

# ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ



Министерство Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам  
защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы

Академия гражданской защиты Украины

Ю.А. Абрамов, В.Е. Росоха, В.В. Тютюнник, В.Н. Чучковский, Р.И. Шевченко

**ОСНОВЫ  
МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ  
В УСЛОВИЯХ  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Харьков 2005

ББК 85.66 я 73  
К90

Абрамов Ю.А., Росоха В.Е., Тютюник В.В., Чучковский В.Н., Шевченко Р.И. Основы мониторинга и управления в условиях чрезвычайных ситуаций: Учебник. – Х.: Изд-во АГЗУ, 2005. – 252 с.

Издание предназначено для курсантов, студентов, слушателей высших учебных заведений III и IV уровней аккредитации и сотрудников органов управления МЧС Украины.

Рецензенты: д-р ф-м. наук, проф. А.В. Бастеев;  
д-р хим. наук, проф. В.Д. Калугин.

Учебник «Основы мониторинга и управления в условиях чрезвычайных ситуаций» объединил современные научные и практические достижения в области анализа опасных факторов чрезвычайных ситуаций и организации систем антикризисного управления.

В учебнике проведена классификация характеристик чрезвычайных ситуаций и аварий природного, техногенного, экологического и социально-политического характера. Обобщена информация о современных системах и средствах мониторинга чрезвычайных ситуаций, включая системы аэрокосмического, наземного, океанического и морского наблюдения. Приведены требования к структурным подсистемам мониторинга чрезвычайных ситуаций и управления силами оперативного реагирования на возникновение аварий и катастроф. Рассмотрены методологические основы оценки и анализа риска возникновения чрезвычайных ситуаций. Обобщены организационные мероприятия по обеспечению жизнедеятельности населения в условиях возникновения и распространения чрезвычайных ситуаций.

**ББК 85.66 я 73**

© Абрамов Ю.А.,  
Росоха В.Е.,  
Тютюник В.В.,  
Чучковский В.Н.  
Шевченко Р.И.  
© АГЗУ, 2005

# Содержание

## ВВЕДЕНИЕ

- Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО И ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА. КЛАССИФИКАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОНЯТИЯ
- 1.2. Определение опасных факторов чрезвычайных ситуаций природного характера
  - 1.3. Определение опасных факторов чрезвычайных ситуаций техногенного характера
  - 1.4. Трансграничная техногенная опасность
  - 1.5. Социально-политическая опасность
- Глава 2. СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
- 2.1. Общая структура систем мониторинга опасных факторов чрезвычайных ситуаций
    - 2.1.1. Особенности безопасности природно-техногенно-социальных систем
    - 2.1.2. Концепция мониторинга и основные положения природоведения
    - 2.1.3. Особенности создания и использование систем мониторинга чрезвычайных ситуаций
    - 2.1.4. Общие принципы построения государственной системы мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций
  - 2.2. Наземные средства мониторинга опасных факторов чрезвычайных ситуаций
    - 2.2.1. Средства мониторинга социально-политической опасности
    - 2.2.2. Средства мониторинга геологической опасности
    - 2.2.3. Средства гидромониторинга
    - 2.2.4. Средства мониторинга радиационной опасности
    - 2.2.5. Средства мониторинга термопроцессов
    - 2.2.6. Средства мониторинга процессов связанных с использованием химически опасных веществ
    - 2.2.7. Средства мониторинга факторов экологической опасности
    - 2.2.8. Средства мониторинга пожаровзрывоопасности объектов
    - 2.2.9. Средства мониторинга неразрушающего контроля оборудования и объектов
    - 2.2.10. Средства мониторинга биологической опасности
  - 2.3. Аэрокосмические средства и методы мониторинга опасных факторов чрезвычайных ситуаций
    - 2.3.1. Общая характеристика средств аэрокосмического мониторинга.
    - 2.3.2. Методы аэрокосмического мониторинга Земли
    - 2.3.3. Примеры организации аэрокосмического мониторинга в природных и техногенных системах

- 2.4. Надводные средства и системы мониторинга опасных факторов чрезвычайных ситуаций
- 2.4.1. *Методологические основы организации гидрологического мониторинга.*
- 2.4.2. *Физико-географические и социально-политические особенности региона.*
- 2.4.3. *Виды и методы проведения океанического мониторинга морей Европейского региона*

### Глава 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ОБ ОПАСНЫХ ФАКТОРАХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

- 3.1. Общие положения к оценке риска и прогнозированию чрезвычайных ситуаций
    - 3.1.1. *Общие понятия и термины*
    - 3.1.2. *Общий анализ опасных факторов чрезвычайных ситуаций*
    - 3.1.3. *Детальный анализ опасных факторов чрезвычайных ситуаций*
    - 3.1.4. *Риск от опасных факторов чрезвычайных ситуаций для населения*
    - 3.1.5. *Социальные аспекты риска. Общественная оценка степени риска возникновения опасных факторов чрезвычайных ситуаций*
    - 3.1.6. *Методика прогнозирования риска возникновения чрезвычайного события*
    - 3.1.7. *Построение дерева отказов и таблицы решений*
    - 3.1.8. *Оценка экономической эффективности мероприятий по устранению опасности проявления чрезвычайных ситуаций*
    - 3.1.9. *Определение относительной опасности территории*
  - 3.2. Основы антикризисного управления в условиях чрезвычайных ситуаций
    - 3.2.1. *Организации управления силами и средствами в условиях чрезвычайных ситуаций*
    - 3.2.2. *Система планирования и контроля принятых решений как элемент системы антикризисного управления.*
  - 3.3. Организация мероприятий по обеспечению жизнедеятельности населения в условиях возникновения и распространения чрезвычайной ситуации.
    - 3.3.1. *Основные мероприятия органов управления силами реагирования на ЧС*
    - 3.3.2. *Основные мероприятия по проведению мониторинга и сбору данных об обстановке, анализу информации и ее оценке*
    - 3.3.3. *Действия органов управления и сил реагирования на ЧС*
    - 3.3.4. *Особенности действий органов управления и сил реагирования на ЧС в сложных условиях обстановки*
    - 3.3.5. *Особенности действий сил реагирования на ЧС в особых условиях*
- ЛИТЕРАТУРА

## Введение

Геополитические изменения, прошедшие в европейском сообществе в конце XX столетия, привели к формированию новой концепции национальной безопасности. Окончание холодной войны, глобализация экологических проблем, возрастание социально-экономических последствий чрезвычайных ситуаций, расширение масштабов террористической деятельности, увеличение внимания к безопасности населения вызвали трансформацию общего понятия национальной безопасности. Вопросы безопасности, еще недавно ограничивались относительно узким кругом проблем, в основном военно-силовым балансом между разными государствами и блоками, а также способностью этих образований защитить свой суверенитет. Однако с окончанием противостояния между сверхдержавами международное сообщество все больше обеспокоено угрозами, которые могут быть инициированы внутренними источниками опасности, например, религиозными конфликтами, социальным насилием, обнищанием и безработицей, организованной преступностью и терроризмом, а также миграцией и массовым перемещением людей. Причем между этими новыми проблемами существует тесная связь. Так, установлено, что терроризм, контрабанда наркотиков, незаконная миграция и деградация окружающей среды многократно усиливаются, если люди втянуты в военные конфликты и действия, связанные с этническим насилием, оставлены без надежды на будущее или возможности заниматься законной деятельностью.

Невоенные источники нестабильности в экономической, социальной, гуманитарной и экологической сферах приобрели характер угрозы мира и безопасности. Гуманитарные и этические вопросы, которые раньше играли довольно ограниченную роль в мировой дискуссии о безопасности, сейчас занимают в ней центральное место. Понятие безопасности за последние годы расширилось и приобрело гуманистический, нацеленный на человека, характера. Новая парадигма безопасности человека имеет два основных аспекта: защита от хронических угроз, таких, как голод, эпидемии и репрессии, и защита от внезапных и губительных катаклизмов, которые порождаются течение повседневной жизни.

Современная эволюция понятия безопасности состоит в усилении акцента на международное сотрудничество в отличие от более традиционной опоры на соперничество и конфликты. Уже признано, что основные факторы, которые угрожают международной, государственной и личной безопасности, по-своему происхождению есть транснациональными и не могут быть эффективно ликвидированы с помощью односторонних действий.

Стратегию безопасности в XXI столетии мировое сообщество должно строить, базируясь на анализе быстро изменяемой реальности, новых рисков и динамики существующих глобальных проблем. Соответственно исходной базой здесь есть мониторинг с последующим анализом возможных опасностей и угроз.

С учетом этого, стратегическим направлением развития систем безопасности должны быть положения о том, что вся организация инфраструктуры со-

временного общественного функционирования должна быть адаптирована к проблемам безопасности, и проблемы безопасности человека и общества должны решаться в рамках единой государственной стратегии постоянного безопасного развития.

# 1. Основные положения мониторинга опасных факторов техногенного и природного характера

## 1.1. Классификация чрезвычайных ситуаций. Основные определения и понятия

Достижение высокой эффективности государственной системы гражданской защиты невозможно без создания системы мониторинга, сбора, накопления, передачи, обработки и отображения данных на базе современной компьютерной техники, телекоммуникационных средств, информационно-программных продуктов, создание которой, в свою очередь, невозможно без четкого ответа на ряд первоочередных вопросов:

- какие опасные факторы природного и техногенного характера необходимо контролировать?
- как обеспечить сбор, передачу, сохранение и эффективный доступ к данным?
- какими средствами проводить соответствующую работу?

Ответы на поставленные вопросы невозможны без четкой классификации чрезвычайных ситуаций, которые есть следствием совокупности исключительных обстоятельств, сложившихся в соответствующей зоне в результате чрезвычайного события техногенного, природного, экологического, социального или военного характера, а также под влиянием возможных чрезвычайных условий.

Таким образом под чрезвычайной ситуацией следует понимать нарушения нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным бедствием, эпидемией, эпизоотией, эпифитотией, большим пожаром, применением средств поражения, которые привели или могут привести к человеческим и материальным потерям.

Она есть следствием чрезвычайного события и возможных чрезвычайных условий.

Чрезвычайное событие - событие техногенного, естественного, антропогенного и военного характера, которое состоит в резком отклонении от норм процессов и явлений, которые происходят и имеет значительное отрицательное влияние на жизнедеятельность человека, функционирование экономики, социальную сферу и естественную среду, но в тоже время фактические показатели отрицательных следствий чрезвычайного события не достигают пороговых значений показателей признаков чрезвычайной ситуации.

Чрезвычайные условия - характерные особенности общей обстановки, которая сложилась в соответствующей зоне (на объекте, в регионе и др.) в результате чрезвычайного события и других одновременно действующих усиливающих или стабилизирующих факторов, в том числе местных особенностей.

Стихийное бедствие - явление природы, которое вызывает катастрофические последствия и характеризуется внезапным нарушением нормальных усло-

вий жизни и деятельностью население, гибелью людей, разрушениями или повреждениями зданий и сооружений, уничтожением материальных ценностей.

Авария - чрезвычайное событие техногенного характера, которое создает на объекте или территории угрозу для жизни и здоровья людей и приводит к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушение производственного или транспортного процесса, или наносит ущерб окружающей среде.

Катастрофа - большая за масштабами авария или другое событие, которое приводит к тяжелым и трагическим последствиям.

Чрезвычайные ситуации в зависимости от типов и видов чрезвычайных событий, которые лежат в их основе, классифицируются:

- чрезвычайные ситуации техногенного характера: транспортные аварии (катастрофы), пожары, неспровоцированные взрывы или их угроза, аварии с выбросом (угрозой выброса) опасных химических, радиоактивных, биологически опасных веществ, внезапные разрушения сооружений и домов, аварии на инженерных системах и сооружениях жизнеобеспечения, гидродинамические аварии на плотинах, дамбах;

- чрезвычайные ситуации природного характера: опасные геологические, метеорологические явления, деградация грунтов или недр, природные пожары, изменения состояния воздушного бассейна, инфекционные заболевания людей, сельскохозяйственных животных, массовое поражение сельскохозяйственных растений болезнями или вредителями, изменения состояния водных ресурсов и биосферы;

Ряд источников выделяет в отдельный класс чрезвычайные ситуации экологического характера. С точки зрения их характера возможного распространения такое обособление уместно.

- чрезвычайная ситуация экологического характера - обстановка на определенной территории или акватории, которая привела к острым неблагоприятным изменениям в среде проживания людей и, как правило, к массовой гибели живых организмов;

- чрезвычайные ситуации социально-политического характера: связанные с противоправными действиями террористического и антиконституционного характера; осуществление или реальная угроза террористического акта (вооруженное нападение, захват и удержание важных объектов, ядерных установок и материалов, систем связи и телекоммуникаций, нападение или покушение на экипаж воздушного или морского судна), похищение (попытка похищение) или уничтожение судна, установление взрывных устройств в общественных местах, разворовывание оружия;

- чрезвычайные ситуации военного характера: связанные с последствиями применения оружия массового поражения или современных обычных средств поражения, во время которых возникают вторичные факторы поражения население в результате разрушения атомных и гидроэлектростанций, составов и хранилищ радиоактивных и токсичных веществ, отходов нефтепродуктов,

взрывных веществ, сильнодействующих ядовитых веществ, токсичных отходов, транспортных и инженерных коммуникаций.

Показателями масштаба распространения чрезвычайной ситуации являются не только размеры территорий, которые непосредственно подвергаются влиянию поражающих факторов, а и возможные косвенные последствия, которые могут представлять собой тяжелые нарушения организационных, экономических, социальных и других важных связей на значительных расстояниях.

В соответствии с масштабом распространения и учетом последствий чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера классифицируются как:

- чрезвычайная ситуация объектового уровня - это чрезвычайная ситуация, следствия которой ограничиваются границами объекта хозяйствования;
- чрезвычайная ситуация местного уровня - это чрезвычайная ситуация, которая выходит за пределы потенциально-опасного объекта, угрожает расширением как самой ситуации так и ее вторичных поражающих факторов в пространство, соседние населенные пункты, инженерные сооружения, а также в случае, если для ее ликвидации необходимы материальные и технические ресурсы объем, которых превышает возможности потенциально-опасного объекта;
- чрезвычайная ситуация регионального уровня - это чрезвычайная ситуация, которая возникает на территории двух или больше регионах или угрожает переходом на территорию сопредельных регионов, а также в случае, если для их ликвидации необходимые материальные и технические ресурсы объем, которых превышает возможности отдельного региона;
- чрезвычайная ситуация государственного уровня - это чрезвычайная ситуация, которая происходит на территории двух и больше регионов или угрожает распространению на территорию других государств.
- чрезвычайная ситуация глобального уровня - это чрезвычайные ситуации, которая охватывает территорию нескольких государств или угрожает изменениями биосферы планетарного масштаба.

Каждому виду чрезвычайных событий присущей своя скорость распространения опасности. Она есть одной из составных интенсивности протекание чрезвычайной ситуации и степенью ее опасности.

По скорости и внезапности протекания чрезвычайного события чрезвычайные ситуации классифицируются на:

- внезапные (например, взрывы, транспортные аварии, землетрясения и т.п.);
- с опасностью, которая быстро распространяется (например, авария с выбросом СДОВ, гидродинамические аварии с образованием волн прорыва, пожары и т.п.);
- с опасностью, которая распространяется с умеренной скоростью (например, авария с выбросом радиоактивных веществ, авария на коммунальных системах, извержение вулканов, наводнения и т.п.);

– с опасностью, которая медленно распространяется (например, аварии на промышленных очистительных сооружениях, засухи, эпидемии, экологически опасные явления и т.п.).

Чрезвычайные ситуации в своем развитии проходят пять условных этапов:

– первая - накопление отклонений от нормального состояния или процесса;

– вторая - инициирование чрезвычайного события (аварии или стихийного бедствия);

– третья - процесс чрезвычайного события, во время которого происходит влияние на людей, объекты и естественную среду. Практически третья фаза есть следствием и развитием второй.

– четвертая - действия вторичных поражающих факторов под влиянием возможных чрезвычайных условий.

– пятая - ликвидация последствий чрезвычайной ситуации. Эта фаза может по времени начинаться еще к завершению третьей фазы и объединяться с четвертой.

Определив общие аспекты классификации, перейдем к более детальному анализу информации о состоянии возникновения чрезвычайных ситуаций и факторов, которые их сопровождают.

## **1.2. Определение опасных факторов чрезвычайных ситуаций природного характера**

### ***Геологическая опасность***

Эволюция естественной среды реализуется через разнообразные геологические процессы, которые различаются за естественными факторами (физические, физико-химические и др.), масштабами проявления, темпами развития, продолжительностью и силой влияния на природные и техногенные объекты. Поэтому в ряде факторов, которые формируют экогеологическую обстановку конкретных регионов (степень их безопасности) современные геологические процессы занимают ведущее место.

Разнообразные за механизмами развития, характером и интенсивностью проявления на земной поверхности, экзогенные геологические процессы (ЭГП) временами создают обстановку, несовместимую с минимальными требованиями к комфортности окружающей среды и жизнедеятельности человека.

Катастрофические проявления, характерные для разных за генезом ЭГП. Одни могут вызвать человеческие жертвы и огромный материальный ущерб за короткий промежуток времени. Другие, менее опасные с экологической точки зрения, не угрожают непосредственно жизни человека, их влияние менее ощутимо и разрушительно, причиняемый убыток накапливается за довольно продолжительное время.

На основании изучения механизма ЭГП, учета генетических особенностей их проявления, анализа материалов и данных о развитии и влиянии на геологическую среду и сферу жизнедеятельности человека можно составить ряд,

по их относительной экологической опасности и катастрофичности (внезапности проявления): сдвиги, обвалы, карст, абразия, русловая эрозия, оседание, овражная эрозия, подтопление, заболачивание и т.д.

Статистика последних лет указывает на стойкие и нарастающие изменения геологической среды и, как следствие, ухудшение экологических обстоятельств, что предопределяют необходимость их прогнозирования и обеспечение информацией, необходимой для планирования и проведения мероприятий инженерной защиты территорий и безопасности населения, охраны окружающей среды, безопасного расположения промышленных, атомно-энергетических и других важных объектов.

Принятие решений относительно мероприятий по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций (аварий катастроф), связанных с подтоплением, сдвигами и эрозионно-гравитационными процессами, требует анализа определенных объемов информации об уровнях грунтовых вод, состоянии склонов и объектов на территориях населенных пунктов, которым угрожают опасные геологические процессы. В данное время информация об условиях возникновения и развитии подтопления и сдвигов на территориях населенных пунктов разрозненна, не систематизирована, находится в разных организациях и ведомствах, труднодоступна для анализа и принятия решений относительно предотвращения и реагирования на возникновение чрезвычайных ситуаций.

Поэтому на современном этапе развития и функционирования экономики, в условиях сложной экологической ситуации, нужно формировать новые направления для прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций геологического характера:

- широкое использования геофизических, дистанционных (неконтактных, неразрушающих) методов, которые способны оценивать начальные изменения кристалло-геохимических, органически-минеральных, газо-геохимических и других параметров геологической среды, прежде всего, в зонах влияния техногенно-экологических систем;

- оценка территории стран за степенью инженерно-геологического эколого-геологического риска развития опасных природно-техногенных процессов, составление карт убытков от их проявления;

- реализация природоохранной политики, направленной на уменьшение антропогенной нагрузки на геологическую среду;

- обеспечение приоритета экологических критериев, показателей и требований над экономическими;

- мобилизации местных ресурсов и инициатив.

В качестве примера положительного использования геофизических методов предлагается технология электромагнитной оценки состояния поверхностных геосред.

Развитие упомянутых процессов даже на начальной стадии, когда снижение прочности структурных связей и деформация среды еще не ощутимы и не регистрируются прямыми методами, предопределяет значительные изменения электрофизических характеристик соответствующих областей в поверхностном

слое, по которым оценивается состояние и степень деградации среды без нарушения целостности последней.

Выявление и определение на количественном уровне геоэлектрических характеристик аномальных областей и их динамики базируется на применении высокочастотной модификации электромагнитного зондирования нестационарными полями в ближней зоне их источника, комплекса полевых наблюдений с математическим и физическим моделированием сложных ситуаций.

Путем электромагнитного зондирования решаются следующие важные для выявления и предупреждения экоопасных явлений задачи на сдвижных массивах:

- выделение основного деформированного горизонта и поверхностей скольжения;
- прогнозирование активизации (стабилизации) сдвижных процессов на основе определения временных изменений состояния сдвижного склона.

Технология может применяться для оценки состояния территорий под промышленную и жилую застройку, поиска подземных сооружений, коммуникаций и т.д.

В тоже время для уменьшения отрицательного влияния активизации геологических процессов необходимо проведения ряда мероприятий.

На локальном уровне:

- запретить освоения склонов без надлежащего инженерно-геологического контроля;
- не допускать создания гидротехнических и других сооружений, которые могут нарушить стойкость склона;
- уменьшить ритмические и циклические нагрузки от транспортных средств на элементы склонных форм;
- избегать потерь из водообеспечивающих сетей, в особенности в присклонных зонах промышленно-городских агломераций;
- регулировать количество дренажных сооружений соответственно географическому положению региона;
- на участках оползней и сдвигов избегать изменений современного естественного ландшафта.

На государственном уровне необходима долгосрочная программа подготовки законодательных актов, среди которых следует выделить такие:

- об ответственности государственных и негосударственных предприятий и организаций за создание ситуаций, способных привести к чрезвычайным ситуациям;
- об отнесении склонов при крутизне, которая превышает 10 %, и высоте свыше 10 м к категории потенциально опасных объектов (ПНО);
- о создании страховых геолого-экологических фондов.

Для уменьшения отрицательного влияния сейсмической опасности необходимо употребить ряд мероприятий.

На локальном уровне:

- расширение сети сейсмических наблюдений по всей территории Европы;
- пересмотр карт общего сейсмического районирования;
- уточнение сейсмической опасности районов АЭС и других техногенно и экологически опасных объектов;
- усовершенствование методик регистрации, сохранение, обработки и анализа данных сейсмологических наблюдений;
- обеспечение возможности обработки информации в реальном масштабе времени.

На региональном уровне:

- поручить местным органам исполнительной власти в сейсмических регионах, руководителям министерств и ведомств, в подчинении которых есть техногенно и экологически опасные объекты, организовать жесткий контроль за выполнением требований строительных норм и правил строительства в сейсмических районах, а при необходимости, пересмотреть карты сейсмического микрорайонирования населенных пунктов и промышленных площадок.

На государственном уровне необходимая разработка законодательных актов, среди которых следует:

- проекты новых строительных норм и правил строительства в сейсмических районах, с учетом уточненных данных об уровне сейсмической опасности и современных технологий защиты от землетрясений.

### Наиболее известные катастрофы геологического характера

#### Землетрясения

1531 г. до н.э. Иудея. Погибло 30 тысяч человек.

526 г. Сирия. Погибло 250 тысяч человек.

1201 г. Средиземноморье. Самое страшное землетрясение в истории человечества. Погибло более 1 миллиона людей.

1290 г. Китай. Погибло 100 тысяч жителей.

1556 г. Китай. Землетрясение в провинциях Шинси и Ганьсу стало причиной гибели 830 тысяч человек. Это одно из самых страшных стихийных бедствий, с которым столкнулось человечество.

1703 г. Япония. Погибло 200 тысяч человек.

1737 г. Индия. Погибло 300 тысяч человек.

1755 г. Португалия. По разным данным, погибло от 10 до 60 тысяч человек.

1905 г. Город Кангру, Индия. Во время землетрясения 2 тысячи верующих находились в храме и погибли под обломками дома вместе со своим гуру. Всего в городе погибло 19 тысяч человек.

1908 г. Землетрясение на острове Сицилия (Италия): разрушены город Мессина и несколько десятков населенных пунктов. По разным оценкам, погибло от 160 до 250 тысяч человек.

1911 г. Землетрясение на острове Рюкю (Япония), которое вызвало огромные сдвиги и обвалы, привело к гибели 100 тысяч человек.

1920 г. Китай. Провинция Ганьсу. Погибло 180 тысяч человек. Еще 20 тысяч людей погибло на морозе после землетрясения.

1923 г. Землетрясение на острове Хонсю (Япония) забрало жизнь около 143 тысяч людей. 200 тысяч получили ранение, 500 тысяч остались без крыши.

1927 г. Китай. Погибло 200 тысяч человек.

1932 г. Китай. Погибло 70 тысяч человек.

1939 г. Горы Внутренний Клейм (Турция). Землетрясение забрало жизнь более 50 тысяч человек.

1939 г. Чили. Погибло 50 тысяч человек.

1948 г. Землетрясение в городе Ашхабаде (СССР). Под руинами города погибло более 100 тысяч человек.

1960 г. В Чили в результате землетрясения изменился вид земной поверхности: появились новые реки, горы, озера, а бывшие мгновенно исчезли. Начали действовать 14 вулканов, погибло более 110 тысяч человек.

1963 г. Землетрясение в городе Скопле (Югославия): разрушено 80% зданий, погибло более 2 тысяч человек.

1964 г. Землетрясение в штате Аляска (США) разрушило город Анкоридж.

1970 г. Перу. Погибло 70 тысяч человек, ранения получили 50 тысяч человек, разрушено 250 городов и поселков, без крыши осталась 600 тысяч человек.

1976 г. Китай. Землетрясение в городе Таньшани отобрало жизнь около 700 тысяч человек.

1976 г. Гватемала. Погибло 22 тысячи человек, ранено 70 тысяч, без крыши осталась более миллиона человек.

1977 г. Иран. Погибло более 25 тысяч человек.

1977 г. Румыния. Погибло 15 тысяч человек.

1988 г. Землетрясение в Армении привело к полному разрушению города Спитака. Всего в Армении пострадали 58 населенных пунктов, в том числе города Ленинакан и Кировакан. Было повреждено более 54 тысяч жилых домов. Погибло свыше 25 тысяч человек, ранения получили 55 тысяч человек, более полумиллиона людей осталось без крыши.

1990 г. Иран. Погибло более 50 тысяч человек, ранения получили 200 тысяч, возле миллиона осталось без крыши.

1993 г. Индия. Погибло 22 тысячи человек.

1995 г. Землетрясение в городе Кобе (Япония): разрушено несколько кварталов города. Погибло 3,5 тысяч человек, осталось без крыши почти 500 тысяч человек. Материальный ущерб достиг 90 млрд. долларов.

1995 г. Полностью разрушенный русский поселок Нефтегорск. С 3 тысяч его жителей погибло 2 300 человек.

1999 г. Турция. Погибло 17-18 тысяч человек.

2001 г. Индия. Погибло 20 тысяч человек.

2002 г. Полностью разрушенный афганский город Нахрин. Погибло более 3 тысяч человек.



**Рис. 1.1 – Последствия землетрясения в Иране**

### Извержение вулканов

79 г. до н.э. Италия. Извержение вулкана Везувий привело к гибели городов Помпея, Геркуланум, Стабия. Люди умирали под пластом раскаленной лавы пепла, грязи, поражались камнями, отравлялись ядовитыми газами, погибали под обломками падающих домов. В этой катастрофе погибло около 10 тысяч человек. После этого Везувий "просыпался" еще более 50 раз.

12 ст. Во время катастрофических извержений вулканов Этна и Гекла выбросы вулканической пыли достигли стратосферы. Двухлетнее похолодание, которое состоялось потом, привело к массовым неурожаям, гибель от голода 30% население Европы.

1669 г. Самое могущественное извержение наибольшего и активного вулкана Европы Этна. Вулкан выбрасывал в воздух и на расстояние многих километров гигантские "вулканические бомбы". Город Катания, расположенный на расстоянии 30 км от вулкана, был залит лавой. Погибло около 100 тысяч человек. Разрушено 50 мостов, 300 поселков. Память людей хранит более 140 извержений вулкана Этна.

1672 г. Индонезия. Остров Ява. Извержение вулкана Мурапи привело к гибели 3 тысяч человек, девять рек изменили свои русла, ландшафт местности стал неузнаваем, исчезли с лица земли десятки городов и сел. Вулкан Мурапи считается одним из самых опасных вулканов на планете. Семнадцать столетий он "дышит" и извергается, в среднем один раз в 5-10 лет вулкан взрывается. В "спокойном" состоянии Мурапи выбрасывает в среднего 1,5 миллиона м<sup>3</sup> камней в год. Во время извержения количество камней, которые выбрасываются, достигает 5 миллионов м<sup>3</sup> в день.

1883 г. Состоялось извержение взрывного типа вулкана Кракатау в Индонезии. Это сильнейшее из известных извержений. Ударные волны обогнули Землю несколько раз. Черная туча пепла и газов поднялась на высоту 75 километров. Вулканический пепел покрыл 800 тысяч км<sup>2</sup>. Объем вулканического выброса составил, по разным данным, 18-70 км<sup>3</sup>. Взрыв Кракатау разбудил к жизни еще 15 вулканов и привел к образованию гигантских волн цунами высотой

от 15 до 30 метров, которыми смыло 295 городов и поселков на островах Ява и Суматра. Погибло около 40 тысяч человек.

1902 г. Взорвался вулкан Мон-Пеле на острове Мартиника в Карибском море. Гигантская пуля раскаленных газов за две минуты уничтожила всех жителей города Сен-Пеле, что находился на расстоянии 6 км от вулкана. Погибло более 30 тысяч человек, живыми остались лишь 4 горожанина.

1985 г. В Колумбии извержение вулкана Руиса вызвало таяние "ледяной шапки" и снега на его вершине. Селевые потоки, которые образовались, стерли с лица земли город Американо и несколько поселков. Погибло 24 тысячи человек.

1986 г. Более 1700 человек отравилось во сне сероводородом, который вырвался из кратера погасшего вулкана, заполненного водами озера Ниос. Эта трагедия состоялась в Камеруне.

1991 г. Состоялось извержение вулкана Пинатуба на Филиппинах. Погибло 500 человек, без крыши осталась 100 тысяч человек.

2002 г. Конго. В процессе извержения вулкана Ньирагонго на 85% был разрушен город Гомо. Погибло 45 человек. 350 тысяч человек были вынуждены оставить места постоянного проживания.



**Рис. 1.2 – Извержение вулкана**

### ***Гидрометеорологическая опасность***

Экстремальные природные явления становятся стихийной бедой тогда, когда они влияют на поселение и деятельность человека. Среди природных факторов именно гидрометеорологические условия в своем непрерывном изменении постоянно влияют на жизнедеятельность населения и хозяйственную деятельность. В целом каждое общество приспосабливается к местным климатическим условиям и соответственно они обеспечивают проживание и деятельность людей, а проблему создают отклонение гидрометеорологических условий от нормы и аномальные явления погоды. Не всегда эти отклонения и аномалии, а также стихийные гидрометеорологические явления вызывают чрезвычайные ситуации сразу, в соответствии с определенными критериями. Негативное влияние их может проявиться через определенный промежуток времени и нанести значительные убытки и существенно повлиять на жизне-

деятельность населения. Поэтому влияние гидрометеорологических условий необходимо анализировать не только и не столько через призму количественной характеристики чрезвычайных ситуаций, когда в коротко срочном промежутке времени проявляется разрушительная сила опасных явлений (сильный ветер, грозы, быстротекущие паводки и тому подобное), а при долгосрочных аномальных процессах (засуха, аномально высокий или низкий температурный режим, переувлажнение грунта и т.д.). Названные выше явления вызываются непосредственно погодными условиями. Кроме того, есть целый ряд стихийных бедствий, которые опосредствовано связаны с ними (например, сдвиги, лавины, пожары, эпидемии). По данным Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) оказалось, что гидрометеорологические катастрофы более опасны для человечества, чем геофизические. 90% погибших потеряли свою жизнь во время природных катастроф в результате изменения метеорологических условий и гидрологических явлений. Самые тяжелые последствия для людей имеют засухи и, как следствие, нехватка продовольствия, а также штормовые ветры, наводнения и паводки. Следует заметить, что землетрясения наносят несколько меньший вред жизни и здоровью людей, хотя убытки от них оказались достаточно высокими.

Восточная Европа за своими физико-географическими условиями в масштабах Земного шара не относится к территориям с очень высоким риском возникновения стихийных бедствий, однако ежегодно в регионе возникает более 500 чрезвычайных ситуаций, вызванных природными факторами. Убытки от них составляют 90% от суммы убытков в результате чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Наибольшее количество их обусловленное метеорологическими факторами. Впрочем, распределение зафиксированных чрезвычайных ситуаций гидрометеорологического характера имеет ряд особенностей, а именно, наибольшее количество чрезвычайных ситуаций вызвано явлениями, которые имеют разрушительную силу (сильный ветер, включая шквалы и смерчи, гололед и налипание мокрого снега). Вместе они превышают количество ЧС, обусловленных сильными осадками. Наиболее масштабные чрезвычайные ситуации возникают при сочетании опасных и стихийных гидрометеорологических явлений с резкими перепадами температуры и аномальным режимом осадков. Следует заметить, что определенное количество чрезвычайных ситуаций, причиной которых, наряду с другими факторами (например, изношенность, старение оборудования), являются и погодные условия, отнесены к техногенным. Как пример, это ЧС на теплосетях, которые возникают при длительных сильных морозах, и некоторые другие. Не всегда фиксируются как ЧС неблагоприятные погодные условия, которые вызывают значительные убытки в аграрном секторе (засухи, заморозки, переувлажнение грунта, градобитие и т.п.). К сожалению, стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций гидрометеорологического характера избежать практически невозможно. Но их негативные последствия нередко могут быть уменьшены путем перспективного планирования, подготовкой и проведением упреждающих мероприятий.

Для минимизации последствий стихийных бедствий необходимо выполнение комплекса мероприятий и условий, основные из них:

- постоянный мониторинг гидрометеорологического состояния как на территории отдельно взятого региона, так и в планетарном масштабе. Для этого необходимо совершенствовать систему наблюдений, которая должна включать наземные, аэрологические, радиолокационные, космические и другие средства мониторинга;

- создание современной автоматизированной системы сбора, обработки, анализа гидрометеорологических данных и заблаговременное прогнозирование развития гидрометеорологических процессов во времени и пространстве (погодные условия, гидрологический режим, ледовые процессы и другое с акцентом на опасные и стихийные явления, которые могут вызвать осложнения в системах жизнеобеспечения или привести к стихийному бедствию или аварии). Учитывая то, что погодные процессы не имеют границ, чрезвычайно важным фактором является систематический межгосударственный обмен гидрометеорологическими данными;

- создание комплексной автоматизированной системы прогнозирования и моделирование параметров чрезвычайной ситуации, согласованных с фактическими и прогнозируемыми величинами гидрометеорологических элементов и явлений;

- наладить систему реагирования на наличие угрозы возникновения чрезвычайной ситуации или ее развитие (оповещение органов власти всех уровней, населения, субъектов ведения хозяйства об ожидании стихийных явлений и вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, наличии необходимых сил и средств для предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций или уменьшения их негативного влияния);

- создание комплексных надежных систем защиты от вредного действия гидрометеорологических факторов (гидротехнические сооружения и укрепление от вредного действия воды, селевых потоков, снежных лавин, эффективная система водоотведения и канализации и т.д.);

- организация постоянного контроля и поддержка надлежащего технического состояния энергетических, гидродинамических и транспортных коммуникаций.

В тоже время главным условием остается – ведение хозяйственной деятельности соответственно природным условиям региона, что, в свою очередь, рядом с другими факторами, предусматривает определение и уточнение зон действия негативных факторов, наличие современных баз данных о гидрометеорологических явлениях, которые привели к чрезвычайным ситуациям, накоплению опыта действий в условиях угрозы и возникновения ЧС.

Анализ данных о чрезвычайных ситуациях гидрометеорологического характера не дает оснований для успокоения – современное состояние реагирования на них еще не отвечает всем вышеупомянутым условиям, хоть за последние годы сделаны немало. Тем не менее потенциальная опасность возникновения стихийных бедствий не уменьшается.

Во всем мире, все больше чувствуются изменения климата, которые имеют определенное влияние на возникновение чрезвычайных ситуаций природного характера.

Как отмечалось выше, одним из условий реагирования на чрезвычайные ситуации гидрометеорологического характера является систематический непрерывный мониторинг состояния окружающей среды, а также состояния и изменений климатической системы в планетарном масштабе. К сожалению, количество метеорологических станций, которые ведут наблюдение для анализа изменений климата планеты в глобальном масштабе, начиная из середины 90-х годов XX века, уменьшается. Такое состояние наблюдательной сети негативно отражается на качестве прогнозирования последствий изменений климата. Особое внимание должно быть уделено развитию системы гидрометеорологических наблюдений, как комплексной многоуровневой измерительно-информационной системе наблюдений по состоянию атмосферы, водных и других объектов. За последние годы, как позитивный фактор, следует заметить, что в количественном составе пунктов наблюдений значительных изменений не произошло, несмотря на финансовые трудности. Однако сохраняется негативная тенденция уменьшения регулярности некоторых видов наблюдения, например, аэрологических.

В 2003-2004 годах подавляющее большинство чрезвычайных ситуаций гидрометеорологического характера распространялось на большинство регионов и было вызвано именно метеорологическими факторами. Гидрологический режим на реках Европейского региона отмечался близким к нормальному. Чрезвычайные ситуации (высокие уровни воды во время наводнения, паводках, сели и т.д.) были малочисленными и отмечались только на местном уровне на малых реках. Паводки, которые периодически наблюдались в этом регионе, были небольшие и средние за высотой и негативных последствий не имели. В отличие от обстановки на внутренних водных объектах, на акваториях Черного и Балтийского морей достаточно часто отмечались неблагоприятные гидрометеорологические условия, которые были среди причин техногенных чрезвычайных ситуаций и гибели людей.

Значительные аномалии среди метеорологических факторов отмечались в термическом режиме на протяжении последних лет. Интересно то, что наибольшие отклонения средней месячной температуры воздуха от нормы отмечались, как и в 2001 году, в июле (наиболее высокие) и декабре (очень низкие). На фоне преобладания теплой погоды на протяжении года отмечались резкие и достаточно частые перепады температуры воздуха в каждом календарном месяце. Это стало характерной особенностью последних лет.

