Наиболее безопасна лодка, по краю которой с наружной стороны навешен надувной кранец («чулок», набитый надувными футбольными камерами, пенопластом, пластиковыми бутылками), прикрученный к борту через каждые 30...40 см прочной веревкой. Благодаря кранцу лодку гораздо труднее перевернуть. Даже если забираться в лодку со стороны борта, ее невозможно утопить: полная воды, она будет держаться на поверхности.

В крайнем случае можно спастись предметами, обладающими положительной плавучестью — на связанных друг с другом мешках, набитых пластиковыми бутылками, фляжками, канистрами, полыми детскими игрушками, резиновыми мячами, автомобильными камерами и т. п.

При наводнениях экстренно восстанавливают подъездные пути и мосты, доставляют пострадавшим питание и одежду, возводят дополнительные насыпи, водоотводные каналы и дамбы, заделывают бреши и размывы в существующих дамбах, спасают производственное оборудование, ликвидируют повреждения коммунально-энергетических сетей, проводят работы по краткосрочному восстановлению зданий и сооружений.

После схода воды следует остерегаться порванных и провисших электрических проводов, поврежденных газовых магистралей. Перед входом в дом необходимо убедиться, что его конструкция не расшаталась под

ударами водной стихии. Найденные в воде продукты для приготовления пищи использовать нельзя, равно как и саму паводковую воду. При отсутствии воды следует вычерпать до дна ближайший грунтовый колодец и дожидаться, когда он заполнится вновь почвенной водой.

Наводнение в определенной степени поддается прогнозированию, что позволяет заблаговременно спланировать и осуществить комплекс предупредительных мер и тем самым создать благоприятные условия для ведения спасательных работ.

Основными способами защиты населения от поражающих факторов наводнений и катастрофических затоплений являются эвакуация населения из затопляемых районов, размещение людей на незатопляемых участках местности и верхних этажах неразрушаемых зданий и сооружений, проведение в короткие сроки аварийно-спасательных работ и мероприятий по усилению гидротехнических защитных сооружений, а также других неотложных работ.

Главная цель аварийно-спасательных работ в условиях наводнений и катастрофических затоплений — поиск, оказание помощи и спасение людей, оказавшихся в зоне затопления, в возможно короткие сроки, обеспечивающие их выживание в условиях складывающейся обстановки.

Основными требованиями к организации и проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ в условиях наводнений и катастрофических затоплений являются:

- организация и проведение указанных работ в пределах всей зоны затопления и в зоне возможного затопления в короткие сроки, обеспечивающие выживание пострадавших, а также снижение материального ущерба;

- применение соответствующих сложившейся обстановке, обеспечивающих наиболее полное и эффективное использование возможностей спасательных сил и средств, безопасность спасателей и пострадавших способов спасения пострадавших, а также способов защиты людей и объектов.

Успех проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в условиях наводнений и катастрофического затопления достигается:

- проведением планомерной и заблаговременной подготовки органов управления и подразделений войск гражданской обороны, поисково-спасательных отрядов и служб к ведению аварийно-спасательных и других неотложных работ в условиях наводнений и катастрофических затоплений с учетом риска их возникновения и характера возможной обстановки;

- быстрым реагированием на возникновение угрозы и непосредственно бедствия, проведением в готовность и выдвижением необходимых сил и средств, организацией эффективной разведки и развертывания системы управления;

- всесторонней оценкой обстановки, принятием обоснованного решения на выполнение поставленной задачи, организацией действий подразделений соответственно их предназначению, возможностям и сложившейся обстановке;

созданием необходимой группировки сил, организацией ввода ее на участки (секторы) и объекты работ, организацией согласованных действий разведки, спасательных подразделений, медицинских сил и средств и подразделений обеспечения в ходе выполнения аварийно-спасательных и других неотложных работ;

непрерывным ведением аварийно-спасательных и других неотложных работ до полного их завершения;

применением эффективных способов и технологий поиска и спасения пострадавших, а также способов защиты населения и хозяйственных объектов;

непрерывным и твердым управлением действиями подразделений, формирований и служб;

неуклонным выполнением требований безопасности ведения работ в зоне затопления;

организацией эффективного медицинского обеспечения;

организацией и поддержанием эффективного обеспечения ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Спасательные работы в условиях наводнений и катастрофических затоплений включают:

поиск пострадавших;

обеспечение доступа спасателей к пострадавшим и их спасение;

оказание пострадавшим первой медицинской помощи;

эвакуацию пострадавших из зоны опасности.

Неотложные аварийные работы в условиях наводнений и катастрофических затоплений предполагают:

укрепление (возведение) ограждающих дамб и валов;

возведение водоотводных каналов;

ликвидацию заторов и зажоров;

оборудование причалов для спасательных средств;

проведение мероприятий по защите и восстановлению дорожных сооружений;

восстановление энергоснабжения;

локализацию источников вторичных поражающих факторов.

Инженерное обеспечение организуется и осуществляется в целях создания подразделениям условий для полного и своевременного выполнения поставленных задач в зоне затопления, повреждения и разрушения дорог и дорожных сооружений. Вести спасательные работы необходимо с использованием различных видов плавучих средств. Осуществляются мероприятия по локализации затопления местности и другие неотложные мероприятия по защите населения и хозяйственных объектов.

Инженерное обеспечение в этих условиях включает:

инженерную разведку зоны затопления, участков и объектов ведения спасательных работ в зоне затопления, дорог и дорожных сооружений, а также состояния гидротехнических сооружений;

оборудование и содержание причалов и мест погрузки и выгрузки пострадавшего населения;



обеспечение спасательных работ необходимыми плавучими средствами и средствами спасения;

восстановление по временным схемам и содержание дорог и дорожных сооружений;

очистку воды и оборудование источников водоснабжения;

наводку и содержание переправ (при необходимости);

проведение взрывных работ по разрушению заторов, зажоров льда, оползней и обвалов грунта и горных пород;

организацию и проведение мероприятий по усилению, временному восстановлению и возведению новых гидротехнических сооружений.

При организации инженерного обеспечения командир бригады (полка) гражданской обороны указывает:

задачи инженерной разведки;

задачи по инженерному обеспечению спасательных работ в зоне затопления (обеспечению спасательных групп плавсредствами, оборудованию причалов, наводке переправ, мест развертывания медицинских пунктов);

задачи по обеспечению работы системы управления и тыла (оборудование пунктов управления и районов размещения тыла; содержание маршрутов подвоза материальных средств и эвакуации);

задачи по локализации зоны затопления (возведению, усилению или восстановлению гидротехнических сооружений);

сроки выполнения мероприятий;

порядок связи и информации;

Материально-техническое обеспечение при ведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в условиях наводнения или катастрофического затопления организуется и осуществляется в целях своевременного и полного удовлетворения потребностей в спасательных средствах, технике, горюче-смазочных материалах, медикаментах, материалах и других материально-технических средствах, необходимых для выполнения спасательных работ в зоне затопления, а также продовольствии, воде и материальных средствах, необходимых для жизнеобеспечения пострадавшего населения.

### **3.3. НАРУШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ**

#### **3.3.1. Последствия аварий и катастроф на пожаро- и взрывоопасных объектах экономики**

К пожаро- и взрывоопасным объектам экономики (ОЭ) относится большинство элементов хозяйственного комплекса страны. Источниками пожаров и взрывов являются: емкости с легковоспламеняющимися, горючими или ядовитыми веществами; склады взрывоопасных и сильно дымящих составов; взрывоопасные технологические установки, коммуникации, разрушение которых приводит к пожарам, взрывам и загазованности территории; железные дороги и др.

При этом прогнозируются последствия:  
утечек газов и распространения токсичных дымов;  
пожаров и взрывов в колодцах, цистернах и других емкостях;  
нарушений технологических процессов, особенно связанных с вредными веществами или опасными методами обработки;  
воздействия шаровых молний, статического электричества;  
взрывов паров ЛВГЖ;  
нагрева и испарения жидкостей из емкостей и поддонов;  
рассеивания продуктов горения во внутренних помещениях;  
токсического воздействия продуктов горения и других реакций;  
тепловой радиации при пожарах;  
распространения в строениях пламени и огневого потока в зависимости от расположения стен и внутренней планировки.

Большинство пожаров обусловлено горением твердых материалов, хотя начальная стадия пожара обычно связана с горением жидких и газообразных горючих веществ, которых в современном производстве предостаточно. Образование пламени связано с газообразным состоянием вещества. Даже при горении твердых или жидких веществ происходит их переход в газообразное состояние. Этот процесс перехода для жидких веществ заключается в простом кипении с испарением у поверхности, а для твердых — с образованием продуктов достаточно низкой молекулярной массы, способных улетучиваться с поверхности твердого материала и попадать в область пламени (явление пиролиза).

Из-за воздействия так называемого светового импульса происходит возгорание или устойчивое горение конкретных материалов. Возможная пожарная обстановка оценивается комплексно с учетом воздействия ударной волны и величины светового импульса, огнестойкости сооружений, категории их пожаро- и взрывоопасности.

Часто причиной пожаров и взрывов является образование топливо-, паро- или пылевоздушных смесей. Такие взрывы возникают как следствие разрушения емкостей с газом, коммуникаций, агрегатов, трубопроводов или технологических линий. Особенно опасными потенциальными источниками взрывов могут оказаться предприятия высокой пожаро- и взрывоопасности категорий А и Б. При разрушении агрегатов или коммуникаций не исключается истечение газов или сжиженных углеводородных продуктов, что приводит к образованию взрыво- или пожароопасной смеси. Взрыв такой смеси происходит при определенной концентрации газа в воздухе. Например, если в 1 м<sup>3</sup> воздуха содержится 21 л пропана, то возможен взрыв, если 95 л — возгорание.

Значительное число аварий связано с разрядами статического электричества. Одной из причин этого является электризация жидкостей и сыпучих веществ при их транспортировке по трубопроводам, когда напряженность электрического поля может достичь 30 кВ/см. Необходимо учитывать, что разность потенциалов между телом человека и металлическими частями оборудования может достигать десятков киловольт.

Сильным взрывам пылевоздушной смеси (ПлВС) обычно предшествуют локальные хлопки внутри оборудования, при которых пыль переходит во взвешенное состояние с образованием взрывоопасной концентрации. Поэтому в закрытых аппаратах необходимо создавать инертную среду, обеспечивать достаточную прочность аппарата и наличие противоаварийной защиты. До 90 % аварий связано с взрывом парогазовых смесей (ПрГС), при этом до 60 % таких взрывов происходит в закрытой аппаратуре и трубопроводах.

Ацетилен в определенных условиях способен к взрывному разложению при отсутствии окислителей. Выделяющейся при этом энергии (8,7 МДж/кг) достаточно для разогрева продуктов реакции до температуры 2800 °С. При взрыве скорость распространения пламени достигает нескольких метров в секунду. Но для ацетилена возможен вариант, когда часть газов сгорает, а остальная сжимается и детонирует. В этом случае давление может вырасти в сотни раз. Температура самовоспламенения ацетилена зависит от его давления.

Наиболее опасны в эксплуатации аппараты и трубопроводы высокого давления ацетилена (0,15...2,5 МПа), так как при случайных перегревах может возникнуть взрыв, переходящий при большой длине трубопровода в детонацию. Максимальная скорость распространения пламени при горении ацетилено-воздушной смеси, содержащей 9,4 % ацетилена, составляет 1,69 м/с. Смесь ацетилена с хлором и другими окислителями может взрываться под действием источника света. Поэтому к зданиям, где используется ацетилен, запрещается делать пристройки для производства хлора, сжижения и разделения воздуха.

При ликвидации последствий аварии на взрыво- и пожароопасных объектах осуществляют следующие мероприятия:

- поиск пострадавших;
- определение масштабов, степени и характера повреждений зданий и сооружений;
- определение мест аварий на коммунально-энергетических и технологических сетях, угрожающих жизни пострадавших и затрудняющих проведение спасательных работ;
- отключение поврежденных участков магистральных и разводных коммунально-энергетических и технологических сетей;
- расчистку магистральных маршрутов движения;
- расчистку подъездных путей к объекту ведения работ;
- расчистку площадок для расстановки техники на объекте ведения работ;
- обрушение (укрепление) строительных конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом или затрудняющих проведение спасательных работ;
- фиксацию завалов от смещения;
- высвобождение пострадавших (погибших) из-под завалов;
- оказание пострадавшим первой медицинской помощи и врачебной помощи на месте;
- эвакуацию пострадавших в стационарные лечебные учреждения;
- оборудование мест для свалки строительного мусора;
- регистрацию погибших (или их захоронение).

Наиболее ответственными технологическими операциями являются поиск пострадавших в завалах и их извлечение.

Операция поиска пострадавших осуществляется, как правило, комбинированным способом с применением поисковой аппаратуры и специально подготовленных собак. Использование акустической аппаратуры дает возможность обнаружить пострадавших на глубине 5...8 м.

С помощью специально подготовленных собак осуществляется поиск пострадавших в завалах на глубине 3...5 м от его поверхности.

При проведении спасательных работ в кирпичных и шлакоблочных завалах рекомендуется использовать два способа производства работ: способ пробивки горизонтальных галерей и откопки вертикальных колодцев в завале; способ последовательно-поэтапной горизонтальной разборки завала.

Наиболее эффективным способом высвобождения пострадавших из-под обломков является способ пробивки горизонтальных галерей и откопки вертикальных колодцев в теле завала. Используя, где это возможно, естественные полости, спасатели, дробя строительный камень, расширяют и укрепляют проходы внутри завала.

Способ последовательно-поэтапной горизонтальной разборки завала применяется при проведении спасательных работ в завалах, образовавшихся при разрушении двух-, трехэтажных зданий, имеющих сложную конфигурацию в плане (замкнутого четырехугольника, П-образную и т. п.). Способ заключается в пробивке горизонтального прохода от периферии к центру завала шириной несколько метров и глубиной от уровня пола подвального помещения до поверхности завала. Вначале автомобильным краном грузоподъемностью 10...16 т из завала выбираются выходящие на поверхности железобетонные плиты межэтажных перекрытий и другие крупногабаритные элементы завала, которые грузят на самосвалы (складируют в отвал). Затем автопогрузчиком выбирают мелкие фракции, начиная с нижней кромки завала. Указанные операции повторяют до тех пор, пока не освобождают достаточно свободный доступ к пострадавшему. Для того чтобы предотвратить возможную подвижку тела завала, используют средства малой механизации. Следует отметить, что данный способ применяют не только в целях спасения людей, но и расширения фронта спасательных работ.

При проведении спасательных работ в завалах, образовавшихся при разрушении каркасных и полносборных каркасно-панельных зданий и сооружений, наиболее широко используются два способа высвобождения пострадавших из-под обломков: способ последовательно-поэтапной разборки завала и способ, основывающийся на расширении системы естественных полостей.

Способ последовательно-поэтапной разборки заключается в снятии (как правило, с предварительной резкой мешающей арматуры) верхнего слоя различных строительных конструкций и погрузки их в самосвалы (складирование в отвал), освобождении нижележащих конструкций от мелкой фракции завала, резки арматуры и снятии очередного слоя конструкций. Указанные операции повторяются до тех пор, пока не будет обеспечен достаточный

доступ к пострадавшему. Далее, чтобы предотвратить возможную подвижку тела завала, используются средства малой механизации. Данный цикл работ повторяется вплоть до полной очистки подвального помещения.

Способ, основывающийся на расширении системы естественных полостей, заключается в поиске, приспособлении и расширении естественных полостей в завале в целях доступа к пострадавшим и высвобождения из-под обломков без непосредственной разборки завала. При осуществлении данного способа наиболее эффективными являются средства малой механизации для резки арматуры, бетона и пробивки отверстий в бетоне. Этот способ широко используется нашими спасателями.

Практика проведения спасательных работ показала, что наиболее эффективным является комбинированное применение на одном объекте двух вышеизложенных способов высвобождения пострадавших из-под обломков.

Определенную сложность представляет извлечение пострадавших с верхних этажей частично разрушенных и поврежденных зданий.

Поскольку во многих случаях повреждение зданий проявляется в обрушении лестничных маршей и лестничных пролетов, извлечение пострадавших возможно только путем использования пожарных автолестниц, автовышек, а в отдельных случаях при помощи спасателей-альпинистов и вертолетов.

Среди средств малой механизации, используемых для подъема строительных конструкций, наиболее эффективными являются пневматические домкраты-подушки, а также гидравлические домкраты. Подъемная сила, создаваемая подушками различной конструкции, изменяется от нескольких сотен килограммов до 150 тс, наибольшее перемещение может достигать 60 см. Важнейшим преимуществом является то, что для подведения их под поднимаемый объект необходимо свободное пространство толщиной всего около 2 см.

Грузоподъемность гидравлических домкратов с ручным приводом может составлять до 200 тс при длине хода до 555 см.

Для раздвигания препятствий используют комплекты, включающие расширители, ножницы, компрессор (или баллон со сжатым газом). При помощи комплекта выполняют две основные операции: расширение щели или объема до размеров, необходимых для спасения пострадавших, и резку металлических конструкций, препятствующих извлечению пострадавших.

Среди инженерной техники для этих целей применяются те средства, технические характеристики которых соответствуют основным параметрам образовавшихся завалов (высота и площадь завала, объемно-весовые характеристики элементов завала).

Для кранов первостепенное значение имеют такие характеристики, как мобильность, транспортабельность, грузоподъемность, вынос стрелы с максимальным грузом. Лучше всего использовать автомобильные гидравлические краны большой грузоподъемностью (10...40 тс) и оборудованные гуськом.

После окончания работ по устройству лаза и креплению прохода спасатели приступают к освобождению людей. В первую очередь определяется состояние пострадавшего и степень его травмирования. Затем освобождаются придавленные или зажатые части тела с одновременным наложением жгутов и сдавливающих повязок, очищаются полости рта и носа, руками удаляются от пострадавшего мелкие обломки, мусор, щебень. В зависимости от физического состояния пострадавшего выбирается способ его извлечения и транспортировки.

Травмами, характерными для людей, попавших в завалы, являются переломы, ушибы, сотрясение мозга. Специфической травмой считается длительное сдавливание мышц и внутренних органов — синдром длительного сдавливания. При освобождении сдавленного участка тела и восстановлении кровообращения в организм поступает огромное количество токсинов. Перераспределение токсинов и плазмы крови приводит к угнетению деятельности всех систем организма и является причиной смерти пострадавшего в первые минуты после освобождения из-под завала.

Одновременно с образованием токсических веществ в пораженных мышцах образуются молекулы миоглобина. Вместе с кровью они попадают в почки, повреждают их канальцы, что вызывает смерть от почечной недостаточности.

Для сохранения жизни пострадавшего при длительном сдавливании тканей необходимо еще до освобождения ввести ему в кровь плазмодержащие растворы, дать обильное теплое питье, наложить на поврежденные места холод. Сразу после освобождения следует туго перебинтовать сдавленную поверхность, что обеспечит уменьшение отека и ограничит объем перераспределяемой плазмы.

Независимо от наличия или отсутствия поврежденных конечностей накладываются шины, применяется холод, обезболивающие средства, оперативно должен решаться вопрос о доставке пострадавшего в лечебное учреждение, обязательно имеющее аппарат «искусственная почка».

Для руководителя спасательных работ важно знать точное время разрушения здания (т. е. начала сдавливания), так как в течение первых двух часов последствия этой травмы носят обратимый характер и неопасны для человека. За это время спасатели должны освободить как можно больше людей.

Рациональной методикой оказания помощи пострадавшим при синдроме длительного сдавливания является следующая.

В течение первых двух часов после начала катастрофы необходимо мобилизовать все силы и средства на освобождение пострадавших от сдавливания, что обеспечит сведение до минимума развития токсикоза.

По истечении двух часов всех пострадавших нужно разделить на две группы (с легкой и тяжелой формами травм). Характер травмы определяется по массе сдавленных тканей и общему состоянию пострадавшего.

Пострадавших с легкой формой травмы следует направить в лечебное учреждение.

Пострадавших с тяжелой формой травмы необходимо освобождать от сдавливания так, чтобы не стимулировать кровообращение в поврежденных тканях на период транспортировки.

Оказывать помощь нужно не спеша, последовательно выполняя обезболивание. Следует ввести в организм плазмодержащие растворы, применяя обильное питье, бинтование пораженной конечности, охлаждение, жгут, шины.

Тяжелобольные нуждаются в проведении реанимационной терапии, хирургии, должны направляться в стационарные лечебные учреждения. Если транспортировать тяжелобольного в лечебное учреждение невозможно, то следует принять решение об ампутации конечности на месте, получив на то согласие пострадавшего.

Данная методика позволяет предупредить развитие токсикоза и спасти жизнь большому числу пострадавших.

В зоне ЧС остаются частично разрушенные здания и сооружения. Они представляют собой потенциальную опасность по причине возможного внезапного обрушения. В связи с этим руководитель спасательных работ после тщательной проведенной инженерной разведки принимает решение об их укреплении или обрушении. Конструкции частично разрушенных зданий могут быть укреплены специальными приспособлениями — упорами, подпорками, распорками. Обрушение осуществляется с помощью шаромолота, тягового устройства (лебедки, трактора, машины) или взрыва. Категорически запрещается производить обрушение с использованием крана.

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы ведутся, как правило, непрерывно, днем и ночью, в любую погоду. При крупных авариях и катастрофах, больших объемах работ и в сложных условиях организуются в две-три смены. При постановке задач ночным сменам предусматривается, что темп работ ночью должен быть таким же, как и в дневных условиях, но, учитывая более сложные условия, заданный объем работ соответственно уменьшается. Смена формирований (подразделений) производится непосредственно на рабочих местах. При этом тяжелая инженерная техника обычно не выводится, а передается подразделению (формированию), прибывшему на смену, непосредственно на месте работ.