В тоже время стоит отметить наличие чрезвычайных ситуаций гидрометеорологического характера межгосударственного уровня на европейском континенте, в частности, в странах Центральной и Западной Европы отмечались неоднократные природные катаклизмы, связанные с гидрометеорологическими условиями. Это можно объяснить условиями циркуляции в атмосфере. Таким образом, и в дальнейшем есть основания ориентироваться на контрастность погоды и достаточно сложные ситуации, связанные с этим. Хотя и будет преобладать позитивная аномалия температуры воздуха, но

очень холодные периоды, как и периоды жары, не исключаются, даже с перекрытием экстремальных значений. О вероятных значениях низких температур воздуха уже засвидетельствовали зимы 2002-2004 гг. в Европе. Резкие перепады температуры воздуха и значительная амплитуда их, как правило, будут усиливать негативное действие разных метеорологических факторов и опасных явлений.

Развитие гидрометеорологических процессов всегда нуждается в постоянном мониторинге и прогнозировании для оперативного осуществления комплексных превентивных мероприятий, способных уменьшить риск и последствия от природных чрезвычайных событий. Хозяйственный комплекс страны и население должны быть постоянно готовыми к погодным аномалиям и явлениям, связанным с ними. Но при этом следует заметить, что глобальное потепление климата, которое проявляется в изменениях климатических условий, является одной из причин осложнения их прогнозируемости и возможного уменьшения периода заблаговременного предвидения стихийных явлений.

На государственном уровне должны быть разработаны и внедряться следующие мероприятия:

- усовершенствование системы мониторинга окружающей среды, в первую очередь, гидрометеорологической системы. Остаются актуальными внедрения автоматизированных технических средств для проведения гидрометеорологических наблюдений, особенно в паводкоопасных регионах;
- разработка и создание единой системы метеорологических радиолокационных наблюдений и объединения их с аналогичными системами соседних государств. На нынешнем этапе это единственный способ улучшить прогнозирование таких явлений, как шквалы, сильные ливни, град, смерчи;
- применение в прогностических организациях современных региональных численных моделей прогнозирования гидрометеорологических факторов;
- разработка методик моделирования ЧС как на общегосударственном уровне, так и на региональном. Этого требует риск возникновения чрезвычайных ситуаций;
- подготовка квалифицированных специалистов в отрасли анализа и прогнозирования ЧС. Особенно остро стоит эта проблема в региональных центрах прогнозирования;
- усовершенствование существующих и создание современных автоматизированных систем предупреждения населения о возможности возникновения ЧС и правил поведения при них;
- соблюдение правил ведения хозяйства относительно природных условий;
- повышение стойкости к опасным явлениям систем жизнеобеспечения, обновление изношенных устаревших производственных фондов, повышения требований правил техники безопасности.

Еще можно перечислять ряд мероприятий. Но необходимо формировать культуру безопасности. Культура безопасности заключается в совместных дейст-

виях общества и властей по снижению риска гибели людей. Это ответственность всех и каждого на своем месте.

### Наиболее известные катастрофы гидрометеорологического характера

#### Наводнения

1914 г. Над Азовским морем пронесся сильный ураган. Высокие волны обрушились на восточное побережье. Погибло 1 500 человек.

1970 г. Длительные дожди и обильное таяние снега в предгорьях Карпат привели к подъему воды в реках Днестр, Тиса, Прут, Серет на 3-5 м. Наводнение охватило 8 областей Украины. Было разрушено более 8 тысяч жилищных зданий. 160 больших производственных предприятий, залитые тысячи гектаров посевов.

1989 г. Российская федерация. В Хабаровском и Приморском краях прошли сильные ливни. Уровень воды в реках поднялся на 8 м. Было затоплено более 140 населенных пунктов, погибло и пропало без вести 11 человек.

1997 г. Европа. В Польше погибло 54 человека, в чешской Республике - 52, в Словакии - 26. В этих странах разрушено более 7,5 тысяч частных домов, повреждены около 60 тысяч зданий. Для Германии это наводнение стало самым сильным за последние несколько веков.

1998 г. Бангладеш. Под водой оказалось почти 2/3 территории страны. Свое жилье покинуло 17 млн. человек. Погибло около 400 человек.

1999 г. Венесуэла. Часть территории страны была буквально смыта с лица земли наводнениями и сдвигами. Число жертв от 10 до 50 тысяч человек, без вести пропало 60 тысяч, без крыши осталось 150 тысяч человек.

2001 г. Украина. В результате наводнения в 12 районах Закарпатской области был подтоплен 251 населенный пункт (33579 домов), разрушены 1629 домов, отселены 11258 лиц, обесточены 92 подстанции, отключены 75 АТС, повреждены и разрушены автодорожного полотна на 36 участках длиной 50 км, разрушен 9 км железнодорожного полотна.

2001 г. Российская федерация. Приморье. За два часа выпала двухмесячная норма осадков. Вода затопила 1,5 тысячи домов, размыва 250 км автодорог, смыла 40 мостов. Погибло 11 жителей.

2001 г. Российская федерация. Якутия. От наводнения пострадало более 50 населенных пунктов, тысячи семей остались без крыши, в зоне затопления оказалось 5200 жилых домов, в которых проживало свыше 31 тысячи человек. Больше всего пострадал город Ленск. Здесь в зоне затопления оказалось 4,5 тысячи домов, в которых проживало более 27 тысяч человек. Город был практически разрушен.

2002 г. Российская федерация. Краснодарский край. В Темрюкском районе затоплены 74 тысячи га. Больше всего пострадал город Темрюк. Здесь разрушены 305 домов, в которых проживало свыше тысячи человек.

2002 г. Российская федерация. Сильные ливни на Северном Кавказе вызвали катастрофическое наводнение в девяти регионах Южного федерального округа. Под водой оказалось около 300 населенных пунктов, 52 тысячи домов, почти 200 тысяч га сельскохозяйственных посевов. Разрушено 664 км дорог и

205 мостов. Частично были разрушены почти 40 тысяч домов, еще 8 тысяч – полностью разрушены. Погибло более 50 тысяч сельскохозяйственных животных. Пострадало 330 тысяч человек, из которых более 85 тысяч, - было эвакуировано. Погибло свыше 100 человек. Убыток от наводнения составил 14 млрд. рублей.

2002 г. Индонезия. Без крыши осталось 500 тысяч человек. Смыто или подтоплены 40 тысяч домов. В столице страны - Джакарте свои дома оставили 400 тысяч человек.

2002 г. самое сильное наводнение в Европе.



**Рис. 1.3 – Последствия наводнения в Закарпатье. Украина, 2001 год**

### Цунами

1952 г. Российская федерация. На Курильские острова обрушились несколько волн цунами. Их высота достигала 18 метров. Был смыт город Северо-Курильск.

1979 г. Цунами с высотой волны 5 м обрушилось на тихоокеанское побережье Колумбии. Погибло 125 человек.

1994 г. На Филиппинах цунами высотой 15 м разрушило 500 домов и мостов. Погибло более 60 человек.

1998 г. Папуа-Новая Гвинея. На северном западе страны цунами полностью уничтожило несколько сел вместе с жителями. Погибло 1600 человек.

2004 г. Северо-восточная Азия. В результате цунами погибло свыше 300 тыс. человек.

### Сильные ветры

524 г. Сильный ветер и песчаная буря в пустыне Сахара погубили армию Камбиза численностью 50 тысяч человек.

492 г. Сильный ветер и шторм полностью уничтожили флот персидского царя Дария I. Затонуло около 300 судов с командами.

1780 г. Большой ураган уничтожила огород Саванна-ла-мар (США). Погибло 6 тысяч человек.

1862 г. Страшный тайфун обрушился на территорию Китая. Погибло 40 тысяч человек.

1900 г. Ураганный ветер скоростью до 200 км/час налетел на прибрежный город Галвестон (США). Волны высотой шесть метров полностью уничтожили все городские здания. Погибло 6 тысяч человек.



**Рис. 1.4 – Разрушительные последствия цунами в Юго-восточной Азии. 2004 г.**

1906 г. Ураган обрушился на Гонконг. Его жертвами стали 50 тысяч человек. Скорость ветра превышала 160 км/час. Ветер поднял шторм, который потопил 11 тяжелых кораблей, 22 парохода средних размеров, более 2 тысяч лодок.

1922 г. На китайский город Шаньтоу и его окраины обрушились два тайфуна. Скорость ветра достигала 160 км/час. Погибло 60 тысяч человек.

1959 г. Тайфун «Вера» обрушился на Японию. Погибло 5 тысяч человек, ранено 15 тысяч, осталось без крыши 400 тысяч человек.

1970 г. Ураган налетел на Бангладеш. Ветер скоростью до 240 км/час и волны высотой 15 метров стали причиной гибели около 500 тысяч человек.

1974 г. Над территорией США образовалось 148 торнадо. Они унесли жизнь 315 человек.

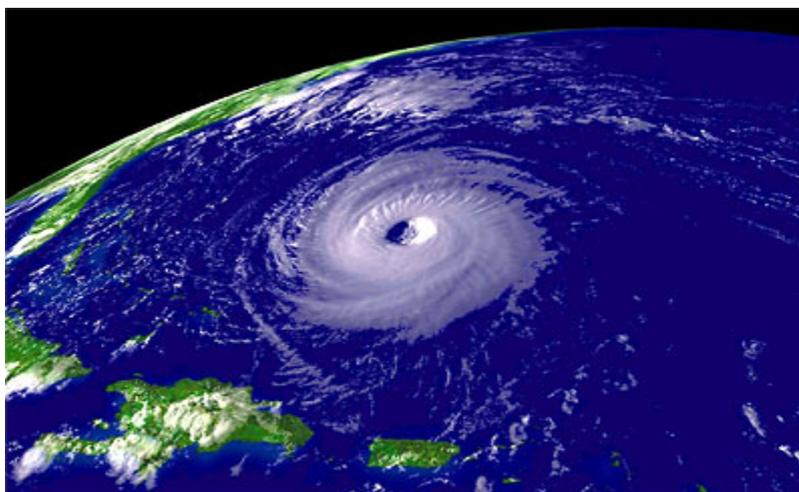
1979 г. Ураган «Давид» обрушился на территории Доминиканской Республики, Пуэрто-Рико, США. Погибло более 2 тысяч человек.

1989 г. На Бангладеш обрушился страшный и разрушительный смерч. Погибло 1300 человек.

1991 г. Бангладеш. Шторм стал причиной гибели 140 тысяч человек.

1992 г. Ураган «Эндрю» превратил штат Флорида (США) в руины. Этот ураган считается самым разрушительным для США. Он уничтожил 80 тысяч домов, погибли десятки людей, убыток составил десятки миллиардов долларов.

1998 г. Ураган «Митч» обрушился на Центральную Америку. Погибло 11 тысяч человек. Тысячи людей пропали без вести, десятки тысяч получили ранение, три млн. человек остались без крыши.



**Рис. 1.5 – Вид эпицентра урагана из космоса**

1998 г. Российская федерация. Москва. Ураган стал причиной гибели 9 человек. Травмированы 200 человек. Более 1500 автомобилей повреждены обломками деревьев. Сорвано крыши с многих домов, оборваны линии электропередач.

1999 г. Российская федерация. Санкт-Петербург. Самый сильный шквал за последние 150 лет. Погибло 4 человека.

2001 г. Российская федерация. Москва. Шквал. Скорость ветра достигала 28 м/с. Погибло 6 человек, госпитализировано более 30. Ветром повреждены 14 тысяч деревьев. Разрушено более 3 тысяч квадратных метров крыш. Зафиксировано 172 обрыва линий электропередач. Прервано движение на 30 троллейбусных маршрутах.

2001 г. Российская федерация. Читинская область. Смерч повредил сопротивления линий электропередач и оборвал провода. Без электроэнергии осталось 24 тысячи жителей в 24 населенных пунктах.

2002 г. Российская федерация. Краснодарский край. Три разрушительных смерча обрушили огромное количество воды на Новороссийск и 17 населенных пунктов. Погибло свыше 60 человек, разрушены 447 жилых домов, 5 мостов, повреждены почти 5 тысяч зданий.



**Рис. 1.6 – Торнадо возле г. Севастополя, Украина**

#### Сели и лавины

218 г. Во время второй Пунической войны армия под командованием Ганнибала пересекла Пиренеи и Альпы. План военной операции включал преодоление горных массивов и нанесения неожиданного удара по римской армии из Севера. Однако этому помешали горы и лавины. Армия вошла в горы весной, когда отмечается массовый сход снежных лавин. Изнурительный переход в горах продолжался 33 дня. Перед его началом в армии Ганнибала было 80 тысяч пехотинцев, 12 тысяч всадников, 37 боевых слонов. В горах погибло 40 тысяч пехотинцев, 6 тысяч всадников, 36 слонов.

1608 г. В Альпах обвалилась часть горы Монте-Конто. Погибло более двух тысяч жителей села Плур. Они были похоронены в своих домах под массой камней и грунта.

1654 г. В Китае сдвиг грунта унес жизнь 12 тысяч человек. Трагедия намного большего масштаба обрушилась на эту страну в 1920 году. Сдвиг уничтожил 180 тысяч человек.

1911 г. Город Веллингтон, штат Вашингтон (США). Лавина погребла под собой сразу три пассажирских поезда. Погибло 120 человек.

1951 г. Швейцария. Серия снежных лавин пронеслась в швейцарских, австрийских, итальянских Альпах. Погибло 245 человек, 45 тысяч человек оказались отрезанными от внешнего мира на несколько недель. Много курортов были разрушены, в том числе в городе Давосе.

1954 г. Австрия. На небольшую деревню Блонс в течение одного дня обрушились две снежные лавины. Погибло 111 человек с 376 жителей деревни. В шахте неподалеку лавина засыпала и заживо похоронила 300 шахтеров.

1954 г. Несколько тысяч паломников собрались в мусульманской святыне, расположенной неподалеку от города Фарахзал в горном ущелье. Ливень, который начался, привел к образованию селевого потока, он снес храм и погубил почти 2 тысячи человек.

1960 г. На шахте «Колбрек» у ЮАР произошел обвал горных пород. Погибло 417 шахтеров.

1963 г. Обвал скальных пород в водоем привел к внезапному переливу огромного количества воды через дамбу. Погибло свыше 3 тысяч человек. Эта трагедия произошла в Италии.

1966 г. Рио-де-Жанейро. Бразилия. Грязевые сдвиги стали причиной гибели 239 человек, тысячи получили ранение. Подобная беда повторилась через год. Причиной сдвигов стал бесконтрольная вырубка лесов на склонах, что окружают город.

1970 г. В результате землетрясения от вершины Уаскаран (Перу) отломался кусок льда длиной 1500 метров и шириной 900 метров. Объем обвала составил 42 миллиона кубометров. Под обвалом погибло 20 тысяч человек.

1974 г. Колумбия. Сдвиг своей основной массой обрушился на автомагистраль. Шесть автобусов с людьми и 20 других автомобилей оказались в ловушке. Погибло более 200 человек.

1988 г. Российская федерация. В пяти районах Омской области произошли сдвиги грунта. Были разрушены 3 км железнодорожного полотна, уничтожены 3 тысячи гектаров пастбищ.

1989 г. В Гисарской долине Таджикистана сдвиг уничтожил кишлак Шарора. Погибло 274 человек.

1990 г. СССР. Лавина уничтожила базовый лагерь международной экспедиции альпинистов на пике Ленина на высоте 5300 метров. Погибло 43 человека. Эта трагедия в горах является самой тяжелой за всю историю альпинизма.

1993 г. Российская федерация. В Северной Осетии (Алании) лавина накрыла пассажирский автобус. Погибло 17 человек.

1996 г. Обвал похоронил в тоннеле пассажирский автобус с людьми. Это произошло в Японии.

1996 г. Непал. Сдвиг грунта стал причиной гибели более 240 человек.

1999 г. Несколько могучих лавин отрезали горный курорт Галтюр (Австрия). Толщина снега достигала 5 метров. Десятки человек погибли, пропали без вести, обморозились. В спасательных операциях приняли участие более 300 спасателей и 16 вертолетов.

2000 г. Российская федерация. В районе горы Ушба (Кавказ) обвал льда накрыл лагерь альпинистов. Погибло семь человек.

2002 г. В Афганистане в районе тоннеля Саланг прошла лавина, и закрыла оба входа в тоннель. От духоты под снегом погибли десятки людей.

Избыточные осадки, засуха, град, похолодание и др.

1911 г. В городе Баню (Филиппины) за сутки выпало 1168 мм осадков, за четыре дня 2233 мм (для сравнения: годовая норма атмосферных осадков для этих широт составляет 500-700 мм).

1947 г. В штате Флорида (США) ливни обрушивали на землю 500 млн. тонн воды каждый час. За сутки количество осадков составило 12 миллиардов тонн.



**Рис. 1.7 – Следствия разрушительного действия селя**

1816 г. На северо-восточные штаты США обрушился небывалый снегопад. Его толщина достигала 30 см. Это стихийное бедствие сопровождалась бурями, морозами в течение четырех дней. В этом году снег и морозы возвращались в июле, августе, сентябре. Подобные явления отмечались и в Европе. 1816 год назвали «Год без лета». Причиной такого аномального явления появилось скопление в атмосфере огромного количества вулканических выбросов после взрыва вулкана Тамбора.

1922 г. На восточном побережье США началась снежная буря, которая продолжалась три дня. Толщина снежной стены достигала 60 см. В городе Нью-Йорке под весом снега свалилась крыша кинотеатра «Никкербокер». Погибло 120 зрителей.

1947 г. На восточное побережье США обрушился небывалый снежный буран. За сутки снежный покров достиг 8-метровой толщины. В отдельных районах толщина снежного покрова увеличивалась ежечасно на 90 см. Снег парализовал жизнь наибольшего города США Нью-Йорка, где выпало около 99 миллионов тонн снега. В его сборе принимали участие 25 тысяч пожарных и полицейских. В результате стихии погибло 55 человек.

1983 г. В России наибольшее количество снега выпало в районе поселка Красная Поляна, рекордная толщина снежного покрова здесь составила 7,2 метра.

1994 г. Рекордное для планеты количество снега выпало зимой в штате Калифорния (США). Толщина снега составила 11,5 метра.

1784 г. Небывалый град обрушился на штат Южная Каролина. Диаметр некоторых градин достигал 7 см. Впервые в истории США имелись человеческие жертвы, пострадали люди, которые работали в поле.

1996 г. В штате Манипут (Индия) выпал небывалый град. Диаметр отдельных градин достигал 30 сантиметров. Ледяные ядра убили несколько тысяч домашних животных.

2001 г. Российская федерация. Ставропольский край. Град отмечен на территории 100 тысяч га. Он повредил 1,7 тысячи га виноградников, свыше 4,5 тысяч жилых домов.

2001 г. Российская федерация. Краснодарский край. Град наблюдался в ряде районов края. Полностью уничтожены посевы озимой пшеницы, ячменя, подсолнуха и гороха на площади 31 тыс. га. Частично были повреждены посевы на 30 тыс. га.

2005 г. Большие снегопады и заносы на дорогах охватили восемь регионов Украины.



**Рис. 1.8 – Последствия снежных заносов в Европе. 2004-2005 гг.**

1715 г. Вблизи острова Котлин молния попала в носовую часть российского 64-пушечного корабля «Нарва». Взорвался пороховой запас, что послужило причиной гибели корабля и команды.

1856 г. Молния ударила в церковь Святого Иоанна на острове Родос, где находился склад пороха. В результате взрыва погибло 4 тысячи человек.

1959 г. Бразилия. Во время футбольного матча молния убила 2 и ранила 17 футболистов.

1962 г. Молния попала в английский корабль «Аругуарри». Судно затонуло. Экипаж и пассажиры погибли.

1993 г. Молния попала в американский самолет «Боинг-727». В результате пожара и падения все пассажиры и экипаж погибли.

1998 г. Беларусь. За одну неделю июня от молний погибло 7 человек.

443 г. На юге Европы выпало небывалое количество снега. Он пролежал полгода. Многие люди и животные погибли от холода.

922 г. Реки Средней Азии, в том числе Амударья, покрылись толстым слоем льда.

30 декабря 2000 – 8 января 2001 г. в Кузбассе (Российская федерация) холод стал причиной гибели 49 людей, за помощью в лечебные учреждения по поводу переохлаждения обратилось 500 горожан.

Зима 2000-2001 г. Приморье (Российская федерация). Тридцатиградусные морозы привели к авариям в коммунальном хозяйстве края. Без тепла и света остались десятки тысяч человек.

Декабрь 2001 - первая декада января 2002 г. Российская федерация. Москва. От холода погибло более 250 человек.

332 г. до н.э. Во время семидневного перехода армии Александра Македонского через Согдианскую пустыню от жары и жажды погибло воинов больше, чем в последующих боях.

1119 г. В Египте отмечалась небывалая жара. Река Нил практически пересохла. Засуха привела к гибели урожая и голоду. Люди ели собак и друг друга. Погибло приблизительно 100 тысяч человек.

1162 г. На Руси жара стояла длинная, изнурительная, болезненная. Вследствие засухи пересыхали реки, водяные источники. Погиб весь урожай. Начался голод.

1180 г. Япония. Самая сильная засуха уничтожила весь урожай риса. Только в городе Киото от голода умерло 42 300 человек.

1769 г. Засуха в индийской провинции Индостан стала причиной гибели нескольких млн. людей.

1876 г. Китай. В результате небывалой засухи погибло, по разным оценкам, от 9 до 13 млн. человек.

1921-1923 г. В результате засухи и голода в Советской России погибло 3 млн. человек.

1932-1933 г. Засуха и голод привели к гибели от 3 до 10 млн. жителей СССР.

1935 г. США. Небывалая засуха в штатах Канзас, Колорадо, Техас. Солнце и ветер высушили землю и привели к образованию черных бурь. Сотни тысяч человек были вынуждены оставить свои обжитые места.

1942 г. Китай. Провинция Хунань. Засуха привела к уничтожению посевов риса, к недороду всех хозяйственных культур. Из 30 млн. жителей провинции умерло почти 3 млн. человек. В городе Чжучжоу с 120 тысяч жителей в живых осталось 40 тысяч.

1958 г. Бразилия. Засуха охватила северо-восточные районы страны. Пострадало более 2,5 млн. человек.

1968-1973 г. Нигерия. Засуха и голод привели к гибели 100 тысяч человек.

1981г. Небывалая жара для Африки. В некоторых странах на протяжении года не выпало ни капли осадков, реки пересыхали. От засухи больше всего пострадала Эфиопия. В этой стране погибло около 1 млн. человек.

1997 г. Китай. В результате засухи полностью пересохла река Хуанхэ в своем низовье. Более 7 млн. га крестьянских угодий остались без воды. Погиб урожай риса.

3-4 июня 1998 г. За сутки в Индии от жары умерло 400 человек.

1998 г. В России засуха уничтожила 12 млн. га посевов зерновых культур из общей площади в 50,8 млн. га. Экономические потери от засухи составили почти 2 млрд. долларов.

1998 г. В штате Техас (США) в течение трех недель июня температура воздуха не опускалась ниже оценки 38 градусов по Цельсию. От перегрева погибло 169 человек. Этот штат был объявлен зоной стихийной беды.

1999 г. Франция. От летней жары погибло 176 человек.

2000 г. Небывалая жара и засуха в восточных районах Грузии. Полностью уничтожен урожай хозяйственных культур, сильно пострадали виноградники.

2001 г. самая сильная за всю историю КНДР засуха уничтожила 90% посевов хозяйственных культур.



Рис. 1.9 – Последствия песчаных заносов и засухи

### ***Чрезвычайные ситуации в природных экосистемах***

На территории Восточной Европы более 30 % занимают леса и торфяники. Влияние лесов на окружающую среду является многогранным. Леса, кроме роли производителя кислорода для нашей планеты, непосредственно влияют на водный баланс страны, снижают влияние засух и суховеев, переформируют разные виды атмосферного загрязнения, защищают грунты от водной и ветровой эрозии, селевых потоков, сдвигов, разрушения берегов и других опасных геологических процессов. Позитивная экологическая роль лесов отображена в девизе Международного конгресса лесоводов (Индия): «лес - это вода, вода - урожай, урожай - жизнь».

Негативно на лесные экологические системы влияют лесные пожары. Возникают они как от природных факторов (молния, длительный период сухой погоды, низкая относительная влажность воздуха, высокий температурный фон и т.д.), так и по вине людей, в результате неосторожного обращения с огнем.

В многолетнем разрезе подсчитано, что в Европе за год в среднем возникает около 15 тыс. природных пожаров. Распространение лесных пожаров на зна-

чительные территории создает угрозу жизни людей, объектов ведения хозяйства и отдыха, что расположены в лесу или рядом с ним, а значительная задымленность воздуха, которая возникает при масштабных пожарах, при направлении ветра на населенные пункты, негативно влияет на здоровье население, флору и фауну. Массовые пожары в случае самовоспламенения могут возникать лишь при наличии определенных природных условий. В целом, только 2-10% случаев лесных пожаров случаются через природные факторы, тогда как 90-98% - это последствия неосторожной или злоумышленной деятельности людей. Повышению пожарной опасности в лесах способствуют ветреные засушливые погодные условия (4-5 классы пожарной опасности) и увеличение количества посещений лесов населением. Именно поэтому к 90% случаев лесных пожаров возникает в 10 - километровых пригородных зонах, из них 60% - в 5-километровых пригородных зонах. наивысшие показатели вероятности возникновения массовых пожаров и наибольшие масштабы повреждений и нанесенных убытков характерные для лесов, где возможно возникновение пожароопасности III-V классов. Общая площадь таких лесов составляет в европейском регионе около 40%.

Особое внимание заслуживают случаи пожаров в природных экологических системах, которые достигли уровня чрезвычайной ситуации.

Отметим, что первоочередные меры относительно повышения уровня пожарной безопасности должны включать:

- создание и эффективное функционирование системы наблюдения (в том числе спутниковые данные) с целью своевременного выявления ячеек горения и оперативного предоставления информации о них органам пожарной охраны и структурам комитета лесного хозяйства;
- строгий контроль за организацией и выполнением мероприятий по санитарной вырубке и очистке лесных массивов, создания системы противопожарных барьеров в лесах;
- материально-техническое оснащение наземной и авиационной службы пожарной разведки;
- модернизация средств для локализации и ликвидации очагов пожаров;
- формирование, подготовка (обучение) специализированных внештатных команд (отрядов) для проведения спасательных работ, особенно в сельской местности.

#### Самые известные пожары в природных экосистемах

1972 г. Пожар в центральных областях России уничтожил 650 тысяч га леса, 4900 штабелей торфа.

1983 г. Австралия. Лесные пожары стали причиной гибели 75 человек.

1987 г. Российская федерация. Читинская область. Выгорело 90 тысяч га леса.

1984 г. Российская федерация. Во время пожаров выгорели почти все леса на острове Сахалин.

1985 г. Во время лесных пожаров в Португалии погибло более 3 тысяч человек.

1996 г. Российская федерация. На территории Бурятии возникло 29 лесных пожаров, выгорело 4 тысячи га леса. Огонь уничтожил около 100 жилых зданий.

1997 г. Российская федерация. Алтай. Лесные пожары уничтожили 70 тысяч га ленточных боров.

1997 г. Индонезия. Лесные небывалые пожары. Выгорело 52 тысячи квадратных километров лесов, в атмосферу попало более миллиарда тонн углерода, загрязнению подверглась территория площадью 1,62 млн. квадратных километров, на которой проживает 70 млн. человек, 40 млн. человек испытали заболевания органов дыхания, вызванных дымом.

1998 г. Российская федерация. Сахалин. Лесной пожар уничтожил поселок Горки. Из 137 домов остался только один. Погибло 3 человека.

1998 г. Российская федерация. Хабаровский край. Лесные пожары уничтожили 2,5 млн. га лесов.



**Рис. 1.10 – Вид лесных массивов, охваченных пожарами**

1998 г. Российская федерация. Волгоградская область. В процессе гашения небольшого лесного пожара погибло 5 человек.

2001 г. Австралия. Небывалый лесной пожар. Фронт пожара составил 2 тысячи км. Огонь вплотную подошел к городу Сиднею, в городе Суффиксе уничтожены сотни домов. Дымовая завеса достигла Новой Зеландии. Погибли тысячи овец, кенгуру и коал. Выжжены дотла 0.5 млн. га уникальной природы.

2002 г. Центральные регионы России. Массовые лесные и торфяные пожары привели к задымлению огромных территорий, дым окутал Москву и Санкт-Петербург. Сгорело несколько сел. Не обошлось без человеческих жертв.

### ***Опасность медико-биологического характера.***

Согласно с резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН (в 1979 г.) здоровья населения определено единственным критерием целесообразности и эффективности всех без исключения сфер деятельности человека.

Здоровье нации является интегральным показателем цивилизованности государства и отображает социально-экономическое состояние общества. Проб-

лема профилактики инфекционных заболеваний была и остается одной из приоритетных проблем государственной санитарно-эпидемиологической службы [43, 59].

Ежегодно в связи с инфекционными заболеваниями за медицинской помощью обращается свыше 10 миллионов человек.

Удельный вес больных гриппом и острыми респираторными вирусными инфекциями в общем количестве заболевших составляет к 90%.

Среди других инфекционных болезней значительный вес составляют острые кишечные инфекционные болезни - брюшной тиф, сальмонеллез, дизентерия, другие острые кишечные инфекции, вирусный гепатит А и тому подобное, заболеваемость на которые зависит от уровня благосостояния и санитарной культуры населения, наличия надлежащих условий для соблюдения правил личной гигиены, степени загрязнения окружающей среды возбудителями инфекционных болезней, качества пищевых продуктов и питьевой воды.

При чрезвычайной ситуации медико-биологического характера, которая может привести к массовым вспышкам особенно опасных инфекционных заболеваний, принимаются следующие меры:

- специалистами проводится санитарно-эпидемиологическая разведка территории;
- на основе побочных признаков устанавливаются возбудители инфекционного заболевания;
- проводится отбор проб воды, продуктов питания, кормов на выявление возбудителей заболевания;
- организуется проведение ветеринарно-санитарной экспертизы;
- проводится определение карантинной зоны;
- готовятся санитарно-гигиеническая и зоопаразитологическая характеристики территории, справка о наличии лечебных, профилактических центров санитарно-эпидемических и ветеринарно-санитарных мероприятий с целью использования при проведении противоэпидемического обеспечения;
- определение и подготовка медицинских заведений для лечения, реабилитации пострадавшего населения и проведение лечебно-профилактических мероприятий;
- создаются необходимые запасы медикаментов, антибиотиков, лечебных и диагностических иммунобиологических препаратов, соответствующей медицинской техники и оборудования;
- предоставляются рекомендации населению по соблюдению правил противоэпидемического режима;
- в случае необходимости организуется очаговая дезинфекция, дезинсекция и дератизация территории.

За медико-биологическим состоянием страны, комплексным и своевременным проведением иммунизации населения, вакцинации скота, ветеринарным контролем, организацией пропаганды санитарно-гигиенических норм и правил поведения, санитарно-эпидемиологическим контролем объектов пищевой промышленности постоянно наблюдают специалисты Министерства охра-

ны здоровья, санитарно-эпидемиологические службы, санитарно-ветеринарные службы, специалисты лечебно-профилактических заведений и комиссии по предупреждению чрезвычайных ситуаций медико-биологического характера.

Постоянно проводится мониторинг в системе наблюдения и лабораторного контроля с целью своевременного выявления и индикации заражения местности, воды, население, животных, продуктов питания, фуражу и принятие экстренных мероприятий по защите населения, сельскохозяйственного производства от возбудителей инфекционных заболеваний. В случае возникновения инфекционных заболеваний в животноводстве системой ветеринарного контроля проводится изучение объектов заболевания, полная диагностика и предоставление необходимых рекомендаций, а при необходимости, и вакцинация сельскохозяйственного скота.

Неблагополучная эпидемическая ситуация в странах Азии, Африка, Латинской Америки из карантинных заболеваний (чума, холера, желтая лихорадка) и высоко контагиозных вирусных лихорадок (Эбола, Ласса, Марбург), рост международных пассажирских и грузовых перевозок создает условия для заноса на территорию Европейского региона указанных опасных заболеваний.

Санитарная охрана территории региона от заноса особенно опасных инфекций является приоритетным направлением в противоэпидемическом обеспечении населения и сохранении здоровья нации.

С целью предотвращения заноса и распространению карантинных и других особенно опасных заболеваний через границы отдельных государств созданы и функционируют санитарно-карантинные подразделения, которые осуществляют проведение медицинского (санитарного) обзора пассажиров, транспортных средств, багажа, грузов, их деятельность регламентируется соответствующими документами. Такие подразделения созданы и действуют в международных аэропортах, морских и речных портах, на автотрассах и железнодорожных станциях.

Большинство (44,3 %) чрезвычайных ситуаций медико-биологического характера приходится на отравление и (31 %) - на инфекционную заболеваемость населения, (22,9 %) - инфекционная заболеваемость животных и (1,8 %) - поражения сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями.

Большинство погибших и пострадавших фиксируется в результате отравлений, среди которых доминируют пищевые отравления и отравление угарным газом.

Стоит подчеркнуть, что причины, которые привели к отравлениям населения, являются достаточно традиционными. Это, в первую очередь:

- употребление самими пострадавшими некачественных продуктов питания, приобретенных, как правило, в местах стихийной торговли, которые не проходят соответствующей санитарно-ветеринарной экспертизы;
- несоблюдение санитарно-гигиенических норм как частными лицами, так и государственными учреждениями;
- неудовлетворительное состояние питьевой воды;
- нарушение правил техники безопасности и т.д.

Негативная тенденция проявления ЧС медико-биологического характера сохраняется и прямо зависит от эпидемической и санитарно-гигиенической си-

туации. Учитывая низкий уровень благосостояния и санитарной культуры населения, обнищание широких слоев населения, неудовлетворительное качество пищевых продуктов и питьевой воды, отсутствие своих препаратов для диагностики ряда острых кишечных инфекций (особенно экзотических, которые могут быть завезены) и других факторов, высокая степень загрязнения окружающей среды возбудителями инфекционных болезней, вероятность возникновения этих событий достаточно высокая в любом регионе Европы.

В целом по европейскому региону поддерживается стабильная, контролируемая эпизоотическая ситуация относительно заразных болезней животных.

Благодаря выполнению ряда межгосударственных программ, осуществлению комплексов мероприятий отмечается стабилизация санитарно-эпидемической и санитарно-ветеринарной ситуации в регионе. Для ее улучшения целесообразно:

- претворять в жизнь программы относительно улучшения санитарно-эпидемиологической и санитарно-ветеринарной ситуации, экологического оздоровления бассейнов рек и улучшения питьевой воды, строительства, реконструкции и ремонта водопроводных и канализационных сетей и сооружений и тому подобное;

- усилить работу санитарно-эпидемиологических и санитарно-ветеринарных служб;

- расширить образовательную-пропагандистскую работу среди населения;

- организовывать и осуществлять профилактические мероприятия с целью предупреждения эпидемических осложнений из наиболее распространенных инфекционных заболеваний людей с учетом сезонных и региональных особенностей;

- проводить плановое обследование предприятий пищевой промышленности, мест реализации продуктов питания, ликвидацию «стихийных» рынков;

- оборудовать и усовершенствовать аппаратурой и медицинскими препаратами лечебно-оздоровительные и санитарно-эпидемиологические заведения;

- с целью предотвращения заноса и распространению карантинных и других особо опасных заболеваний усилить функционирование санитарно-карантинных подразделений.

### Самые известные катастрофы медико-биологического характера

#### Эпидемии

1347-1351 г. Евразия. Эпидемия чумы. Погибло 75 млн. человек.

1380 г. Европа. Эпидемия чумы. Погибло 25 млн. человек.

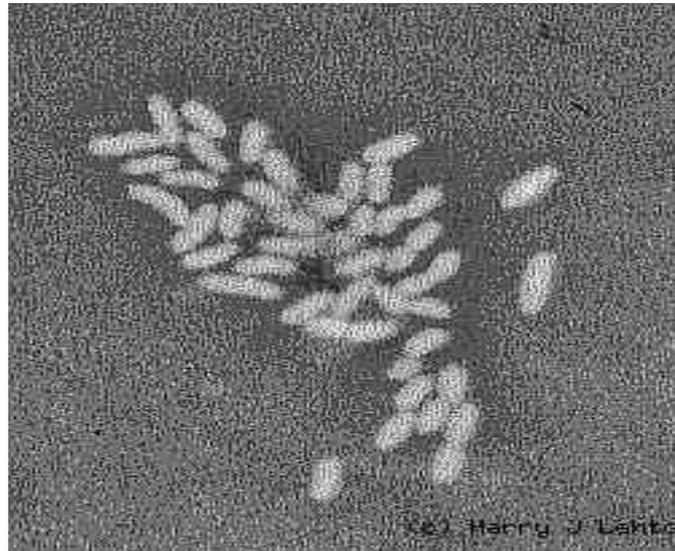
1665 г. Лондон. Англия. Эпидемия чумы. Погибло 70 тысяч человек.

1771 г. С 250 тысяч жителей Москвы от чумы умерло 52 тысячи.

1812 г. Эпидемия тифа в России. В российских войсках от тифа умерло не менее 60 тысяч человек, во французской - около 300 тысяч. Вместе с отступающей французской армией болезнь распространилась на все страны Европы, вызвав огромных человеческих жертв.

1918-1919 г. Весь мир. Эпидемия гриппа. Погибло почти 22 млн. человек.  
1923 г. Во время вспышки эпидемии малярии ею переболело 12.5 млн. россиян.

1967 г. Весь мир. Эпидемия оспы. Погибло 2 млн. человек.



**Рис. 1.11 – Холерные вибрионы**

Массовые поражения скота.

1950-1960 г. СССР. Поволжье. Вспышка ящура. Заболели миллионы животных.

1986 г. Англия. Эпизоотия коровьего бешенства. Уничтожено более млн. голов крупного рогатого скота. Убытки оцениваются в сумме около 6 миллиардов долларов. Коровьим бешенством заболели более 100 человек.

1992 г. Российская федерация. Якутия. Чума яков. Уничтожены несколько тысяч животных.

2001 г. Франция. По подозрению на коровье и овечьё бешенство было уничтожено свыше 50 тысяч коров и овец.



**Рис. 1.12 – Животные, пораженные коровьим бешенством**

Массовые поражения хозяйственных культур

125 г. Саранча уничтожила все посевы в Нумидии и Киренаике. Голод, который наступил после этого забрал жизнь 800 тысяч человек.

1722 г. Россия. Урожай ржи был поражен смертоносным грибком. Около 20 тысяч россиян умерли, отравившись зараженным хлебом.