Аварийно-спасательные работы считаются законченными после извлечения из-под завалов последнего пострадавшего и оказания ему медицинской помощи. По продолжительности они могут длиться до 3...5 сут.

ЧС считается ликвидированной, когда она устранена или снижена до приемлемого уровня жизни и здоровья людей, когда локализовано или подавлено воздействие поражающих факторов, организовано первоочередное жизнеобеспечение населения.

Решение о завершении аварийно-спасательных работ и переходе соответствующих подсистем и звеньев РСЧС на режим повседневной деятельности принимает руководитель работ или комиссия по ЧС, осуществляющие руководство ликвидацией ЧС.

### **3.3.2. Последствия аварий и катастроф на объектах химической и нефтехимической промышленности**

К химически опасным объектам (ХОО) относятся:

заводы и комбинаты химических отраслей промышленности, а также отдельные установки (агрегаты) и цеха, производящие и потребляющие АХОВ;

заводы (комплексы) по переработке нефтегазового сырья;

производства других отраслей промышленности, использующие АХОВ (целлюлозно-бумажной, текстильной, металлургической, пищевой и др.);

железнодорожные станции, порты, терминалы и склады на конечных (промежуточных) пунктах перемещения АХОВ;

транспортные средства (контейнеры и наливные поезда, автоцистерны, речные и морские танкеры, трубопроводы и др.).

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

ОЭ химической и нефтехимической промышленности характеризуются огромным количеством самых разнообразных пожаро- и взрывоопасных процессов, а применяемые вещества с высокой токсичностью нарушают обычный состав атмосферного воздуха.

Многие химические процессы протекают при высоких температурах и давлениях, с использованием большого количества взрыво- и пожароопасных веществ. Даже незначительные изменения параметров технологического процесса могут привести к резкому изменению скорости реакций или развитию побочных процессов с последующим взрывом в аппаратуре, коммуникациях или помещении.

Поэтому неукоснительное выполнение мер безопасности, соблюдение технологического процесса и режимов работы, а также грамотная эксплуатация оборудования имеют особенно важное значение.

Применяемые в химической и нефтехимической промышленности автоматические системы защиты предназначены:

для вывода из предаварийного состояния опасных технологических процессов при выходе параметров за пределы допустимого (по температуре, давлению, скорости);

обнаружения загазованности помещений и включения аварийной сигнализации;

безаварийной остановки отдельных агрегатов или всего производства при внезапном прекращении подачи энергии, инертного газа, сжатого воздуха, воды;

сигнализации об аварийных ситуациях.

Опасность АХОВ (СДЯВ) по заражению приземного слоя атмосферы определяется их физико-химическими свойствами, а также их способностью перейти в так называемое поражающее состояние, т. е. создать поражающую людей концентрацию, или снизить содержание кислорода в воздухе ниже допустимого уровня. Все АХОВ (СДЯВ), исходя из температуры их кипения



при атмосферном давлении, критической температуры и температуры окружающей среды, агрегатного состояния АХОВ (СДЯВ), температуры хранения и рабочего давления в емкости, можно разделить на три группы:

1. АХОВ (СДЯВ) с температурой кипения ниже  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При выбросе этих веществ образуется только первичное газовое облако с вероятностью взрыва и пожара (водород, метан, угарный газ), а также резко снижается содержание кислорода в воздухе, особенно в закрытых помещениях (жидкий азот). При разрушении единичной емкости время действия газового облака не превышает минуты.

2. АХОВ (СДЯВ) с температурой кипения  $-40 \dots +40\text{ }^{\circ}\text{C}$  и критической температурой выше температуры окружающей среды. Для приведения таких СДЯВ в жидкое состояние их надо сжать. Хранить их следует в охлажденном виде или под давлением при обычной температуре (хлор, аммиак, оксид этилена). Выброс таких СДЯВ обычно дает первичное и вторичное облако зараженного воздуха (ОЗВ). Характер заражения зависит от соотношения между температурами кипения СДЯВ и температурой воздуха. Так, бутан ( $t_{\text{кип}} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в жаркую погоду будет по действию подобен СДЯВ 1-й группы, т. е. появится лишь первичное облако, а в холодную погоду — СДЯВ 3-й группы. Но если температура кипения такого вещества ниже температуры воздуха, то при разрушении емкости и выбросе СДЯВ в первичном ОЗВ может оказаться его значительная часть, так как жидкость в резервуаре вскипает при давлении значительно меньшем, чем атмосферное. При этом в месте аварии может наблюдаться заметное переохлаждение воздуха и конденсация влаги.

3. АХОВ (СДЯВ) с температурой кипения выше  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , т. е. все СДЯВ, находящиеся при атмосферном давлении в жидком состоянии. При их разливе происходит заражение местности с опасностью последующего заражения грунтовых вод. С поверхности грунта жидкость испаряется долго, поэтому возможно образование вторичного ОЗВ, что расширяет зону поражения. АХОВ (СДЯВ) этой группы наиболее опасны, если они хранятся при повышенной температуре и давлении (бензол, толуол).

Для профилактики возникновения аварий на ХОО необходимо:

учитывать опасность и свойства используемых веществ и оборудования на стадии проектирования, строительства, пуска и эксплуатации, отдавая предпочтение использованию более безопасных материалов и сырья;

обеспечить строжайший контроль и неукоснительное выполнение мер безопасности на ХОО;

проводить обучение персонала и повышение его квалификации;

снижать запасы АХОВ на ОЭ до минимально возможных;

обеспечивать работоспособность противоаварийной защиты.

**Химическая авария** — авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных химических веществ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и растений или химическому заражению окружающей природной среды.

**Пролив АХОВ** — вытекание при разгерметизации из технологических установок, емкостей для хранения или транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способном вызвать химическую аварию.

**Выброс АХОВ** — выход при разгерметизации за короткий промежуток времени из технологических установок, емкостей для хранения и транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способном вызвать химическую аварию.

В зависимости от физико-химических свойств АХОВ, условий использования, хранения и транспортировки в результате аварий на ХОО могут возникать ЧС четырех основных типов, отличающиеся друг от друга характером воздействия поражающих факторов, организацией и технологией локализации и обеззараживания источника химического заражения:

- 1) с образованием только первичного облака АХОВ;
- 2) с образованием пролива, первичного и вторичного облаков АХОВ;
- 3) с образованием пролива и только вторичного облака АХОВ;
- 4) с заражением территории (грунта, воды) малолетучими АХОВ.

*Локализация и обеззараживание парогазовой фазы первичного и вторичного облаков АХОВ* при ЧС с химической обстановкой 1, 2 и 3-го типов осуществляются с целью максимально возможного ограничения распространения облака в направлении мест массового проживания людей и размещения важных хозяйственных объектов, а также максимально возможного снижения концентрации паров АХОВ в облаке.

Для выполнения работ по локализации облаков АХОВ способом постановки водяных завес и завес с использованием растворов нейтрализующих веществ назначаются подразделения радиационной, химической и биологической (РХБ) защиты или противопожарные подразделения.

Локализация облака постановкой водяной завесы применяется при авариях с выбросом водорастворимых АХОВ (аммиака и др.).

При выбросе (проливе) АХОВ кислотного характера (хлора, окислов азота, сернистого газа, хлористого и фтористого водорода, окиси этилена, фосгена и др.) завеса ставится с использованием водного раствора аммиака (аммиачной воды): летом — 10...12 %, зимой — 20...25 % концентрации аммиака. При этом достигается также эффективная нейтрализация (обеззараживание) облака АХОВ.

Обеззараживание облака с помощью завес из нейтрализующих растворов производится с учетом вида АХОВ.

Командир подразделения, получивший задачу на постановку жидкостной завесы, проводит рекогносцировку места работы, уточняет рубеж постановки завесы, места размещения машин и брандспойтов (распылителей), места развертывания пунктов забора воды и дозаправки машин нейтрализующим раствором, определяет эшелонирование машин с учетом удаления водисточников (пункта дозаправки) для обеспечения непрерывности постановки завесы.

При выполнении задачи по обеззараживанию облака АХОВ уточняются типы нейтрализующих растворов и нормы их расхода, организация и место развертывания пункта приготовления нейтрализующих растворов.

Первый рубеж постановки завесы назначается на границе территории аварийного объекта, второй — на внешней границе санитарно-защитной зоны.

Машины размещаются на удалении 20...30 м от границы облака. Один расчет действует на фронте до 50 м.

Технология постановки жидкостной завесы включает следующие операции:

1. Выбор рубежей постановки завесы.
2. Расстановку на выбранном рубеже брандспойтов (или распылительных насадок).
3. Расстановку химических и пожарных машин, подготовку их к работе.
4. Постановку жидкостной завесы в течение заданного времени.
5. Смену машин, израсходовавших воду (нейтрализующий раствор) с учетом непрерывности постановки завесы.
6. Перезаправку машин водой (нейтрализующим раствором).

Пожарные стволы (брандспойты) или распылительные насадки устанавливаются на следе облака на удалении не более 30 м один от другого, по всей ширине облака.

Ширина завесы на каждом рубеже должна быть больше ширины облака в приземном слое на 5...10 %. Высота завесы должна быть не менее 10 м.

Для достижения эффективной локализации (обеззараживания) облака АХОВ жидкостная завеса должна ставиться непрерывно на протяжении установленного времени. Это достигается назначением нескольких смен машин. Количество смен определяется с учетом удаления пункта заправки, времени дозаправки, развертывания и свертывания машин. Для авторазливочных станций (типа АРС) — 5...6 мин, рабочий цикл — 10...12 мин, свертывание — 12...15 мин, заправка механическим насосом — 8...12 мин.

Для постановки водяной завесы назначаются подразделения РХБ защиты или противопожарные подразделения.

Для постановки нейтрализующих жидкостных завес назначаются подразделения РХБ защиты.

Расход воды при постановке водяной завесы определяется исходя из концентрации паров АХОВ — в пределах 200...250 л/мин на один ствол.

При постановке обеззараживающих жидкостных завес состав и нормы расхода нейтрализующего раствора определяются в порядке, изложенном в инструкциях по обеззараживанию АХОВ.

Локализация и обеззараживание облаков взрывобезопасных АХОВ газовоздушным тепловым потоком может осуществляться (при наличии времени и возможностей) путем создания на пути движения облака заградительного пожара с интенсивностью и продолжительностью действия, достаточными для локализации и обеззараживания облака данной концентрации и продолжительности образования.

Для создания интенсивного теплового потока применяются нефтепродукты и местные материалы (дрова, отходы производства). Для постановки заградительного пожара привлекаются противопожарные подразделения. Работы выполняются с соблюдением требований пожарной безопасности и во взаимодействии с подразделениями Государственной противопожарной службы МЧС России.