В дореволюционной России убытки, которые наносились сельскохозяйственными насекомыми, оценивались в 2 430 млн. рублей золотом. В США аналогичные убытки в настоящее время оцениваются приблизительно в 1 миллиард долларов.

1958 г. Эфиопия. После нашествия саранчи миллионы жителей этой страны оказались на грани голодной смерти.

Заболевание посевов зерновых культур фузариозом на Северном Кавказе в 1999 г. привело к потере нескольких млн. тонн зерна.

1999 г. Российская федерация. Убытки российских картофелеводов от колорадского жука оцениваются в 3 миллиарда долларов.

2001 г. Российская федерация. Иркутская область. Нашествие саранчи. Поражены 390 тысяч га.

2001 г. Российская федерация. Дагестан. Нашествие саранчи. Поражены 6 тысяч га сельскохозяйственных культур.

2002 г. Всяческими вредителями заражен 10 млн. га леса. Ученые прогнозируют возникновение «лесной эпидемии», убыток от которой можно сопоставить с гигантскими лесными пожарами.

Каждая вспышка популяции шелкопряда приравнивается к стихийному бедствию. 1999 г. Отмечена вспышка этого вредителя в Якутии (Российская федерация). Он поразил 6 млн. га леса.



Рис. 1.13 – Вредитель хозяйственных культур – саранча

### 1.3. Определение опасных факторов чрезвычайных ситуаций техногенного характера

#### *Радиационная опасность*

Радиационное влияние, причиной которого могут быть отдельные производства, объекты и материалы, является одним из наиболее опасных техногенных факторов, которые имеют негативное влияние на условия жизни населения и окружающую среду. К объектам, которые потенциально могут стать источником радиационной опасности, принадлежат, в первую очередь, атомные электростанции, предприятия по добыче и переработке урановых руд, хранилища отработанного ядерного топлива и радиоактивных отходов, исследовательские ядерные реакторы, а также источники ионизирующего излучения, что используется в промышленности, медицине, производстве и научно-исследовательской работе.

Сегодня в странах Европы для выработки электроэнергии используется 178 энергоблоков с энергетическими реакторами.

Исходя из накопленных результатов оценки безопасности АЭС, можно сделать следующие основные выводы:

1. Ни национальные, ни международные проекты по анализу безопасности не выявили таких дефицитов безопасности, которые бы требовали прекращения эксплуатации любых энергоблоков.

2. Проектная концепция безопасности энергоблоков АЭС с реакторами ВВЕР отвечает международным подходам.

3. Реализация разработанных программ по модернизации действующих энергоблоков и совершенствования эксплуатационной практики позволяет еще больше повысить уровень их безопасности. Это подтверждает уверенность в том, что действующие энергоблоки АЭС могут безопасно работать в течение проектного срока службы (30 лет), и позволяет ставить задание относительно разработки мероприятий, направленных на увеличение срока службы энергоблоков с реакторами ВВЕР. Значительную опасность составляет объект «Укрытия», что является разрушенным 4-м блоком Чернобыльской АЭС, который в результате аварии потерял все функциональные свойства энергоблока. В процессе аварии ядерные материалы были разнесены по многим помещениям объекта «Укрытия» и на сегодня они являются главным источником радиационной и ядерной опасности. Наличие на объекте около 200 т обогащенного урана и трансурановые изотопы потенциально могут привести к возникновению самоподдерживаемой цепной реакции.

На территории Восточноевропейского региона имеется свыше 10000 разных учреждений и организаций, деятельность которых приводит к образованию радиоактивных отходов. Основными производителями радиоактивных отходов и местами их концентрации на сегодня является:

- атомные электростанции;
- уранодобывающая и перерабатывающая промышленность;
- медицинские, научные, промышленные и другие предприятия и организации;

– зона отчуждения Чернобыльской АЭС (более 1,1 млрд. куб. м радиоактивных отходов).

Из общего количества радиоактивных отходов 85-90% являются низко- и среднеактивными. Высокоактивные радиоактивные отходы, в основном, накапливаются на промышленных площадках атомных электростанций в специальных хранилищах.

Источники ионизирующего излучения, в виде радиоактивных веществ или устройств, что генерируют ионизирующее излучение, широко используются в разнообразных полезных для общества целях во многих сферах хозяйственной деятельности. Вместе с тем, использования генерирующих устройств и радионуклидных источников ионизирующего излучения создает риск облучения людей и загрязнения окружающей природной среды.

Из-за отсутствия нормативной базы, технологий и инфраструктуры остается острой проблемой захоронения источников ионизирующего излучения высокой активности, количество которых, по ориентировочным данным, превышает 1000 единиц. Характерным примером таких источников ионизирующего излучения является наличие на морских маяках радиоизотопных термоэлектрогенераторов, в состав которых входят мощные источники ионизирующего излучения со стронцием-90, срок эксплуатации которых закончился.

Характерной для добычи и переработки урана является работа в условиях высоких концентраций природных радионуклидов, что требует особого внимания для обеспечения радиационной защиты персонала. Кроме того, в результате этой деятельности образуется большое количество отходов - отвалы шахтных пород, шахтные воды, сбросы и выбросы (жидкие, газообразные), что представляют собой источники радиоактивного загрязнения окружающей среды. Для окружающей среды и населения основную опасность составляют большие за объемом и активностью радиоактивные могильники.

На каждой АЭС предусмотрено проектом технологические системы и установки из сбора, первичной переработки твердых и жидких радиоактивных отходов непосредственно на площадке станции. Администрация АЭС обеспечивает учет количества, перемещения и мест нахождения всех делимых и радиоактивных материалов, свежего и отработанного топлива, демонтирующего оборудования, загрязненного инструмента, одежды, радиоактивных отходов, других источников ионизирующего излучения. На каждой АЭС разработаны и внедряются мероприятия по минимизации образования радиоактивных отходов. На сегодня ведется активная работа по оснащению атомных электростанций дополнительными средствами по переработке и утилизации таких отходов, включая установки по сжиганию. На каждой АЭС существуют и реализуются программы относительно сокращения радиоактивных отходов разного уровня активности и содержания радионуклидов. Все аварии и чрезвычайные ситуации радиационного характера распределяются на классы. Классы определены таким образом, чтобы была возможность установить между ними четкие границы, быстро классифицировать аварию и немедленно ввести в строй план аварийного реагирования соответствующего уровня. В каждом государстве система оповещения об аварии на АЭС интегрирована

в единую национальную систему связи, которая состоит из централизованных, локальных и специальных систем оповещения и организуется таким образом:

- общегосударственный уровень - система централизованного оповещения центральных и местных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления;

- региональный уровень - система централизованного оповещения в областях и в городах, что отнесены к соответствующим категориям и группам Гражданской защиты, создаются системы оповещения местных органов исполнительной власти и населения;

- местный уровень - система централизованного оповещения на этом уровне не создается. Оповещение на этом уровне осуществляется через системы оповещения регионального уровня и локальную систему оповещения;

- объектовый уровень - система централизованного оповещения потенциально опасных предприятий, зона поражения от которых в случае возникновения чрезвычайной ситуации не выходит за их территорию.

Для реализации Планов аварийного реагирования каждая АЭС оснащена кризисным центром. Кризисный центр является центром управления всеми действиями по локализации аварии и ликвидации ее последствий на площадке АЭС и в СЗЗ.

Кризисные центры созданы также при Министерствах, отвечающих за организацию работы в ЧС и их территориальных управлениях. Они обеспечивают сбор, обобщение, обработку и доведение в центральные и местные органы исполнительной власти информации о состоянии радиационной обстановки, выполнение необходимых мер относительно защиты населения и координации действий исполнителей, вовлеченных в осуществление этих мер, и других функций.

Для подготовки персонала АЭС к действиям в аварийных условиях, усовершенствованию его знаний и навыкам по локализации аварий и ликвидации их последствий периодически проводятся стационарные, блочные, цеховые и индивидуальные противоаварийные тренировки. Индивидуальные противоаварийные тренировки проводятся для начальников подразделений АЭС, для вновь принятого оперативного персонала после прохождения стажировки (дублирование) на рабочем месте, при переводе на другую должность после прохождения стажировки на новом рабочем месте, для персонала, который по какой-то причине не принимал участие в плановой тренировке.

Для обеспечения выполнения требований Конвенции об оперативном оповещении о ядерных авариях, других заданий у области аварийного реагирования, и согласно с рекомендациями МАГАТЭ, регулирующим органом по ядерной безопасности в 1998 году был создан информационно-кризисный центр (ИКЦ).

С целью поддержки постоянной аварийной готовности в ИКЦ осуществляется круглосуточное дежурство, что является требованием Конвенции об оперативном извещении о ядерной аварии. В ходе дежурства поддерживается оперативная связь с АЭС, проводится анализ и регистрация информации о радиационных инцидентах.

ИКЦ оснащен современным компьютерным оборудованием, включая автоматизированные информационные системы, которые функционируют в режиме реального времени.

Система раннего извещения о радиационных авариях «Гамма-1» позволяет получать информацию относительно радиационного состояния окружающей среды в 30-километровой зоне АЭС. Система «Гамма-1» представляет собой сеть станций мониторинга, которые автоматически каналами радиосвязи передают данные в локальные центры реагирования.

Основными функциями системы дистанционного мониторинга АЭС (СДМ) является передача технологических и радиационных параметров блоков АЭС, контроль параметров на допустимые значения и оценка состояния критических функций безопасности, отображение текущих параметров в виде технологической схемы, отображение состояния обобщенных параметров, накопление и сохранение полученной информации.

Однако следует отметить, что в условиях значительного распространения производств, применяющих опасные радиоактивные материалы и материалы, образованные по различным причинам в прошлом, риск возникновения чрезвычайных ситуаций радиационного происхождения остается очень высоким.

Основными проблемами обеспечения проблемы радиационной безопасности является:

- окончание ресурса оборудования систем, важных для безопасности, отсутствие обоснованных методик относительно управления ресурсными характеристиками оборудования;
- низкие темпы модернизации объектов использования атомной энергии, увеличения количества мероприятий по повышению безопасности, сроки выполнения которых переносятся из года в год;
- проблема обращения с радиоактивными отходами, медленные темпы внедрения современных технологий их переработки отсутствие экономических стимулов для уменьшения количества радиоактивных отходов;
- отсутствие приборов и методик определения активности твердых радиоактивных отходов;
- продолжается практика бесконтейнерного хранения твердых радиоактивных отходов первой группы «навалом»;
- проблема сохранения отработанного ядерного топлива;
- большое количество радиоактивных веществ объекта «Укрытия», не защищенных надежными физическими барьерами от окружающей среды, и отсутствие контроля за состоянием объекта, соответствующего нормам и правилам безопасности;
- старение парка переносных приборов дозиметрического контроля в связи с снижением темпов их замены (высокая стоимость).

Главными путями обеспечения радиационной безопасности должны быть:

- обеспечение надежного контроля по состоянию ядерной и радиационной безопасности на атомных электростанциях, объектах обращения с радиоак-

тивными отходами, во время использования источников ионизирующего излучения;

- стабилизация состояния объекта «Укрытия», поддержка достаточного уровня его безопасности и превращения в экологически безопасную систему, недопущение распространения радионуклидов за пределы зоны отчуждения;

- анализ и переоценка безопасности действующих энергоблоков с учетом их комплексного инженерно-радиационного обследования;

- создание информационно-аналитической системы текущего состояния безопасности радиационных объектов;

- определения методов и средств диагностики состояния оборудования и систем, изменений их характеристик и возможности к выполнению функций;

- создание новых технологий, материалов с улучшенными свойствами относительно процессов, которые уменьшают ресурс оборудования;

- разработка эколого-гигиенических нормативов качества окружающей природной среды с учетом влияния ионизирующих и химических веществ.

#### Наиболее известны аварии и катастрофы радиационного характера

1949 г. СССР. Авария на заводе «Маяк» в Челябинске (СССР).

1957 г. Пожар на реакторе в городе Виндскейли (Англия).

1957 г. Взрыв емкостей с ядерными отходами, привел к сильному радиоактивному заражению большой территории и к эвакуации населения города Касли Челябинской области (СССР).

1961 г. Выброс радиоактивных элементов из экспериментального реактора в Айдахо-Фолз, штат Айдахо (США).

1966 г. Неполадки в системе охлаждения привели к частичному разрушению стержней демонстрационного реактора в Детройте, штат Мичиган (США).

1967 г. Авария на заводе «Маяк» в Челябинске (СССР).

1968 г. Потерпел аварию и упал на севере Гренландии американский бомбардировщик Б-52 с четырьмя водородными бомбами. Погибло 18 человек, 500 человек были облучены.

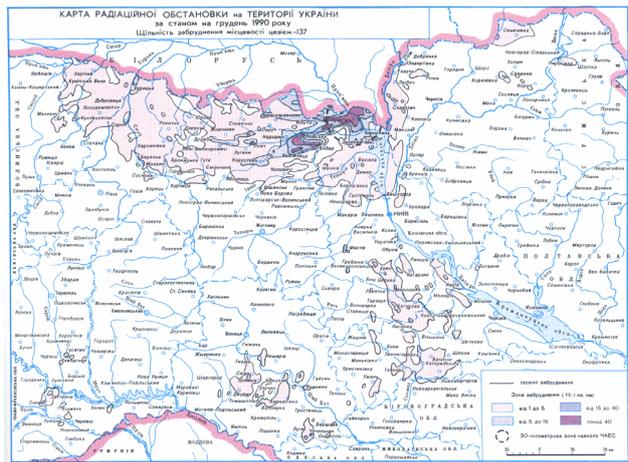
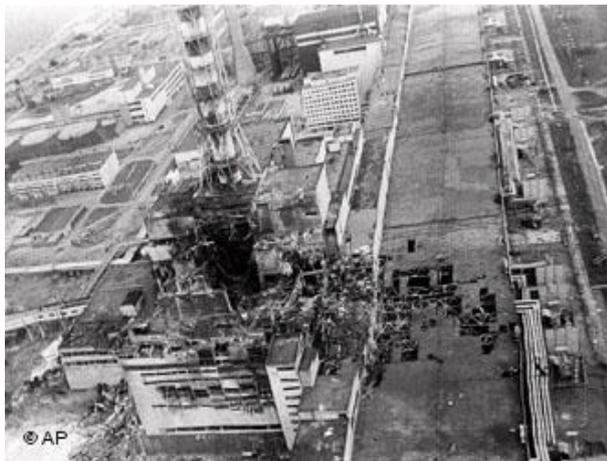
1969 г. Неполадки в системе охлаждения привели к выбросу большого количества радиации в подземном реакторе в городе Люсенвад (Швейцария).

1975 г. Пожар на реакторе, что произошел в результате того, что техник искал возможные утечки воздуха с запаленной свечой, привел к предаварийной ситуации в городе Деке-ладье, штат Алабама (США).

1979 г. Самая Тяжелая авария на территории США на реакторе «Три-майл-Айленд» в Мидлтауне, штат Пенсильвания. Из тридцатикилометровой зоны было эвакуировано около 200 тысяч человек.

1981 г. Разлил 400 тысяч литров радиоактивного охладителя на заводе «Секвойя-1» в штате Теннесси (США).

1981 г. Авария на реакторе в городе Цуруга (Япония), в результате которой разные дозы облучения получили 300 рабочих.



**Рис. 1.14 – Последствия взрыва на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС**

1986 г. После неправильного нагревания цилиндра с радиоактивным материалом возникла аварийная ситуация на заводе «Керр-МакДжи» в городе Горе, штат Оклахома (США).

1986 г. Авария на Чернобыльской АЭС

### *Химическая опасность*

Безопасность функционирования химически опасных объектов зависит от многих факторов: физико-химических свойств сырья, характера технологического процесса, конструкции и надежности оборудования, условий сохранения и транспортировки химических веществ, состояния контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации, эффективности средств противоаварийной защиты и тому подобное. Кроме того, безопасность производства, использования, сохранения и перевозок сильнодействующих ядовитых веществ в значительной степени зависит от уровня организации профилактической работы, своевременности и качества планово-предупредительных ремонтных работ, подготовленности и практических навыков персонала, системы наблюдения по состоянию технических средств противоаварийной защиты.

К основным факторам химической опасности в регионе относятся следующие объекты экономики:

- заводы и комбинаты химических отраслей промышленности, в том числе и отдельные установки и агрегаты, которые производят, используют, перерабатывают или уничтожают сильнодействующие отравляющие вещества;
- промышленные предприятия, которые удерживают на своей территории химические вещества, что не используются в производстве и нуждаются в утилизации;
- заводы (комплексы) по переработки нефтепродуктов;
- предприятия, которые имеют на оснащении холодильные установки, водонапорные станции и очистительные сооружения, которые используют хлор или аммиак;

- железнодорожные станции и порты, где концентрируется продукция химических производств, терминалы и составы на конечных пунктах перемещения сильнодействующих отравляющих веществ;
- транспортные средства, контейнеры и наливные поезда, автоцистерны, речные и морские танкеры, что перевозят химические продукты;
- составы и базы, на которых находятся запасы веществ для дезинфекции, дератизации хранилищ для зерна и продуктов его переработки;
- - составы и базы с запасами ядохимикатов для сельского хозяйства.

Нынешнюю экологическую ситуацию на территории региона в целом можно охарактеризовать как напряженную. Проявления экологической опасности для окружающей среды, здоровье и жизнь людей в разных районах региона в результате негативного влияния техногенной деятельности и опасных естественных процессов в последнее время приобретают тенденцию к росту.

Лишь на отдельных территориях экологическая ситуация стабилизировалась и постепенно приобретает тенденцию к улучшению, что обусловлено, в первую очередь, спадом промышленного производства.

Около 20% территории Восточной Европы находится в неудовлетворительном состоянии вследствие перенасыщения грунтов разными токсичными соединениями. Основными источниками загрязнения является сельское хозяйство, промышленность и транспорт. В целом в Европе угодья, которые не используются в сельскохозяйственном производстве, в частности, техногенное и радиационное загрязнение, составляют 0,2% общей площади.

Сложный характер имеет загрязнение земель сельскохозяйственного назначения пестицидами, причем опасным фактором является наличие в их спектре стойких органических загрязнителей (СОЗ), угроза от которых здоровью человека и окружающей среде признана приоритетом мирового уровня.

Напряженная экологическая ситуация сложилась в нефтегазовом комплексе. Разветвленная система магистральных и других трубопроводов охватывает все природоклиматические зоны. Количество аварийных ситуаций на предприятиях этой отрасли ежегодно достигает 1,5 тысячи. Часть из них сопровождается аварийными выбросами нефти, нефтепродуктов, других веществ. Плодородие грунтов на, образованных в следствии этого локальных ячейках, загрязненных участков возобновляется очень медленно - до 20 лет.

Отдельную проблему составляет крупномасштабное нефтехимическое загрязнение подземных вод и грунтов. Практически каждый военный аэродром является источником мощного загрязнения окружающей среды легкими фракциями углеводородов.

В последнее время еще одним источником загрязнения окружающей среды стали многочисленные преднамеренные повреждения нефтепродуктопроводов с целью кражи нефтепродуктов. Подобные аварии чаще всего случаются в регионах, где расположены магистральные трубопроводы и густота сетей трубопроводного транспорта наибольшая. Это, в первую очередь, западные области Украины. Указанные аварии приводят к загрязнению зе-

мель, водных объектов, а кое-где вызывают и гибель животного и растительного мира.

Аварийные сбросы неочищенных стоковых вод в водные объекты, вызванные повреждением или нарушениями в работе канализационных очистительных сооружений и сетей, вызывают значительное загрязнение как водных ресурсов, так и прибрежных полос.

Состояние химической безопасности на предприятиях горно-химической и содовой промышленности характеризуется заострением проблемы накопления, удаления и утилизации токсичных отходов производства, что ставит под угрозу жизни людей, приводит к возникновению опасных экологических ситуаций.

Так, на горно-химических предприятиях Западного региона Украины мотильники обогатительных фабрик переполненные отходами обогащения. Отработанные серные карьеры заполняются высокоминерализованными водами, которые попадают в бассейн р. Вислы и р. Днестра. Серные карьеры и добываемые поля являются источником выброса в атмосферу большого количества сероводорода. Отвалы фосфогипса угрожают загрязнением ионами фтора прилегающих территорий и водных ресурсов.

Отсутствие надлежащей инфраструктуры и необходимого финансирования для обеспечения осуществления надлежащих операций в сфере обращения с отходами обусловило интенсивное загрязнение поверхностных и подземных вод, земли и атмосферного воздуха.

Основным вопросом защиты населения от действия поражающих факторов аварий на химически опасных объектах (производствах) является прогнозирование и предупреждение аварий, заблаговременное проведение мероприятий по защите персонала и населения и уменьшению последствий аварии.

Особенностью химически опасных аварий есть высокая скорость формирования и действия поражающих факторов, что вызывает необходимость употребления оперативных мероприятий защиты. В связи с этим защита от действия сильнодействующих отравляющих веществ организуется предварительно, а при возникновении аварий проводится в минимально возможные сроки. Защита представляет собой комплекс мероприятий, осуществляемых с целью исключения или минимизации поражения персонала и сохранения его работоспособности.

Следовательно, обеспечение безопасности населения и функционирования объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций, а также эффективное снижение масштабов последствий влияния поражающих факторов возможно лишь при разработке и внедрении научно обоснованного комплекса мероприятий:

- комплекс научно обоснованных решений и разработок по рациональному размещению объектов экономики и расселению населения с учетом возможных зон возникновения чрезвычайных ситуаций;
- комплекс инженерно-технических разработок (производство и использование строительных материалов с повышенными защитными свойствами, установка систем автоматизированных датчиков контроля, внедрения систем

автоматического отключения подачи на объекты электроэнергетики, топлива, газа, систем пожаротушения и т.д.);

- комплекс социально-медицинских мероприятий (детальное изучение санитарно-эпидемиологического состояния всех регионов, разработка высокоэффективных иммунных препаратов и средств немедленной профилактики, средств для проведения массовой санитарной обработки населения, дезинфекции и дезинсекции разных объектов и местности);

- комплекс эффективных систем пожаротушения наземного и воздушного базирования.

Все эти меры должны быть отражены в планах защиты объектов от сильноедействующих отравляющих веществ, которые разрабатываются предварительно, с дополнением необходимых схем, где указывают размещение объекта, сил и средств ликвидации последствий аварии, их организацию и тому подобное. Планы состоят из нескольких разделов и определяют подготовку объекта к защите и порядок ликвидации последствий аварии. Они должны вмещать комплекс мероприятий по предотвращению и минимизации последствий техногенных чрезвычайных ситуаций на химически опасном объекте:

- применение наиболее прогрессивных химических технологий с целью предотвращения промышленных аварий и защиты людей и окружающей среды;

- создание на объектах, которые содержат сильнодействующие отравляющие вещества, локальных систем выявления зараженности окружающей среды и оповещения производственного персонала и населения, которое проживает в зоне, возможного химического заражения;

- создание эффективных систем технологического контроля и диагностики безаварийной остановки производства и избежания аварийной ситуации;

- заблаговременное прогнозирование зон вероятного химического загрязнения окружающей среды при реальных метеоусловиях;

- заблаговременное накопление необходимого количества средств индивидуальной и коллективной защиты производственного персонала и населения от поражающего действия аварии.

Главным, наиболее принципиальным моментом относительно решения экологических проблем, обусловленных чрезвычайно высокой техногенной нагрузкой на окружающую среду, есть осуществление коренных структурных изменений в экономике, обеспечение технологической перестройки и изменения принципов и подходов к использованию природных ресурсов, переход от сырьево-расходного к наукоемкому инновационному пути развития региона.

Причинами нынешней неудовлетворительной экологической ситуации следует считать:

- преимущественное развитие сырьево-добывающих экологически опасных отраслей;

- высокий уровень концентрации опасных предприятий;

- высокий уровень энергоемкого производства;

- устаревшие технологии;

- изношенность основных фондов предприятий;

- низкий уровень культуры производства и нарушения проектных технологических режимов;
- значительные объемы накопленных на протяжении десятилетий отходов, которые сами по себе могут создать опасные экологические ситуации;
- низкая эффективность очистительных сооружений;
- недостаточный уровень экологического сознания общества;
- финансовые трудности предприятий, которые ограничивают их возможности осуществлять природоохранные мероприятия;
- недостаточность бюджетных ассигнований соответствующим отраслям.

Большой проблемой остается обеспечение надлежащих условий сохранения и удаления отходов в сельской местности. Места накопления отходов часто не отвечают санитарно-гигиеническим требованиям, что является одним из факторов интенсивного загрязнения поверхностных и подземных вод, грунта, атмосферного воздуха. Немедленного внимания и практического решения требуют вопросы, которые связаны с проектированием, строительством новых и эксплуатацией существующих накопителей промышленных отходов.

#### Наиболее известные аварии и катастрофы с выбросом химически опасных веществ

1952 г. На химическом заводе в городе Поза-Рике (Мексика) - авария с выбросом сероводорода. Заражению подверглась территория города. Погибло 22 человека.

1961 г. СССР. Выброс хлора на Дзержинском химическом комбинате стал причиной поражения 40 человек.

1965 г. СССР. На Новолипецком металлургическом комбинате - выброс 3 тонн аммиака через свищ из емкости. Заражению подверглись территории комбината и города Липецка. Погиб 1 человек, получили поражения 35 человек.

1966 г. СССР. В городе Горьком произошел вытек 27,7 тонны хлора на станции по его разливу. Причина - разрыв отводной трубы цистерны. Погибло 40 человек, получили поражения более 4,5 тыс. человек.

1966 г. СССР. На железнодорожной станции Шумерля в Чувашии произошел разлив фенола. Госпитализировано более 100 пострадавших.

1968 г. СССР. 0,5 тонны хлора вытекло из трубопровода, что разорвался, на территории Стерлитамакского химического завода. Поражения получили более 50 человек.

1973 г. На заводе удобрений в городе Потчерструми (ЮАР) произошла авария. Размер утечки аммиака составил 38 тонн. В результате аварии погибло 18 человек, из которых 6 человек находились вне предприятия.

1976 г. Авария на заводе в городе Севезо (Италия). Вследствие повышения внутреннего давления в результате неконтролируемой реакции в реакторе произошел выброс струи трихлорфенола. Это вызывало серьезные заболевания у 1 тысячи человек. Заражению подверглась территория в 17,1 кв. км.

1978 г. В городе Сучжоу (Китай) на химическом заводе произошел выброс в реку 28 тонн цианистого натрия. Этого количества яда хватило бы, чтобы

убить 48 млн. человек, однако, по официальным сообщениям, число жертв составило 3 тысячи человек.

1979 г. СССР. Авария на Новосибирском заводе на производстве химического оружия. Вытек химических веществ стал причиной гибели около 300 человек.

1983 г. СССР. На Кемеровском производственном объединении «Прогресс» произошел вытек хлора из цистерны емкостью 60 тон. Заражена площадь порядка 5 тысяч кв. га. Погибло 26 человек.

2002 г. Российская федерация. Тульская область. На предприятии «Азот» произошел выброс хлора. Пострадало свыше 70 человек.



Рис. 1.15 – Пожар на складах химических удобрений в Испании

### ***Пожаровзрывоопасность***

Наибольшая опасность, в плане возникновения пожаров и взрывов, существует в угольной промышленности, а именно, угольные шахты. Высокий уровень аварийности и травматизма угольной промышленности обусловлен условиями разработки в последние годы угольных пластов, которые усложнились в связи с углублением горных работ, размещением остальных запасов угля в тонких и очень тонких пластах.

Для снижения аварийности и травматизма необходимо улучшение состояния горного хозяйства, расширение сферы применения региональной и локальной разгрузки, что обеспечивает эффективное управление горным давлением в выработках глубоких шахт. Наравне с разгрузкой должно быть уделено внимание усовершенствованию металлического арочного податливого крепления. Для успешного решения проблемы разработки угольных пластов на больших глубинах необходимо усовершенствовать схемы раскрытия и подготовки шахтных полей. Не решены вопросы выделения специальных изменений для проведения взрывных работ на пластах, опасных относительно внезапных вы-

бросов угля, породы и газа. Также почти не осуществляется изоляция быстро-возводимыми гипсовыми перемычками отработанных участков, что приводит к самовоспламенению угля или взрыву метана. Вместе с этим, следует отметить, что аппаратурой оповещения об авариях, пожарах и взрывах оснащено около половины шахт, причем комплекты аппаратуры почти не оборудованы абонентными точками. Шахты фактически не оснащаются системами выявления пожаров в начальной стадии. Также не обеспечено автоматическое отключение тока в электросетях в случае превышения давления и расхода воды в пожарооросительных трубопроводах, хотя этого и требуют действующие правила безопасности.

Анализ чрезвычайных ситуаций, которые связаны с пожарами и взрывами, показывает, что часть их в общем количестве чрезвычайных ситуаций техногенного характера остается наибольшей и риск их возникновения в дальнейшем будет сохраняться высоким. Особенно высокие риски возникновения таких чрезвычайных ситуаций для угледобывающих регионов.

Анализируя динамику относительно количества чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами и взрывами, зарегистрированных в течение последние 6 лет, следует заметить стойкую тенденцию относительно уменьшения количества таких ЧС. Однако, невзирая на уменьшение общего количества чрезвычайных ситуаций, часть пожаров (взрывов) в шахтах и зданиях (сооружениях) общественного назначения остается наибольшей по сравнению с другими видами таких ЧС.

Большинство взрывов и больших пожаров инициировано взрывами метана или выбросами угольной пыли в очистительных и проходочных разработках. Состояние противопожарной защиты в большинстве шахт является неудовлетворительным. Современное техническое обеспечение шахт информационными системами с обязательным прогнозом и оценкой опасности позволит уменьшить количество трагедий на шахтах, а построение многофакторных систем контроля опасности развития аварий в шахтах на их основе значительно повысит эффективность и безопасность труда шахтеров.

Для предотвращения взрывов на взрывопожароопасных объектах нужно, в первую очередь, устранить источник возможного загорания взрывоопасных смесей, которые образуются на таких предприятиях в результате насыщения воздуха парами углеводов, органической пылью и т.д., и провести комплекс защитных мероприятий. Большое значение имеют применение в производстве наиболее прогрессивных технологий с целью предотвращения взрывов, пожаров и защиты людей и окружающей среды, проведение целенаправленного обучения производственного персонала, разработка на основе последних достижений науки и техники оборудования и процедур, направленных на доведение к минимуму вероятности аварий на каждом этапе технологического процесса.

Следует отметить, что выбросы угля и газа происходят после некоторого периода подготовки, образованного процессами разных часовых масштабов:

- геологического, связанного с протеканием комплекса геологических и тектонофизических процессов на всех стадиях формирования угольного месторождения;
- техногенного, связанного с изменениями геомеханического состояния окружающего выработку массива в результате разработки смежных пластов;
- технологического, связанного с изменениями газодинамического режима призабойной части пласта в процессе ее разработки под воздействием разных технологических мероприятий и средств влияния на массив;
- текущего, связанного с энергетическим состоянием призабойной части массива в настоящее время.

Наличие подготовительного периода – объективная основа для прогнозирования и предупреждения выброса угля и газа.

Основными проблемами обеспечения пожаровзрывобезопасности являются:

- повышение дисциплины производственного персонала объектов и населения;
- применения наиболее прогрессивных технологий с целью предотвращения промышленных пожаров и взрывов, защита людей и окружающей среды;
- окончание ресурса оборудования систем, важных для пожарной безопасности, отсутствие обоснованных методик относительно управления ресурсными характеристиками оборудования;
- максимально возможное уменьшение объемов легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ на объектах, защита емкостей и коммуникаций с этими веществами.

Главными путями обеспечения пожаровзрывобезопасности должны стать:

- проведение комплексных мероприятий на объектах (безусловное соблюдение норм технологических регламентов, разработка планов локализации аварийных ситуаций и ликвидации аварий );
- ускоренное возобновление основных фондов объектов, осуществление надежного контроля по состоянию объектов, своевременное употребление мер пресечения для недопущения возникновения чрезвычайных ситуаций, особенно возникновение массовых пожаров;
- создание и внедрение информационно-аналитической системы о текущем состоянии безопасности объектов;
- создание эффективных систем технологического контроля диагностики возникновения пожаров и внедрения автоматических средств сигнализации и пожаротушение.

### Наиболее известные пожары и взрывы техногенного характера

#### Пожары

538 г. до н.э. Пожар уничтожил город Вавилон, много жителей и знаменитое чудо мира «Висячие сады Семирамиды».

64 г. Пожар уничтожил город Рим.

1660 г. Лондон. Пожар целого города.

1657 г. Токио. Пожар уничтожил город. Сгорело 300 храмов, 500 дворцов, 9 тысяч торговых магазинов. Погибло 100 тысяч человек.

1812 г. Огнем уничтожена Москва.

1845 г. В театре китайского города Кантон вспыхнул пожар. Заживо сгорело 1670 человек.

1870 г. Пожар охватил Стамбул. Погибло 9 тысяч человек.

1887 г. В парижском театре от газового фонаря загорелись декорации. Артисты и зрители ринулись к выходу. В давке погибло 200 человек.

1899 г. Пожар вспыхнул в фешенебельной Нью-Йоркской гостинице «Виндзор». Погибло 92 человека, десятки стали инвалидами.

1903 г. Пожар в парижском метро стал причиной гибели около 400 человек.

1929 г. В городе Кливленде (США) в рентгеновском кабинете госпиталя возник пожар. В дыме задохнулось более 120 человек.

1944 г. Почти 7000 зрителей, в основном женщины и дети собрались в цирке-шапито, разбитом неподалеку от города Хартфорда (США). Возник пожар, люди в панике ринулись к выходу. Жертвами стали 168 человек, 174 человека получили серьезные ожоги. Среди пострадавших было много детей.

1946 г. Среди ночи занялась комфортабельная гостиница «Ла-Салль» (США). В огне, дыму, в результате выпрыгивания из верхних этажей дома погибло более 60 человек.

1949 г. США. Начался пожар в городе Сент-Луисе. Огонь опрокинулся на портовые здания и доки, где уничтожил 27 пароходов.

1961 г. СССР. В Чувашии возник пожар в доме школы в селе Ельбарусово. В огне погибло 105 школьников.

1967 г. В брюссельском универмаге вспыхнул пожар. В это время в доме находилось более трех тысяч человек. Возникла паника. Погибло 322 человека.

1985 г. На стадионе английского города Брэдфорда во время футбольного матча загорелась деревянная трибуна. Началась паника. Погибло 53 человека, ранено более 100.

1993 г. Российская федерация. Пожар уничтожил несколько цехов на автозаводе Камы. Она считается самой катастрофической в современной России.

1999 г. Российская федерация. В селе Михайловка Волгоградской области среди ночи занялся психоневрологический диспансер. Жертвами стали 20 пациентов.

1999 г. В городе Дабвале (Индия) пожар вспыхнул в доме для проведения зрелищных мероприятий. От огня и дыма погибло более 800 человек, в том числе много школьников. Госпитализированы более 1000 человек.

1998 г. Швеция. Занялся ночной дискотека. За несколько минут весь дом был охвачен огнем. Погибло 67 подростков, ранения получили 190 человек.

1998 г. Филиппины. Пожар в детском приюте стал причиной гибели 28 детей, 15 получили ранение.

2000 г. В Москве загорелась Останкинская телебашня. Погибло 3 человека. 16 млн. жителей Москвы и Московской области на время остались без телевизионных и радиопередач.

2002 г. Россия. Тольятти. Пожар в спорткомплексе «Пролесок». Погибло 7 человек.



**Рис. 1.16 – Пожар здания Манежа в Москве. Российская федерация, 2004 г.**

#### Взрывы

1865 г. На борт американского парохода «Султана» поднялось 2314 человек при норме 376 пассажиров. Основную группу составили солдаты, которые возвращались с войны домой. Во время движения взорвалась паровая машина, корабль затонул. Погибло 1547 человек.

1900 г. Произошел случайный взрыв пороха в шахте штата Юта (США). Погибло более 200 человек, многие отравились ядовитыми газами.

1906 г. В забой шахты Курьере (Франция) спустилась рабочая смена численностью 1795 человек. В результате взрыва в шахте погибло 1060 горняков.

1908 г. Над малозаселенной местностью в районе бассейна реки Малая Тунгуска произошел загадочный взрыв. По поводу причин этого взрыва высказано множество предположений. Большинство из них отстаивает космическую природу взрыва.

1917 г. В канадском порту Галифакс взорвалось транспортное судно «Монблан», что перевозило взрывчатые вещества. Взрыв произошел в результате столкновения «Монблана» с судном «Имо». Этот взрыв считается самым сильным неядерным взрывом. Погибло 2 тысячи человек, 10 тысяч травмированы, без крыши осталось 25 тысяч человек. Портовый город Галифакс практически разрушен.

1918 г. Во время загрузки боеприпасов в порту городка Порт-Чикаго (США) взорвалось два судна. Погибло более 300 человек.

1937 г. Через вытек газа произошел взрыв в школе города Нио-Лондон (штат Техас). Погибло 294 школьника.

1942 г. Произошел взрыв в карьере Хонкейто (Маньчжурия). Погибло 1549 человек.

1945 г. Над японским городом Хиросима американцы взорвали атомную бомбу. Непосредственно в результате взрыва погибло 75 тысяч человек. Общее количество жертв составляет около 250 тысяч.

1945 г. Над японским городом Нагасаки американцы взорвали атомную бомбу. От взрыва погибло 74 тысячи человек. В руины превратились 20 тысяч домов.

1947 г. У дока американского портового центра Техас-Сити возник пожар на борту судна «Грандкамп», в трюмах которого были взрывчатые вещества. Взрывная волна сбила два самолета, стальную баржу выбросило на берег на расстояние 100 м от береговой линии. За первым взрывом произошел взрыв расположенного на берегу химического завода «Монсанго». Через какое-то время взорвалось американское судно «Позора Флауер», которое стояло у причала. Итоги этой страшной катастрофы: погибло 1500 человек, ранено более 3000 человек, 15 тысяч остались без крыши над головой.

1972 г. Страшный взрыв произошел на угольной шахте в Родезии (в настоящее время Зимбабве). Взрыв настолько сильный, что в воздух взлетело тяжелое шахтное оборудование. Погибло 424 человека.

1984 г. Бразилия. Взрыв на нефтепроводе. Погибло 508 человек.

1984 г. Мексика. Взрыв в хранилище сжиженного природного газа привел к гибели 452 человек, ранено 4200, эвакуированы около 300 тысяч человек.

1984 г. Произошел взрыв на химическом комбинате в городе Бхопале (Индия). Произошла утечка 43 тонн смертельно опасного вещества - метилэтилкетона. Погибло 4035 человек, отравления получили свыше 200 тысяч человек.

1986 г. Произошел взрыв на Чернобыльской АЭС.

1988 г. На нефтедобывающей платформе «Пайпер Альфа» в Северном море произошел вытек нефти, взрыв и пожар. Пламя взметнулось на высоту 250 метров. Погибло 166 человек.

1989 г. СССР. В Башкирии произошел взрыв газа, который вышел из прогнившего газопровода и собрался в низине, по которому проходила железная дорога. В момент взрыва в этом месте оказалось два пассажирских поезда. Погибло 460 пассажиров.

1999 г. Российская федерация. На центральном рынке города Владикавказ произошел взрыв. Погибло 52 человека, более 100 получили ранение.

1999 г. Российская федерация. Террористические взрывы жилых домов в Буйнакске, Волгодонске, Москве. Погибли сотни людей.

2000 г. Голландия. Взрыв произошел в составе боеприпасов в городе Энсхеде. Погибло 20 человек, ранено около 600. Полностью разрушены 400 домов.

2000 г. Москва. Взрыв в подземном переходе на станции метро «Пушкинская» забрал жизнь 13 человек, ранено 118.

2002 г. Россия. Взрыв во время праздничной демонстрации в день Победы. Теракт забрал жизнь 42 человек, в том числе 12 детей. Пострадало почти 180 человек.

2002 г. Нигерия. Взрывы на военных складах вблизи столицы страны привели к гибели более 600 человек.

2002 г. Москва. Взрыв бытового газа в жилом доме на улице Академика Королева. Погибло 8 человек, ранено 7.

2004 г. Украина. Мелитополь. Пожар на складах хранения оружия и боеприпасов, которое сопровождался взрывом, пострадало несколько населенных пунктов.



**Рис. 1.17 – Взрыв на складе боеприпасов в г. Лагос (Нигерия)**

### ***Гидродинамическая опасность***

К основным факторам гидродинамической опасности относятся водохранилища, дамбы, шлюзы и другие гидросооружения.

Для устранения территориальной и часовой неравномерности распределения стока водообеспечения осуществляется посредством водохранилищ и больших водоводов, которыми вода подается в маловодные районы.

Для обеспечения водой маловодных районов построены каналы и большие водоводы, через которые осуществляется перераспределение стока основных рек.

Длительный период эксплуатации этих сооружений в значительной мере привел к их техническому сносу, поэтому нужны значительные финансовые вложения для осуществления безотлагательных ремонтно-восстановительных работ и реконструкции.

Электрическое и насосно-силовое оборудование больших насосных и компрессорных станций, что работают в непрерывном режиме, отработало установленный моторесурс и нуждается в безотлагательной замене.

Одним из примеров удручающего состояния может служить гидротехническая система Украины. Так практически значительная часть защитных гидротехнических сооружений на Днепровских водохранилищах стали потенциально опасными объектами.

Дамбами и берегоукреплениями закреплены 759 км берегов, в том числе за период эксплуатации водохранилищ - 377,8 км берегов, из них берегозащитными сооружениями - 267,3 км берегов. Берегоукрепления позволили предотвратить разрушение прибрежных земель на площади 1680 га. В тоже время 55% берегоукреплений выполнены технически несовершенными сооружениями (каменными насыпями и банкетами), которые нуждаются в ремонте и реконструкции. Ремонтные работы нужно выполнить на 33 объектах.

Системы защиты включают 1020,5 км горизонтальных дренажей, из них придамбовых каналов - 202,26 км, трубчатых дренажей - 17,6 км, комбинируемых дренажей - 2,08 км, линейных вертикальных дренажей - 25,1 км, кольцевой дренаж - один, скважин плоскостных вертикальных дренажей - 28, каналы поверхностного отвода, регулирующие водоемы, водозаборно-сбросные сети. Водозащитные дамбы на водохранилищах Днепровского каскада входят в комплекс гидротехнических сооружений и предназначены для защиты населенных пунктов и земельных угодий от подтапливания и затопления водохранилищами. Защитные дамбы на г. Десне, это, в основном, противопаводковые сооружения для защиты населенных пунктов от весеннего наводнения и паводков.

Общая длина защитных дамб составляет 308,4 км, из них на Днепровских водохранилищах 280,1 км, остальные 28,3 км - на реках бассейна и малых водохранилищах.

За своими конструктивными параметрами защитные дамбы, в зависимости от условий стойкости, построенные трех типов - распластанного, обжатого и комбинируемого профиля.

В основном, все защитные дамбы глухого типа с регулирующими сооружениями или без них.

Сложная ситуация сложилась на защитных гидротехнических сооружениях Каховского водохранилища, которые введены в строй в 1956 году. Эти защитные сооружения обеспечивают защиту 4-х массивов от затопления общей площадью 16,0 тыс. га территории.

В состав защитных гидротехнических сооружений входят 34 км дамб с напором от 7 до 15 м, 4 насосные станции общей производительностью 61 куб. м/с, 3 компрессорные станции производительностью 550 куб. м воздуха в минуту, что обеспечивают работу 350 скважин противифльтрационных завес.

Эти сооружения обеспечивают защиту от затопления 23 населенных пунктов, где проживают 150 тыс. человек, а также гг. Никополь, Марганец и около 300 объектов хозяйства.

Защитные сооружения, насосные и компрессорные станции на Каховском водохранилище находятся в эксплуатации 43 года и нуждаются в безотлагательной реконструкции.

Основные причины подтапливания сельхозугодий и хозяйств, это недостаточная пропускная способность или отсутствие обходных дренажных систем для отвода поверхностного стока, невозможность снизить уровни в подводном канале через его заиливание.

Достаточно часто причиной подтапливания населенных пунктов является отсутствие организованного отвода поверхностных вод из их территорий, наличие водоемов с высокими уровнями воды без необходимого отвода фильтрационных вод.

Значительные площади подтопленных земель на прибрежных территориях представляют собой осушительные системы, которые в нынешнее время находятся в неудовлетворительном состоянии полностью или частично через ограничение средств на их нормальную эксплуатацию, а иногда в результате недопустимой бесхозяйственности.

Службы, которые эксплуатируют гидросооружения на защищенных массивах, всячески стремятся поддерживать необходимые проектные или согласованные уровни в водотоках, осознавая, что в результате подтапливания земель происходит вытеснение культурных растений, снижается урожайность, а длительное подтапливание приводит к ухудшению природной структуры грунтов, вызывает вторичные процессы (заболачивание, вымачивание, засолка, зарастание кустарником).

Объемы работ и мероприятия, которые необходимо осуществить на защитных дамбах для возобновления их стойкости, определяются ежегодным обследованием технического состояния гидротехнических сооружений.

Отметим, что пропуск наводнения и паводков является наиболее ответственным периодом в работе гидротехнических сооружений, водохозяйственных систем и водохранилищ.

Подготовка к пропуску паводков может осуществляться как в режиме повседневной деятельности, так и в режиме повышенной готовности, в зависимости от прогнозов, объемов подготовительных работ и т.д.

В зависимости от уровней воды в водных объектах и интенсивности их нарастания может вводиться несколько степеней повышенной готовности к пропуску паводков с таким расчетом, чтобы успеть закончить подготовительные работы и развертывание необходимых сил и средств к времени возможного возникновения чрезвычайной ситуации. Например, в некоторых водохозяйственных организациях региона нормировано введение трех степеней готовности:

- первая степень - при подъеме воды в реках, других водных объектах к уровню коренных берегов;
- вторая степень - при выходе воды на заводи рек;
- третья степень - при подъеме воды в водных объектах к уровню ниже на 1,0 - 0,5 м от гребня защитной дамбы.

При введении первой степени готовности:

- уточняется схема оповещения эксплуатационного персонала о возникновении или угрозе возникновения чрезвычайной ситуации;
- уточняются прогнозы относительно водности;
- определяются места возможного возникновения аварийных ситуаций;
- проводится предшествующий инструктаж личного состава аварийных бригад;

- проверяется наличие аварийного запаса материалов, инвентарю, готовность механизмов и автотранспорта.

При введении второй степени готовности:

- усиливаются оперативно-дежурные службы;
- устанавливается более частое наблюдение за состоянием водных объектов (интервалы между наблюдениями устанавливаются в зависимости от интенсивности нарастания уровней);
- уточняются места возможного возникновения аварийных ситуаций;
- проводится инструктаж персонала, задействованного в работе по предотвращению и реагированию на чрезвычайную ситуацию.

При введении третьей степени готовности:

- устанавливается круглосуточное дежурство руководящих руководителей и специалистов;
- силы и средства, необходимые для предупреждения возможных аварийных ситуаций, выдвигаются в места их достоверного возникновения.

Осенью перед ледоставом и весной перед наводнением службой эксплуатации осуществляются специальные обследования гидротехнических сооружений.

Во время осенних обследований оказываются повреждения сооружений и принимаются меры относительно их устранения. Особое внимание при обследованиях уделяется напорным сооружениям (дамбам), креплениям их укосов, водосбросам, водозаборам, дренажным системам.

Выявлены деформации и повреждение устраняются к ледоставу.

Для водохранилищ, каскадов водохранилищ, водохозяйственных систем разрабатываются режимы их работы в период наводнения.

Планом мероприятий также предусматривается:

- систематический обзор сооружений;
- обследование состояния ледового покрова, изучение его возможного вредного действия на сооружения во время подъемов уровней воды в реках, каналах, водоемах;
- завершение ремонта сооружений, которые работают во время наводнения;
- испытания затворов, подъемных механизмов;
- обеспечение надежности электроснабжения;
- очистка водопропускных трактов от всего, что может создавать дополнительные подпоры и препятствовать пропуску паводковых вод при возможно минимальных уровнях (подпорных сооружений, построенных без проектов, мусора, зарослей древесно-кустарниковой растительности, разного хлама и тому подобное);
- вынесение из зон возможного затопления временных сооружений, запасов кормов, других материальных ценностей;
- возобновления нормативных аварийных запасов строительных материалов (камень, щебенка, песок, цемент, мешки, брезент, древесина, гвозди и т.д.),

инструментов (багры, ломы, лопать, пилы, топоры и т.д.), спецодежды, спасательных средств;

- подготовка строительных механизмов, автотранспорта, плавсредств;
- организация освещения на потенциально опасных участках дамб и усиления освещения на территории сооружений, а также подготовка средств освещения на случай прекращения электроснабжения;
- завершение комплектации и обучение аварийных бригад рабочих;
- организация оперативной связи информирования органов управления функциональной ведомственной системы и координирующих органов единственной государственной системы предотвращения и реагирования на чрезвычайные ситуации.

Планы подготовительных работ к пропуску паводков разрабатываются и утверждаются в таком же порядке, как и планы мероприятий по предотвращению и реагированию на чрезвычайные ситуации.

#### Наиболее известные разрушения гидросооружений

1963 г. Не выдержала напора воды и обрушилась наивысшая в то время (260 м) и самая широкая (20 м) в мире дамба Вайонт (Италия). Долину реки Пьяве, на которой было расположено это сооружение, накрыла гигантская волна. Погибло свыше 4 тысяч человек.

1928 г. Внезапно обвалилась 55-метровая дамба Сен-Френсис в штате Калифорния. Водяной поток шириной 100 м и высотой 25 м прокатился к Тихому океану, преодолев расстояние 120 км. Стихия забрала жизни 420 человек.



**Рис. 1.18 – Плотина Саяно-Шушенской ГЭС**

1929 г. Произошло разрушение дамбы, которая защищала город Гданьск (Польша) от наводнений. Погибло 12 тысяч человек. Затоплены 4 тысячи домов. Утонуло 10 тысяч домашних животных.

1953 г. Произошло обрушение дамб в Северном море. Погибло 2 тысячи человек в Западной Европе.

1959 г. Разрушение дамбы во Фрежюс (Франция). Погибло 419 человек.

2001 г. Африка. Обрушилась дамба на реке Кано. Погибло 60 человек, без крыши осталось 10 тысяч.

### ***Опасность на транспорте***

Транспортный комплекс включает объединение, предприятия, учреждения и организации автомобильного, авиационного, железнодорожного, морского и речного транспорта, дорожного хозяйства, городского электротранспорта, трубопроводы общего пользования

### ***Чрезвычайные ситуации на автомобильном транспорте***

Одним из первоочередных заданий является совершенствование регионального управления автомобильным транспортом на базе создания системы контроля за движением транспорта, средств, соблюдение графиков и качеством транспортных услуг, которое должно обеспечиваться городскими, районными и региональными центральными диспетчерскими службами.

К основным причинам возникновения дорожно-транспортных приключений на автодорогах руководство дорожно-патрульной службы (ДПС) относит превышение скорости водителями в конкурентной борьбе на маршрутах, выезд на полосу встречного движения, нарушение правил проезда перекрестков, несоблюдение дистанции, низкую техническую подготовку многих машин на маршрутах, в большинстве случаев водители сознательно допускают перегрузку и осуществляют перевозку пассажиров стоя, особенно в часы пик, а также отсутствие опыта работы большинства водителей автобусов малого класса. Нередко такие нарушения приводят к авариям со значительными жертвами и тяжелыми последствиями.

Среди чрезвычайных ситуаций техногенного характера, которые регистрируются в Украине, часть чрезвычайных ситуаций на транспорте составляет 30%, причем автомобильный транспорт есть и остается наиболее опасным среди других видов транспорта и именно на него приходится 50-70% случаев катастроф на транспорте.

### ***Чрезвычайные ситуации на железнодорожном транспорте***

Плотность путей в Европе равняется 0,062 км на 1 кв. км площади. Наибольшие показатели имеют: Великобритания - 0,078, Польша - 0,074, Франция - 0,060.

Значительную опасность для транспортных средств и пешеходов представляют собой железнодорожные переезды. На пересечении железнодорожных, автомобильных и других путей расположено 16,4 тыс. переездов и около 20 тыс. единиц искусственных сооружений.

Продолжается эксплуатация почти 10 млн. единиц дефектных деревянных шпал, из которых 2,1 млн. находятся на главных и станционных колеях и нуждаются в срочной замене. Железнодорожные мосты имеют 1100 дефектных пролетных сооружений. В целом, более 7% колеи имеют неудовлетворительное состояние.

Низкий уровень технического состояния колеи, стрелочных переводов, земляного полотна и искусственных сооружений обусловили необходимость введения ограничения скорости на ряде дорог региона до 40-60 км/час.

Среди объектов железнодорожного транспорта существуют потенциально опасные объекты, которые подлежат обязательной паспортизации, среди которых тоннели, мосты, сортировочные станции и станции, на которых проводится обработка опасных грузов.

#### *Чрезвычайные ситуации на речном и морском транспорте*

По данным статистики, наибольшее количество значительных аварий на судах, обычно с человеческими жертвами, возникает в результате потерь судном остойчивости, что может привести к его затоплению. Дальше - пожары и взрыв на судах, еще дальше – значительное загрязнение акватории и окружающей среды. При этом часть влияния человеческого фактора на уровень аварийности составляет 75-80%.

В связи с этим мировое морское сообщество рассматривает и учитывает ошибки не только персонала судов, а также береговых организаций: представителей судовладельцев, классификационных обществ, ремонтных заводов, производителей, фирм-поставщиков и тому подобное.

Опыт эксплуатации флота высокоразвитыми странами засвидетельствовал, что риски аварийности намного ниже в значительных по размеру судоходных компаниях. Это объясняется тем, что они вкладывают средства в современные системы безопасности, навигации и спасения, их подразделения безопасности укомплектованы компетентными специалистами, что позволяет постоянно контролировать состояние флота и плавсредств, своевременно обрабатывать положения и придерживаться требований нормативной документации. На современном этапе прослеживается тенденция к увеличению уровня концентрации флота в компаниях.

#### *Чрезвычайные ситуации на авиационном транспорте*

Аэропорт представляет собой сложный хозяйственный объект, а самым важным заданием функционирования авиационного предприятия является обеспечение безопасности полетов. В последнее время работы относительно развития и реконструкции аэропортов проводились лишь в стратегических аэропортах. Большинство аэродромов нуждается в капитальном ремонте, полной или частичной реконструкции.

#### *Чрезвычайные ситуации на городском транспорте*

Особую опасность составляет метрополитен, который является объектом, на которых находится большое количество людей, что определяет самое важное направление в общей системе обеспечения пожарной безопасности - обеспечения безопасности людей в случаях возникновения чрезвычайных ситуаций путем использования первичных средств пожаротушения, немедленной эвакуации пассажиров.

Пожары в подземных сооружениях и на подвижном составе метрополитена характеризуются высокой температурой (в электропоезде температура достигает 1000 градусов, на расстоянии 25 метров от ячейки пожара около 150 градусов), быстрым распространением пламени по конструкциям вагона (от 0,7 до 8,2 м/с), по коммуникациям тоннеля, быстрым распространением дыма вдоль поезда и перегона, высокой токсичностью продуктов горения.

Кроме этого, тоннель имеет фактор замкнутого пространства, аккумулирует тепло и уподобляется разогретой печи. Расположение станций и линий метрополитена под землей вызывает дополнительные трудности во время развертывания сил и средств для тушения пожара и спасения людей. При этом, длительность эвакуации из станции метрополитена составляет от 15 до 50 минут и за это время последствия пожара могут быть трагическими.

### *Чрезвычайные ситуации в трубопроводной сети*

Украина остается главным транзитером российского природного газа к европейским странам. Стратегическое значение украинской газотранспортной системы обусловлено выгодным географическим расположением Украины между основными газодобывающими регионами и основными потребителями газа в Европе, развитой системой транзитных газопроводов, соединением этих газопроводов с магистральными газопроводами всех соседних государств, наличием наибольшего в Европе (после России) комплекса подземных газохранилищ, а также высоким уровнем обслуживания и эксплуатации газотранспортной системы.

Для сохранения конкурентоспособности украинской газотранспортной системы НАК «Нефтегаз Украины» разработал и осуществляет программу реконструкции компрессорных станций, линейной части системы, газораспределительных и газоизмерительных станций. Рядом с работами, направленными на повышение технического уровня и надежности газотранспортной системы, выполняются работы из ее расширения. За последние 10 лет построено и введено в эксплуатацию 5 тыс. км магистральных газопроводов и отводов, 9 компрессорных цехов.

Наличие разветвленной сети транспортного комплекса Украины, на котором осуществляются значительные объемы работ из перевозки грузов и пассажиров, и функционирование которого составляет повышенную опасность окружающей среде и участникам дорожного движения, требует повышенного внимания для обеспечения его безаварийной работы, выполнения заданий относительно предотвращения и своевременного реагирования на чрезвычайные ситуации на транспорте.

Министерство транспорта является центральным органом исполнительной власти и осуществляет руководство транспортно-дорожным комплексом, отвечает за его развитие, координирует работу объединений, предприятий, учреждений и организаций автомобильного, авиационного, железнодорожного, морского и речного транспорта и дорожного хозяйства, что входят в сферу его подчинения.

Зонами повышенной опасности являются части территории предприятий, вокзалов, станций, портов, пристаней, аэродромов и путей сообщения, где осу-

ществляется движение транспортных средств, проводятся маневровые и погрузочно-разгрузочные работы.

К объектам транспортной отрасли с повышенным уровнем пожаровзрывоопасности, которые подлежат ежегодному пожаротехническому обследованию, принадлежат: автозаправочные станции, сооружения и предприятия для хранения и обслуживания транспортных средств, участки зарядки стартерных аккумуляторных батарей, вокзалы всех видов транспорта, составы нефти и нефтепродуктов с надземным и подземным хранением, транспортные трубопроводные системы, сливно-наливные эстакады, насосные станции для перекачивания легковоспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки паров более 28 °С включительно и составы таких веществ и т.д.

К видам деятельности и объектам, которые составляют повышенную экологическую опасность, отнесено: строительство аэропортов, железнодорожных узлов и вокзалов, автовокзалов, речных и морских портов, железнодорожных и автомобильных магистралей, метрополитенов, нефтепереработку, включая все виды продуктопроводов, строительство газохранилищ и т.д.

Предприятия, учреждения и организации - отправители и получатели взрывных, легковоспламеняющихся, радиоактивных, ядовитых и других опасных грузов - обязаны гарантировать безопасность их перевозки, иметь средства и мобильные подразделения для предотвращения аварийным ситуациям во время перевозки таких грузов или ликвидации последствий аварии. С целью обеспечения безопасности не принимаются к перевозке в виде груза опасные предметы и вещества, за исключением случаев, когда это требуется органами государственной власти.

Предусматривается выполнение следующих работ: участие в создании и введение в действие на территории Восточноевропейского региона наземной дифференцированной подсистемы глобальной навигационной спутниковой системы для высокоточного позиционирования и навигации, повышения эффективности и безопасности функционирования транспорта, промышленности и сельского хозяйства; внедрения систем оперативного наблюдения, охраны и информационной поддержки подвижных (транспортных средств, грузов и т.д.) и отдаленных (газопроводов и т.д.) объектов с использованием наземных и космических средств связи и навигации.

В то же время анализ причин возникновения чрезвычайных ситуаций на транспорте позволил установить, что почти 75 % аварий возникло в результате нарушения правил дорожного движения водителями транспортных средств, в 11 % случаев – в результате неудовлетворительного технического состояния транспортных средств, в 6 % случаев - в результате нарушения правил маневрирования на железной дороге. Среди других причин возникновения чрезвычайных ситуаций на транспорте были нарушения правил пилотирования, плохие погодные условия, состояние железнодорожного пути и нарушение правил судоходства.

Анализ чрезвычайных ситуаций на транспорте показал, что часть их в общем количестве чрезвычайных ситуаций составляет 25% и занимает второе ме-

сто среди ЧС техногенного характера, а риск их возникновения будет в дальнейшем сохраняться высоким.

Основными проблемами обеспечения безопасности в транспортной сфере является:

- повышение личной и производственной дисциплины лиц, которые осуществляют управление транспортными средствами;
- обновление парка транспортных средств, которые уже исчерпали ресурс использования;
- низкие темпы работ относительно модернизации объектов транспортного комплекса, сроки выполнения которых переносятся из года в год в результате отсутствия соответствующего финансирования.

Главными путями обеспечения безопасности в транспортной сфере должны быть:

- продолжение работ по созданию и внедрению информационно-аналитической системы чрезвычайных ситуаций по накоплению сведений о текущем состоянии безопасности объектов транспортной сферы;
- неуклонное обеспечение выполнения новых требований перевозки опасных грузов всеми видами транспорта;
- продолжение и расширение процесса создания и внедрения новых образцов транспортных средств для автомобильного, железнодорожного и авиационного транспорта;
- выполнение мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- совершенствования регионального управления автомобильным транспортом на базе создания системы контроля за его движением, соблюдения графиков и качества транспортных услуг, которое должно обеспечиваться городскими, районными, региональными, центральными диспетчерскими службами.

Для снижения аварийности на всех видах транспорта и улучшения охраны окружающей среды необходимо, в первую очередь, усилить контроль за выполнением нормативных требований эксплуатации объектов транспортного комплекса, сделать обязательным учет сдерживания этих требований при сертификации и лицензировании транспортной деятельности, внедрять современные системы диагностики технического состояния транспортной техники.

Должно быть ускорено списание транспортных средств, ремонт и текущее содержание которых не могут обеспечить их необходимой эксплуатационной надежности и безопасности.

Нужно повышение квалификации и усиления требований к персоналу, который обслуживает транспортную технику и отвечает за ее состояние и эксплуатацию. Одним из мероприятий должно стать усиление защиты транспорта от актов незаконного и несанкционированного вмешательства в его деятельность.

Следует продолжить разработку программ и проведения отдельных мероприятий по повышению безопасности движения, полетов и судоходства и более четкого соблюдения экологических требований, в частности, необходимо стиму-

лизовать производство транспортной техники, что обеспечивает высокий уровень безопасности перевозок пассажиров и грузов и охраны окружающей среды, которая не уступает мировым стандартам.

Важным элементом работы по обеспечению безопасного функционирования транспорта и снижению негативного влияния его деятельности на окружающую среду должно стать усиление государственного наблюдения, формирование государственных структур контроля в сфере безопасности на транспорте, организация экологического мониторинга функционирования объектов транспортной системы.

Основными заданиями последующего развития и усовершенствования рынка транспортных услуг на следующий период должны стать:

- обеспечение сбалансированного развития всех видов транспорта, дорожного хозяйства, системы транспортно-экспедиторского обслуживания с целью удовлетворения спроса потребителей транспортных услуг, гармонизация конкурентных условий деятельности разных видов транспорта;

- последующее развитие конкурентной среды на транспорте и обеспечение комплексного обслуживания потребителей на базе внедрения логистических принципов организации транспортного процесса;

- осуществление государственных мероприятий по гарантированной защите интересов потребителей транспортных услуг на базе систем сертификации на соответствие стандартам предоставляемых транспортных услуг;

- повышение конкурентоспособности национальных перевозчиков и экспедиторов на международных рынках транспортных услуг.

#### Наиболее известные транспортные аварии и катастрофы

##### Автомобильный транспорт

1955 г. Франция. Во время гонок один из автомобилей перелетел через ограждения и на скорости 200 км/час врезался в зрителей. Погибло 83 человека, около 100 ранено.

1996 г. Российская федерация. В Ростовской области автобус со школьниками столкнулся с поездом на железнодорожном переезде. Погибло 22 человека.

1998 г. ЮАР. Автобус на скорости 150 км/час врезался в грузовик. Погибло 22 человека.

1999 г. Военно-грузинская дорога. В 150-метровую бездну упал автобус с людьми. Все 39 погибли.

1999 г. Индия. В результате столкновения с трактором пассажирский автобус упал с моста. Погибло 19 человек, тяжело ранено 28.

2000 г. Испания. Неподалеку от города Барселона автобус со школьниками столкнулся с грузовиком. Погибло 27 детей, ранено 13.

2001 г. Киргизия. На горном перевале автобус сорвался с 10-метрового обрыва. Погибло 19 человек, ранено более 20.

2001 г. Индия. Переполненный пассажирский автобус сорвался в бездну и упал в реку. Погибло 50 человек.

2001 г. Турция. Во время выезда с тоннеля пассажирский автобус столкнулся с грузовиком и сорвался в бездну глубиной 100 м. Погибло 14 человек, тяжелые травмы получили 35 пассажиров.

2001 г. Китай. Автобус упал с моста в водоем. Погибло 33 человека.



**Рис. 1.19 – Последствия автомобильных катастроф**

2002 г. Штат Джорджия (США). Через густой туман на автостраде столкнулись более 100 автомобилей. Погибло свыше 10 человек, десятки людей получили травмы.

2002 г. Российская федерация. В Москве на улице Тверской столкнулись 15 автомобилей.

#### Авиационный транспорт

1921 г. Во время испытательного полета на борту британского дирижабля К-38 произошел взрыв и пожар. Летательный аппарат упал на землю. Погибло 44 человека, в том числе 16 американских экспертов.

1933 г. В результате попадания молнии занялся и испытал аварию 240-метровый дирижабль американских военно-морских сил «Акрон». С 77 членов экипажа спастись удалось четырем.

1934 г. Советский стратостат с тремя пилотами впервые поднялся на высоту 22000 м. Все члены экипажа погибли.

1935 г. Во время показательных выступлений разбился наибольший пассажирский самолет в мире того времени «Максим Горький». На борту находились конструкторы самолета и их семьи. Погибло 47 человек. Основной причиной катастрофы стало столкновение двух самолетов.

1937 г. Загорелся и упал на землю наибольший в мире дирижабль «Гинденбург». Он принадлежал Германии. Погибло 35 человек. Эта катастрофа положила конец коммерческим рейсам дирижаблей.

1956 г. Во время грозы в воздухе столкнулись два американских пассажирских авиалайнера. Погибло 128 человек.

1970 г. Российская федерация. При заходе на посадку в аэропорту города Воронежа произошла внезапная разгерметизация салона самолета Ил-18. Лайнер упал на землю. Погибло 127 человек.

1974 г. Во время взлета взорвался турецкий авиалайнер. Погибло 346 человек.

1977 г. В аэропорту города Лос-Родос (США) столкнулись два «Боинга» с пассажирами. Погибло 583 человека. Это самая страшная катастрофа в истории авиации.

1979 г. В воздухе столкнулись два советских Ту-134. Погибло 179 человек.

1985 г. Произошла страшная авиакатастрофа. Разбился самолет компании «ДЖАЛ». Погибло 520 человек.

1991 г. В Таиланде во время взлета взорвался австрийский авиалайнер. Погибло 223 человека.

1994 г. Российская федерация. В районе города Иркутска разбился российский авиалайнер Ту-154. Погибло 154 человека.

1994 г. Разбился самолет Ту-154 китайской авиакомпании. Причина трагедии-ошибки наземных служб и пилотов. Погибло 160 человек.

1997 г. Авиакатастрофа украинского Як-42 вблизи г. Салоники (Греция). Погибло 62 человека.

1998 г. В Атлантический океан в результате технической неполадки упал самолет МД-11. Погибло 229 человек.

2000 г. Во время взлета взорвался сверхзвуковой пассажирский самолет «Конкорд». Погибло 113 человек.

2001 г. Российский Ту-154 разбился во время захода на посадку. Погибло 143 человека.

2001 г. Италия. Во время взлета произошла катастрофа шведского МД-80 в результате столкновения с легким самолетом. Погибло более 120 человек.

2001 г. США. Испытал катастрофу американский А-300. Погибло 260 человек. На земле разрушены более 10 домов.

2001 г. Над Черным морем потерпел катастрофу российский Ту-154. Погибло 78 человек.

2002 г. Украина. Львов. Во время авиашоу упал на зрителей самолет Су-27. Погибло 84 человека.

2002 г. В ночь с 1 на 2 июля произошло столкновения в небе над Германией Ту-154 авиакомпании «Башкирские авиалинии» и немецкого грузового У-757. Погибло 70 человек, в том числе 45 детей.

2002 г. Российская федерация. Чечня. Разбился вертолет Ми-26. Погибло 119 человек.

2002 г. Российская федерация. Хабаровский край. Разбился самолет Ан-28. Погибло 16 человек.

2003 г. Авиакатастрофа украинского Як-42 вблизи г. Трабзон (Турция). Погибло 62 испанских солдата.



**Рис. 1.20 – Авиационные катастрофы**

#### Железнодорожный транспорт

1822 г. На пути прохождения экскурсионного поезда к Ниагарскому водопаду (США) машинист увидел пылающий перед ним мост. Остановить поезд быть невозможно, часть вагонов упала в реку. Погибло 82 человека, травмы получили 270 пассажиров.

1842 г. Во Франции неподалеку от города Версаля произошла катастрофа пассажирского поезда. Погибло 50 человек.

1853 г. Вблизи города Саут-Норуок (США) потерпел аварию пассажирский поезд. Он въехал на разведенный мост и упал в реку Норуок. Ранения получили 46 пассажиров.

1856 г. В Мексике девять вагонов переполненного пассажирского поезда сошли с рельсов и упали из высоты 200 метров на дно ущелья. Погибло 300 человек.

1910 г. Два пассажирских поезда попали в буран и остановились в горах Вилингтон, штат Вашингтон. В течение недели люди оставались в снежном плену. 2 марта лавина обрушилась на поезда и сбросила их на дно каньона. Погибло 180 человек.

1915 г. В честь победы над повстанцами и освобождения города Гватемалы мексиканское правительство позволило приезд родственников и близких к солдатам для празднования победы, в специальный поезд село более 900 пассажиров. Кому не нашлось места в вагонах, разместились на их крышах или под вагонами. На крутом спуске машинист не справился с управлением перегруженного состава, который стремительно набрал скорость, сошел с рельсов и полетел в глубокий овраг. Погибло более 600 человек, травмировано 300, только 6 человек не пострадало.

1915 г. В Шотландии ошибка стрелочника привела к лобовому столкновению пассажирского и товарного поездов. Погибло 227 человек, ранено 246.

1944 г. В итальянском тоннеле остановился поезд. Через дым погибло 526 человек.

1952 г. При столкновении в Великобритании трех поездов погибло 112 человек, ранено более 300 человек.

1981 г. Индия. Несколько вагонов пассажирского поезда сорвались в реку Багмати. Погибло более 800 человек.

1988 г. В г. Арзамасе -1 взорвались три вагона с взрывчаткой (118 тон). Причина – нарушение правил перевозки взрывчатых веществ. Погибли 97 человек, ранены 750 человек, без крыши над головой остались 700 семей, был разрушен вокзал и 250 погонных метров железнодорожного полотна, уничтожены 12 вагонов и две секции локомотива. На месте взрыва образовалась воронка диаметром 85 м и глубиной 10 м.

1988 г. СССР. На станции Свердловск-Сортировочная Южно-Уральской железной дороги взорвались два вагона с взрывчаткой (104 тона) через грубое нарушение правил проведения маневренных работ. Погибли 6 человек, госпитализированы 1021 человек, разрушены и повреждены 2 тысячи домов и зданий. На месте взрыва образовалась воронка диаметром 50 м и глубиной 10 м.

1989 г. СССР. Железнодорожная катастрофа во время прохождения двух встречных поездов на перегоне «Улу-Теляк – Казаяк» (Башкортостан). Причина – взрыв на железнодорожном полотне углеводородно-воздушной смеси. Энергия взрыва была эквивалентная взрыву 250-300 тонн тротила. Взрывная смесь выделялась из разрыва продуктопровода в 900 м от полотна железной дороги. В итоге были сброшены с путей 11 вагонов, 7 из которых сгорели полностью. Другие 26 вагонов выгорели как изнутри, так и снаружи. В этой катастрофе погибли, пропали без вести и умерли в больницах 790 человек.

1990 г. Пакистан. Лобовое столкновение пассажирского и грузового поездов привело к гибели 358 человек, ранено более 600 человек.

1993 г. Российская федерация. В Московской области во время катастрофы товарного поезда опрокинулась цистерна со стиролом. Произошел вытек опасного вещества. Пострадало 39 человек, из которых 11 погибло.



**Рис. 1.21 – Последствия столкновения поездов**

1998 г. Российская федерация. Хабаровский край. Катастрофа произошла на неурегулированном переезде в вечернее время. Автобус столкнулся с желез-

нодорожными платформами, что двигались непроизвольно. Погибло более 20 человек, столько же госпитализировано.

2002 г. Египет. Пожар в пассажирском поезде унес жизнь 370 человек.

2002 г. В Москве произошло столкновения пассажирского поезда и маневрового локомотива. Десятки людей получили ранение.

#### Морской транспорт

1502 г. Флотилия с 30 испанских кораблей взяла на борт золото и другие драгоценности и вышла в открытый океан. Спустя сутки плавание на корабли обрушился ураган. Часть небольших тяжело нагруженных судов утонули сразу, другие потеряли курс и разбились о прибрежные скалы. Погибло 500 моряков. Все сокровища были потеряны.

1800 г. Вспыхнул пожар на палубе британского фрегата «Королева Шарлота». Команда численностью 700 человек погибла почти полностью.

1841 г. На борту парохода «Эре» вспыхнул пожар. Погибло почти 250 человек.

1855 г. Клипер «Путеводная звезда» во время пересечения Атлантического океана попал в ледяное поле. Корабль и почти 500 человек пропали без вести.

1866 г. Ливерпуль оставил американский корабль «Монах морей», на борту которого находилось около 700 людей. Корабль, пассажиры, экипаж, груз без вести исчезли в Атлантическом океане.

1870 г. Во время шторма в Бискайском заливе затонул британский военный корабль «Кептен». Все 483 моряка погибли.

1883 г. Во время спуска на воду перевернулся пароход «Дафна». Погибло 195 человек.

1891 г. При столкновении с боевым судном «Энсон» на рейде Гибралтара затонул британский пароход «Утопия». Погибло 562 человек.

1895 г. Вблизи Гибралтара во время бури затонул испанский крейсер «Рейна Рехента». Команда численностью 402 человека погибла.

1904 г. Американский колесный пароход «Генерал Стокуа» делал прогулочный рейс. На борту было 1500 человек, в основном женщины с детьми. Пожар на борту стал причиной гибели 1021 пассажира.

1912 г. Во время первого рейса столкнулся с айсбергом и затонул океанский лайнер «Титаник». Это одна из самых страшных морских катастроф. Погибло 1517 человек.

1913 г. В Персидском заливе затонул немецкий пароход «Адлер». Причина этой катастрофы - бабочки, которые облепили судно. Рулевой потерял ориентирование, пароход налетел на скалу и затонул.

1914 г. Во время сильного тумана столкнулись канадский пассажирский лайнер и норвежский сухогруз. Погибло 1024 человека.

1915 г. На реке Чикаго (США) перевернулся прогулочный пароход «Истленд». В катастрофе погибло 812 человек, в основном женщины и дети.

1916 г. Китайский крейсер «Хай-юнь» в тумане столкнулся с паромом «Синью». Погибла почти 1 тысяча человек.

1917 г. В трюме британского броненосца «Вамгард» взорвались боеприпасы. Погибло 804 человека.

1918 г. Во время выхода в море столкнулись и затонули две британские подводные лодки. На их поиск отправились надводные корабли и подводные лодки. В суматохе и путанице, в условиях ночи произошло столкновение нескольких судов. В итоге пострадало 5 подводных лодок и один корабль. Две подводные лодки погибли вместе с десятками членов экипажей.

1918 г. По неизвестным причинам взорвался японский броненосец «Кавата». Погибло 500 человек.

1919 г. В Мексиканском проливе у берегов Италии затонул французский корабль «Шаония». Погибло 460 человек.

1920 г. Французский лайнер «Африка» налетел на рифы неподалеку от города Ля-Рошель. Все 553 человека погибли.

1939 г. Перед первым погружением новой подводной лодки британских ВМС «Тетис» произошла авария в Ливерпульской гавани. В результате технической неисправности в лодку начала поступать забортная вода, что привело к ее затоплению. Погибло 99 человек, удалось спастись только 4 морякам.

1939 г. Во время катастрофы советского судна «Индигирка» возле побережья острова Хоккайдо погибло 800 человек.

1947 г. Греческий пароход «Химера» вблизи города Афины взорвался на подводной бомбе времен Второй мировой войны. Погибло 392 человека.

1954 г. Внезапно затонул паром «Принцесса Виктория». Погибло 128 человек.

1955 г. В густом тумане столкнулись английский лайнер «Андреа Дорна» и шведский пароход «Стокгольм». Погибло 52 человека.