Источники теплового потока (костры, ямы или траншеи с нефтепродуктами) размещаются на пути движения облака на расстоянии 20...25 м один от другого. Для обеспечения непрерывности действия теплового потока могут создаваться несколько рубежей горения, функционирующих одновременно или последовательно.

Локализация пролива АХОВ обвалованием применяется при ЧС с химической обстановкой 2, 3 и 4-го типов в случаях аварийного выброса (пролива) на подстилающую поверхность или в поддон и растекании АХОВ по территории объекта или прилегающей местности. Цель обвалования — предотвратить растекание АХОВ, уменьшить площадь испарения, сократить параметры вторичного облака АХОВ.

Для выполнения работ по обвалованию (с учетом объема работ) назначаются подразделения механизации и дорожные подразделения.

Основные усилия сосредоточиваются на направлении наиболее интенсивного растекания АХОВ, а также на направлении возможного попадания его в водоисточники.

Технология обвалования определяется исходя из размеров пролива и условий выполнения работы — возможностей забора грунта для обвалования в непосредственной близости от пролива и применения технических средств, состояния погоды и времени года.

При возможности забора грунта в непосредственной близости от пролива технологический процесс включает следующие операции:

1. Выбор направлений и параметров обвалования.
2. Разметку фронта обвалования.
3. Расстановку техники на фронте работ.
4. Непосредственно обвалование.
5. Уплотнение грунта.

В зависимости от обстановки обвалование производится по всему периметру пролива или только на направлении прорыва поддона. Создаются насыпи из грунта высотой, достаточной для предотвращения растекания АХОВ.

Количество и виды инженерной техники, необходимой для обвалования, определяются с учетом размеров пролива, необходимой высоты обвалования, удаления и расположения мест забора и характера грунта, погодных условий, фронта работ, времени суток, сроков выполнения задачи; учитываются возможности (производительность) инженерных машин, состоящих на вооружении подразделений.

При невозможности забора грунта для обвалования непосредственно вблизи места образования пролива выделяется необходимое количество машин (самосвалов) для подвоза грунта с места его забора и экскаватор для их загрузки.

Работы выполняются с использованием соответствующих виду АХОВ средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи.

*Локализация пролива сбором жидкой фазы АХОВ в прямки (ямы-ловушки)* производится при ЧС с химической обстановкой 2, 3 и 4-го типов с целью прекращения растекания пролива, уменьшения площади заражения и интенсивности испарения АХОВ.

Для выполнения этой задачи назначаются подразделения механизации, инженерно-технические или дорожные подразделения.

При проведении рекогносцировки места работ совместно с представителем аварийного объекта командиры подразделений уточняют место пролива АХОВ и направления его распространения, условия выполнения работ, пути подхода к месту работ, объем и технологию оборудования ловушек, меры безопасности.

Технологический процесс оборудования ямы-ловушки включает следующие операции:

1. Выбор места отрывки ямы-ловушки.
2. Разметку ямы-ловушки.
3. Расстановку машин.
4. Отрывку ямы-ловушки.
5. Отрывку соединительной канавки.

Отрывка ямы-ловушки производится экскаватором или бульдозером на удалении от пролива, обеспечивающем безопасность использования инженерных машин. Объем ямы-ловушки должен превышать объем вылившегося АХОВ на 5...10 %; горизонтальное сечение ямы должно быть минимальным для данного объема с целью сокращения площади испарения АХОВ.

В первую очередь отрывается яма-ловушка, затем — соединительная канавка с проливом. При выборе места размещения ямы-ловушки учитывается наклон местности с целью обеспечения стекания пролива в ловушку самотеком.

*Локализация пролива АХОВ засыпкой сыпучими сорбентами* производится при ЧС с химической обстановкой 2, 3 и 4-го типов с целью уменьшения интенсивности испарения АХОВ.

Для засыпки используются песок, пористый грунт, шлак, керамзит.

В целях локализации парогазовой фазы АХОВ при ЧС с химической обстановкой 2-го и 3-го типов одновременно с засыпкой пролива сорбентом осуществляется постановка жидкостной завесы согласно требованиям.

Для выполнения работ назначаются подразделения механизации, инженерно-технические или дорожные подразделения. Для подвоза сорбента выделяются транспортные машины и экскаватор для их загрузки.

Засыпка начинается с наветренной стороны и ведется от периферии к центру. Толщина насыпного слоя не менее 15 см от зеркала пролива, что соответствует норме расхода 3...4 т сорбента на 1 т АХОВ.

Расчеты (экипажи) машин, действующих непосредственно на проливе, обеспечиваются средствами индивидуальной защиты изолирующего типа.

При засыпке проливов агрессивных АХОВ принимаются меры по предотвращению наезда колесных машин на незасыпанный пролив во избежание разрушения резиновых покрышек; для этого оборудуются настилы или сорбент подается на пролив транспортером.

*Локализация пролива АХОВ покрытием слоем пены, пленками и плавающими экранами* применяется в основном при ЧС с химической обстановкой 2-го и 3-го типов с выбросом (проливом) пожароопасных или агрессивных АХОВ в поддон или в обвалование с целью снижения интенсивности испарения АХОВ.

Для локализации пролива покрытием слоем пены назначаются пожарные подразделения, действующие совместно со специалистами аварийного объекта.

Строго соблюдаются меры пожарной безопасности.

Технология локализации пролива покрытием слоем пены включает:

1. Выбор и подготовку площадки для размещения машин-пеногенераторов.
2. Подготовку машин-пеногенераторов к работе.
3. Покрытие пролива слоем пены.

Пеногенераторы размещаются с наветренной стороны на удалении 10...20 м от границы пролива. Пена подается на площадку непосредственно перед проливом и рикошетом накрывает его поверхность либо подается на отражатели, устанавливаемые за проливом, с которых она стекает на зеркало пролива АХОВ.

Толщина слоя пены должна быть не менее 15 см. При необходимости может наноситься два слоя пены.

Пенообразующий состав должен быть нейтральным по отношению к данному виду АХОВ.

Способ применяется при скорости ветра не более 5 м/с.

При небольших размерах пролива и сборе жидкой фазы пролива в ямы-ловушки локализация может осуществляться покрытием зеркала пролива полимерной пленкой в один-два слоя. Размеры пленки должны превышать площадь пролива на 10...15 %. Пленка растягивается над проливом и опускается на его поверхность, при этом она должна плотно лежать на зеркале жидкой фазы АХОВ. Края пленки плотно закрепляются.

Для выполнения этой задачи назначается подразделение РХБ защиты.

Экранирование поверхности пролива может также осуществляться путем засыпки его легкими плавающими материалами, не реагирующими с данным АХОВ (опилками, стружкой, полимерной крошкой). Толщина слоя указанных материалов и технология засыпки аналогичны засыпке пролива сыпучими сорбентами.

*Локализация пролива АХОВ разбавлением его водой или нейтральными растворителями* производится при ЧС с химической обстановкой 2, 3 и 4-го типов с выбросом водорастворимых АХОВ (жидких аммиака, окиси этилена, хлористого водорода и др.). Пролиты остальных АХОВ локализуются соответствующими нейтральными растворителями.

Способ применяется при проливе АХОВ в поддон или в обвалование с емкостью, исключающей свободный разлив разбавленного АХОВ в результате увеличения объема.

При недостаточной вместимости поддона (обвалования) проводится дополнительное обвалование.

Для выполнения этих работ назначаются подразделения РХБ защиты или противопожарные подразделения.

Химические и пожарные машины устанавливаются с наветренной стороны. Вода (нейтральный разбавитель) подается компактной струей под слой АХОВ с края пролива, затем струю постепенно перемещают к центру. Интенсивность подачи разбавителя должна исключать бурное вскипание и разбрызгивание жидкой фазы АХОВ.

При угрозе интенсивного паро- и газовыделения в процессе разбавления низкокипящих АХОВ на пути распространения облака дополнительно ставится жидкостная завеса.

*Обеззараживание (нейтрализация) проливов АХОВ нейтрализующими растворами и водой* применяется при ЧС с химической обстановкой 2-го и 3-го типов с проливом низкокипящих АХОВ.

Для обеззараживания назначаются подразделения РХБ защиты. При необходимости дополнительного обвалования пролива (с учетом разбавления) назначаются инженерно-технические или дорожные подразделения.

Задача выполняется в тесном взаимодействии со специалистами и специальными формированиями аварийного объекта.

Количество химических машин и их эшелонирование должно обеспечить непрерывный процесс нейтрализации по всей площади зеркала пролива.

При расчете количества машин для приготовления растворов учитывается вид применяемого нейтрализатора и время его приготовления.

Технология обеззараживания определяется исходя из вида АХОВ. Так, обеззараживание проливов жидкого хлора осуществляется комплексно: производится разбавление пролива АХОВ компактной струей воды от периферии к центру пролива, одновременное орошение пролива сверху 10%-м раствором едкой щелочи (водой) и постановка с подветренной стороны пролива жидкостной завесы 10...25%-го водного раствора аммиака.

Завеса ставится на расстоянии, исключающем попадание раствора аммиака в жидкий хлор во избежание образования взрывоопасного вещества (трихлористого азота).

Использование аммиачных растворов для нейтрализации проливов жидкого хлора допускается только после разбавления пролива водой до прекращения выделения паров хлора с поверхности пролива.

Обеззараживание проливов жидкого аммиака осуществляется также комплексно — одновременным разбавлением пролива компактной струей воды, орошением пролива сверху распыленной водой и постановкой водяной завесы с подветренной стороны пролива. Для постановки завесы могут также применяться 5...10%-е водные растворы соляной, щавелевой или уксусной кислоты.

*Обеззараживание (нейтрализация) проливов АХОВ с использованием твердых сыпучих нейтрализующих веществ* применяется при ЧС с химической обстановкой 2, 3 и 4-го типов; при ЧС с химической обстановкой 2-го и 3-го типов этот способ используется в комплексе с постановкой водяной или нейтрализующей жидкостной завесы с подветренной стороны и разбавлением пролива водой.

В качестве сыпучих нейтрализующих веществ применяются кальцинированная сода, известняк, доломит, промышленные щелочные отходы, ДТС ГК.

Для выполнения задачи назначаются подразделения РХБ защиты, инженерно-технические, дорожные и транспортные подразделения.

Засыпка нейтрализующих веществ осуществляется порциями с наветренной стороны с использованием самосвалов, ковшового экскаватора или ленточного транспортера. При засыпке агрессивных АХОВ наезд колесных машин на пролив не допускается; для сброса нейтрализующих веществ оборудуются платформы (настилы).

Полнота и качество обеззараживания проливов АХОВ кислотного характера определяется силами и средствами химико-радиометрической лаборатории (рН раствора должно быть не менее 7,0).

Жидкостная завеса ставится в течение всего цикла обеззараживания (нейтрализации) пролива до прекращения парообразования.

Разбавление водой осуществляется до начала засыпки нейтрализующих веществ или одновременно с засыпкой — в зависимости от вида АХОВ, размеров пролива и местных условий.