1963 г. В результате технических неполадок на борту затонула американская атомная подводная лодка «Трешер» с экипажем 129 человек. Все моряки и специалисты, которые принимали участие в испытаниях лодки, погибли.

1965 г. В государстве Малави (Африка) произошла страшная трагедия. На реке Шире перевернулся паром с людьми. Сотни людей оказались в воде, что кишела крокодилами. Из этого кошмара удалось выжить лишь некоторым.

1983 г. На озере Нассера (Египет) загорелся пароход. Все 627 человек погибли.

1986 г. СССР. В Цемесской бухте столкнулись теплоход «Адмирал Нахимов» и сухогруз «Петр Васев». Погибло 398 человек.

1987 г. У берегов Филиппин столкнулись танкер и паром. Погибло более 3 тысяч человек.

1991 г. Итальянский паром «Морис Пине» в результате густого тумана врезался в нефтеналивной танкер. Возник пожар. Погибло более 70 человек.

1994 г. Балтийское море. Перевернулся и затонул паром «Эстония». Погибло более 852 человек.

2001 г. Во время обучений в Баренцевом море затонула российская атомная подводная крейсерская лодка «Курск». Погибло 118 членов экипажа.

2002 г. Бангладеш. На реке Мхтма в сильный шторм затонул паром. Погибло свыше 300 человек.



**Рис. 1.22 – Фрагменты корпуса российской атомной подводной крейсерской лодки «Курск»**

### ***Опасность систем жизнеобеспечения***

Жилищно-коммунальное хозяйство, невзирая на значительные трудности, продолжает обеспечивать первоочередные потребности населения и функционирование экономики в целом.

Отсутствие инвестиций в отраслях и оборотных средств предприятий привели к значительному ухудшению технического состояния основных фондов, повышение аварийности объектов жилищно-коммунального хозяйства, увеличение удельных и непродуктивных расходов материальных и энергетических ресурсов, что негативно влияет на уровень и качество коммунальных услуг. Ощутимое заострение приобрела проблема неэффективного использования ресурсов. Это объяснялось тем, что устаревшие технологии, которые были внедрены в 70 - 90 годах XX столетия и, ввиду дешевизны и практически бездефицитности ресурсов, были настроены на экстенсивное развитие отрасли. В начале 90-х годов такие технологии оказались крайне неэффективными.

В последнее время произошли существенные изменения относительно понимания обществом важности и неотложности широкомасштабной реформы жилищно-коммунального хозяйства.

С целью обеспечения проведения реформы, реализации государственной политики в сфере жилищно-коммунального хозяйства, подготовлено Стратегию и основные задания повышения эффективности работы жилищно-коммунального хозяйства региона, которая предусматривает:

- создание четко определенной законодательно-институциональной базы в сфере жилищно-коммунального хозяйства, внедрения системы индикаторов определения уровня эффективности ее функционирования;
- усовершенствование системы управления отраслью, развитие предприятий жилищно-коммунального хозяйства разных форм собственности, внедрения рыночных отношений между субъектами ведения хозяйства в этой сфере;

- обеспечение безубыточного функционирования предприятий отрасли при прозрачной экономически обоснованной системе определения уровня тарифов на коммунальные услуги;
- обеспечение адресной социальной защиты населения во время проведения полномасштабной реформы отрасли;
- повышение эффективности использования энергетических и материальных ресурсов;
- повышение качества и увеличение объема услуг к уровню стандартов и требований, принятых в государствах европейского союза.

Среди предложений относительно мероприятий, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций на объектах жизнеобеспечения, следует обратить внимание на выполнение следующих мероприятий:

- внесение соответствующих изменений в нормативно-правовую базу и в структуру управления отраслью для обеспечения ее эффективного функционирования, в том числе решение проблем финансирования работ из-за возобновления устаревших объектов жилищно-коммунального хозяйства;
- внедрение современных инженерно-технических и других мероприятий, направленных на повышение стойкости функционирования объектов жизнеобеспечения;
- усовершенствования конкретных технологических процессов, повышения их надежности с целью охраны окружающей среды, населения и обслуживающего персонала;
- создание или внедрение эффективных систем технологического контроля и диагностики, безаварийной остановки технических систем и предотвращение аварийных ситуаций;
- обеспечение строгого контроля за безусловным соблюдением норм и правил производственной эксплуатации объектов;
- замена морально устаревших малоэффективных котлоагрегатов на высокоэффективные с коэффициентом полезного действия не ниже 92%;
- внедрение современных автоматизированных установок химводоподготовки для предотвращения накипи и коррозии на трубах;
- усиление охранительных мероприятий в полосе отвода;
- выведение из эксплуатации трубопроводов и оборудования, которое выслужили нормативные сроки эксплуатации, и замена их на новые;
- повышение качества труб, сварных швов, переход на композитные материалы;
- реализация принципа полного возмещения виновными финансовых убытков, причиненных объектам трубопроводного транспорта, населению и окружающей природной среде.

#### Обвалы сооружений

1997 г. Российская федерация. Обрушение перекрытий дома в Томском высшем военном командном училище связи. Погибло 12 человек. Из-под завалов спасено 54 человека.

1997 г. Российская федерация. Обрушение балкона в спорткомплексе г. Котласа Архангельской обл. Пострадали 112 человек, в том числе 55 детей.

1998 г. Российская федерация. Нальчик. В спорткомплексе «Трудовые резервы» во время чемпионата по свободной борьбе балкон со зрителями упал на зрителей, которые сидели под ним. Погибло 26, ранено 40 человек.



**Рис. 1.23 – Обвалы домов**

1998 г. Индия. В Бомбее произошел обвал 7-этажного жилого дома. Погибло 25 человек, ранено 20.

2001 г. Иерусалим (Израиль). Обрушился банкетный зал «Версаль», в котором находилось 700 человек. Погибло 26 человек, госпитализировано около 500.

2002 г. Казахстан. Обрушение трех пролетов перекрытий крыши монтажно-испытательного корпуса на площадке № 112 космодрома «Байконур». Погибло 7 человек.

2002 г. Российская федерация. Санкт-Петербург. Обрушение подъезда 9-этажного общежития. Погибло 3 человека, ранено 4.

## 1.4 Трансграничная техногенная опасность

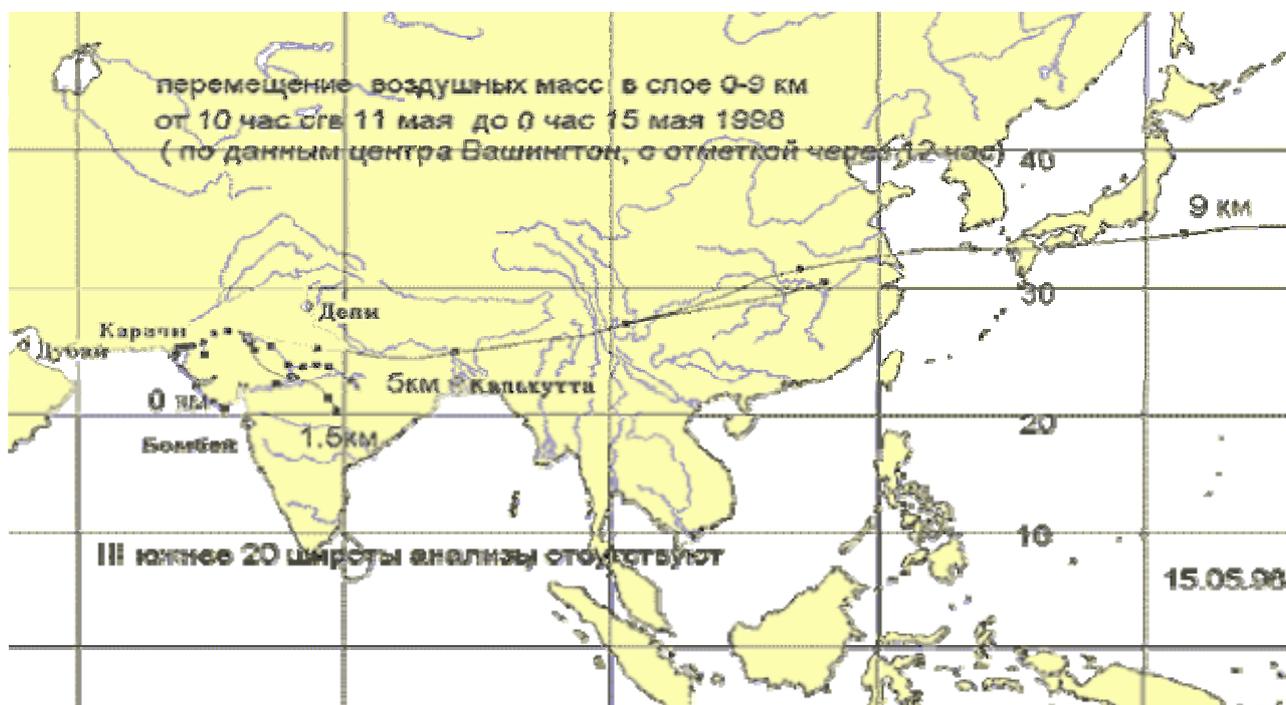


**Рис. 1.24 – Пример прогнозирования последствий трансграничной аварии на АЭС**

На территории Европейского региона расположены объекты, вероятная авария на которых создаст угрозу поражения населения и окружающей среды в пределах пограничных территорий. К предприятиям, чрезвычайные ситуации на которых могут иметь трансграничный характер, преимущественно относятся объекты радиационной и химической опасности, а также гидродинамически опасные объекты.

Стратегией предупреждения и реагирования на трансграничные чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера является активизация международного сотрудничества между государствами, до и после аварии (включая влияние аварий, вызванных стихийными бедствиями), с целью утверждения соответствующей политики, а также усиления и координации действий на всех уровнях. Основными мероприятиями в реализации этой стратегии является:

- применение соответствующих мероприятий для обеспечения и поддержки соответствующей готовности к чрезвычайным ситуациям с целью ликвидации их последствий;



**Рис. 1.25 – Пример прогнозирования последствий трансграничной техногенной аварии**

- создание системы оповещения о возникновении промышленной аварии;
- обеспечение принятия наиболее адекватных мероприятий по ликвидации последствий;
- предоставление взаимной помощи;
- разработка норм, критериев и процедур в сфере ответственности;
- обмен информацией, технологиями и т.д.

### Наиболее известны экологические аварии

1967 г. Гигантский танкер «Тори Кеньон» в проливе Ла-Манш наскочил на скалы и повредил 16 отсеков, наполненных нефтью. В море вылилось около 30 тысяч тонн нефти. Погибли десятки тысяч морских животных и птиц. На ликвидацию последствий катастрофы ушло несколько месяцев.

1969 г. Штат Калифорния (США). Произошел выброс в море 1 миллиона литров нефти из нефтяной платформы. Окружающей среде нанесен огромный убыток.

1969 г. В реке Рейн погибло несколько млн. рыб. Причиной катастрофы стал инсектицид «Тиадам», который попал в воду.

1976 г. На химическом заводе возле Милана (Италия) произошла авария с выбросом в воздух ядовитого диоксида. Отравления получили и умерли 228 человек.

1976 г. Либерийский танкер «Арго Мерчант» сел на мель у берегов США. В море вылилось около 800 тысяч тонн нефти.

1978 г. Наибольшая экологическая катастрофа в Европе на воде. У берегов Франции потерпел аварию американский танкер «Амоко Кадис». В море вылилось 230 тысяч тонн нефти. Образовалось гигантское пятно размером 2 тысячи квадратных км. Пострадало 360 км Атлантического побережья Франции. Погибли десятки тысяч птиц и рыб.

1979 г. Авария на нефтяной платформе «Иксток-1» в Мексиканском заливе. В море попало 600 тысяч тонн нефти. В течение нескольких лет Мексиканский залив был зоной экологического бедствия.

1986 г. В результате аварии на составе фармацевтической компании «Сандоз» (Швейцария) в Рейн попало около тысячи тонн химических веществ. Погибли миллионы рыб, была заражена питьевая вода.

1989 г. Танкер «Эксон Валдиз» сел на мель у берегов Аляски. В воду вылилось 240 тысяч баррелей нефти, которые образовали пятно площадью 2600 квадратных миль. Погибли тысячи птиц и рыб.



**Рис. 1.26 – Последствия разлива нефти**

1991 г. Во время войны из терминалов Кувейта в воды Персидского залива было сброшено от 4 до 6 млн. баррелей нефти, взорвано и подожжено более 600 нефтяных скважин. Возникла угроза экологической катастрофы планетарного масштаба.

2000 г. Румыния. Из резервуаров предприятия «Аурия» произошел аварийный сброс промышленных вод с ядовитыми отходами. Были заражены реки Тиса, Самош, Дунай. Содержание цианидов в воде превысило допустимую норму почти в 800 раз. По оценке экспертов, в реках погибло от 85 до 90% флоры и фауны.

2002 г. Чехия. Во время наводнения затоплен химический комбинат. Возникла реальная угроза экологической катастрофы.

## **1.5 Социально-политическая опасность**

Создание и развитие человеком техносферы привели к накоплению большой потенциальной опасности, которая может катастрофически реализовываться как при неумышленных влияниях людей, так и при преднамеренных террористических актах и диверсиях.

Террористический акт может выступать в форме взрыва, поджога, применения или угрозы применения ядерных взрывных устройств, радиоактивных, химических, биологических, взрывных, токсичных, сильнодействующих ядовитых веществ или других объектов.

Использование объектов техносферы для достижения главных целей террористических группировок (физическое устранение политических оппонентов, дестабилизация деятельности правоохранительных органов и вооруженных сил, привлечение внимания к определенным политическим группировкам, социальным, религиозным, экономическим проблемам) определяется степенью уязвимости потенциально опасных объектов к внешним воздействиям, а также их приближенностью к местам проживания или пребывания населения, что упрощает реализацию террористических актов и осложняет их устранение правоохранительными органами и соответствующими службами.

Повышение вероятности реализации террористических актов в Европе в начале XXI века связано с:

- увеличением возможностей для проникновения на территорию региона субъектов международного;
- усилением внутренней социальной нестабильности в регионе; потеря экономической безопасности, безработица, снижение общего уровня жизни населения привели к росту преступных проявлений, увеличение количества оружия в незаконном обращении, борьбы преступных формирований за сферы влияния и анонимных террористических угроз.

Влиятельным фактором повышения риска террористических проявлений во всем мире является высокий уровень материальной и технической оснащенности террористов, а также нестандартность их мышления и способность жертвовать собственной жизнью ради достижения поставленных целей.

Уровень безопасности террористического акта или диверсии на потенциально опасном объекте определяется тяжестью возможных последствий и вероятностью осуществления. Первая составляющая зависит как от степени опасности объекта и характеристик селитебной и ландшафтно-рекреационной территории, которая его окружает, так и от характеристик самого террористического акта (способа и средств его осуществления, места и числа использованных взрывных устройств и др.).

Степень опасности потенциально опасного объекта определяются:

- пожароопасными, токсичными и биологически опасными свойствами веществ и материалов, которые хранятся на объекте;
- параметрами (давлением, температурой и концентрацией) их состояния;
- количеством этих веществ и материалов в оборудовании и плотностью расположения оборудования, то есть их концентрацией на единице производственной площади;
- возможностью их высвобождения.

Вероятность осуществления теракта определяется уязвимостью потенциально опасного объекта и активностью террористов в районе его расположения.

Критериями уязвимости является:

- возможность доступа на объект;
- возможность доступа к оборудованию и системам управления им;
- возможность вмешательства в управление технологическим процессом или повреждение этой системы;
- возможность повреждения системы, которая может привести к аварии;
- возможность повреждения зданий, сооружений, оборудования транспортных средств объекта.

Активность террористов в районе расположения потенциально опасного объекта определяется наличием в нем конфликтов классового, межэтнического и межконфессионального характера, а также сепаратизмом. Таким образом, активность проявления терроризма является производной от долгосрочных условий нестабильности социально-политической обстановки не только в районе размещения объекта, а и в стране в целом.

Стратегией уменьшения вероятности реализации террористических актов в Европейском регионе должна стать целенаправленная политика повышения уровня физической защиты потенциально опасных объектов на фоне осуществления международного сотрудничества в отрасли борьбы с международным терроризмом.

В качестве антитеррористических мероприятий по защите объектов промышленности, транспорта, систем жизнеобеспечения и военных объектов следует предусмотреть:

- разработку нормативных правовых и организационных документов по противодействию терроризму на объектах повышенной опасности;

- разработку единой методологической и нормативно-методической базы обеспечения антитеррористической защиты потенциально опасных объектов, которая предусматривает разработку методики категорирования объектов науки, промышленности, энергетики и жизнеобеспечения по степени их потенциальной опасности и диверсионно-террористической уязвимости;
- проведение анализа опасности техногенного терроризма (моделирование и системный анализ возможных видов опасностей, угроз и поражающих действий для населения и окружающей природной среды), на основе которой разработать антитеррористические паспорта предприятий, а также карты риска техногенного терроризма;
- реализацию системы мероприятий организационного, технического и экономического характера относительно обеспечения безопасности населения, которое проживает вблизи опасных промышленных объектов, в том числе объектов по уничтожению оружия массового поражения;
- обеспечение наиболее опасных объектов новым оборудованием на основе компьютерных технологий для выявления взрывчатых веществ и устройств, идентификации работающих на объекте посредством биометрических систем контроля доступа;
- защиты от кибер-терроризма при создании систем компьютерного управления технологическим процессом, в котором используются опасные вещества;
- тщательный анализ причин чрезвычайных ситуаций техногенного характера, который базируется на результатах их расследований, следственными органами, что позволит точно определить их причину;
- проведение комиссионных обследований потенциально опасных объектов, а также создание на них служб безопасности по борьбе с терроризмом.



**Рис. 1.27 – Последствия терактов в Мадриде и Нью-Йорке**

Подводя итог вышеизложенному и анализируя состояние безопасности жизнедеятельности, отметим, что основными факторами, которые повлекли возникновение чрезвычайных ситуаций в последние годы, являются:

- аномальные изменения некоторых параметров атмосферы, гидросферы и геофизических условий;

- отсутствие или неудовлетворительное состояние сооружений инженерной защиты территории и населения;
- застройка и освоение земель, которые охватываются наводнением;
- значительное сокращение объема информации, необходимой для прогнозирования процессов возникновения чрезвычайных ситуаций;
- просчеты в прогнозах опасных явлений, которые обусловлены отсутствием необходимой информации с постов наблюдения или их сокращением;
- ухудшением технического состояния гидротехнических сооружений, несоблюдением сроков проведения необходимых работ по капитальному ремонту и реконструкции;
- недостатки во время организации своевременного извещения населения и его эвакуации с территории охваченных последствиями чрезвычайного события;
- нарушение технологических процессов;
- использование физически и морально устаревшего оборудования, случаи хищения элементов коммуникационных систем;
- снижение уровня подготовки инженерно-технического персонала в вопросах управления рисками аварий на производстве;
- отказ техники и ошибки персонала;
- отказ или отсутствие контрольно-измерительной аппаратуры;
- ухудшение состояния жилищного фонда и системы жизнеобеспечения населения.

Последовательная работа по устранению этих и других факторов, которые влияют на увеличение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, позволит в значительной мере повысить безопасность, уменьшить аварийность, несколько смягчить последствия чрезвычайных ситуаций.

## **2. Системы и средства мониторинга опасных факторов чрезвычайных ситуаций**

### **2.1 Общая структура систем мониторинга опасных факторов чрезвычайных ситуаций**

Современная историческая реальность несет не только новые угрозы и риски, но и новые возможности относительно прогноза и предупреждения аварий и катастроф. Эти возможности обеспечиваются ростом информатизации современного мира, развитием глобальных компьютерных сетей и телекоммуникаций, совершенствованием систем управления обществом. Сегодня можно более эффективно, чем раньше, предотвращать возникновение чрезвычайных ситуаций и приходить на помощь.

Во втором разделе мы обсудим круг проблемных вопросов, связанных с усовершенствованием процесса получения, обработки, передачи и сохранения данных о качественных характеристиках опасных факторов, который есть основой процесса формирования действенных систем управления, ориентированных на гражданскую защиту населения и территории.

Существующая мировая тенденция к возрастанию масштабов чрезвычайных ситуаций заставляет своевременно и обоснованно разрабатывать контрмеры для предупреждения чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий их разрушительного действия. С этой целью создаются соответствующие многоуровневые управленческие структуры - системы управления в условиях чрезвычайных ситуаций.

Несмотря на существующий технический потенциал, анализ процесса развития чрезвычайных ситуаций и принятие оперативных решений есть довольно сложным, вследствие сложности получения и оценки основных факторов. Руководящим органам обычно приходится действовать не только в условиях острого дефицита времени, но и в информационном поле ограниченной точностью и достоверностью полученных данных. Это может привести к принятию нерациональных и даже ошибочных решений, а так, и к еще большим потерям. Поэтому совершенствование систем получения, сбора, передачи, хранения данных и систем управления информационными потоками, которые ориентированы на дальнейший эффективный прогноз и предупреждение чрезвычайных ситуаций, на защиту населения и территории имеет особенно большое значение.

Обсуждаемые ниже подходы помогают формализовать и автоматизировать процессы формирования блоков информации относительно качественного состояния систем природного, техногенного и социально-политического характера, которые дают возможность принять адекватное решение в условиях чрезвычайной ситуации. Они помогают выбирать способы реализации принятых решений и оценивать их эффективность. Все математические модели возникновения аварий и катастроф, алгоритмы получения и анализа данных "срабатывают"

только тогда, когда они будут неотъемлемой частью единой системы реагирования на возникновение чрезвычайных ситуаций. Кроме того, количество "звеньев-руководителей" в современном обществе стремительно растет, и от действий многих из них зависит, насколько успешно мы будем избегать аварий и катастроф. Поэтому вопросы, которые обсуждаются дальше, касаются широкого круга людей. В конце концов, усовершенствование системы получения, передачи и хранения информации есть одним из главных ресурсов обеспечения безопасности жизнедеятельности современном мире.

Сейчас опасность природных, техногенных, социально-политических чрезвычайных ситуаций вышла на уровень военной опасности. При нормальном развитии событий относительное значение этой опасности возрастет. Поэтому и система получения, передачи и хранения информации, а с нею соответственно и система управления информационными потоками, созданными в интересах предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, должны встать вровень с задачами, которые на них возложены.

Современная историческая реальность заставляет предусматривать последствия наших решений на как можно большее число "ходов", действовать быстро и точно. Это приводит к необходимости разработки сценариев разных чрезвычайных ситуаций, поиска наилучших решений относительно получения информации об опасных факторах. Защищая себя от рисков природного и техногенного характера, от социальной нестабильности, надо иметь всестороннюю, постоянно обновляемую информацию и соответствующий объем "сценариев" для служб различного функционального назначения.

### **2.1.1. Особенности безопасности природно-техногенно-социальных систем**

В последнее время появляется все больше угроз для жизни человека. Это обусловлено увеличением числа стихийных бедствий, катастроф и социальных кризисов. Во избежание их необходимо получить достоверную информацию о состоянии безопасности трехкомпонентной системы "техносфера - человек - природная среда".

В толковом словаре понятие "кризис" трактуется как резкий крутой перелом в чем-нибудь, как острый недостаток или нехватка, как затруднительное, трудное, опасное положение. Именно в понимание - опасное положение, "кризис" наиболее часто используют в теории управления рисками. Из позиций теории нелинейной динамики, кризисы, которые вызовут катастрофы, несчастье, нестабильность в социальной сфере, наиболее часто возникают в период качественных "переходов" в социальных, природных и технических системах. Они могут быть компенсированы только целенаправленным вмешательством на основании достоверной информации. Величина этого вмешательства зависит от состояния системы и условий "переходов". Человечество может противопоставить катастрофам и авариям технологию социальной организации и управления, которая учитывает факторы рисков и их возникновения. В целом они, не позволяют целиком устранить неудачи, аварии и катастрофы. Но они помогают

уменьшить или сократить финансовые потери, повысить стойкость соответствующих природно- техногенно-социальных (ПТС) систем.

Анализ и оценка состояния безопасности в природно-техногенно-социальных системах показывает, что в силу целого ряда социальных, экономических и демографических факторов угрозы в естественных, природно-техногенных сферах в ближайшей перспективе могут стать одними из доминирующих. Эти угрозы, в свою очередь, способные создавать и усиливать ряд новых угроз. Они характеризуются исключительно высокими градиентами усиления факторов, поражающих население и окружающую среду в моменты возникновения и развития этих угроз, поэтому во время рассмотрения природно-социальных систем, в особенности важных комплексных рисков, дающих возможность оценить влияние разнородных факторов на состояние безопасности.

Предупреждение опасных процессов может быть эффективно только при условии получения своевременной и объективной информации о состоянии систем жизнеобеспечения. Для этого с использованием уже достигнутых результатов в природно-техногенной (ПТ) сфере необходимо разработать методологию комплексного системного анализа интегральных рисков ПТС систем с разработкой предложений по управлению безопасностью в условиях ограниченной информации, а иногда и недостаточно четкой. Обеспечение мониторинга состояния ПТС системы и рисков разрешит не только снизить вероятность возникновения, а и убыток от природных, природно-техногенных и социально-политических катастроф. Применение системного подхода к решению задачи мониторинга безопасности природно-социальных систем разрешает рассматривать задачу в комплексе всех проблем, возникающих во время катастрофических ситуаций природного и природно-техногенного характера и влекущих негативные экологические, техногенные, социальные последствия для регионов, в которых они происходят.

Анализ проблем, методов решения задачи прогнозирования доказывает сложность системного обобщения всех элементов обеспечения безопасности ПТС систем. Если еще несколько лет назад можно было говорить об управлении природно-техногенными рисками, как о комплексе мероприятий, которые помогают ликвидировать и смягчить последствия аварий и катастроф природно-техногенного характера, а затем перейти к их прогнозу и предотвращению в будущем, то сегодня этого недостаточно. Катастрофы последних лет доказали, что рядовые "технические" решения могут послужить причиной длинной цепи причин и следствий, которое приведут к трагическим и огромным потерям в трехкомпонентной системе. Поэтому необходимо анализировать возможные неблагоприятные события (в том числе аварии и катастрофы) в более широком системном толковании, то есть как "спусковой крючок" для возникновения и расширения кризисов разного типа в каждом компоненте в отдельности или их разных соединениях. А это ставит перед нами проблему получения данных, их описание и классификация, прогноз и предупреждение на их основе кризисов разных видов.

Во время изучения влияния природных, природно-техногенных катастроф на социальные системы проявляется нелинейность происходящих много-

уровневых процессов, а также определяются свойства, как отдельных элементов систем, так и их комбинаций. Решение задачи оценки рисков чрезвычайных ситуаций в ПТС системах нуждается в развитии методов и методологических принципов исследования, анализа безопасности этих систем на основе риска с учетом свойств сложных систем к самоорганизации, синергизма, кумулятивности и деградации на разных стадиях возникновения и развития аварийных и катастрофических ситуаций. Поэтому необходимо глубокое и всестороннее изучение вопросов взаимодействия разных элементов системы, оценка состояния подсистем и системы в целом, определение основных элементов системы и возможности влияния на них (управление на уровне государства, региона, области, предприятия) и т.д. Комплексное изучение этих аспектов позволит подойти к решению вопроса по разработке методологии типизации и районирования территорий региона по критерию интегрального риска. Проблема мониторинга тесно связана с классификацией регионов, которые должна учитывать взаимосвязь всех компонентов ПТС системы и соответствующих рисков.

Таким образом, возникает необходимость разработки единой системы мониторинга безопасности, которая предусматривает комплексный подход к получению, обобщению, изучению данных с дальнейшей их оценкой.

Однако на сегодня единой классификации опасных факторов, а соответственно понятий кризисов и рисков в природных (П), техногенных (Т), социальных (С), природно-техногенных (ПТ), природно-социальных (ПС), социально-экономических (СЭ), экономических (Э) системах нет, что усложняет разработку единых подходов к получению информации о нестойкости таких систем. Если в геофизике объектами анализа П систем есть сильные землетрясения и их сила определяется на основе записей сейсмографов, а на рынке ценных бумаг в Э системах можно формально определить кризис, как прыжок какого-нибудь индекса, который превышает заданный порог, то при переходе к природно-социальным системам возникают задачи определения параметров анализа.

Современное общество, пытаясь установить свое господство над природой, столкнулось с ситуацией, когда функционирование искусственно созданной "второй природы" - техносферы, все чаще стало приобретать критический характер развития, оборачиваться катастрофическими последствиями. Конфликт между человеческой деятельностью и окружающей средой с ее приспособлением к общественным потребностям все чаще приводит к природным, экологическим, техногенным, социальным катастрофам.

Как правило, общество и процессы, которые оказались в катастрофической ситуации, имеют несколько возможных путей изменения: от распада к стойкому развитию. Катастрофы, которые произошли, приводят к нарушению нормального экономического, социального, политического, духовного развития общества или его части, сопровождаются большими человеческими и материальными потерями.

Достижение стойкого состояния системы требует решение задачи сбора информации, предупреждение и устранение кризисных ситуаций, которые могут привести систему к катастрофе. Так, например, одним из важных показателей для социальной системы есть снижение рисков катастроф, связанных со

средой жизнедеятельности человека. Поэтому проблему критических состояний социальной системы необходимо рассматривать как проблему ПТС системы, которая содержит соответствующие катастрофы.

Природные катастрофы (наводнения, землетрясения, засухи, ураганы, смерчи и др.) есть следствием действия стихийных сил природы. Человечество пока не в состоянии их полностью предотвратить. Но своей деятельностью, например, исследуя их, оно может минимизировать потери, и напротив, своей бездеятельностью или необдуманными действиями (уничтожение лесов, источников воды, загрязнение среды жизнедеятельности и др.) может усилить имеющийся в природе разрушительный потенциал.

Экологические катастрофы вызываются локальными или планетарными дисфункциями биосферы. Наиболее частое они есть следствием действий социума на среду жизни, использованием, потреблением природно-ресурсного потенциала. Возрастая, давление человека на природу подрывает восстановительную способность биосферы, ее основных звеньев и, в конечном итоге, вызовет катастрофы локального и глобального масштаба.

Техногенные (технологические) катастрофы в своей основе также могут содержать социальные причины, вследствие того, что технические системы создаются людьми, управляются ими и функционируют в обществе. Энергетические, ядерные, транспортные, инфраструктурные аварии и катастрофы есть следствием несогласования взаимодействия элементов человеко-машинных систем. В этом типе катастроф, учитывая постоянное развитие техники, огромную роль играет человеческий фактор во всех своих проявлениях - принятие необоснованных решений на всех уровнях, инженерные ошибки, просчеты персонала, неэффективные действия и помощь спасательных служб. Возрастание размеров и потенциала технических систем ведет к увеличению человеческих, материальных и экологических потерь.

Социальные катастрофы есть следствием непродуманной или сознательной деятельности направленной на разрушение социальных ценностей и государственных систем, изменения социально-политического порядка, уничтожение народов, стран, политических союзов, цивилизаций. Этот тип катастроф ведет к огромным человеческим потерям, деградации демографической и социальной структур общества, разрушению духовных основ жизни и проявляется в войнах, конфронтационных противостояниях, бунтах, революциях, контрреволюционных переворотах и имеет целиком социальные (экономические, политические, психологические и др.) факторы. В современных условиях многие из них носят латентный характер и очень трудные для распознавания и измерения.

Таким образом, с одной стороны, технический прогресс резко усилил социальность, то есть общественную обусловленность современных катастроф, а с другой, природные, экологические, техногенные катастрофы все чаще стали приводить к катастрофам социальных. Возрастающее количество глобальных и локальных, природных и социальных, техногенных и экологических, воинских, политических, экономических и финансовых катастроф поставило вопросы об их системном научном изучении для выявления структуры стихийных (случайных, неуправляемых) и определенных (детерминированных, управляемых) фак-

торов и причин, и разработки системной методологии мониторинга во всех рассмотренных выше системах (природных, техногенных, экономических, социальных, природно-социальных, социально-экономических, природно-техногенных и природно-техногенно-социальных).

Возможность катастрофического обращения системы неразрывно связана с ее сложностью, с наличием в ней далеких пространственных и временных корреляций, степенным видом законов распределения вероятностей, наличием в системе в целом свойств, отсутствующих в ее составных частях, свойством прерванного равновесия, которое присуще критическим системам и объясняется теорией самоорганизованной критичности.

В последние годы в рамках нелинейной динамики были разработаны математические модели для большого класса разнообразных процессов, которые могут развиваться в катастрофическом режиме. Среди них землетрясения, аварии энергосетей, лесные пожары, наводнения и ряд других проблем, связанных с безопасностью и риском. Во всех этих моделях есть набор локально взаимодействующих элементов. То есть элементы могут взаимодействовать только с ближайшими в пространстве соседями. Каждый элемент описывается некоторой дискретной динамической системой, и, кроме того, существует тот или иной источник шума. Обычно процессы, которые приводят к катастрофам, сложного поведения и помещаются "на границе хаоса".

Существует категория техногенных катастроф, источники которых не в ошибках операторов или в ненадежности отдельных элементов, а в свойствах самой системы как целого, а именно в непредсказуемости ее поведения, в особенности во время перехода от штатных к аварийным режимам.

Разнообразие разработанных математических моделей разрешает предположить, что уже сейчас понятны важные системные механизмы, которые помещаются в основе многих катастрофических явлений. Однако настоящее формирует новый класс проблем - выявление неблагоприятных результатов начальных состояний любого из рассмотренных компонентов системы, которая требует большого количества разнообразных исходных данных. Эти полученные данные могут составлять совокупность локальных областей среди великого множества других, безопасных по своим результатам.

Организация мониторинга и предупреждение катастроф в сложных динамических ПС, СЭ, ПТ, ПТС - системах требует более детального описания и исследования универсальных моделей с большим числом входных данных.

Таким образом, одним из основных элементов мониторинга безопасности природно-техногенно-социальной системы есть анализ ее состояния со следующей оценкой вероятности возникновения катастроф и чрезвычайных ситуаций.

Задачами такой системы есть:

1. Получение достоверной информации относительно возможности возникновения источника чрезвычайной ситуации, его места, времени и характеристик.
2. Оценка обстановки (инженерная, пожарная, радиационная, химическая, медико-биологическая и др.)

3. Оценка возможных масштабов и последствий чрезвычайной ситуации.
4. Оценка возможных социально-экономических последствий (потери, убыток)
5. Оценка параметров (показателей) риска и построение карт (полей) риска.

### **2.1.2. Концепция мониторинга и основные положения природоохраны**

Для того чтобы экосистема могла устойчиво развиваться, повышая свое качество, избегая катастроф, человек должен постоянно контролировать ее жизненно важные характеристики, прогнозировать развитие ситуаций на основе глубоких знаний протекания процессов на всех уровнях и своевременно вносить изменения в свои действия, предупреждая отрицательные последствия, другими словами проводить постоянный мониторинг.

Для эффективной организации мониторинга необходимо иметь достаточные знания о процессах, которые протекают в экосистеме, их место в обеспечении ее стабильного развития. Рассмотрим основные понятия, связанные с этим вопросом.

Понятие "экологическая система" включает - совокупность всех популяций разных видов, которые проживают на общей территории вместе с окружающей их средой.

Специалисты рассматривают, например, экосистему леса, луга, водоема или экосистему биологического очищения воды и др. Признаком экосистемы может служить стабильное существование пищевой цепи, круговорот жизненно важных веществ: С, N, P, K, S и др. При этом имеется в виду замкнутость системы или незначительное влияние внешних факторов. Однако существует большое количество примеров, когда внешнее влияние на локальную экосистему обнаруживается значительным и приводит к экологической катастрофе (проблема трансграничного переноса). Поэтому, анализируя любую экосистему, мы должны, в первую очередь, рассматривать ее как элемент биосферы Земли, которая есть внешней оболочкой последней (область распространения жизни), которая включает все живые организмы и все элементы безжизненной природы (это нижние пласты атмосферы - тропосфера, грунт, биосфера, афотичная зона).

Биосфера - это также область деятельности человека. Человек влияет на живую природу, видоизменяет ее, создавая разные производственные объекты и добывая полезные ископаемые. Производства не только используют ресурсы живой и безжизненной природы, но и выбрасывают в биосферу продукты - отходы технологических процессов. Отходы выбрасываются как в атмосферу, так и в грунт и гидросферу, влияя и принимая участие в круговоротах веществ этих сред.

Таким образом, характеристики природной среды в каждой экосистеме определяются как внутренними процессами самой системы, так и внешними, что протекают в биосфере Земли. Получение адекватной (достоверной) оценки состояния природной среды требует проведение анализа объекта исследования,

изучение процессов, которые протекают в нем, определение важных внутренних и внешних характеристик экосистемы во всех средах биосферы, проведение их постоянного контроля.

Далее рассмотрим основные процессы, которые протекают в атмосфере, гидросфере, грунте и определим жизненно важные характеристики для развития экосистемы.

Воздушная среда - атмосфера играет важную роль в обеспечении существования экосистемы Земли.

Во-первых, озоновый "экран" надежно защищает все живое от твердого ультрафиолетового излучения Солнца. Сохранение озонового "экрану" - это задача сохранения жизни на Земле.

Во-вторых, в тропосфере из атмосферных газов ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ) и паров воды под влиянием ультрафиолетового излучения Солнца получают простейшие органические соединения, которые лежат в основе формирования живой природы, протекают процессы, которые обеспечивают круговорот жизненно важных веществ: углерода, азота, фосфора.

В-третьих, в атмосфере протекают процессы, связанные с переносами больших масс воздуха, которые определяют понятия климата, а также проблемы трансграничных переносов.

Атмосфера испытывает естественное и техногенное влияния. В результате землетрясений, извержение вулканов, пожаров в атмосферу поступают продукты сгорания, пыль и др. В результате деятельности человека: промышленные и сельскохозяйственные предприятия, транспорт и др. в атмосферу выбрасываются сотни тысяч тонн разных веществ.

При этом в атмосферном воздухе в результате химических и фотохимических реакций получается: токсичная пыль разных веществ, пары кислот - кислотные дожди, мелко дисперсионная пыль - как основа образования смога.

Правильно организованное производство, рассчитанное на свойстве природы к самоочищению, не должно разрушать равновесие экосистемы. Для этого определяется объем выброса, концентрация вредных веществ, высота труб производства и др.

Принято, что нормальный атмосферный воздух имеет следующий состав (см. табл. 2.1):

Атмосфера может находиться в разных состояниях в зависимости от распределения температуры по высоте, направлению и силе ветра. Эти факторы влияют на распространение выбросов в окружающей среде, их рассеяние и скорость самообновления природы.

Однако отсутствие комплексного подхода к анализу состояния экосистем, аварии на производствах и др. приводят к постоянному возникновению экологических проблем. Возникновение внештатных ситуаций может привести к выбросам больших объемов вредных веществ повышенной концентрации. Попадание выбросов в верхние шары атмосферы вызывает их перенос на большие расстояния в глобальной экосистеме Земли. Известные факты, когда выбросы в районе Средиземного моря осаждались в регионе Балтийского моря или Чернобыльский след наблюдался во многих странах Европы. В результате пожаров на

нефтяных разработках во время войны в Ираке образовался пласт пыли в верхних пластах атмосферы, что привело к потеплению климата на Земле на несколько лет. Наиболее актуальный (политический) характер вопрос трансграничного переноса носит для пограничных стран на всех континентах.

**Таблица 2.1 - Количественный и качественный состав атмосферного воздуха**

Компоненты	Содержание		Компоненты	Содержание	
	массовая часть, %	объемная часть, %		массовая часть, %	объемная часть, %
Азот	75,52	78,09	Оксид азота	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Кислород	23,15	20,94	Водород	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-5}$
Аргон	1,28	0,93	Метан	$0,8 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
Двуокись углерода	0,046	0,0330	Двуокись азота	$8 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
Неон	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	Озон	$10^{-6} - 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$
Гелий	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$	Двуокись серы	—	$2 \cdot 10^{-8}$
Криптон	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	Оксид углерода	—	$1 \cdot 10^{-5}$
Ксенон	$3,9 \cdot 10^{-5}$	$8,0 \cdot 10^{-3}$	Аммиак	—	$1 \cdot 10^{-6}$

Для того чтобы решать перечисленные проблемы и своевременно руководить процессами, необходимо уметь контролировать, как характеристики атмосферы (температуру, давление, влажность, силу и направление ветра, состав воздуха, концентрацию вредных веществ в выбросах предприятий), так и факты штатных и аварийных выбросов, их мощность (объем, количество вещества, время).

Второй составной биосферы есть водная среда. Вода занимает более 2/3 поверхности земного шара и составляет 1386 млн. км<sup>3</sup>. Объем Мирового океана ненамного больше 0,1% объема земного шара.

Структура запасов воды на Земле приведена в табл. 2.2.

Из общего количества воды на Земле частица пресных вод составляет 2,5%, или 35 млн. км<sup>3</sup>. Однако большая часть пресной воды труднодоступна (почти 70 % пресных вод составляют ледники Антарктиды, Арктики и горных массивов). Объем подземных пресных вод, которые залегают, как правило, на глубине 150-200 м, приблизительно в 100 раз больше, чем объем поверхностных пресных вод, которые помещаются в озерах, реках и болотах. В реках одновременно помещается лишь 0,006 % пресных вод.

Вода есть необходимая составляющая любой экосистемы. Живой организм не может существовать без нее. Качество воды определяет состояние живой природы.

Необходимо отметить, что вода есть интегрирующим звеном, накапливающая загрязнения, которые попадают в нее с осадками из атмосферного воз-

духа, в результате сброса производственных и бытовых вод, и в результате ветривания и вымывания с грунта.

Таблица 2.2 - Запасы воды на Земле

Тип воды	Объем, тыс., км <sup>3</sup>	Часть мировых запасов, %	
		От общих за- пасов воды	От запасов пресной воды
Мировой океан	1338000	96,5	–
Подземные воды,	23400	1,7	–
в том числе пресные	10530	0,76	30,1
Ледники и снежные по- кровы	24064,10	1,74	68,7
Подземные льды	300	0,022	0,86
Воды озер:	176,40	0,013	–
пресные	91	0,007	6,26
соленые	85,40	0,006	–
Воды болот	11,47	0,0008	0,03
Воды в русле рек	2,12	0,0002	0,006
Биологическая вода	1,12	0,0001	0,003
Вода атмосферы	12,90	0,001	0,04
Общие запасы воды	1385984,61	100	–
Пресные воды	35029,21	2,53	100

Средний химический комбинат ежедневно тратит (потребляет и отводит) 1- 2 млн. м<sup>3</sup> воды. В городах с населением свыше трех миллионов жителей суточная затрата воды достигает 2млн.м<sup>3</sup>.

Дождевые воды смывают из городских улиц и территорий предприятий промышленные и бытовые отходы, которые содержат соли разных металлов, яда, большое количество пестицидов, удобрения, моющие средства, радиоактивные вещества. Тяжелые металлы (свинец, ртуть, цинк, медь, кадмий), способные накапливаться в пищевых цепях, конечное звено которых – человек.

Сельскохозяйственная деятельность человека вызывает загрязнение вод удобрениями и ядохимикатами (пестицидами), применение которых связано с повышением урожайности, больших масс мертвой органики (гной, подстилка), мочевины, которые не являются отравляющими, но их большое количество может привести к опасным последствиям для водных экосистем.

Попадание в водоем биогенных элементов, в том числе азота и фосфора создает питательную среду для размножения фитопланктона, в первую очередь сине-зеленых, зеленых и красных водорослей, а также интенсивного развития высших водных растений. Эти организмы, рождаются, отмирают, соответственно масса органического вещества возрастает. Они потребляют большое количество кислорода растворенного в воде, вызывая его дефицит. Вода стано-

вится непригодной для жизни, в ней начинают преобладать анаэробные процессы. Эти процессы представляют собой вторичное загрязнение водной среды.

Особую опасность, для контроля и предупреждения представляют собою аварии, которые могут возникать по разной причине (старение оборудования, нарушение технологических процессов, влияние на производство естественных факторов и др.). Наиболее частыми в конце XX столетие были аварии в нефтедобывающей и перерабатывающей промышленности (аварий судов, вытек нефти при ее добыче в шельфовой зоне и др.). При этом в воды Мирового океана ежегодно попадает до 12-15 млн. т нефти. Тонкая пленка покрывает водную поверхность и практически нарушает все циклы водной экосистемы, что может привести к ее гибели.

Большую опасность представляют загрязнения вод радиоактивными веществами.

Взвешенные твердые частицы оказывают содействие образованию стабильных водных суспензий, при этом ухудшается прозрачность воды, снижается активность фотосинтеза водных растений.

Все перечисленные факторы изменяют качество воды, увеличивая ее естественные свойства как основного компонента любой экосистемы. При этом изменяются условия жизни растений, простейших организмов, рыб, животных, человека. Эти изменения могут привести к болезням, вырождению и гибели разных видов растений и живых организмов

Следует отметить, что загрязнение водных систем представляет большую опасность, чем загрязнение атмосферы, так как:

- процессы регенерации (самоочищение) протекают в водной экосистеме намного медленнее, чем в воздухе,
- источники загрязнения более разнообразные;
- естественные процессы, которые протекают в водной среде более чувствительные к внешним влияниям и имеют большое значение для обеспечения жизни на Земле.

Поэтому к качеству воды предъявляются твердые требования.

Качество воды - это совокупность физических, химических, биологических и бактериологических показателей, которые обуславливают пригодность воды для использования в быту, производстве и др.

Используют следующую классификацию и регламентацию показателей качества воды для основных видов водопользования:

- 1) естественные воды;
- 2) питьевая вода;
- 3) рыбохозяйственные воды;
- 4) бытовые воды.

Для каждого предприятия-пользователя водными ресурсами складывается нормативный документ, который определяет разрешенные объемы сбрасывания вредных веществ в природные водоемы и водостоки с учетом состояния этих водных объектов и состояния водных ресурсов экосистем района. Предельно допустимое сбрасывание (ПДС) рассчитывается таким образом, чтобы

постоянно работающее предприятие не поднимало баланса оборота веществ, теплового режима и др. в экосистеме района.

Таким образом, нормальное развитие любой экосистемы (городской или сельскохозяйственный район, город, область, регион), важных процессов, которые протекают в водных системах, их критичность в обеспечении жизнедеятельности всех организмов и в особенности человека требуют рациональной организации всех процессов водопользования, создание надежных методов и средств контроля качества водных ресурсов, систем прогнозирования.

Другой составной частью биосферы есть почва. Почва - это верхняя часть "земной коры", которая играет определяющую роль в формировании биосферы Земли. Почва есть частью литобиосферы - верхних пластов до 2-3 км литосферы (мощность литосферы - 50-200 км, в том числе "земной коры" - до 50-75 км на континентах и 5-10 км на дне океана).

Наибольшему влиянию человека подвергается верхний пласт литосферы в границах суши. Суша занимает 29,2% поверхности земного шара и включает почвы разной категории, из которых важнейшее значение имеет плодородная почва.

В процессе непрерывной эксплуатации почва бесповоротно уничтожаются в результате эрозии, засоления, загрязнения промышленными и другими отходами. В результате эрозии за последний век утрачен 2 млрд. га плодородных земель или 27 % земель сельскохозяйственного использования.

Площади пахотных земель постоянно сокращаются за счет расширения горнопромышленных разработок, промышленного и гидротехнического строительства, расширение городских зон. Целиком урбанизированная поверхность, где дождевая вода не проникает в почву, составляет близко 50 млн. га.

В почве протекают разные физические, химические и биохимические процессы, которые в результате приводят к загрязнению. Загрязнение почвы связано с загрязнением атмосферы и воды. В почву попадают твердые и редкие промышленные, сельскохозяйственные и бытовые отходы. Основными загрязняющими почву веществами являются металлы и их соединения, радиоактивные вещества, удобрения, пестициды.

Химический состав "земной коры" на глубине 10-20 км составляют (в массовых частях, %):

Кислород 49,13

Кремний 26,00

Алюминий 7,45

Железо 4,20

Кальций 3,25

Натрий 2,40

Калий 2,35

Магний 2,35

Водород 1,00

Титан 0,61

Углерод 0,35

Хлор 0,20.

Главные источники загрязнения почвы:

1) жилые дома и бытовые предприятия. В числе загрязняющих веществ преобладают бытовой мусор, пищевые отходы, фекалии, строительный мусор, отходы отопительных систем, пришедших в негодность, предметы домашнего быта, мусор общественных учреждений – больниц, столовых, гостиниц, магазинов и др.;

2) промышленные предприятия. В твердых и редких отходах могут быть присутствовать вещества, способные токсично влиять на живые организмы;

3) теплоэнергетика. Это образования массы шлаков, выброс в атмосферу сажи, твердых частиц, оксидов серы и др., которые, в конце концов, проявляются в почве;

4) сельское хозяйство. Удобрения, ядохимикаты, которые применяются в сельском и лесном хозяйствах для защиты растений от вредителей, болезней, сорняков;

5) транспорт. Во время работы двигателей внутреннего сгорания интенсивно выделяются оксиды углерода, свинец, углеводороды и другие вещества, которые осаждаются на поверхность почвы или поглощаются растениями.

Самоочищение грунтов - медленный процесс. Накопление токсичных веществ накапливаются, что оказывает влияние на постепенное изменение химического состава почв, приводит к нарушению единства геохимической среды и живых организмов. Из почвы токсичные вещества попадают в растения, организмы животных, людей и вызывают нежелательные последствия.

В почве накапливаются соединения металлов: железа, ртути, свинца, меди и др. Например, ртуть поступает в грунт с пестицидами и промышленными отходами. Из каждой тонны свинца, который добывается, до 25 кг поступает в окружающую среду, огромное количество свинца выделяется с выхлопными газами автомобилей и т.д.

Задачи контроля состояния почв, их учет есть важнейшими для организации рационального природопользования, создания земельных кадастров районов, областей, регионов. При этом широко используются дистанционные методы контроля, методы химического и радиационного контроля, геоинформационные системы.

Мы рассмотрели основные элементы окружающей среды, их характеристики, которые обеспечивают нормальное существование и развитие растительности, простейших организмов, рыб, птиц, животных, человека. Изменение одного фактора в любом из этих сред может привести к изменениям в живой природе, исчезновению отдельных видов организмов, который обязательно скажется на других жителях экосистемы, приведет к нарушению круговорота веществ, равновесия в пищевых цепях и разнообразных циклах экосистемы, а итак приведет к ее неминуемому изменению или гибели. Для предотвращения подобного пути развития человек должен уметь контролировать все жизненно важные характеристики экосистемы, окружающей среды, руководить их изменением.

Важными, с точки зрения равновесного существования экосистемы, являются вещества или явления, количественные изменения, исчезновение или

появление которых приводит к нарушению этого равновесия. Эти характеристики называют загрязнителями. Привнесение в любую среду новых, не характерных для нее физических, химических или биологических агентов, превышение естественного или среднегодового уровня этих агентов в составе воздуха, воды, почвы, в конечном счете, вызовет загрязнение экосистемы.

Вещества, которые входят в состав окружающей среды, называют ингредиентами. Ингредиенты имеют как естественное (вулканические извержения, пыльца растений, пыль и т.п.), так и антропогенное (в результате деятельности общества) происхождение.

Загрязнение окружающей среды - сложный, разнообразный процесс. Химические вещества, которые находятся в отходах производств, обнаруживаются там, где изначально их не было. Многие из них химически активные и способные взаимодействовать с молекулами, которые входят в состав тканей живого организма, другими ли веществами окружающей среды, влияя на состояние экосистемы.

Все загрязнения (влияния) окружающей среды вызовут изменения физических полей, характеристик в средах, на которые они влияют. Изменение физических полей может быть зарегистрировано и измерено с помощью специально разрабатываемых методов и средств.

К задачам контрольных измерений входят:

- определение соответствия шкалы изменения физического поля и мощности (величины) загрязняющего фактора (влияния);
- получение достоверного результата контроля (методы и методики);
- обеспечение необходимой точности контрольных измерений относительно нормативных уровней загрязняющего фактора (методы, средства, методики).

Процессы, протекающие в разных средах, имеют разную динамику. Поэтому методики получения достоверной информации должны учитывать, как можно больше характеристик.

В природоведении предполагается существование естественных явлений, которые нужно изучать с помощью рациональных методов (методов рационального познания). Суть методов рационального познания состоит в том, что умственный процесс изучения природы осуществляется в рамках правил и законов формальной (классической) логики.

Кроме того, в качестве объектов познания исследователем для изучения выбираются такие явления, для которых существует возможность взаимодействия с ними, в результате которого получают как качественные результаты, так и результаты взаимодействия в виде чисел. В этом случае эксперимент может быть коротко представлен в виде возможной бесконечности этих чисел. Это отображение бесконечности исследуемого явления в бесконечность чисел и получило название физической величины. Сами эти числа получили специальное название значений физической величины.

Специальные части эксперимента, предназначенные для отображения свойств явления в значении конкретных физических величин, получили назва-

ние измерительные приборы. Определить физическую величину означает дать описание конструкции прибора для измерения данной физической величины. Итак, определение физической величины должно содержать указание на то, какое свойство и какое явление эта физическая величина описывает. Сам процесс получения значений физической величины получил название измерения.

Как уже отмечалось ранее, под мониторингом понимается программа целенаправленных наблюдений за состоянием объекта контроля. Он включает наблюдение, оценку и прогноз внешних влияний, выявление источников влияний и причин этих изменений.

Мониторинг включает (рис. 2.1): моделирование; непрерывные наблюдения и измерения - непрерывный контроль; принятие решений.

Мониторинг - это часть системы управления природопользованием.

Рассмотренную выше проблему можно охарактеризовать как научный эксперимент и наблюдение над объектом в условиях априорной неопределенности в отношении свойств этого объекта.

Способы борьбы с априорной неопределенностью, которая предлагает современная наука:

1. Процедуру и технику эксперимента (мониторинга) нужно сделать как можно более стойкой к неизвестным условиям наблюдения и неизвестным параметрам или свойствам самого объекта.

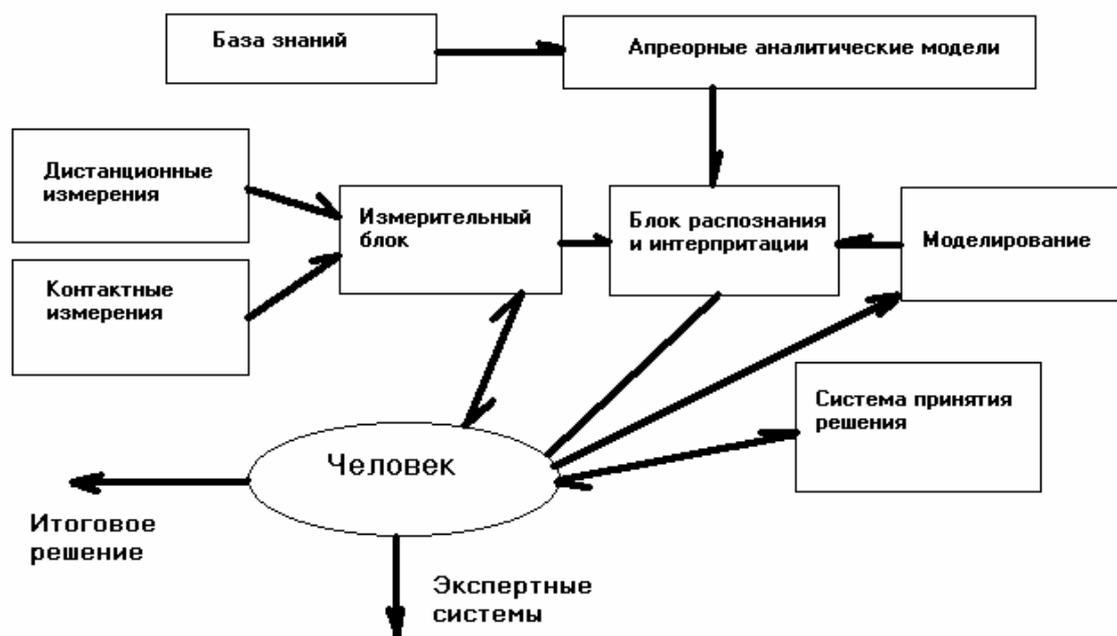


Рис. 2.1 - Концептуальная схема мониторинга объекта

2. Моделирование. Оно бывает трех видов:

- Аналитическое моделирование - представление естественных и технических систем с помощью структур математического анализа (функций, дифференциальных уравнений).
- Алгоритмическое моделирование или машинное моделирование. Имитационное моделирование объединяет аналитическое и алгоритмическое моделирования.
- Аналоговое моделирование. Математическое описание объектов разной природы может быть одинаковой.



Рис. 2.2 - Теоретическая схема систем мониторинга

С точки зрения мониторинга процессы алгоритмического или машинного моделирования разрешают количественно описывать естественные и технические системы, для которых наука еще не получила соответствующие аналитические законы. Вместо законов природы, которые описывают обращения объекта, принимаются универсальные алгоритмические и аналитические модели, созданные в рамках теории систем, системотехники и кибернетики.

Примером этому могут служить модели черных ящиков, которые описывают входное влияние, выходное влияние и переходную функцию:

Данный подход используется в теории электрических цепей, теории сигналов, теории случайных процессов, математической статистике, теории принятия решений.

Недостатки такого подхода состоят в том, что такой подход работает только в конкретных частных случаях, после соответствующего настройки в ограниченном диапазоне параметров объекта. Такой подход получил название - кибернетическое моделирование.

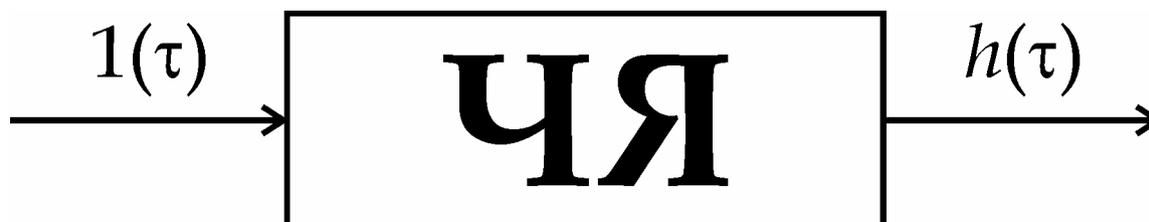


Рис. 2.3 – Структурная схема черного ящика

Таким образом, с точки зрения системы мониторинга мы преодолеваем неопределенность в отношении знания законов обращения объектов, вместо законов мы используем весь спектр моделей.

### 3. Многомерное описание естественных объектов.

Чем больше параметров объекта мы знаем, тем более вероятность создания правильной модели. Для количественного описания совокупности параметров объекта существуют соответствующие кибернетические модели.

Инструменты многомерной статистики:

- многомерный регрессионный анализ;
- многомерный корреляционный анализ.

Если многомерный корреляционный анализ указывает на внешние факторы, которые мы не учли, то факторный анализ занимается ситуациями в тех случаях, если измеренные параметры слабо влияют на поведение объекта мониторинга, но при этом возможное существование некоторого "главного" параметра, который есть основным для описания объекта мониторинга. Сложность состоит в том, что:

- а) мы можем не подозревать о существовании такого параметра;
- б) мы недостаточно четко воображаем, как измеренные параметры связаны с этим гипотетическим параметром.

Но при этом можно подозревать, что все эти параметры связаны с уровнем интеллекта.

Например, задача эксперта - вычленил эти главные параметры на фоне других малозначимых параметров и указать количественный критерий такого выделения. Для этого и существует аппарат факторного анализа. Эти главные параметры и называются факторами.

Аналогичную цель преследует дисперсионный анализ. Основным инструментом дисперсионного анализа - дисперсия.

Распознавание образов или классификация объектов состоит в том, что, если у нас есть набор объектов и набор измеренных параметров, то задача состоит в том, чтобы обнаружить разные типы объектов, то есть классифицировать объекты - разделить их на разные классы.

Недостатки или трудность:

- "проклятие" размерности, то есть большое число параметров;

### 4. Метод интеллектуализации систем мониторинга.

#### А) Метод экспертных систем (рис. 2.4).

Экспертные системы с помощью учебной подсистемы "высасывают" из конечных пользователей конкретные предметные инструкции типа "если, то", что и трактуются как "знание" человека о предмете. Далее эти инструкции в соединении с конкретными данными обеспечивают принятие решения в машине логического вывода.

Главные достоинства экспертных систем - эти системы разрешают формализовать целый спектр полуэмпирических привычек и знаний конкретных специалистов и дальше использовать эти привычки для принятия объективных решений.

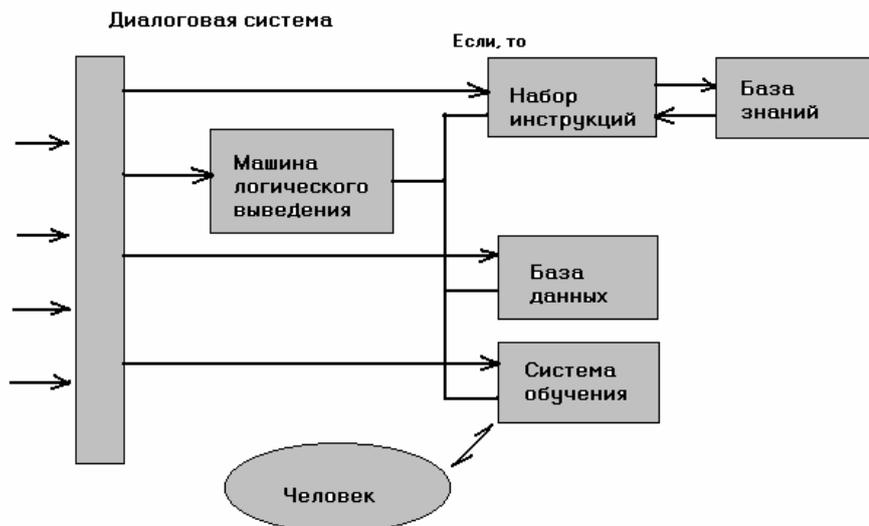


Рис. 2.4 – Структурная схема экспертной системы

Таким образом, метод экспертных систем позволяет использовать накопленные человеком эмпирические способы прогнозирования обращение объектов мониторинга в условиях неопределенности.

Б) Метод техногностических систем (когнитивные системы) - когнитивная машинная графика (метод виртуальных миров).



Рис. 2.5 – Структурная схема техногностических систем

Технические методы стимуляции интуиции человека, который принимает решение. Такие системы стимулируют интуицию специалиста в этой области (рис. 2.5).

Способы стимуляции: создание зрительных образов, которые влияют на эстетичную, эмоциональную сферу человека, который в свою очередь не просто стимулирует, но и одновременно имеют прямое объективное отношение к объекту мониторинга. Любые изменения в объекте мониторинга вызовут адекватные изменения в этом графическом изображении. Опыт доказал, что такие изображения можно создать, и они действительно информируют человека о состоянии объекта мониторинга, стимулируя принятия решений исходя из информации полученной в результате мониторинга.

Количественный анализ качества принятия решения ЛПР, разрешает сделать попытку калибрования, нормировки измерительного процесса мониторинга (таким образом достигается основное требование природоведения – объективное количественное описание результатов мониторинга).

### **2.1.3. Особенности создания и использование систем мониторинга чрезвычайных ситуаций**

Природный и техногенный риск есть факторами, которые определяют качество жизни в регионах страны. Степень природного и техногенного риска, которому подвергается человек, зависит от трех факторов: вероятности возникновения чрезвычайной ситуации, ее масштабов и уровня защищенности, обеспечение аварийно-спасательными службами. Проблема снижения совокупного регионального риска, особенности работы в условиях чрезвычайных ситуаций порождают большое количество задач фундаментального и прикладного характера. В первую очередь, это задачи создания эффективной системы планирование и оперативного управления комплексами мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайной ситуации.

Основные особенности функционирования систем управления в условиях чрезвычайной ситуации состоят в том, что проблема (чрезвычайная ситуация) возникает, как правило, неожиданно, внезапно. В результате, перед системой управления возникают задачи, которые нельзя решить в стационарном режиме работы организации с использованием имеющегося опыта. Анализ функционирования систем управления в условиях чрезвычайных ситуаций позволил выделить ряд их особенностей в соотношении с действием традиционных систем управления, которое приведено в табл. 2.3.

Системы управления и предупреждения чрезвычайных ситуаций и действия во время их возникновения (СКНС) должны функционировать в следующих режимах:

- повседневной деятельности;
- повышенной готовности;
- чрезвычайной ситуации.

Режим повседневной деятельности характеризуется отсутствием информации об явных признаках угрозы возникновения чрезвычайной ситуации. За-

дача системы управление в этих условиях состоит в противоаварийном предупреждающем планировании. Его основными задачами есть:

- сбор информации для предупреждения и прогнозирования возможных масштабов чрезвычайных ситуаций;
- накопление ресурсов, необходимых для ее ликвидации, разработка сценариев действий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций, которые позволяют эффективно реагировать на ожидаемые проблемы;
- паспортизация и определение категории предприятий, цехов, участков, технологий, регионов и др.

**Таблица 2.3 - Сравнительные характеристики систем управления**

<b>Традиционные системы управления</b>	<b>Системы управления в условиях ЧС</b>
Постоянный режим функционирования	Разные режимы функционирования
Жесткая структура и четкое распределение функций на продолжительный период	Отсутствие жесткой структуры и четкого распределения функций на продолжительный период, гибкость, агрессивность
Узкая функциональная направленность	Широкая и частично непредвиденная область действия
Моноструктура	Полиструктуры
Регламентированные информационные потоки	<i>Зависимость информационных потоков от развития ситуации</i>
Точная информация	<i>Недостовверная информация</i>
Избыточная информация	<i>Недостаточная информация</i>
Медленный темп изменений	Высокий темп изменений
Предсказуемость ситуаций	<i>Непредсказуемость ситуации; ориентация на опыт, как правило, не имеет смысла</i>
Принцип единства полномочий и ответственности	Соединение принципов единоначалия, распределение полномочий и ответственности
Функциональный потенциал	Организационный потенциал
Преимущество социально-экономических целей и критериев функционирования	Цель: действенность, результативность в ликвидации чрезвычайной ситуации и ее последствий; критерии: минимизация времени достижение целей, минимум потерь (жертв) при ликвидации чрезвычайной ситуации

В данном режиме определяются и создаются законодательные, нормативные и экономические механизмы, направленные на минимизацию риска и убытков от чрезвычайных ситуаций.

Превентивный план должен быть довольно гибкий, чтобы на его основе в случае необходимости могла быть построена конкретная программа действий, которая включает срочные меры по проведению аварийно-спасательных работ. Ценность такого плана в момент возникновения чрезвычайной ситуации состоит в том, чтобы он сократил к минимуму время сбора оперативной информации и принятие необходимых оперативных решений. Он целиком зависит от качества предшествующей работы по сбору и анализу данных о факторах возможной опасности.

Режим повышенной готовности характеризуется наличием информации о признаках угрозы возникновения чрезвычайной ситуации.

Задачами системы в этом режиме есть разработка и осуществление плановых мероприятий по предупреждению или уменьшению масштабов чрезвычайных ситуаций на основе заранее подготовленных сценариев ее развития и соответствующих действий. Она должна выявлять моменты возникновения и признаки развития чрезвычайных ситуаций, а также быстро реагировать на обстановку, которая изменяется. Без необходимой информации невозможно организовать систему раннего предупреждения.

Момент, когда накопленные данные свидетельствуют о том, что ухудшение ситуации становится необратимым и необходимо принять контрмеры, назовем моментом начала развития чрезвычайной ситуации. Этот момент самый ответственный, опасный и критический, прежде всего для структур, которые первыми должны среагировать на возникновение чрезвычайной ситуации.

К сожалению, многочисленные примеры, как и у нас в стране, так и за границей свидетельствуют, что даже достоверной и четкой информации нередко бывает мало для того, чтобы руководство немедленно отреагировало на возникающую опасность, прибегнув к оперативным и эффективным соответствующим действиям.

Назовем основные причины запаздывания соответствующих действий.

Инертность информационной сети. Необходимое время для наблюдений, обработки их результатов и передачи полученной информации руководству. Руководителям также нужно время на обмен информацией между собой и подготовкой общей позиции.

Необходимость проверки и подтверждение достоверности информации о возникновении чрезвычайной ситуации. Типичная ошибка многих руководителей состоит в том, что даже при абсолютно достоверной информации они сомневаются в реальности возникновения чрезвычайной ситуации, ратуют за то, чтобы еще проверить информацию и подождать с принятием решения, в надежде на то, что угроза минует. Ярким примером подтверждения этого положения есть ситуация, которая сложилась на Чернобыльской АЭС после взрыва реактора на четвертом энергоблоке: куски радиоактивного графита на территории Чернобыля не стали достаточным доказательством трагедии, которая возникла, даже для специалистов-ядерщиков.

Психологические особенности человека. Запаздывание адекватной реакции на чрезвычайную ситуацию связан с непринятием непривычного, так как большинство причастных к чрезвычайной ситуации привыкли доверять пред-

шествующему опыту и отвергать нестандартное, новое, считая его невероятным.

Чтобы целиком использовать имеющиеся возможности, необходимо повышать готовность руководителей к работе в условиях высокой степени неопределенности. Важной профессиональной привычкой становится умение обрабатывать большие информационные потоки, учитывать долгосрочные прогнозы, несмотря на их неполноту.

Режим чрезвычайной ситуации устанавливается во время возникновения и ликвидации чрезвычайной ситуации. Задачи системы управления в этом режиме: оперативные действия по защите объектов разного типа (население, домов, сооружений, посевов, скота и др.) от впечатляющих факторов, проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Практика показывает, что наиболее сложным есть начальный период возникновения чрезвычайной ситуации. Отсутствие достоверных сведений о ситуации служит питательной средой для возникновения и распространения разных слухов; полярных оценок, которые претендуют на достоверность. Последние, к величайшему сожалению, не поддаются коррекции: достоверная, компетентная информация не воспринимается. Изменение мыслей и установок, которые сложились в начальный период, достигается лишь систематическими целенаправленными усилиями, поскольку нужен пересмотр сформированных предубеждений. С целью формирования адекватного видения ситуации и условия работы следует практиковать открытое обсуждение конкретных проблем.

Поэтому очень важно в начальный период возникновения чрезвычайной ситуации, по возможности, ввести людей в курс дела, предоставить необходимую информацию, занять каким-то полезным делом, помочь преодолеть естественное волнение и получить уверенность в себе. Для восстановления личного состава, работающих в условиях возникновения чрезвычайной ситуации, этот процесс нужно повторять.

#### **2.1.4. Общие принципы построения государственной системы мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций**

Структуру единой системы мониторинга и предупреждения ЧС составляют центральные и местные органы исполнительной власти, органы местного самоуправления и создаваемые ними функциональные и территориальные подсистемы единой системы гражданской защиты.

Территориально-производственный принцип работы системы обусловлен, как постановкой задачи, так и характером работ по ликвидации последствий природных и техногенных катастроф.

Основные задачи, решаемые единой системой, должны включать выполнения плановых (срочных) и оперативных (экстренных) наблюдений за источниками ЧС на территории страны, прилегающих пограничных территориях, речных и морских акваториях:

– сбор, обработка и распространение фактической и прогностической информации о ЧС и их источниках;

- ведение кадастров (баз данных) источников ЧС;
- представление законодательным и исполнительным органам необходимой информации для осуществления оперативной деятельности, разработки законодательных и нормативных актов, которые регламентируют снижение риска ЧС;
- разработку и составление плановых и оперативных рекомендаций относительно снижения последствий ЧС;
- обобщение данных паспортов оценки безопасности территории и объектов;
- обеспечение международного обмена фактической и прогностической информацией о ЧС;
- информационное обеспечение оперативного контроля критических ситуаций на основе использования мобильных средств экстренного реагирования;
- информационное обеспечение общеобразовательных программ, программ подготовки специалистов и средств массовой информации.

Государственная система мониторинга (рис. 2.6) на функциональном и структурном уровнях объединяет три подсистемы (системы второго уровня):

- систему (подсистему) мониторинга источников ЧС природного и техногенного характера (СМЧС);
- систему (подсистему) сбора, обработки фактической информации и прогнозирования ЧС естественного и техногенного характера (ССОЧС);
- систему (подсистему) связи (ССВ).

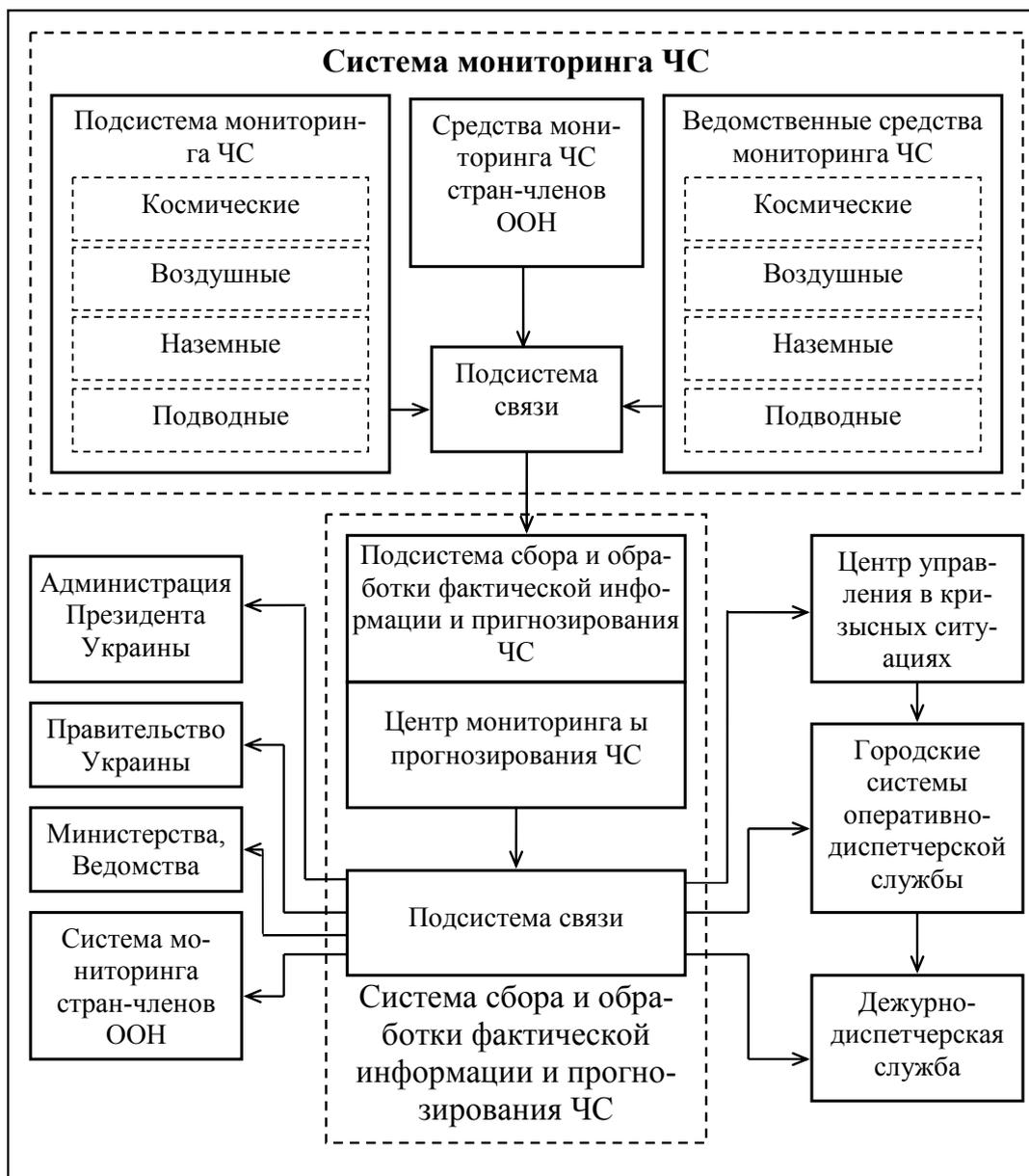
СМЧС предназначена для контроля источников ЧС (существующих и потенциальных) природного и техногенного характера. На функциональном уровне, независимо от принадлежности, она включает две подсистемы наблюдения и контроля источников ЧС: подсистему контактного и подсистему дистанционного контроля.

Подсистема контактного контроля источников ЧС функционально объединяет наземные, надводные, воздушные, космические стационарные и мобильные носители аппаратуры наблюдения и контроля источников ЧС.

Подсистема дистанционного контроля источников ЧС на функциональном уровне включает космические, воздушные и наземные носители средств наблюдения и контроля источников ЧС.