Продукты нейтрализации по окончании обеззараживания (нейтрализации) откачиваются в транспортные емкости и вывозятся в места утилизации.

*Обеззараживание проливов АХОВ засыпкой твердыми сыпучими сорбентами с последующей нейтрализацией или выжиганием* производится при ЧС с химической обстановкой 2, 3 и 4-го типов.

В качестве сорбентов используются песок, пористый грунт, шлаки, керамзит, цеолит.

Для выполнения задачи назначаются подразделения РХБ защиты, инженерные и транспортные подразделения.

Обеззараживание пролива АХОВ при ЧС с химической обстановкой 2-го и 3-го типов осуществляется в комплексе с постановкой жидкостной завесы с подветренной стороны.

Технология засыпки твердыми сыпучими сорбентами осуществляется согласно требованиям наставления по ликвидации аварий, связанных с АХОВ.



Обеззараживание пролива производится нейтрализующим раствором после завершения засыпки сорбентов. Составы нейтрализующих растворов подбираются в соответствии с видом АХОВ.

В случае невозможности по условиям безопасности или требованиям экологии проводить нейтрализацию использованного сорбента на месте пролива он вывозится и нейтрализуется в безопасном месте.

При проливе горючих АХОВ их обеззараживание (после засыпки сорбентом) может проводиться выжиганием керосином на месте пролива, если это возможно по условиям пожарной безопасности или в специально отведенном месте.

Выжигание выполняется пожарными и химиками с соблюдением мер противопожарной безопасности.

Использованный сорбент рассыпается (разравнивается) ровным слоем толщиной 15...25 см и заливается керосином. Заливка керосином (10...15 л на 1 м<sup>2</sup>) осуществляется с использованием шланга дистанционно; воспламенение выжигаемой массы осуществляется с помощью забрасываемого факела или бензиновой дорожки.

Полнота обеззараживания определяется после полного прекращения горения и остывания выжигаемой массы с соблюдением мер предосторожности при заборе пробы.

При необходимости производится повторное выжигание с половинной нормой расхода керосина.

Мерзлый использованный сорбент выжигается дважды.

*Локализация и обеззараживание пролива АХОВ загущением жидкой фазы* применяется при ЧС с химической обстановкой 2-го и 3-го типов в случаях проливов АХОВ, имеющих температуру кипения ниже или близкую к температуре окружающего воздуха, в целях предотвращения вскипания АХОВ и снижения интенсивности газовыделения (испарения).

Для выполнения работ назначаются подразделения РХБ защиты.

Загущение пролива осуществляется в комплексе с постановкой жидкостной завесы с подветренной стороны для локализации и обеззараживания возможного облака АХОВ.

В качестве загустителей применяются различные вещества:

для загущения азотосодержащих АХОВ (гидразина и его производных) — раствор препарата «Наводит» (на 1 т препарата 465 л воды, 163 кг хлорида магния, 372 кг хлорида цинка);

для загущения галогеноуглеводородов, сероуглеводородов и аналогичных АХОВ — алкилосибораты лития или натрия.

Раствор подается в пролив компактной струей от края к центру пролива (на один объем пролива 2,0...2,5 объема загустителя).

Обеззараживание пролива после завершения загущения производится способом заливки его растворами нейтрализующих веществ.

### 3.3.3. Аварии на радиационно опасных объектах

**Радиационно опасный объект (РАОО)** — это ОЭ, где в результате аварии могут произойти массовые радиационные выбросы или поражение живых организмов и растений.

Виды РАОО:

АЭС — ОЭ по производству электроэнергии с использованием ядерного реактора, оборудования и подготовленного персонала;

АСТ (атомная станция теплоснабжения) — ОЭ по производству тепловой энергии с использованием реактора, оборудования и подготовленного персонала;

ПЯТЦ (предприятие ядерного топливного цикла) — ОЭ для изготовления ядерного топлива, его переработки, перевозки и захоронения отходов.

К РОО также относят:

объекты с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ) — корабельные, космические;

ядерные боеприпасы (ЯБП) и склады их хранения;

объекты размещения и хранения делящихся материалов;

установки технологического, медицинского назначения и источники тепловой и электрической энергии, в которых используются радионуклиды;

территории и водоемы, загрязненные радионуклидами в результате имевших место радиационных аварий, ядерных взрывов в мирных целях, а также производственной деятельности ПЯТЦ.

Радиоактивные вещества (РВ) и источники ионизирующих излучений используются в повседневной жизни, производстве, медицине. К примеру, атомные реакторы обеспечивают до 13 % потребностей России в электроэнергии. Они приводят в движение турбины, корабли; обеспечивают работу ряда космических объектов. Это и контроль качества швов при литье в машиностроении, и медицинские обследования, и точечное облучение, но, кроме того, это и оружие огромной разрушительной силы, способное уничтожить цивилизацию.

Ядерный топливный цикл (ЯТЦ) можно разбить на этапы:

добыча урановой руды и извлечение из нее (обогащение) урана;

использование ядерного горючего в реакторах;

транспортировка РВ;

химическая регенерация отработанного ядерного топлива;

очистка отработанного ядерного топлива от радиоактивных отходов;

безопасное («вечное») хранение радиоактивных отходов и примесей;

изъятие из отработанного ядерного топлива урана и плутония для использования в ядерной энергетике.

Результатом добычи и дробления урановой руды, обогащения урана являются горы выработки, которые создают опасную экологическую ситуацию; выводят из оборота значительные земельные площади; изменяют гидрологию территории; приводят к длительному радиационному заражению почвы, атмосферы и воды.

АЭС считаются РАОО первой, а НИИ с ядерными реакторами и стендами — второй степени опасности. Для определения опасности РАОО разработана семибалльная шкала МАГАТЭ.

Степень радиационной опасности зависит от многих факторов: степени опасности РАОО, типа ядерного реактора, вероятного количества продуктов (радионуклидов) в выбросе, розы ветров (господствующих направлений ветра), разработанных мероприятий по предотвращению и ликвидации последствий аварий на РАОО, а также способности сил гражданской обороны своевременно выполнить эти мероприятия.

Следует различать опасность, причиняемую «короткоживущими» радионуклидами (йод-131) и «долгоживущими» (стронций, цезий). Это учитывается при зонировании территории вокруг РАОО.

Меры по недопущению возникновения аварий:

выполнение всех требований на этапах проектирования, строительства и модернизации действующих РАОО;

строжайший контроль за безопасностью эксплуатации РАОО со стороны государства и международных организаций;

неукоснительное выполнение требований безопасности на всех этапах эксплуатации РАОО;

качественная подготовка персонала РАОО, регулярное повышение его квалификации;

систематические тренировки обслуживающего персонал РАОО на специальных стендах и тренажерах;

готовность средств защиты, систем безопасности, РСЧС, формирований гражданской обороны к работе в очагах поражения в установленный срок.

Ликвидация последствий аварии направлена прежде всего на предотвращение распространения радиоактивных веществ за пределы загрязненной территории и включает в себя:

локализацию и ликвидацию источников радиоактивного загрязнения;

деактивацию (реабилитацию) самой этой загрязненной территории и объектов;

сбор и захоронение (размещение) образующихся в ходе работ радиоактивных отходов;

ремонтно-восстановительные работы на объекте и его территории, объем и содержание которых определяется степенью тяжести аварии и планами их дальнейшего использования по прямому назначению или в иных целях.

Конкретный перечень работ и порядок их планирования определяется уровнем радиоактивного загрязнения территории, реальной загрязненности и техническим состоянием восстанавливаемого объекта.

Основными мероприятиями в планировании работ по локализации источников излучений и загрязнений и ликвидации последствий аварии являются:

объективная оценка состава и основных форм нахождения источников излучений и загрязнения;

учет свойств основных поверхностей территории и объектов;

оценка предполагаемого характера (прочности) фиксации радиоактивного загрязнения на различных поверхностях;

определение приоритетов (очередности) проведения работ по локализации и ликвидации загрязнений на различных объектах (участках) в зависимости от их влияния на формирование радиационной обстановки;

выбор наиболее эффективных и реально осуществимых способов локализации и ликвидации радиоактивного загрязнения объектов исходя из имеющихся в распоряжении сил и технических средств.

Приоритетной целью ликвидации последствий радиационных аварий (ЛПА) является обеспечение требуемого уровня мер защиты населения.

Принятие решений по ЛПА зависит от целей и задач, определяемых каждой конкретной стадией работ.

На ранней стадии решаются следующие задачи ЛПА:

локализация источника аварии, т. е. прекращение выброса радиоактивных веществ в окружающую среду;

выявление и оценка складывающейся радиационной обстановки;

снижение миграции первичного загрязнения на менее загрязненные или незагрязненные участки путем локализации или удаления загрязненных фрагментов технологического оборудования, зданий и сооружений, просыпей и проливов радиоактивных веществ;

создание временных площадок складирования радиоактивных отходов.

Характерной особенностью ранней стадии аварии является высокая вероятность возникновения вторичных загрязнений за счет переноса нефиксированных, первично выпавших радиоактивных веществ на менее загрязненные или незагрязненные поверхности.

С течением времени происходит увеличение прочности фиксации загрязнения на поверхностях, приводящее к необходимости применения более сложных и дорогостоящих методов его ликвидации, увеличению объемов образующихся радиоактивных отходов, продолжительности и стоимости работ по обеспечению требуемого уровня защиты населения. Поэтому эффективность и оперативность принятия решений по ликвидации выявленных нефиксированных загрязнений на ранней фазе имеет первостепенное значение. Эти решения надо прежде всего принимать по наиболее критическим объектам загрязнения.

На промежуточной стадии решаются следующие задачи ЛПА:

стабилизация радиационной обстановки и обеспечение перехода к плановым работам по ЛПА;

организация постоянного контроля радиационной обстановки;

принятие решения о методах и технических средствах ЛПА;

проведение плановых мероприятий по ЛПА до достижения установленных контрольных уровней радиоактивного загрязнения;

создание временной или стационарной системы безопасного обращения с радиоактивными отходами (локализация и ликвидация объектов первичного и вторичного загрязнений, удаление образующихся радиоактивных отходов на временные или стационарные площадки и т. д.);

обеспечение требуемого уровня мер защиты населения, проживающего на загрязненных территориях.

На этой стадии производится уточнение и детализация данных инженерной и радиационной обстановки, зонирование территорий по видам и уровням излучений и реализация мероприятий, необходимых и достаточных для обеспечения заданного уровня мер защиты населения.

В этот период на поверхностях объектов радионуклиды находятся в нефиксированных или слабо фиксированных формах. Методы ЛПА на этой фазе должны исключить возможность возникновения вторичных загрязнений, предотвратить процесс фиксации радиоактивных веществ на поверхности и проникновение их вглубь объема и, как следствие, снизить уровень требований к необходимым мерам защиты населения.

На поздней стадии решаются следующие задачи ЛПА:

завершение плановых работ по ЛПА и доведение радиоактивного загрязнения до предусмотренных нормами радиационной безопасности уровней;

ликвидация временных площадок складирования радиоактивных отходов или организация радиационного контроля безопасности хранения на весь период потенциальной опасности;

обеспечение проживания населения без соблюдения мер защиты.

Работы на поздней стадии ЛПА наиболее трудоемки и продолжительны. Радионуклиды, определяющие радиационную обстановку на загрязненных объектах, в этот период находятся преимущественно в фиксированных и трудно удаляемых известными методами дезактивации формах. Выбор наиболее эффективных методов может быть сделан только по данным детальных исследований нуклидного состава и физико-химических форм радиоактивного загрязнения.

### **3.3.4. Нарушение экологических систем в результате нефтяного загрязнения**

В нефтегазодобывающей промышленности загрязнение водных объектов и почвогрунтов происходит в результате аварий при транспортировке нефти и нефтепродуктов, нарушений обваловок шламовых амбаров при строительстве скважин, паводках и подтоплении территории буровой в период интенсивного снеготаяния, при несоблюдении правил хранения нефти и горюче-смазочных материалов (ГСМ) в резервуарах (утечки) и незначительном использовании углеводородного сырья. По этим причинам происходит неконтролируемое поступление нефти и нефтепродуктов в объекты природной среды.

Загрязнение нефтью природной среды вызывает резкие ответные реакции во всех компонентах экосистемы, как в почве, так и в гидросфере. При попадании нефти в гидросферу происходят глубокие, часто необратимые изменения ее химических, физических, микробиологических свойств и даже иногда перестройка всего гидросферного профиля.

Известны методы удаления нефти и нефтепродуктов с больших водных поверхностей, но они требуют использования специальных устройств, дефицитных адсорбентов, являющихся в основном целевыми продуктами.

При строительстве скважин нефть и нефтепродукты могут поступать в объекты природной среды в основном с жидкими, полужидкими и твердыми отходами бурения из шламовых амбаров при хранении в них отходов, при ликвидации амбаров, а также при аварийных выбросах нефти и газа в процессе бурения.

Нефть и нефтепродукты в буровых сточных водах могут находиться в виде пленки, эмульсии и в растворенном состоянии. Процессы удаления каждого из указанных видов разлитой нефти не идентичны и представляют определенные трудности. Более сложен процесс удаления эмульгированной нефти, образующейся в результате механических и гидродинамических воздействий при перекачке загрязненных нефтью сточных вод насосными агрегатами, при движении в трубопроводах, различных устройствах и сооружениях буровой. Основной характеристикой эмульсий является дисперсность, которая определяется диаметром капель и удельной межфазной поверхностью, а также устойчивость, зависящая от дисперсности системы, физико-химических свойств эмульгаторов, образующих на поверхности раздела фаз адсорбционные защитные пленки.

Для удаления пленочной нефти и нефтепродуктов с водных поверхностей шламовых амбаров или открытых водоемов требуется использование специальных устройств, дефицитных сорбентов. Однако степень очистки при этом не всегда достаточно высока. Применяют следующие методы ликвидации нефтяных загрязнений водных объектов и почвогрунтов: механические, физико-химические, химические, биохимические.

*Механические методы удаления нефти.* Существуют различные методы сбора нефти с водной поверхности, начиная от вычерпывания нефти вручную до применения машинных комплексов нефтемусоросборщиков.

Предварительно осуществляют концентрирование и ограждение находящейся на водной поверхности нефти при помощи плавающих бонов. Конструкция бонового ограждения состоит из плавучей, экранирующей и балластной частей. Плавучая часть бона может быть выполнена в виде отдельных поплавков прямоугольного или круглого сечения. Экранирующая часть представляет собой гибкую или жесткую пластину, присоединенную к плавучей части бона и нагруженную для придания устойчивости балластной цепью, трубой или растяжками.

Примером ограждения подводного типа является пневматический барьер, принцип работы которого заключается в создании препятствий на поверхности воды при непрерывной подаче воздуха через перфорированную трубу, уложенную на дно водоема.

Борьба с пролитой нефтью на водоемах требует оборудования, которое может эффективно работать в разнообразных природных условиях, в том числе при наличии плавающего льда и мусора.

Канадская нефтяная ассоциация и ее общество по борьбе с пролитой нефтью совместно со службой охраны окружающей среды Канады провели ряд экспериментов с дивертором воздушных пузырьков и по разработке устройства, которое способствует сбору нефти с поверхности воды, когда насосы и скорость течения делают невозможным использование плавучих бонов.

Дивертор состоит из отрезков перфорированного шланга или трубы, которые укладывают по дну реки под углом  $15...30^\circ$  к течению. Его собирают на берегу и устанавливают с помощью лебедки. Сжатый воздух подается через перфорации из компрессора на берегу. Благодаря расположению дивертора под углом нефть клином направляется к берегу, где она может быть собрана ковшем. Сбор плавающей нефти сначала проводили при помощи гибкого шланга из полихлорвинила, но от него отказались и стали использовать оцинкованную стальную трубу. При этом ликвидировалась потребность в якорях, а максимальная рабочая длина достигла 134 м вместо 30 м.

Для очистки поверхности водоемов от загрязняющих веществ, в частности от нефти, во Франции разработаны и используются устройства «Циклон».

Установленные по бортам судна, перемещающегося по загрязненной водной поверхности, устройства «Циклон» собирают и сепарируют загрязняющую жидкость. Эта установка может быть смонтирована на судах легкого типа (катерная, моторная лодка, надувная лодка).

К механическим способам следует отнести фильтрацию загрязненных вод через сернистые насыпные и намывные фильтры. Простейшим устройством для очистки загрязненных вод является песчаный фильтр, где используется кварцевый песок крупностью  $0,5...2,0$  мм с высотой слоя 1 м. В таких устройствах допускается использование дробленого антрацита, керамзита, керамической крошки. Фильтрация происходит сверху вниз со скоростью  $5...10$  м/ч, остаточная концентрация нефтепродуктов в очищенной воде составляет  $10...20$  мг/л при начальном ее содержании  $40...80$  мг/л.

В настоящее время находит применение метод коалесценции нефтепродуктов при фильтровании эмульсий через различные пористые материалы — гранулированный полиэтилен и вспененный гранулированный полистирол.

*Физико-химические методы удаления нефти.* К ним следует отнести применение адсорбирующих материалов. В качестве адсорбентов применяют пенополиуретан, угольную пыль, резиновую крошку, древесные опилки, пемзу, торф, торфяной мох и т. п. Используют даже солому, которая в зависимости от сорта нефти адсорбирует ее в количестве, в  $8...30$  раз превышающем свою массу. Используют губчатый материал из полиуретановой пены, который хорошо впитывает нефть и продолжает плавать после адсорбции. По расчетным данным,  $1\text{ м}^3$  полиуретанового открыто пористого пенопласта может сорбировать с поверхности воды около 700 кг нефти.

При сборке и нейтрализации нефти с помощью гранулированных порошкообразных адсорбентов, распыляемых на нефтяную пленку, применяют материалы органического и неорганического происхождения, предварительно обработанные гидрофобизаторами; вспученные перлит, вермикулит, пемзу

и другие материалы; вспененные полистирольные гранулы, стружку фенольного пенопласта.

Эффективным сорбентом (согласно исследованиям американской фирмы Shell) являются гранулы полиуретанового пенопласта. Они адсорбируют нефть в количествах, более чем в 20 раз превосходящих собственную массу. Используют также материалы, изготовленные из ацетата Na, расплава полиэтилена с парафином, древесные опилки и др. Эти сорбенты поглощают 15...19-кратное количество нефти. Все эти материалы уступают пластмассовым микробаллонам (пламилону), поглощающим количество нефти, в 40 раз превышающее их собственную массу.

Перспективно применение гранулированных адсорбентов и жидкостей, обладающих магнитными свойствами, которые после адсорбции нефти легко удаляются магнитом и др. Американская фирма Amco Systems разработала технологию применения для сбора нефти магнитной жидкости — «магнеколы», придающей нефти магнитные свойства и позволяющей удалять ее даже в виде тонких пленок.

Но применение таких материалов не решает проблемы, так как перечисленные реагенты в основном токсичны. Кроме того, возникают трудности с равномерным рассеиванием гранул на загрязненной водной поверхности, особенно в ветренную погоду.

Для осаждения нефти на дно применяют нейтральные порошки, состоящие из естественных компонентов донных осадков, к которым прибавляют активированный кремнезем, естественный меловой порошок. Можно применять лигниновую и тальковую пыль, химически обработанный песок.

Для удаления нефти возможно применение минерального сырья, в частности перлитового. При термообработке (600...1000 °С) перлитовое сырье вспучивается. Для гидрофобизации вспученного перлита на нем путем обработки создают тонкую пленку парафинополимерной смеси и парафиностеариновой эмульсии. Нефтепоглощение у необработанного перлита достигает 0,52 г/г, после обработки — 0,64...0,70 г/г перлита. Обработанный перлит, попадая на поверхность воды, адсорбирует нефть и образует густую плотную массу, удобную для сбора обычными средствами (в том числе траловыми частыми сетями).

*Химические методы удаления разливов нефти.* Удаление нефти с помощью химических соединений — детергентов — нашло применение при разливах нефти на море. К детергентам относятся различные растворители и вещества, образующие эмульсию, которые химически воздействуют на молекулы углеводородных соединений и изменяют их поверхностное натяжение.

Наибольшее число этих соединений относится к алкилбензолсульфонатам натрия, которые отличаются по длине углеродной цепи, связанной с бензольным кольцом. Следует отметить, что токсичность детергентов для морских организмов часто выше, чем самой нефти, и широкое применение детергентов только усугубляет поражающее действие нефтяного загрязнения на гидробионты. Проводились эксперименты по совместному использованию



адсорбентов и диспергаторов. Так, на акватории в районе Туапсе нефтяная пленка эффективно удалялась с помощью пенополиуретана и коррексита, использованного для диспергирования остатка нефти.

*Микробиологическое разложение нефти.* Перспективным направлением предотвращения загрязнения водоемов нефтепродуктами является микробиологическое разрушение. Для некоторых бактерий нефть является питательной средой. Однако естественная скорость микробиологического разрушения нефти в воде слишком низка, и этот процесс требует большого периода времени. Было установлено, что биологическая активность в большей степени зависит от температуры; скорость микробиологических процессов удваивается при каждом увеличении температуры на 10 °С. На развитие микроорганизмов большое влияние оказывает содержание высоколетучих компонентов нефти. Введение в воду незначительного количества нитрата и фосфата (0,1 и 0,35 г на 100 мл соответственно) увеличивает степень разрушения нефти на 70 %. Так как нет микроорганизмов, которые полностью удовлетворяли бы требованиям разрушения нефти на воде (способных расти и размножаться, оставаться жизнеспособными продолжительное время, не служить пищей для других водных организмов), рекомендуется использовать колонии из нескольких видов микроорганизмов.