ССОЧС осуществляет сбор (прием), обработку, анализ фактической (мониторинговой) информации от СМЧС, складывание прогнозов ЧС и разработку рекомендаций по снижению уровня влияния ЧС на объекты, население и естественную среду с последующей передачей полученных результатов в центры управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) и другим потребителям (пользователям).

Исходя с позиции системного анализа, единая система гражданской защиты объединяет подсистему сбора и обработки фактической информации, подсистему прогнозирования ЧС и подготовки рекомендаций и подсистему распространения (доведение к пользователям) фактической и прогностической информации о ЧС и их источниках.



**Рис. 2.6 - Структурная схема единой системы мониторинга**

ССВ - одна из основных подсистем ЕСГЗ, в частности, объединяя все виды средств связи, обеспечивает стойкость системы и прием-передачу информации в реальном масштабе времени или близком к нему.

Функциональные подсистемы единой системы гражданской защиты создаются центральными органами исполнительной власти для организации работы, связанной с предотвращением чрезвычайных ситуаций и защитой населения и территорий в случае их возникновения.

Организация, задачи, состав сил и средств, порядок деятельности функциональных подсистем единой системы гражданской защиты определяются положениями об этих подсистемах, утвержденными соответствующими центральными органами исполнительной власти по согласованию со специально уполномоченным центральным органом исполнительной власти по вопросам гражданской защиты.

Территориальные подсистемы единой системы гражданской защиты создаются для предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и военного характера в границах соответствующих территорий и включают территориальные органы управления специально уполномоченного центрального органа исполнительной власти по вопросам гражданской защиты и соответствующие комиссии техногенно-экологической безопасности и чрезвычайных ситуаций.

Единая система гражданской защиты может функционировать в режиме повседневного функционирования, повышенной готовности и в режимах чрезвычайной ситуации, чрезвычайного или военного положения.

Режим функционирования единой системы гражданской защиты в границах конкретной территории устанавливается в зависимости от существующей или прогнозируемой обстановки, масштаба чрезвычайной ситуации по решению, соответственно, Кабинета Министров страны, региональной и городской администрации.

Режим повседневного функционирования единой системы гражданской защиты устанавливается в условиях не превышения допустимых уровней производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической (в том числе бактериологической), сейсмической, гидрогеологической и гидрометеорологической опасности, и отсутствия эпидемий, эпизоотий, эпифитотий.

В режиме повседневного функционирования органы управления, силы и средства единой системы гражданской защиты:

- обеспечивают наблюдение и контроль обстановки на потенциально опасных объектах и близлежащих к ним территориях, а также дежурство оперативного персонала;
- разрабатывают и выполняют научно-технические программы относительно предотвращения чрезвычайных ситуаций и уменьшение возможных потерь;
- осуществляют мероприятия по обеспечению безопасности и защиты населения во время чрезвычайной ситуации;
- обеспечивают подготовку органов управления к действиям в чрезвычайных, неблагоприятных или нестандартных ситуациях, организывают обучения населения в обращении со средствами защиты в таких ситуациях;
- создают и возобновляют материальные резервы для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- проводят постоянное прогнозирование обстановки относительно ее ухудшения, которое может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций.

Режим повышенной готовности единой системы гражданской защиты устанавливается в случае ухудшения производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической (в том числе бактериологической), сейсмической, гидрогеологической и гидрометеорологической обстановки, при наличии угрозы возникновения чрезвычайной ситуации.

В режиме повышенной готовности органы управления единой системы гражданской защиты:

- предоставляют оперативную помощь органам и структурам;
- формируют комиссии для выявления причин ухудшения обстановки непосредственно в районе возможного возникновения чрезвычайной ситуации, готовят предложения относительно ее нормализации;
- усиливают наблюдение и контроль ситуации на потенциально опасных объектах и близлежащих к ним территориях, осуществляют прогнозирование возможности возникновения чрезвычайных ситуаций и их масштабов;
- разрабатывают мероприятия по защите населения и территорий в условиях чрезвычайной ситуации;
- приводят в состояние повышенной готовности имеющиеся силы и средства реагирования, привлекают дополнительные силы и средства, уточняют планы действий и направляют их, в случае необходимости, в район угрозы возникновения чрезвычайной ситуации;
- осуществляют мероприятия по предотвращению возникновения чрезвычайной ситуации.

Режим чрезвычайного положения единой системы гражданской защиты устанавливается в случае возникновения и во время ликвидации последствий чрезвычайной ситуации.

В режиме чрезвычайной положения органы управления единой системы гражданской защиты:

- определяют границы территории, на которой возникла чрезвычайная ситуация;
- организуют защиту населения и территорий в условиях чрезвычайной ситуации;
- организуют работы по локализации или ликвидации последствий;
- привлекают необходимые силы и средства;
- осуществляют непрерывный контроль развития чрезвычайной ситуации, положением на аварийных объектах и близлежащих к ним территориях;
- оперативно докладывают вышестоящим органам управления о развитии чрезвычайной ситуации, мероприятиях, которые выполняются, и оповещают население.

## **2.2. Наземные средства мониторинга опасных факторов чрезвычайных ситуаций**

Внедрение в практику высокопроизводительных технологий ранней диагностики чрезвычайных ситуаций, как в естественной, так и в техногенной сфере предполагает решение физико-химических и инженерных задач, направленных на обеспечение высокой технической и экономической эффективности инструментальных методов оценки негативного воздействия. При этом к измерительной аппаратуре предъявляются требования высокой оперативности и необходимой периодичности контроля безопасности объектов, обеспечения необходимых пространственных масштабов мониторинга, повышения надежности и удобства эксплуатации.

Успех в решении перечисленных задач в значительной степени определяется результатами исследований по поиску, разработке и технической реализации новых методов построения систем дистанционного экспресс-анализа и диагностики опасных факторов чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и социально-политического характера.

На основе анализа требований к методам и средствам мониторинга используемых, как в условиях конкретного производства, так и универсальных выберем следующие критерии, отражающие функционально-технические и технико-экономические характеристики, которым должны удовлетворять приборы.

1. Оперативность, которая предполагает минимизацию времени необходимого на проведение измерений и анализа, с последующей выдачей и передачей информации для принятия управленческого решения.

2. Высокая степень автоматизации измерений, анализа и передачи данных.

3. Периодичность контроля. Подразумевается произвольная периодичность контроля и анализа, обеспечивающая практически непрерывный мониторинг и уверенную фиксацию опасных факторов.

4. Порог чувствительности и диапазон измерений — линейная нормировка по наилучшим характеристикам среди сравниваемых приборов.

5. Пространственный масштаб, охватываемый системой контроля. Для конкретного метода и средства измерений он характеризует принципиальную возможность (и приборную реализацию) перехода от единичного анализа в точке пространства к мониторингу всего промышленного объекта, промышленного района, города, региона.

6. Стоимость — линейная нормировка сравниваемых средств измерений по стоимости (с учетом доведения результатов измерений до потребителя).

7. Бесконтактность мониторинга — применительно к системам обеспечения безопасности производства, использующего вредные и взрывоопасные вещества — это отсутствие непосредственного контакта обслуживающего персонала с контролируемым объектом.

8. Точность измерений — обычно нормировка в соответствии с относительной погрешностью измерений.

9. Пространственное разрешение — характеризует возможность идентификации источника загрязнений природного или техногенного характера, как внутри объекта, так и в масштабе всего промышленного района или региона.

10. Дистанционность — разнесенность в пространстве объекта контроля и системы анализа при проведении измерений.

Из представленного списка критериев оценки методов и средств мониторинга природных и техногенных загрязнений различного масштаба (начиная с объекта, города и т. д.) для первичной оценки достаточно первых шесть как наиболее значимые. Выбор именно этих критериев обусловлен тем, что для решения задач безопасности, в первую очередь, необходимо удовлетворить главному требованию — за минимально короткое время зафиксировать превышение предельно-допустимых значений опасных факторов в любой точке объ-

екта или региона, и оперативно в автоматическом режиме передать полученную информацию для принятия управленческого решения.

### 2.2.1. Средства мониторинга социально-политической опасности

#### *Металл-детектор миниатюрный*



Предназначен для поиска металлических предметов или объектов, которые содержат металлические детали. Разрешает идентифицировать объекты за типом металла (ферромагнитные или цветные). Режим автокомпенсации выключает необходимость настройки и регулирования.

#### *Металл-детектор с датчиками радиации стационарный*



Прекращение несанкционированного перемещения огнестрельного и газового оружия, газовых баллончиков, холодного оружия, а также радиоактивных источников.

- 1 Высокая чувствительность
- 2 Простота и надежность (не требует специальной подготовки персонала)
- 3 Вывод информации на компьютер или пульт охранительной сигнализации.

Состав: контрольная кабина, электронный пульт с выдачей сигнала тревоги, кабель.

#### *Миноискатель индукционный селективный*



Предназначен для поиска и выявления в почве, снегу и воде мин и объектов, которые содержат в своей конструкции металлические детали. Миноискатель может работать в режиме селективного (выборочного) поиска объектов

определенного металла (сплава), что позволяет применять его в условиях высокого загрязнения местности металлическими предметами и на почвах с высоким содержанием магнитных примесей.

### *Нелинейные радиолокаторы*



Предназначены для дистанционного выявления полупроводниковых элементов, которые входят в состав взрывных устройств, подслушивающих и другой радиоэлектронной аппаратуры.

Оснащены лазерным целеуказателем, который определяет местоположение найденного устройства. Радиоизлучение приборов не приводит к срабатыванию взрывных устройств.

### *Определитель часовых и электронных взрывателей*



Предназначенный для выявления неконтактным способом активированных часовых (механических, электромеханических, электронных) и электронных взрывателей других типов.

Прибор изготовлен в виде полицейской дубинки и есть пассивной - не излучает никаких сигналов.

### *Опико-электронный прибор*



Поиск и визуализация местоположения портативных систем видеонаблюдения, закамуфлированных в предметах интерьера и бытовых изделиях личного

пользования, а также работающих или отключенных малогабаритных видеокамер в условиях естественного освещения.

Разрешает осуществлять запись в ПК и программную обработку телевизионных изображений.

Прибор работает в автономном режиме от встроенного аккумулятора и содержит ЗУ со световыми индикаторами его заряда и разряда.

Визуализация наблюдаемых объектов осуществляется на ЖК дисплеи с экраном 2,5 дюйма.

### *Детектор контрабанды*



Прибор предназначен для выявления контрабандных предметов (оружие, взрывчатка, наркотики, валюта и др.), которые находятся за панелями, перегородками или внутри закрытых объемов. Детектор используется как в службах таможни и других ведомств, для выявления скрытых вложений внутри пустот разных транспортных средств, контейнеров и других объектов.

Принцип действия прибора основанный на эффекте обратного рассеяния гамма-излучения. Излучение от источника проникает вглубь исследуемого объекта (через обшивку, упаковку, перегородку и т.п.) и рассеивается. Часть рассеянного излучения регистрируется детектором, установленным в приборе. Интенсивность зарегистрированного излучения зависит от наличия рассеиваемого объекта и его свойств (средней плотности сканированного объема). За изменением интенсивности зарегистрированного рассеянного излучения, относительные значения которой показываются на дисплее, можно судить об изменении плотности объекта. А изменение плотности в местах, где она должна быть неизменной, говорит о наличии в зоне контроля несанкционированных вложений или тайников.

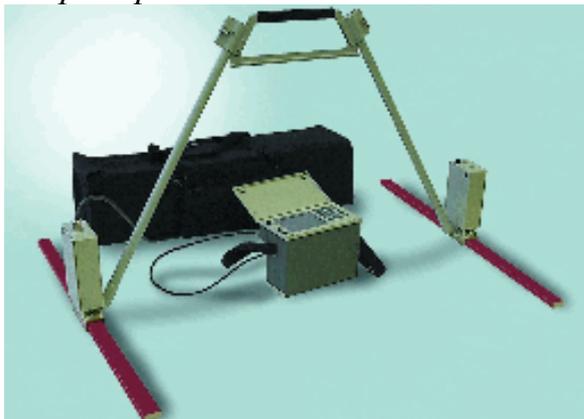
### 2.2.2. Средства мониторинга геологической опасности

#### *Многоцелевая аэрогеофизическая измерительно-навигационная система*



Многоцелевая аэрогеофизическая измерительно-навигационную система, способную выполнять весь комплекс задач по высокоточному измерению и регистрации магнитного поля и его градиента, а также осуществлять полное навигационное обеспечение съемочного процесса для любого типа воздушного судна. Система за степенью компактности, интеграции и универсальности значительно опережает любые разработки мировых лидеров геофизического приборостроения и не имеет себе равных за простотой и эффективностью использования во время проведения съемочных работ. Все измерительные каналы, которые есть в системе, полностью согласованы с соответствующими источниками сигналов и данных и не требуют дополнительных настроек и калибровки. Система не имеет никаких органов ручного или дистанционного управления, кроме выключателей питания. Полноценный градиентнометрический бортовой комплекс состоит из системы, портативного компьютера, пилотского индикатора, двух квантовых и одного феррозондового датчиков напряженности магнитного поля.

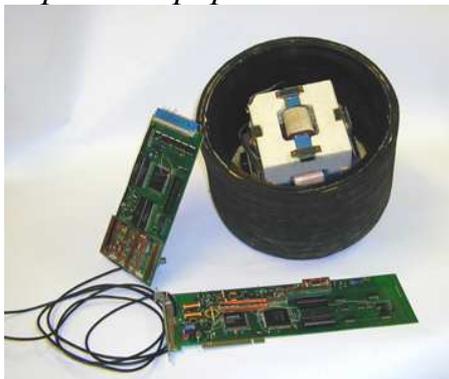
### *Георадар*



Георадар - переносной геоинтроскоп поверхностного зондирования повышенной мощности с отображением георадиолокационных профилей в процессе измерения на жидкокристаллическом индикаторе. Принцип действия георадара основан на зондировании подповерхностной среды электромагнитными импульсами с амплитудой 5-15 кВ и продолжительностью порядка 24-28 нс, и регистрации временной задержки отображенных сигналов от границ раздела сред с разной диэлектрической проницаемостью. Георадар способный зондировать почву на глубине 30-50 м на трудных грунтах и до 200 м на легких сухих грунтах.

Георадар обеспечивает определение глубины залегание границ раздела и толщины геологических пластов, расположение относительно больших подземных пустот и неоднородностей и т.д.

### *Аэроэлектроразведывательная система*



Комплект аппаратуры, предназначенный для использования при аэрогеофизических исследованиях ведущих свойств приповерхностного шара земли. Измерительные свойства системы обеспечивают реализацию аэроварианта электроразведки методом дипольной индуктивной профилизации.

Определение главных свойств среды проводится путем измерения параметров специально возбуждаемого переменного магнитного поля на разных частотах и его изменений, вызванных присутствием пластов земли, которые проводят ток, в зоне возбуждения.

### 2.2.3. Средства гидромониторинга

#### *Психрометр механический*

Предназначен для определения относительной влажности и температуры воздуха в наземных условиях (в помещении и на открытом воздухе). Работа психрометра основана на зависимости различий температур сухого и смоченного термометра от влажности окружающего воздуха. Влажность воздуха определяется по показаниям сухого и смоченного термометров по специальным психрометрическим таблицам или психрометрическим графикам, а температура воздуха – по показаниям сухого термометра.

#### *Манометры*

Предназначены для измерения давления и разрядки неагрессивных жидкостей, которые не кристаллизуются, пары, газа, в том числе кислорода, ацетилена, хладонов 12, 13, 22, 142, 502.

#### *Мановакуумметры U-образные двухтрубные*

Мановакуумметры двухтрубные U-образные предназначены для измерений избыточного, вакуумметрического давления и разности давлений. Границы допустимой основной абсолютной погрешности измерений составляют 20 Па.

### 2.2.4. Средства мониторинга радиационной опасности

#### *Пластмассовые сцинтилляторы*



Предназначены для регистрации разных видов ядерного излучения. Представляются в виде блоков разных форм с отшлифованной поверхностью без контейнеров

*Детектор альфа-, бета - загрязнения поверхностей*



Предназначен для контроля загрязнения тела и одежды персонала радиохимических лабораторий и др.

*Детектор бета – излучения*



Предназначен для контроля загрязнения тела и одежды населения и персонала радиохимических объектов

*Детектор гамма-излучения*



Предназначен для непрерывного контроля МЕД гамма-излучения.

### *Детектор нейтронного излучения*



Предназначен для непрерывного контроля МЭД нейтронного излучения

### *Гамма-бета-нейтронный портативный дозиметр-радиометр*



МКС-05А з БДБ-03



МКС-05А з БДГ-03



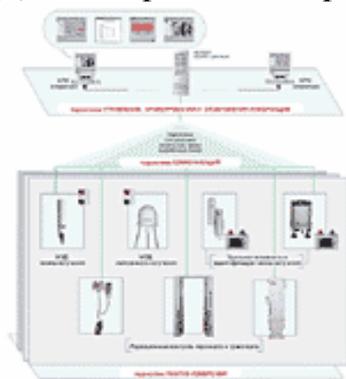
МКС-05А з БДН-06

Предназначен для выявления и локализация радиоактивных источников, измерения количественных характеристик гамма-, бета-, и нейтронного излучений, сохранения измеренных значений и передачи их на центральный пульт (ЦП).

Используется для контроля радиационной обстановки на объектах атомной промышленности, осуществления экологического мониторинга территорий и объектов, при ликвидации радиационных аварий, в передвижных радиологических лабораториях, на таможенных постах, в службах радиационного контроля и т.д.

Данные измерений с географической привязкой передаются в реальном масштабе времени на центральный пульт. Пульт формирует ГИС-ориентированную базу данных, что позволяет представлять в графическом и табличном виде (карты, планы, диаграммы) радиационную обстановку в данный момент и ее динамическое развитие во времени.

## Дозиметрическая и радиометрическая аппаратура



Система предназначена для стационарного контроля радиационной обстановки на разных радиационноопасных объектах и радиационного мониторинга окружающей среды.

Особенностью системы является следующее:

- каждый блок системы есть отдельным сетевым устройством с уникальным адресом. Адрес устройства задается при конфигурации системы штатными средствами;
- любой блок обеспечивает регистрацию, обработку, сохранение и передачу данных на верхний уровень;
- возможность подключения к любому блоку внешней звуковой и световой сигнализации;
- возможность компоновки систем произвольной конфигурации с использованием одного общего кабеля;
- возможность удаленного доступа к каждому элементу системы;
- развитая система самодиагностики;
- гальваническая развязка всех сигнальных и силовых линий связи.

Система имеет распределенную структуру и разделена на два уровня: верхний и нижний.

Нижний уровень обеспечивает измерение мощности эквивалента дозы гамма - нейтронного излучения, объемной активности аэрозоля в воздухе, поверхностного загрязнения альфа-, бета - изотопами, сбор, первичную обработку и сохранение значений контролируемых параметров, местную сигнализацию и обмен информацией с верхним уровнем.

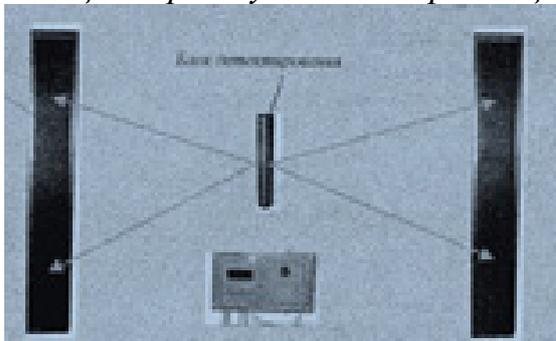
Верхний уровень обеспечивает сбор и отображение информации, детализацию полной мнемосхемы контролируемого объекта, ведение текущего архива и архива тревог, протоколирование данных и обмен информацией с нижним уровнем.

### *Система индивидуального дозиметрического контроля*



Индивидуальные дозиметры накопительного типа, выполненные на основе новейшего радиофотолуминесцентного фосфатного стекла с уникальными свойствами. Применимы для определения индивидуального эквивалента дозы рентгеновского и гамма излучения в диапазоне от 0,25 до 5000 мЗв РФЛ методом.

### *Стационарная установка радиационного контроля*



Беспрерывное измерение мощности эффективной дозы фотонного излучения и сигнализация о резком превышении радиационного фона порогового значения. Контроль над переносом (провозом) радиационных материалов и загрязнением лиц (транспорта) радионуклидами.

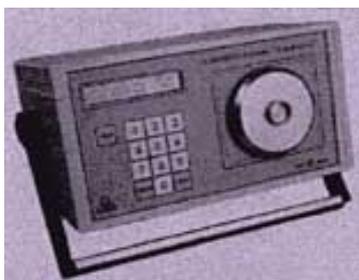
### *Многоканальная установка радиационного контроля*



Измерение мощности эквивалентной дозы гамма- и нейтронного излучения в местах установки блоков детектирования.

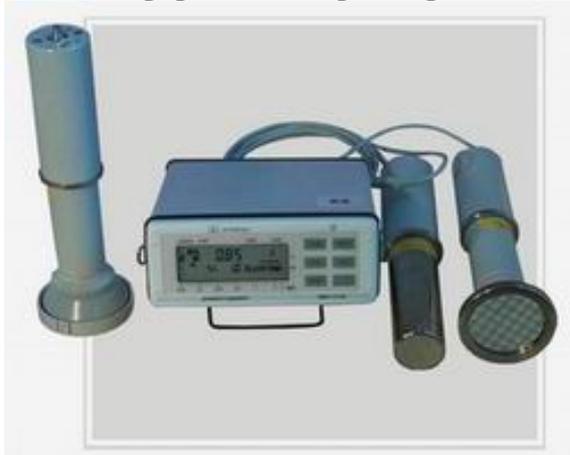
Предназначена для использования на объектах, связанных с получением, переработкой и использованием радиоактивных материалов.

### *Радиометр радона*



Экспресс-измерение объемной активности радона в воздухе, в воде, подпочвенном воздухе, а также плотности потока радона с почвы

### *Дозиметр-радиометр альфа-бета-гамма излучения*



Комбинированный высокочувствительный точный прибор, который можно переносить, предназначен для поиска и выявления источников альфа-, бета- и гамма-излучения, измерения мощности эквивалентной, экспозиционной и поглощенной в воздухе дозы и плотности потока альфа- и бета-излучения от загрязненных поверхностей.

### *Индивидуальные цифровые дозиметры*



Индивидуальные цифровые дозиметры - миниатюрные прямоуказательные приборы для измерения индивидуальной эквивалентной дозы и мощности эквивалентной дозы рентгеновского и гамма-излучения.

Выполнены с применением энергокомпенсированного газоразрядного счетчика Гейгера-Мюллера, R и SC-процессора, технологии поверхностного монтажа.

Дозиметры могут использоваться автономно или в составе системы дозиметрического контроля: дозиметр - устройство чтения - ПЭВМ. Связь дозиметра с УЧ осуществляется инфракрасным каналом, а УЧ с ПЭВМ - стандартным интерфейсом RS 232. Программное обеспечение, которое поставляется с УЧ, разрешает осуществлять:

- установку индивидуального и заводского номеров дозиметра;
- изменение порогов по дозе и его мощности;
- запрет/разрешение выбора порогов по дозе и мощности;
- изменение интервала накопление доз от 1 до 255 мин. и возможность определения накопленных доз за любой интервал времени на протяжении рабочего изменения;
- автоматическая запись в память не меньше 800 значений дозы, накопленной за выбранный интервал времени;
- сбрасывание (обнуление) накопленной дозы;
- автоматическая запись информации в базу данных, документирование.

*Дозиметр дозовых нагрузок на кристаллик глаза и кожу*



Уникальный высокочувствительный прибор, который обеспечивает измерение мощности направленной эквивалентной дозы  $H'(0,07)$  непрерывного рентгеновского излучения с энергией от 5 кэВ, предназначен для контроля дозовых нагрузок на кристаллик глаза и кожу.

Предназначен для контроля допустимых уровней рентгеновского излучения с низкой энергией и интенсивностью от видеомониторов, приборов ночного видения, осциллографов, телевизионных приемников, СВЧ-генераторов, установок ионной имплантации, наблюдательных и медицинских аппаратов; проведения сертификационных испытаний приборов и оборудования, которые содержат источник неупотребительного рентгеновского излучения, контроль эффективности защитных мероприятий; проведение дозиметрического контроля загрязнений от радиоизотопов Fe-55, Pu-239, Am-241, I-129 и др.

### *Универсальный дозиметр*



Погрешность измерений 2-5 %. Универсальный высокоточный широкодиапазонный дозиметр для измерения дозы и ее мощности фотонного и электронного излучений

Особенности:

- наличие в энергонезависимой памяти библиотеки камер, которые входят в состав дозиметра;
- возможность расширения библиотеки дополнительными камерами;
- наличие встроенного высоковольтного источника напряжения для питания ионизационных камер с диапазоном установки исходного напряжения  $\pm(50-500)$  В и дискретностью установки 5В
- возможность автоматической коррекции результатов измерения с учетом плотности воздуха для негерметичных камер за введенными значениями температуры и давления;
- возможность введения итогового поправочного коэффициента, обусловлена энергетической зависимостью, эффектами поляризации, рекомбинации и др.;
- автоматическая компенсация входного тока сдвига;
- выбор единиц измерения (Гр, Зв, Р, А, Кл) в зависимости от измеренных физических величин

- математическая и логическая обработка результатов измерения за 8 программами;
- сохранение до 500 результатов измерения с возможностью их просмотра, обработки и документирования;
- матричное ЖК информационное табло с подсвечиванием для отображения результатов измерения и дополнительной информации;
- интерфейсы RS 232 или IEEE-488 и дополнительные цифровые входы и выходы;

- аналоговый выход;

Области применения:

- Лучевая терапия
- Клиническая дозиметрия
- Радиационная защита
- Метрология ионизирующих излучений
- Измерение маленьких токов и зарядов

### *Гамма-бета-спектрометр*



Двухкристалльный сцинтиляционный спектрометр с защитой на анти-совпадениях для одновременного и селективного измерения гамма- и бета-активностей проб без их радиохимической подготовки

Область применения спектрометрический и радиометрический контроль содержимого радионуклидов в воде, продуктах питания, сельскохозяйственном сырье, промышленных, строительных и лесоматериалах, объектах окружающей среды (почва, растительность и др.)

## *Гамма-спектрометр*



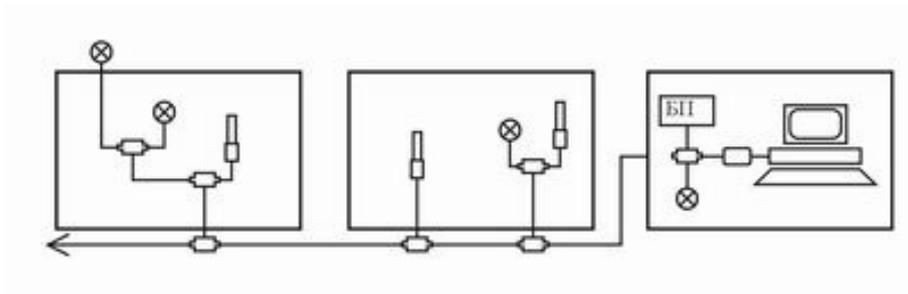
Портативный многофункциональный сцинтилляционный гамма-спектрометр с возможностью подключения внешних дозиметрических и радиометрических интеллектуальных блоков детектирования альфа, бета, гамма, нейтронного излучения.

Области применения:

- Мониторинг окружающей среды
- Контроль радиоактивных отходов
- Таможенный контроль радиоактивных и материалов, которые делятся
- Радиационная медицина
- Научные исследования
- Аварийные ситуации

## *Система автоматизированного радиационного контроля*





Предназначена для контроля радиационной обстановки на объектах и территориях - от 1 до 32 постов 0,1 мкГр/час -10 Гр/час.

Области применения:

- Радиационный мониторинг окружающей среды
- Предприятия по переработке, хранению и утилизации радиоактивных отходов
- Атомные электростанции
- Радиационночувствительные предприятия и учреждения

### *Спектрометр излучения человека*



Экспресс-контроль и измерение активности гамма - излучаемых радионуклидов в организме человека, определение доз внутреннего облучения.

Области применения:

- Обследование населения и персонала в период и после радиационных аварий;
- Контроль дозовых нагрузок при внутреннем облучении инкорпорированными радионуклидами;
- Контроль персонала, который работает в атомной промышленности или с открытыми источниками ионизирующих излучений;

Принцип действия СВЛ основанный на регистрации гамма-излучения инкорпорированных радионуклидов, обработке спектрометрической информации аппаратно-программными средствами с целью определения радиометрических параметров внутреннего загрязнения, расчета дозы внутреннего облучения с учетом антропометрических особенностей пациента.

### *Диагностические лаборатории*



Предназначены, как элементы Мобильного кризисного центра органов управления, для оперативной доставки спасателей, обеспечение проведения аварийно-спасательных работ, связанных с выбросом химически-опасных и радиоактивных веществ, мониторинга окружающей среды и зон стихийного бедствия, передачи данных обследований и обстановки.

### *Мобильная минилаборатория мониторинга окружающей среды*



Предназначенная для проведения на объектовом уровне отбора проб грунтов и мониторинга окружающей среда в труднодоступных и отдаленных районах.

### **2.2.5. Средства мониторинга термопроцессов**

#### *Термометры самопишущие*



Предназначены для непрерывного измерения и записи температуры газа, пара и жидкости в стационарных промышленных установках.

### *Пирометр*

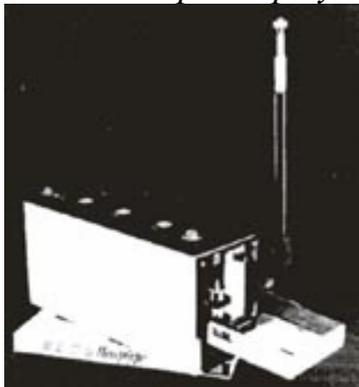


Области использования пирометра:

- контроль технологических процессов при изготовлении стекла, керамики;
- теплоэнергетика и ПТО городского хозяйства;
- контроль металлопроката, штамповка и ковка металлов;
- цементное производство.

### **2.2.6. Средства мониторинга процессов, связанных с использованием химически опасных веществ**

#### *Анализатор газортутный экологический*



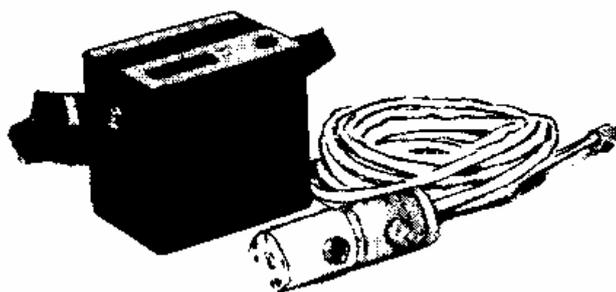
Область использования - мониторинг техногенного загрязнения окружающей среды, геохимические поиски и разведка месторождений полезных ископаемых, санитарный надзор за промышленными и жилыми помещениями, контроль демеркуризационных работ, контроль технологических процессов.

## *Приборы экологического и метеорологического контроля*



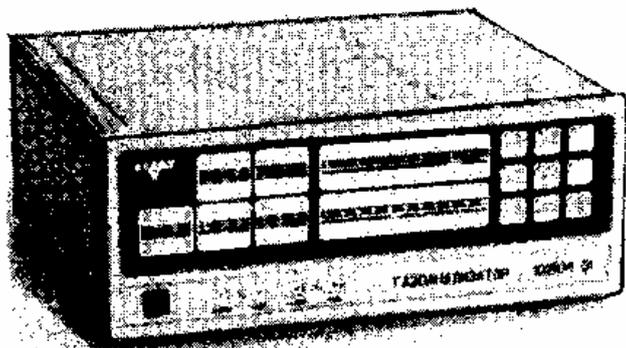
Переносные автоматические аспираторы для отбора проб воздуха на содержание в нем пыли, газов, вредных химических веществ и бактериологических аэрозолей. Транспортные тележки. Фильтры АФА, индикаторные трубки, химические поглотители, пробоотборные зонды. Люксметры, ультрафиолетовые измерители, измерители температуры и влажности.

## *Переносный газоанализатор кислорода в воде*



Газоанализатор предназначен для измерения массовой концентрации растворенного кислорода в поверхностных водах и очистительных сооружениях сточных вод, а также температуры анализируемой воды и глубины погружения.

## *Быстродействующий газоанализатор вдыхаемого воздуха*



Газоанализатор разработан для медицинских исследований функционирования легких человека. Области употребления: в операционных, в палатах интенсивной терапии, в машинах скорой помощи.

Газоанализатор используется в комплексе диагностической аппаратуры для определения синдромальных признаков сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний в учреждениях кардиологического и пульмонологического профиля. Обеспечивается одновременное измерение концентрации кислорода и углекислого газа в воздухе, который выдыхается, и разрешает непрерывно измерять дыхательный коэффициент. Высокое быстродействие и маленькая затрата анализируемого воздуха позволяют проводить анализ без искривлений концентрационного профиля дыхательной волны.

## *Стационарная сигнально-отсекающая система*



Система предназначена для защиты котельных, использующих газовое топливо, элементов газовых установок в жилых домах и других зданиях, в которых много приемников газа (например, газовые плиты в столовых, ресторанах и т.п.), в подземельях строений, которым в особенности угрожает возможность перемещения газа; в промышленных объектах, а также в других объектах, в которых существует возможность возникновения угрозы взрыва или угроза появления токсичных газов (оксида углерода).

## *Микропроцессорная контрольно-записывающая система*



Микропроцессорная контрольно-записывающая система - стационарная система, предназначена для измерений таких величин как: концентрация взрывоопасных и горючих газов, концентрации токсичных веществ, а также потери кислорода.

## *Домашний газовый сигнализатор*



Детектор предназначен для измерения опасной концентрации газов, которые сгорают, в жилых домах. Прибор работает постоянно в стационарной установке, питается от электросети.

Прибор можно использовать для охраны помещений, где находятся приборы газового отопления (естественный газ, пропан-бутан), в котельных жилых домов, для проверки отрывов газовой установки жилых домов, где есть газовое отопление, газовые нагреватели воды, угольные котлы и другие, в подвалах строений, где существует опасность перемещения газов, а также в других помещениях, в которых возможна утечка газа и, тем самым, опасность взрыва.

*Детектор газовых установок*



Детектор предназначен для обнаружения и определения концентрации негерметичности (неплотности) газовой установки в зонах, которым не угрожает взрыв. Применение измерительного зонда разрешает использовать детектор как детектор негерметичности газовых установок.

### **2.2.7. Средства мониторинга факторов экологической опасности**

*Система автоматического контроля загрязнения водной поверхности нефтепродуктами на основе лазерных индикаторов*



Основана на использовании отличия коэффициентов отражения света воды и нефтепродуктов. Разрешает вести наблюдение в автоматическом режиме. Предусмотрено подключения к существующим автоматическим сетям аварийного извещения. Возможна установка прибора на борту судна, моста, платформе.

Предназначен для выявления пленки нефтепродуктов на водной поверхности (для оснащения стационарных постов непрерывного автоматического

контроля загрязнения водной поверхности; может входить в состав мобильных станций экологического мониторинга).

Область применения - экологический мониторинг водной среды.

### **2.2.8. Средства мониторинга пожаровзрывоопасности объектов**

#### *Адресно-аналоговые извещатели*



Адресно-аналоговые извещатели пожарные дымовые предназначены для работы в составе пожарной сигнализации и выявления пожара и задымления помещения на ранней стадии.

#### *Пожарные извещатели*



Извещатель пожарный ручной представляет собой адресное устройство выявления пожара и предназначенный для работы в составе пожарной сигнализации. Извещатель пожарный ручной выпускается в крепком пластиковом корпусе и реагирует на разбитие стекла. Для визуального подтверждения тревоги ручной извещатель имеет на корпусе светодиодный индикатор.

### 2.2.9. Средства мониторинга неразрушающего контроля оборудования и объектов

*Установка автоматизированного контроля состояния металла теплообменных труб конденсаторов турбин АЭС*



Контроль состояния металла теплообменных труб проводится с помощью установки, предназначенной для выявления в теплообменных трубах конденсаторов турбин атомных и тепловых электростанций дефектов в виде питтинговой (язвы) коррозии; выбоин, раковин, разрывов, трещин, локальных эрозионных уменьшения стенок трубок, а также других дефектов в виде нарушения целостности металла.

Установка трансформируется для решения задач контролю других теплообменных аппаратов с трубами разной длины, диаметра и металла, а также очищение внутренней поверхности труб от отложений.

Габариты установки обеспечивают доставку на трубную доску в водную камеру через существующие люка.

### *Стенд калибровочный механический*



Область употребления:

- метрология ионизирующих излучений
- рабочие лаборатории для исследования, настройки и серийного выпуска дозиметрических приборов
- метрологические лаборатории, которые занимаются градуированием и проверкой дозиметрических приборов
- дозиметрические лаборатории вторичных стандартов (SSDL).

### **2.2.10. Средства мониторинга биологической опасности**

#### *Стереомикроскоп*



*Анализатор биохимический переносной*



Компактный настольный биохимический экспресс-анализатор, анализ проводится с помощью тест - полосок.

*Анализатор биохимический автоматический*



*Анализатор гематологический*



Автоматический гематологический анализатор на 18 параметров: эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, гемоглобин, гематокрит, эритроцитарный и тромбоцитарный индексы, лимфоциты, нейтрофилы, смешанные клетки.

*Анализатор клинический*



Клинический анализатор крови, плазмы или сыворотки на реагентных полосках для измерения глюкозы, триглицеридов, HDL-холестерина, креатинина, холестерина, мочевой кислоты, мочевины, гемоглобина, билирубина, калия, GOT, GPT,  $\gamma$ -GT, панкреаса-амилазы, амилазы.

*Анализатор электрохемилюминесцентный*



## *Микроскоп бинокулярный*



Исследовательский микроскоп, обеспечивает возможность проведения сложных исследований и рутинных клинических процедур. Оптическая система UI с коррекцией на бесконечность. Обеспечивает широкий диапазон исследований, фотодокументацию, видеосъемку.