Число органических соединений, используемых гетеротрофными микроорганизмами в качестве источников углерода, очень велико. Предполагается, что для каждого углеродного соединения, образуемого в природе, существуют микроорганизмы, способствующие их разложению.

Поглощение микроорганизмами углеводов нефти является установленным фактом, хотя многие вопросы, связанные с микробиологической трансформацией нефти, изучены недостаточно. Наличие нефти является важнейшим экологическим фактором, обуславливающим развитие определенных видов микроорганизмов, способных использовать составные компоненты нефти в качестве единственного источника углерода и энергии.

Оценка степени загрязненности почв и методы их очистки разработаны гораздо слабее, чем методы очистки воды. Однако именно почва служит резервуаром, в котором загрязнения могут накапливаться в большом количестве в силу ее адсорбирующей способности. Поэтому изучение влияния нефти на биологические процессы, происходящие в почве и обуславливающие ее самоочищение, является необходимым звеном в разработке эффективных мер по охране почвенно-земельных ресурсов в стране.

Таким образом, механическая очистка почв и грунтовых вод очень трудоемка и, как правило, связана со значительными экономическими затратами. Судя по имеющимся, пока немногочисленным, данным, перспективными могут оказаться микробиологические методы, позволяющие сократить время, необходимое для ликвидации последствий загрязнения почвы нефтью, с нескольких десятилетий до нескольких лет и даже нескольких месяцев.

Перспективным направлением является совмещение в одном материале способности физико-химической сорбции нефти и ее биодеструкции под действием микробиологического фактора компонентов природной среды.

## 4. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

### 4.1. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Очистка воды предназначена для доведения всех параметров, характеризующих ее качество, до нормативных показателей. Существенно отличается очистка воды для питьевых нужд, в технологических целях (как из поверхностных водоемов, так и подземных вод) и очистка сточных вод. Причем даже для промышленных стоков, сбрасываемых в водоемы или на грунт и сливаемых в систему канализации, нормативы и требования к очистке различные, и они постоянно ужесточаются.

Методы очистки воды при всем их многообразии можно подразделить на три группы — механические, физико-химические и биологические.

*Механическая очистка* применяется прежде всего для отделения твердых и взвешенных веществ. Наиболее типичными в этой группе являются способы процеживания, отстаивания, инерционного разделения, фильтрования и нефтеулавливания (как разновидность отстаивания), — все они используются для обработки сточных вод. Для водоподготовки из этой группы наиболее широко применяются отстаивание и фильтрование.

**Процеживание** — первичная стадия очистки сточных вод, когда вода пропускается через специальные металлические решетки с шагом 5...25 мм, установленные наклонно. Периодически они очищаются от осадка с помощью специальных поворотных приспособлений.

**Отстаивание** — метод механической очистки, предполагающий использование специальных емкостей, которые по направлению движения воды делят на горизонтальные, вертикальные, радиальные и комбинированные. Общими для них являются выход очищенной воды в верхней части отстойника и гравитационный принцип осаждения частиц, которые собираются внизу. Разновидностью отстойника являются песколовки, применяющиеся для выделения частиц песка в стоках литейных цехов, окалина — в стоках кузнечно-прессовых и прокатных цехов и т. д. Как правило, время нахождения воды в песколовках намного меньше, чем в отстойниках, где оно достигает до 1,5 ч (для сточных вод).

**Инерционное разделение** — метод механической очистки, осуществляемый в гидроциклонах, принцип действия которых аналогичен действию циклонов для очистки газов. Различают открытые и напорные гидроциклоны, причем первые имеют большую производительность и малые потери напора, но проигрывают в эффективности очистки (особенно от мелких частиц).

**Фильтрование** — метод, осуществляемый чаще всего через пористые связанные или несвязанные материалы. Как правило, фильтры очищают воду от тонкодисперсных примесей даже при небольших концентрациях. Фильтроматериалы достаточно разнообразны: кварцевый песок, гравий, антрацит,

частички металлов и др. Песчаные фильтры — основные очистители при водоподготовке.

**Нефтеловушки** в самом простом исполнении представляют собой отстойники, в которых выход очищенной воды происходит снизу, а нефтяная пленка собирается сверху.

*Физико-химическая очистка* обеспечивает отделение как твердых и взвешенных частиц, так и растворенных примесей. Она включает множество разных способов, важнейшими из которых являются экстракция, флотация, нейтрализация, окисление, сорбция, коагуляция, ионообменные методы и др.

**Экстракция** — процесс разделения примесей в смеси двух нерастворимых жидкостей (экстрагента и сточной воды). Например, в специальных колонках (пустотелых или заполненных насадками) стоки смешиваются с экстрагентом, отбирающим вредные вещества (так бензолом удаляется фенол).

**Флотация** — процесс всплывания примесей (чаще всего маслопродуктов) при обволакивании их пузырьками воздуха, подаваемого в сточную воду. В некоторых случаях между пузырьками и примесями происходит реакция. Разновидность метода — электрофлотация, при которой вода дополнительно обеззараживается за счет окислительно-восстановительных процессов у электродов.

**Нейтрализация** — обработка воды щелочами или кислотами, известью, содой, аммиаком и т. п. с целью обеспечения заданной величины водородного показателя рН. Самый простой способ нейтрализации сточных вод — смешение кислых и щелочных стоков, если они имеются на предприятии.

**Окисление** — метод, применяемый как при водоподготовке, так и при обработке сточных вод для обеззараживания воды и уничтожения токсичных биологических примесей. Наиболее распространенный способ — хлорирование — чреват появлением диоксинов (особенно при вынужденном повышении дозы хлора летом или в период паводка, так называемом гиперхлорировании). Необходимо постепенно переходить на другие способы, например на комбинацию озонирования и хлорирования.

**Озонирование** — дорогой метод, имеющий более кратковременное действие, но перспективный. В настоящее время отрабатываются комбинации реагентов с ультрафиолетовой обработкой воды. Во всяком случае вода, применяемая для питья и содержащая характерный запах хлора, перед употреблением должна отстаиваться и кипятиться.

**Сорбция** — физико-химический метод, способный обеспечивать эффективную очистку воды от солей тяжелых металлов, непредельных углеводородов, частичек красящих веществ и т. п. Лучшим сорбентом здесь является активированный уголь, это относится и к различным минералам (шунгиту, цеолиту и др.), специально обработанным опилкам, саже, частичкам титана и др.

**Коагуляция** — обработка воды специальными реагентами с целью удаления нежелательных растворенных примесей. Широко распространена при водоподготовке. Обработка ведется соединениями алюминия или железа, при этом образуются твердые нерастворимые примеси, отделяемые

обычными способами. Для сточных вод широко применяется **электрокоагуляция**, при которой вблизи электродов образуются ионы (результат анодного растворения материала электродов), реагирующие с примесями. Так отделяют тяжелые металлы, цианы и др.

**Ионообменные методы** достаточно эффективны для очистки от многих растворов и даже от тяжелых металлов. Очистка производится синтетической ионообменной смолой и, если ей предшествует механическая очистка, позволяет получить выделенные из воды металлы в виде сравнительно чистых концентрированных солей.

*Биологическая очистка* возможна в естественных условиях и в искусственных сооружениях. В обоих случаях органические примеси обрабатываются редуцентами (бактериями, простейшими, водорослями и т. п.) и превращаются в минеральные вещества. В естественных условиях очистка производится на полях фильтрации или орошения (через почву) или в биологических прудах-отстойниках, в которых концентрация загрязнителей снижается до требуемых норм за счет процессов самоочищения, осуществляемых микроорганизмами, водорослями, беспозвоночными. Пруды могут быть с поддувом воздуха (с искусственной аэрацией).

Большой интерес представляют высшие водные растения (ВВР) для очистки воды (тростник, камыш, ряска и др.) Способность ВВР к накоплению, утилизации, трансформации многих загрязняющих веществ делает их незаменимыми в общем процессе самоочищения водоемов. В последнее время на территории РФ получило широкое применение тропическое цветковое растение — эйхорния (водный гиацинт). Эйхорния может применяться там, где в течение не менее двух месяцев температура стоков находится не ниже 16 °С. Эйхорния способна поглощать все лишнее, что загрязняет воду: нефтепродукты, фенолы, сульфаты, фосфаты, хлориды, нитраты, синтетические поверхностно-активные вещества, щелочи, тяжелые металлы.

В качестве искусственных сооружений могут применяться аэротенки, окситенки, метатенки и биофильтры. В тенках (аэро- — с подачей воздуха; окси- — с подачей кислорода; мета- — без доступа воздуха) сточные воды обрабатываются микроорганизмами. Но для их нормального функционирования необходимы определенные условия по температуре, рН и отсутствию многих солей. Поэтому разновидности этих сооружений чаще всего применяются на тех очистных сооружениях канализации, куда не поступают промышленные стоки. На промышленных очистных сооружениях чаще применяются биофильтры, в которых активная биологическая среда образуется на специальной загрузке (шлак, керамзит, гравий и т. п.). Эта биологическая среда (пленка) менее чувствительна к колебаниям параметров среды и сточных вод. Активность биопленки увеличивается при поддуве воздуха, подаваемого обычно противотоком.

Выбор способов очистки и обеззараживания воды зависит от многих параметров и требований, важнейшие из которых: необходимая степень очистки и исходная загрязненность воды, потребные расходы и время очистки,

наличие очистителей и энергии и, конечно, экономические возможности. Но при всех методах очистки следует обращать внимание на вопрос утилизации осадка, образующегося при обработке воды (особенно токсичных промстоков). Как правило, осадок обезвоживают и производят захоронение на специальных полигонах или обрабатывают в биологических сооружениях. Существуют специальные печи для сжигания токсичных отходов с очень высокой полнотой сгорания (за счет создания взвешенного слоя сгорающего вещества, тангенциальной подачи топлива и др.) и четырехступенчатой очисткой газовых выбросов. Есть и отечественные разработки по сжиганию этого осадка в специально оборудованных металлургических печах с получением сравнительно безвредного строительного материала. Однако эти предложения пока еще недостаточно изучены.

Производственный процесс обычно сопровождается побочными явлениями, отрицательно влияющими на состояние воздушной среды. Эти побочные явления принято называть **вредными выделениями (вредностями)**.

К вредным выделениям относятся следующие:

**теплоизбытки** — выделения тепла в количестве, превышающем тепловые потери помещения;

**влаговыведения** — выделения водяных паров в количестве, создающем ненормально высокую влажность воздуха;

**паровыведения и газовыведения** — выделения паров и газов, вредно действующих на человека;

**пылевыведения (аэрозоли)** — выделения твердодисперсных частиц в количествах, обуславливающих запыление помещений сверх допустимых норм;

**дымовыведения (аэрозоли)** — выделения мельчайших твердых частиц, свободно витающих в воздухе;

**тумановыведения** — образование в воздухе мельчайших частиц той или иной жидкости.

Условия выделения вредностей на промышленных предприятиях многообразны как в качественном, так и количественном отношении.

Качество вредностей, сопутствующих технологическому процессу, почти всегда удается установить. Для вентиляционной практики наиболее характерным локализуемым видом вредных выделений является пыль.

**Пыль** — одна из разновидностей аэродисперсных систем (аэрозолей) с взвешенными в воздухе твердыми частицами дисперсионного происхождения. Такие частицы образуются при дроблении руд, механической обработке металлов, просеве и пересыпки материалов.

Пыли, как правило, представляют собой полидисперсные системы, состоящие из множества частиц различных размеров. Под **дисперсностью пыли** понимают всю совокупность размеров составляющих ее частиц, а именно распределение массы пыли по размерам частиц. Под **размером пылевой частицы** обычно подразумевают размер в свету наименьших отверстий сита, через которые еще проходят данные частицы (при ситовом определении дисперсного состава пыли) или диаметр сферических частиц или

наибольший линейный размер частиц неправильной формы (при исследовании дисперсного состава пыли при помощи микроскопа).

**Аэрозоль** — это дисперсная система, состоящая из мелких твердых или жидких частиц, взвешенных в газовой среде (обычно в воздухе).

В зависимости от природы аэрозоли подразделяют на естественные и искусственные. Естественные аэрозоли образуются вследствие природных сил, например при вулканических извержениях, сочетании эрозии почвы с ветром, некоторых явлениях в атмосфере. Искусственные аэрозоли образуются в результате хозяйственной деятельности человека. Важное место среди них занимают промышленные аэрозоли.

Аэрозоли, дисперсная фаза которых состоит из капелек жидкости, называются **туманами**, а в случае твердой дисперсной фазы — **дымами**; пыль относят к грубодисперсным аэрозолям. Размеры частиц в них изменяются от нескольких миллиметров до  $10^{-7}$  мм.

## 4.2. ПРИНЦИПЫ ОЧИСТКИ ПЫЛЕГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

### 4.2.1. Пылеуловители

По принципу действия различают гравитационные обеспыливающие устройства, в которых частицы улавливаются под действием силы тяжести, и инерционные пылеуловители.

Инерционные пылеуловители делятся на следующие виды:

«сухие»;

«мокрые», функционирующие за счет использования инерционных сил, возникающих при изменении движения инерционного потока загрязненного воздуха (циклоны, центробежные скрубберы, струйные пылеуловители);

пылеуловители контактного типа, которые задерживают пыль через сухие или смоченные пористые материалы (бумагу, уголь);

электрические пылеуловители, пылеулавливание в которых осуществляется посредством пропускания через электропоток.

Наиболее отработаны в настоящее время очистители от пыли, золы и других твердых частиц. Причем чем мельче частицы, тем труднее обеспечивается очистка. Класс пылеуловителей для частиц диаметром более 50 мкм — 5-й, наиболее легко обеспечивающий почти полное пылеулавливание. Значительно сложнее извлекать мельчайшие частицы с диаметрами 2...0,3 мкм — нужен очиститель 1-го класса.

Все пылеуловители, кроме того, подразделяются на сухие и мокрые. К сухим относятся циклоны, пылеосадительные камеры и пылеуловители, фильтры и электрофильтры, которые наиболее отработаны и отличаются сравнительно простым устройством. Однако для удаления мелкодисперсных и газовых примесей их применение не всегда эффективно. Мокрые пылеуловители подразделяются на скрубберы форсуночные, центробежные и Вентури, пенные и барботажные аппараты и др., которые работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхности капель, пленки или пены жидкости.

Механические («сухие») пылеуловители условно делятся на три группы: пылеосадительные камеры, принцип работы которых основан на действии силы тяжести (гравитационной силы);

инерционные пылеуловители, принцип работы которых основан на действии силы инерции;

циклоны, батарейные циклоны, вращающиеся пылеуловители, принцип работы которых основан на действии центробежной силы.

**Фильтрацией** называют процесс очистки газов от пыли пропусканием их через пористые перегородки. При этом частицы пыли собираются на перегородке со стороны входа газа, а очищенный газ проходит через нее. В зависимости от фильтрующего материала фильтры делят на волокнистые, тканевые и зернистые.

В волокнистых фильтрах, используемых в основном для очистки воздуха, применяют набивные слои из натуральных или синтетических волокон, шлаковаты, стружки металлов или полимерных материалов, а также сформированные слои (фильтровальная бумага, картон).

В тканевых фильтрах, применяемых для очистки газов и аспирационного воздуха, используют ткани (из природных, синтетических и минеральных волокон) и нетканые материалы (фетр, войлок, иглопробивные полотна). Фильтры этого типа иногда называют фильтрами с гибкими перегородками.

В зернистых фильтрах, применяемых для обеспыливания высокотемпературных газовых выбросов или выбросов, содержащих агрессивные примеси, в качестве фильтрующих перегородок используют насыпные слои из гранулированных материалов (песка, шлака, гальки, древесных опилок, кокса, крошки, резины и др.) и жесткие структуры, получаемые путем спекания, прессования или склеивания зернистых материалов (пористой керамики, пористых пластмасс, пористых металлов).

В процессе фильтрации поток запыленного газа в объеме фильтрующего материала дробится на мелкие струйки, которые, обтекая структурные элементы материала, способствуют приближению взвешенных частиц к поверхности элементов или поверхности пор. В результате происходит их осаждение под действием сил инерции, касания, броуновской диффузии, гравитационных и электрических сил. Часть крупных частиц задерживается за счет ситового эффекта, возникающего, когда размеры частиц превышают размеры пор или каналов, — между структурными элементами фильтрующей перегородки.

Для тонкой очистки широко используются фильтры с зернистыми слоями (песок, титан, стекло и т. п.), гибкими пористыми перегородками (ткань, резина, полиуретан и др.), полужесткими и жесткими перегородками (вязаные сетки, керамика, металл и др.).

Часто применяют несколько ступеней очистки пылегазовых выбросов и почти всегда одной из них является электрофильтр.

Электрофильтры высокоэффективны в борьбе с пылью и туманом. Они работают на принципе осаждения ионизированных примесей на специальных

электродах. Ударная ионизация газа происходит в зоне коронирующего разряда, возникающего между цилиндрическим конденсатором и осадительным электродом, расположенным по оси цилиндра. Аэрозольные частицы в этой зоне адсорбируют на своей поверхности заряженные ионы и осаждаются на электродах.

Мокрые пылеуловители, как правило, применяют для тонкой очистки, что требует системы водоподготовки и шламоудаления. Кроме того, жидкость должна быть раздроблена на капли или пленки для увеличения адсорбирующей поверхности.

#### 4.2.2. Газо- и пароочистители

Наиболее распространены скрубберные газоочистители, которые практически не отличаются от скрубберных пылеуловителей (зачастую они выполняют двойную функцию — пыле- и газоулавливания). Работают на принципе **абсорбции** — поглощения веществ жидкостью (абсорбентом). В качестве абсорбентов применяют воду (для поглощения аммиака, хлористого и фтористого водорода и т. п.), растворы сернистой кислоты и суспензий вязких масел (для хлора, сернистого ангидрида и т. п.), растворы извести или едкого натра (для окислов азота, хлористого водорода) и др.

**Хемосорбция** — метод, основанный на химической реакции при поглощении газов и паров жидкими поглотителями с образованием малолетучих и слабо растворимых соединений. Например, для отделения сероводорода применяют щелочные растворы, причем процесс идет в скрубберных аппаратах того же типа, которые используются для метода абсорбции.

**Адсорбция** (задержание, извлечение) — метод, основанный на способности некоторых твердых пористых тел селективно (избирательно) извлекать элементы. Адсорбентами чаще всего служат: активированный уголь, имеющий поверхность пор до  $10^5 \dots 10^6$  м<sup>2</sup>/кг, сернистые соединения, органические растворители и другие простые и комплексные (типа силикагеля, глинозема, цеолитов). Адсорбенты обладают высокой селективной способностью, которая, однако, снижается при повышении влажности газов. Иногда их обрабатывают реактивами для хемосорбции. Адсорбенты требуют регенерации, которая чаще всего производится нагревом, продувкой паром или специальным реагентом.

Остальные методы — термический (дожигание), каталитический (реакция на катализаторы) и биохимический (работа микроорганизмов) — в настоящее время применяются значительно реже и лишь для небольших выбросов.

**Прямое сжигание** — разновидность термического метода, применяемая при утилизации горючих отходов, с трудом поддающихся другой обработке (метод используется, например, в лакокрасочной промышленности).

**Каталитическая обработка** экономнее термической по времени процесса, но требует особого внимания к активности катализатора и его долговечности. Во многих случаях катализаторами служат благородные металлы или



их соединения — платина, палладий, оксиды меди, марганца и др. Эффективность метода повышается с ростом температуры газов. Наиболее широко применяются каталитические нейтрализаторы для отработанных газов автомобилей.

**Биохимическая очистка** применяется для очистки газов, состав которых слабо меняется. Этот процесс происходит в биофильтрах или биоскрубберах, где микроорганизмы находятся в фильтрующей насадке из почвы, торфа, компоста и т. п. или в водной суспензии активного ила.

В целом выбор системы очистки определяется многими факторами, важнейшие из которых:

- номенклатура и концентрация загрязнителей, их вредность;
- требуемая степень очистки (с учетом фонового загрязнения);
- объемы выбросов, их температура и влажность;
- наличие сорбентов и реагентов;
- потребность в продуктах утилизации;
- стоимостные оценки.

В настоящее время актуальной задачей является обеспечение максимального снижения выбросов вредных веществ и теплоты, возврата их в исходный технологический процесс.

### Библиографический список

1. Хотунцев, Ю. Л. Экология и экологическая безопасность / Ю. Л. Хотунцев. — М. : Академия, 2004. — 478 с.
2. Слесарев, М. Ю. Управление экологической безопасностью строительства. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду / М. Ю. Слесарев, В. И. Теличенко. — М. : Бимпа, 2007. — 288 с.
3. Передельский, Л. В. Экология : учебник / Л. В. Передельский, В. И. Коробкин, О. Е. Приходченко. — М. : Проспект, 2007. — 512 с.
4. Коробкин, В. И. Экология : конспект лекций / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. — Ростов н/Д. : Феникс, 2008. — 252 с.
5. Трофименко, Ю. В. Экология. Транспортное сооружение и окружающая среда : учеб. пособие для вузов / Ю. В. Трофименко, Г. И. Евгеньев ; под ред. Ю. В. Трофименко. — М. : Академия, 2008. — 394 с.
6. Донченко, В. К. Экологическая экспертиза : учеб. пособие для вузов / В. К. Донченко и др. ; под ред. В. М. Питулько. — М. : Академия, 2010. — 528 с.

Учебное электронное издание

**Власова** Оксана Сергеевна

**ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

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 05.08.2015.

Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 6,2. Объем данных 2,4 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)