### **2.3. Аэрокосмические средства и методы мониторинга опасных факторов чрезвычайных ситуаций**

#### **2.3.1. Общая характеристика средств аэрокосмического мониторинга.**

Как уже было отмечено ранее чрезвычайные ситуации в XX в. стали неотъемлемой чертой развития современной цивилизации. Несмотря на достижения технического прогресса, расширение наших знаний об их причинах и принимаемые меры предосторожности, опасности и их последствия становятся все более ощутимыми и масштабными. В первую очередь это связано с ростом населения планеты, концентрацией больших масс людей в местах легко поражаемых во время развития опасных стихийных явлений, а также обусловлено нарушениями техники безопасности при эксплуатации сложных систем (особенно это относится к атомным электростанциям и судам).

Уже в самом начале аэрокосмической эры были выявлены перспективы использования данных наблюдений с воздуха и космоса для прослеживания и изучения различных стихийных явлений катастрофического характера (прежде всего таких, как тайфуны, ураганы, наводнения). Эти перспективы связывались с оперативностью аэрокосмических наблюдений, возможностями большого пространственного охвата зон катастроф и слежения за их развитием. С появлением все большего числа специализированных самолетов и спутников, а так же с расширением технических средств наблюдений началось широкое применение арсенала аэрокосмических средств наблюдений для использования их с целью слежения за разнообразными опасными явлениями.

В тоже время, несмотря на существенные различия, все чрезвычайные ситуации возникают внезапно, связаны с большим количеством пострадавших и протекают в условиях высокой неопределенности обстановки. Поэтому для аэ-

рокосмического мониторинга ЧС можно предварительно в общем плане сформулировать основные задачи: выявлять районы ЧС, степень разрушения (затопления, заражения) объектов, вести разведку маршрутов выдвижения поисково-спасательных сил к местам бедствий; доставлять (десантировать) в труднодоступные места силы спасения, материальные средства, гуманитарные грузы, эвакуировать население; оказывать помощь местным органам власти в поддержании правопорядка, организации и проведении спасательных работ, решении хозяйственных задач.

Эти общие для всех ЧС типовые задачи аэрокосмического мониторинга в дальнейшем могут быть дополнены частными, адекватными той или иной ситуации: например, поиск пострадавших при затоплении населенных пунктов, разведка района лесных пожаров, целеуказание силам спасения, по разрушению льда и ледяных заторов на реках и т.д. Таким образом, область применения аэрокосмического мониторинга можно существенно расширить, так как он способен быстро переходить от выполнения одной задачи к другой.

При изучении различных аспектов воздействия окружающей природной среды на благополучие человека наиболее эффективен факторный подход, рассматривающий соответствующие факторы риска, которые возможно обнаружить и оценить последствия методами аэрокосмического мониторинга.

Сегодня для природных исследований земной поверхности используются космические платформы трех видов:

- искусственные спутники Земли (рис. 2.3.1 а);
- пилотируемые космические корабли (рис. 2.3.1 б);
- долговременные орбитальные станции (рис. 2.3.1 в).

С приведенных выше космических летательных аппаратов проводится постоянное наблюдение за поверхностью Земли с последующей обработкой полученной информации. Наиболее эффективным средством обработки данных являются дистанционные информационные системы. Основные свойства таких систем детально описаны. Мы остановимся только на наиболее важные из них: многоспектральность, многомасштабность, многовременность, непрерывность, автоматизация, многодисциплинарность.

Многоспектральность системы заключается в том, что регистрация электромагнитного поля Земли с летательных аппаратов должна производиться одновременно в разных спектральных интервалах видимой, инфракрасной и микроволновой областей спектра  $\lambda$  от 0,3 мкм до 30 см. Интерпретация такой многоспектральной информации обеспечивает получение комплексных и достоверных данных о чрезвычайных ситуациях.

Многомасштабность дистанционных систем заключается в том, что синхронно или квазисинхронно съемка Земли сплошь или выборочно должна производиться с аэро- и космических носителей с разным пространственным разрешением от 1 см до 10 км и разной обзорностью от 0,1 до 108 км<sup>2</sup>, т. е. представляет сочетание выборочной аэросъемки и глобальной космической съемки. Такая многомасштабная съемка дает основу для конкретного тематического картографирования и генерализации всех пространственных единиц экосистем

от детального популяционного и внутриценотического уровня до глобального и биосферного. С другой стороны, такая съемка с разных высот в виде «этажерки» способствует конечному решению обратной геофизической задачи распознавания – разложению интегрального сигнала на сумму составляющих компонент.

(а)



(б)



(в)

**Рис. 2.7 – Виды космических летательных аппаратов**

Многовременность дистанционной системы должна обеспечить сопоставимой информацией (т. е. полученной при сравнимых условиях съемки) с разной периодичностью от минут до нескольких лет. Такая система съемки дает объективные критерии для выявления пространственно-временных изменений экосистем – суточных, погодных, сезонных и многолетних, изучения ритмики и динамики биосферы.

Непрерывность дистанционной экоиформационной системы является обязательным требованием оперативных систем, в которые вся информация от

регистрации дистанционным приемником на входе до карты или сигнала для использования или принятия решения на выходе должна обрабатываться в одном масштабе времени, т. е. инерционность системы не должна превышать периода протекания процесса чрезвычайной ситуации.

Автоматизированность системы реализуется как в целом, так и в отдельных блоках – она предполагает выражение дистанционной информации в цифровой или аналоговой форме, введение в память ЭВМ и обработку с помощью машинных алгоритмов. Автоматизированность полная или частичная, квантификация различных блоков системы дает быструю обработку данных и объективные методы анализа, однако требует еще дополнительных методических разработок, так как многие экологические понятия трудно поддаются параметризации.

Комплексность информационной системы выражается в том, что полная система дает междисциплинарную информацию, о факторах чрезвычайной ситуации, которая имеет межотраслевое использование. Наиболее комплексны аэрофотосъемки, многоспектральные съемки с искусственных спутников земли дают информацию о поверхности Земли от геологического строения до биостроения. Существуют системы и более специализированные, например, для съемки лесных пожаров, однако и для ее интерпретации необходима комплексная информация о подстилающей поверхности.

Дистанционные информационные системы подразделяются на зональные, региональные и локальные. Среди глобальных информационных систем функционирует только Всемирная служба погоды (World Wide Weather System). К работающей зональной информационной системе относится LACIE – эксперимент по инвентаризации посевов на больших площадях для учета урожайности, главным образом пшеницы, настенных территориях США, Канады, Австралии. Наиболее распространены региональные информационные системы, особенно в рамках крупных государств и международных соглашений. Они дают информацию не только о природных ресурсах, но и о воздействии хозяйственной деятельности человека. Среди них выделяются системы мониторинга окружающей среды, картографии, структуры использования земель в США (Land Use Natural Resource System) и Канаде (Canada Geographic Information System).

### **2.3.2. Методы аэрокосмического мониторинга Земли**

#### *Визуальные наблюдения*

Визуальное наблюдение с пилотируемых самолетов и космических кораблей ведется с высот от 2 до 300 км за объектами весьма незначительной протяженности и небольшого цветового контраста (рис. 2.8). К сожалению, основное внимание в программах наблюдений уделялось обнаружению компонентов культурного ландшафта. Однако был сделан ряд наблюдений, свидетельствующих о возможности использования визуальных методов для изучения природных условий. Наблюдатели отмечали оттенки цвета морских и океанических вод разного происхождения во фронтальных зонах; контакты синих

океанических вод и коричневатых оттенков сточных речных вод в подводных каньонах; глубины морского дна на банках и прибрежных шельфах; цветовые картины и слои яркости в области горизонта в периоды сумерек или зари; поля с различным состоянием сельскохозяйственных культур и др.



**Рис. 2.8 – Визуальное наблюдение Земли с пилотируемого космического аппарата**

Перспективы визуальных наблюдений геосферы свидетельствуют об их весьма важной, хотя и вспомогательной роли в комплексе исследования природных ресурсов Земли. Они могут быть подразделены на две части – предусмотренные и не предусмотренные программой.

Предусмотренные программой визуальные наблюдения должны быть использованы:

1. для опознавания заранее намеченных объектов фотографирования и спектрометрирования;
2. для выбора объектов из ряда аналогичных по наиболее благоприятным условиям фотографирования и спектрометрирования в зависимости от распределения облачности, освещенности, видимости и прозрачности атмосферы во время полета, имея в виду осуществление замены заданных объектов фотографирования и спектрометрирования, закрытых облачностью, аналогичными объектами, где непрозрачный облачный покров отсутствует;
3. для проведения экспериментов по фотографированию и спектрометрированию одних и тех же объектов в разных ракурсах – для определения индикатрис отражения, а также при разной высоте Солнца, освещенности и погоде – для определения природных условий съемки и, наконец, на разных плен-

ках, с разными светофильтрами – для выбора оптимального датчика с целью получения изображений;

4. для проведения экспериментов по опознаванию геометрических и цветовых тестов для определения разрешающей способности зрения в космическом пространстве в зависимости от различных условий освещения, угла зрения, физиологического состояния.

Разумеется, могут решаться и многие другие задачи. Не предусмотренные программой визуальные наблюдения Земли включают:

– наблюдения (а также фотографическую и спектрометрическую регистрацию) природных объектов и явлений, состав, строение и пространственное распределение которых не могут быть объяснены наблюдателем-исследователем исходя из известных ему научных данных;

– наблюдения (а также фотографическую и спектрометрическую регистрацию) природных и антропогенных процессов и явлений, которые возникли и развились во время полета, или информация о которых не могла быть получена во время подготовки к полету.

Такие не предусмотренные программой наблюдения могут обнаружить ряд явлений кратковременного характера: следы дождей, приливы, обвалы, плотинные озера, лесные пожары, пыльные и песчаные бури, цунами, вулканические извержения, землетрясения, ураганы и др.

### *Дистанционные методы исследования Земли*

Дистанционная аппаратура для исследований Земли использует широкий диапазон спектра – от коротких ультрафиолетовых (0,3 мкм) до метровых радиоволн, что и определяет спектр методов дистанционных исследований:

- панхроматическая фотосъемка;
- спектральная фотосъемка;
- инфракрасная фотосъемка;
- цветная фотосъемка;
- инфракрасная цветная фотосъемка;
- инфракрасная радиометрия;
- инфракрасные изображения;
- радиолокационная съемка;
- микроволновая радиометрия и съемка.

Различные виды дистанционной индикации имеют свои преимущества и недостатки при измерении физических, химических и биологических характеристик воды, при картировании снежного покрова и оценке подземных вод, при гляциологических и геоморфологических исследованиях, при оценке влагопереносов атмосферы. И хотя «фотографические датчики являются сейчас и останутся в ближайшее время основным средством в получении информации с больших площадей», комплексное использование различных дистанционных средств значительно расширяет круг исследований. Если в классической гидрологии использовались в основном точечные наблюдения за длительные проме-

жутки времени, то современная гидрология пользуется комплексной системой, включающей как дискретные наблюдения, так и обзорные съемки обширных районов. Дистанционные средства как раз и обеспечивают получение качественных и количественных характеристик с больших площадей.

Есть и другие примеры оценки применения дистанционных космических датчиков для исследования свойств Земли. Особенно перспективным является микроволновый диапазон спектра ( $\lambda = 0,3 \div 10$  см). Сегодня рассматривается принципиальная возможность применения его для определения следующих гидрологических характеристик:

- общего влагосодержания атмосферы;
- осадконесущих облачных систем;
- площадного распространения осадков;
- распределения паводочных вод и характера стока;
- роста и разрушения ледяных полей;
- площадного распределения и изменений снежного покрова;
- влагосодержания почв.

В настоящее время для космических исследований поверхности Земли используются в основном следующие дистанционные методы:

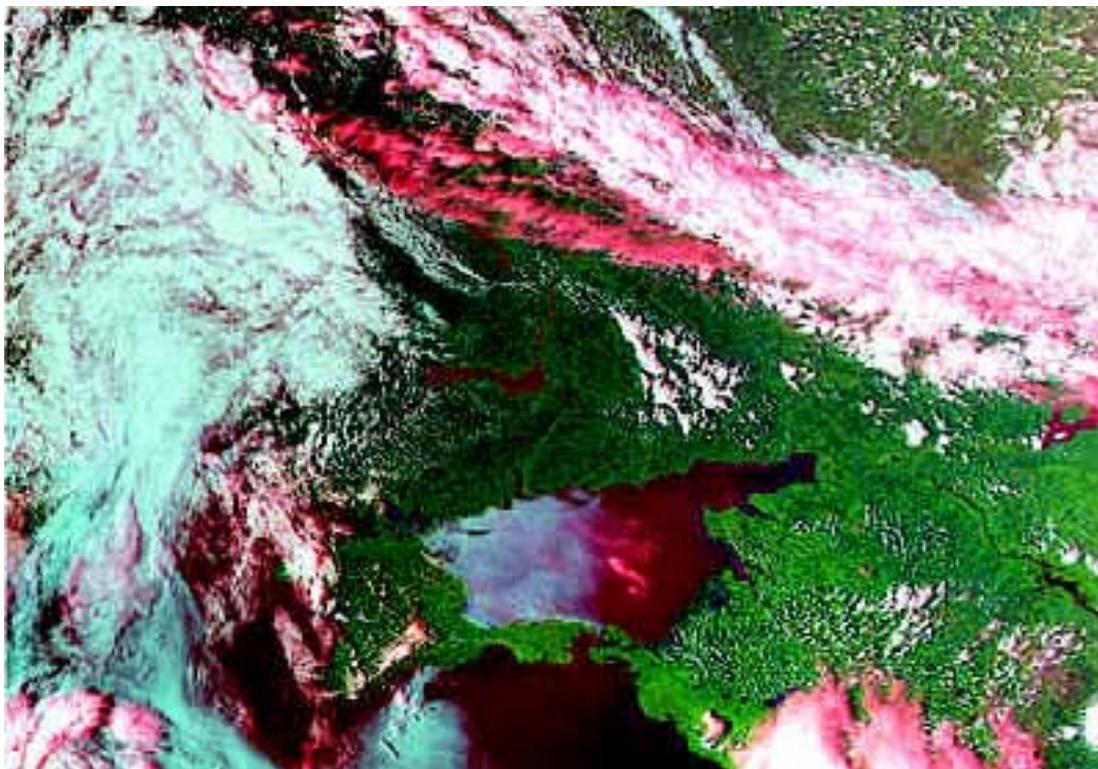
1. фотографические съемки (черно-белые, цветные, спектрзональные);
2. телевизионные съемки;
3. инфракрасные съемки в ближней зоне (до 1,3 мкм);
4. инфракрасные съемки в дальней зоне ( $\lambda = 8 \div 12$  мкм);
5. радиометрирование (в основном в зоне 8 – 12 мкм) в цифровой форме или в виде изолиний радиационных температур.

Фотосъемка производится обычно с пилотируемых космических носителей. Она обеспечивает хорошее качество материалов, но значительно уступает телекамерам в оперативности и обзорности. Для изучения опасных факторов чрезвычайных ситуаций особенно важны постоянство наблюдения за земной поверхностью, многократность последовательных съемок, быстрота получения информации, обеспечиваемые автоматическими спутниковыми системами. Поэтому наибольшее внимание исследователей привлекают телевизионные и инфракрасные изображения, передаваемые со спутников. По масштабам в зависимости от обеспечиваемого обзора и уровня генерализации все изображения подразделены на четыре вида: глобальные, региональные, локальные и детальные. Диапазон используемых масштабов изображений от 1:1000000 до 1:6000000.

Важной характеристикой, в большой степени, определяющей объем получаемой по снимкам полезной информации, является разрешающая способность изображений, т. е. способность разделять детали изображения. Космические снимки принято характеризовать величиной, обратной разрешающей способности, – наземным разрешением, или разрешением на местности. Современные съемочные системы позволяют получить космические изображения умеренно контрастных деталей с наземным разрешением 30 м, а сильно контрастных – до 10 м. Разрешение телевизионных изображений с ме-

теорологических искусственных спутников земли значительно ниже: 1 – 3 км, а инфракрасных изображений – до 8 – 15 км.

Наиболее развитой областью применения спутникового телевидения и фотографирования является метеорология и физика атмосферы (рис. 2.4).



**Рис. 2.9 – Космическая фотосъемка метеорологических явлений**

Телевизионные съемки облачного покрова Земли с метеорологических спутников обеспечивают получение глобальной информации для метеорологических целей. Такие съемки дают чрезвычайно много для мониторинга чрезвычайных ситуаций. Развитие исследований в этой области сейчас достигло такого уровня, что встал вопрос об автоматизации обработки и анализа всей получаемой телевизионной информации.

В области океанологии интерпретация космических фотографий и телевизионных изображений также дает заметные результаты. Серьезные успехи достигнуты в изучении распределения и динамики ледового покрова, морских течений, состояния поверхности океана. Ряд исследований привел к интересным результатам. К этому кругу проблем относятся: изучение рельефа дна в пределах прибрежных шлейфов и банок; получение данных о течениях и температуре воды, флюоресценции и др.

В почвоведении имеются всего лишь единичные примеры использования космической фотографии. Космические фотографии могут быть применены для учета влагозапасов в равнинных областях степной и полупустынной зоны после недавно прошедших дождей. Малое количество работ свидетельствует лишь о недостатке научных и программных разработок в этом направлении.

Наиболее перспективным является комплексная ландшафтная интерпретация космических изображений, основанная на одновременном анализе территориальных единиц разного порядка (зоны, области, ландшафты, местности, урочища) и совмещенном распознавании отдельных компонентов геосферы (атмосферы, литосферы, гидросферы, биосферы и культурного ландшафта).

В отличие от отраслевого использования информации с искусственных спутников земли (метеорологических, океанологических, геологических и пр.), в настоящее время развивается идея комплексного подхода для разностороннего изучения природных ресурсов. Такой подход позволил бы, с одной стороны, более полно использовать дорогостоящую спутниковую информацию для различных отраслей науки и народного хозяйства, что резко повысило бы их эффективность, а с другой стороны, – интегрировать полученную информацию для мониторинга и оценки чрезвычайных ситуаций.

### **2.3.3. Примеры организации аэрокосмического мониторинга в природных и техногенных системах**

#### *Лесопожарный мониторинг*

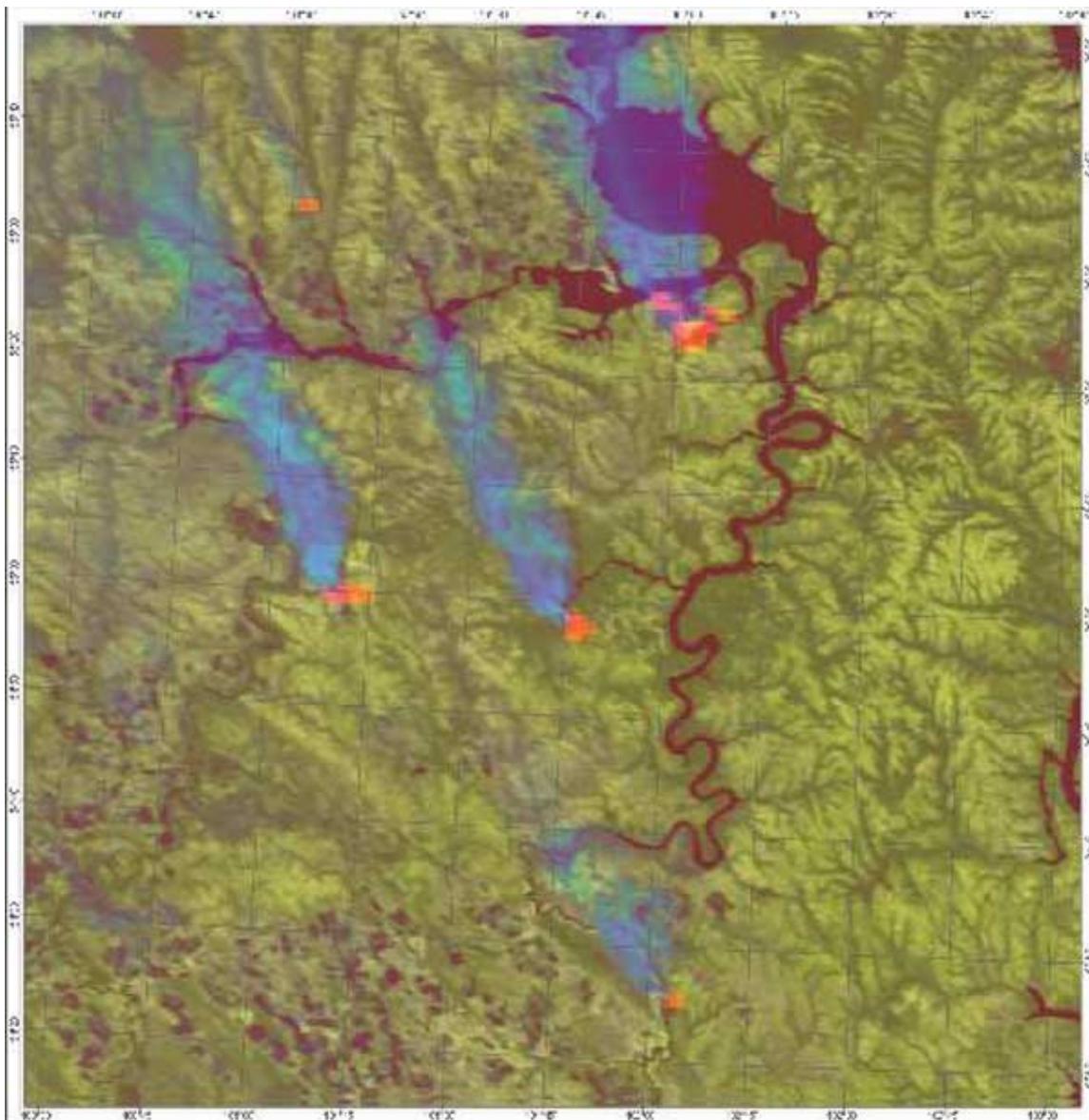
В настоящее время аэро- и спутниковые данные – это единственно доступная информация о лесных пожарах в неохраемых лесах, существенно дополняющая данные, получаемые с помощью обычных методов на охраняемых территориях. Аэрокосмический лесопожарный мониторинг способен решать следующие задачи:

- оценивать пожарную опасность лесных регионов и прогнозировать ее динамику;
- обнаруживать ЛП и определять их интенсивность, а также прогнозировать поведение крупных пожаров;
- проводить инвентаризацию послепожарного состояния лесов.

Пожарная опасность лесных регионов и возможность возникновения ЛП определяются влажностью проводников горения. К их числу относятся: почвенный покров (при низовых пожарах), подстилаящая поверхность и торф (при подземных пожарах), древесно-кустарниковый ярус (при верховых пожарах). Подавляющее большинство ЛП возникает в результате загорания почвенного покрова, что позволяет ограничиться при оценке условий их возникновения расчетом влажности только этой группы лесных горючих материалов (ЛГМ).

Обнаружение лесных пожаров – наиболее сложная часть лесопожарного мониторинга с использованием искусственных спутников Земли. При обнаружении ЛП возникают трудности, связанные как с природными причинами: затененностью лесного пожара кронами, облачностью, дымом, так и с техническими: недостаточной разрешающей способностью и чувствительностью регистрирующей аппаратуры космических средств, несовершенством элементов схемы передачи и обработки информации.

В настоящее время известно несколько подходов к обнаружению ЛП и использованием данных радиометра AVHRR, установленного на спутниках серии NOAA.



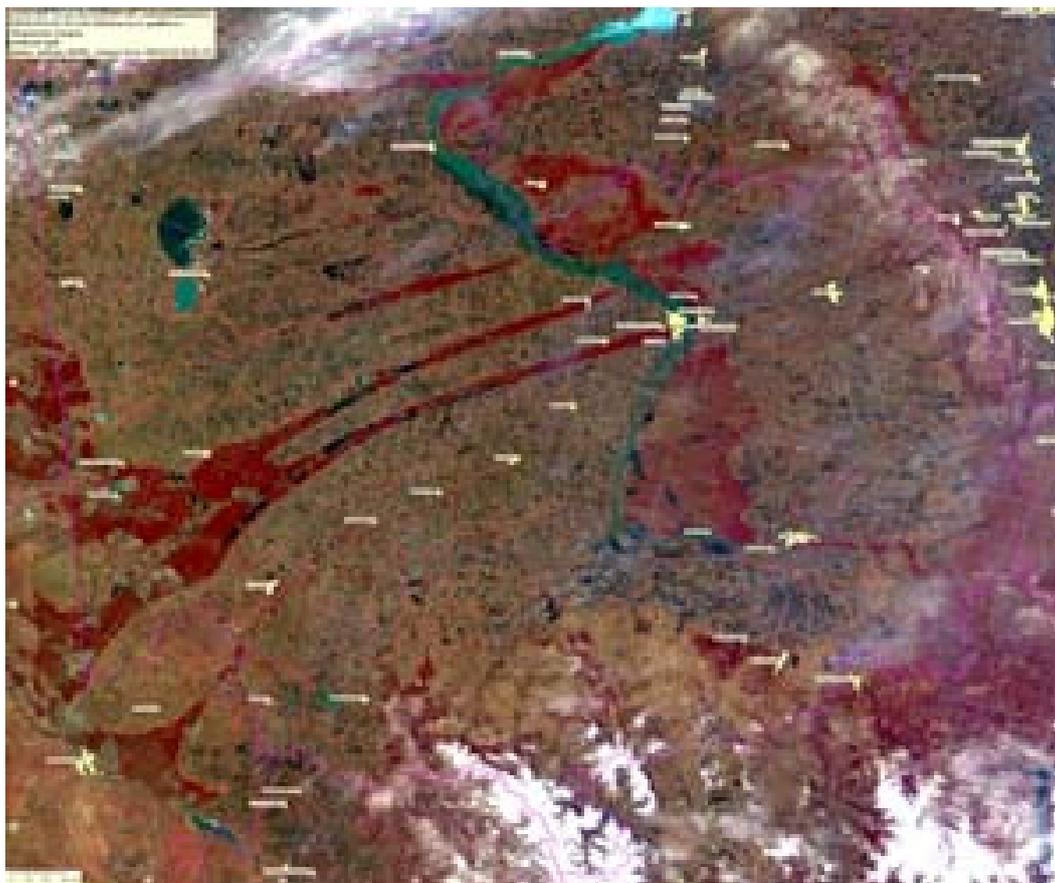
**Рис. 2.10 – Пример построения карты пожарной опасности по спутниковым данным (район о. Байкал)**

Данные мониторинга лесных пожаров, передаются в подразделения охраны лесов. Эти сведения помогают подразделениям лесоохраны планировать полеты патрульных самолетов и в конечном итоге приносят экономический эффект.

#### *Контроль состояния растительности*

Контроль состояния наземных растительных покровов – одна из важнейших задач, решаемых методами дистанционного зондирования и включающих

мониторинг посевов и пастбищ (рис. 2.3.5), а также лесов, лесостепных, степных и пустынных территорий.



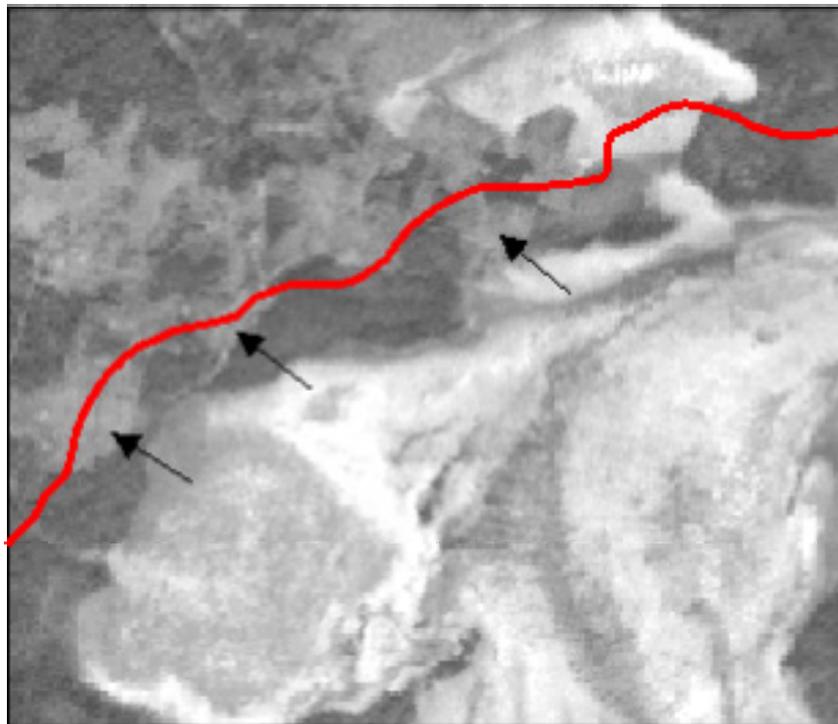
**Рис. 2.11 – Прогнозирование зоны пожара травы на сельскохозяйственных полях**

В последнее десятилетие в связи с появлением опасности глобального изменений природной среды и климата возрос интерес к лесному покрову как к регулятору биосферных процессов.

Леса признаются наиболее надежной природной системой, связывающей углерод и способностью предотвратить возникновение парникового эффекта. В связи с этим проблема сохранения лесов и усиления их экологических функций вышла за национальные рамки и стала частью мировой экологической политики. Изучение лесов в глобальном масштабе можно реализовать только с применением искусственных спутников Земли. Важной составляющей исследования состояния лесов является лесопожарный мониторинг, рассмотренный ранее. Используя искусственные спутники Земли, удастся распознавать породный состав леса и его изменения, контролировать вырубки (рис. 2.12). Только космические средства позволяют оценивать повреждения леса на больших территориях

Отметим, что древостой образовывается преимущественно лиственницей, а также елью, березой, кустарниками. Ежегодный выброс  $\text{SO}_2$  – основного загрязнителя воздуха, составляет около 2 млн. т. в год. В течение вегетационного периода растений техногенные выбросы переносятся преимущественно в юго-восточном направлении. При исследованиях в 70-80-е годы применялись черно-белые фотоснимки со спутника «Метеор-Природа» (многозональные изображения в

спектральных интервалах 0,5 – 0,6; 0,6 – 0,7 и 0,7 – 0,8 мкм с разрешением 50 м). Зимние снимки масштаба 1:2 500 000 применялись для дешифрирования ореола загрязнений вокруг источников эмиссии. В 90-е годы, использовались данные, полученные с помощью аппаратуры МСУ-Э (спутник «Ресурс-О1»), MSS (спутник Landsat) и AVHRR (NOAA).



**Рис. 2.12 - Космический контроль вырубки леса**

### *Контроль состояния водоемов*

Космические средства контроля окружающей среды очень эффективные при изучении Мирового океана и внутренних водоемов. Для исследования Мирового океана созданы специальные спутники – «Океан-О» (Россия), MOS (Япония), SeaWiFS (США) и др. В частности, на спутнике NIMBUS-7 (США) был установлен сканер CZCS со спектральными каналами:

1-й – 0,433 – 0,453 мкм (голубой) для измерения хлорофилла в воде;

2-й – 0,51 – 0,53 мкм (зеленый) для измерения хлорофилла в воде;

3-й – 0,54-0,56 мкм (желтый) для измерения содержания желтого вещества в воде, для определения солености воды;

4-й – 0,66 – 0,68 мкм (красный) для оценки содержания аэрозоля в атмосфере;

5-й – 0,7 – 0,8 мкм (ближний ИК) для выделения суши и облаков;

6-й – 10,5 – 12,5 мкм (дальний ИК) для определения температуры.

Океан – это не только кладовая ресурсов, но и один из главных элементов общей системы экологического равновесия на Земле. Он сильно влияет на состояние атмосферы, формирование погоды, климат, энергетический и газовый балансы планеты, круговорот веществ в природе.

Возьмем, к примеру, одну из экологических проблем Европейского региона - проблему контроля загрязнения Черноморских морских прибрежных акваторий. Не стоит никому объяснять важность этой проблемы для черноморских курортов. В отличие от африканской пыли, которая долетает в этот регион изредка, мазутная пленка дарит радужный окрас лазурной морской глади каждый день. Одних только морских судов каждый день проплывает бесчисленное количество. Да и сама природа вносит в дело загрязнения свой вклад, создавая естественные выходы нефти из грифонов на морском дне.

Контролем загрязнений моря занимается гидрологическая служба. Однако при современном состоянии этой службы слово контроль применять не корректно. С натяжкой можно сказать - наблюдения.

Сегодня в решении таких проблем самый верный, надежный и оперативный помощник – космос. Круглосуточно, в любую погоду современные космические аппараты отслеживают места загрязнений морской глади с точным определением их географических координат (рис. 2.13)



**Рис. 2.13 - Загрязнение акватории Черного и Азовского морей в районе Северо-Казантипского газового месторождения**

Существующие методы мониторинга пространственной структуры, состояния и продуктивности морских и пресных водоемов, а также биocenозов суши на основе измерения распределения фитопигментов и биомассы в биосфере, позволяют оперативно определять продуктивные зоны, следить за их динамикой. Используется информация со сканеров CZCS и AVHRR, при дешифрировании космических данных учитывается подспутниковая информация с тестируемых участков, применяется атмосферная коррекция.

Информационная система мониторинга позволяет по первичной продуктивности оценивать динамические процессы во вторичных экосистемах и выда-

вать диагноз отклонений от среднесуточного для данного района и времени года; своевременно регистрировать и отслеживать динамику и развитие последствий экологических катастроф; оценивать антропогенное воздействие на живую оболочку Земли; прогнозировать изменения экологических систем на основе обучения модели по циклической динамике.

В качестве примера рассмотрим результаты спутникового мониторинга пространственно-временной изменчивости температуры поверхности Тихого океана (рис. 2.14). Температура воды в океане – наиболее важная характеристика поверхностных водных масс. Распределение температуры воды определяется не только зональными климатическими особенностями, но и формированием высокоградиентных температурных зон (температурных фронтов) из-за взаимодействия различных структур течений, круговоротов и вихрей.

Данные о состоянии крупномасштабных полей температуры поверхности океана (ТПО) и температурных фронтов позволяют обнаружить зоны аномального нагрева или выхолаживания вод, что важно при оценке энергообмена между океаном и атмосферой. Кроме того карты фронтальных зон и данные о горизонтальных градиентах ТПО необходимы для оценки действия различных гидродинамических процессов в океане, таких как ветровые нагоны, синоптические вихри, меандрирование течений.

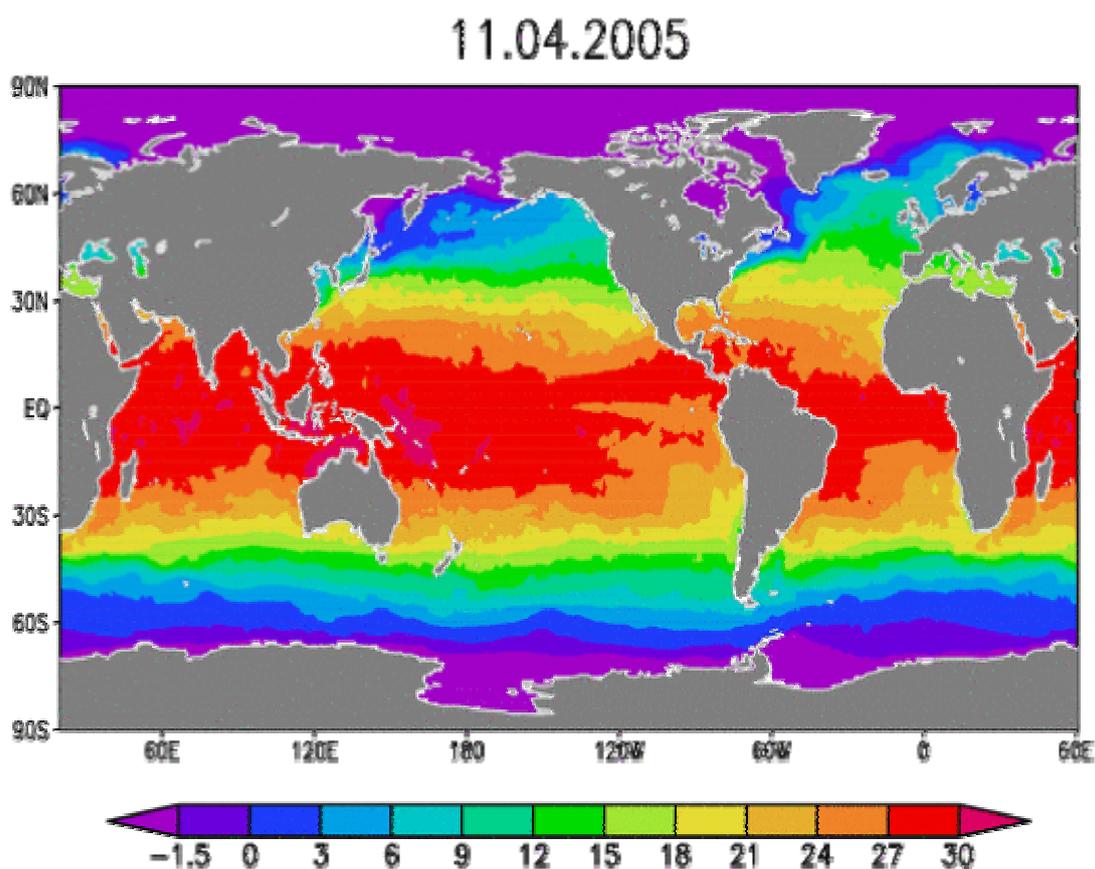


Рис. 2.14 - Глобальный объективный анализ температуры поверхности океана в градусах Цельсия по данным спутниковых наблюдений

Важным свойством фронтальных зон является формирование гидробиологических неоднородностей в океане. Фронтальные зоны могут влиять на распределение планктона и рыб или служить своеобразной границей, существующей длительное время и ограничивающей взаимодействие с другими типами вод и соответственно с биологическими структурами.

В северной части Тихого океана выявлена фронтальная зона, устойчивая уже в течение шести лет и образованная течениями Ойясио и Куроисио. Размеры этой зоны около 2000 км в поперечнике и 41 400 км в длину. Средние температурные градиенты составляют 1,7 – 0,8 К/км. Для сезонной изменчивости этой фронтальной зоны характерна структура в виде прерывистых фронтальных зон размерами порядка 1000 км. Сезонная изменчивость в этом районе проявляется в размывании границ фронтальной зоны весной и осенью из-за уменьшения разности температур водных масс Ойясио и Куроисио и ослаблении процесса переноса вод. При переходе от холодного сезона к теплomu в Беринговом море формируется фронтальная зона, ось которой может иметь как зональное, так и меридиональное направление.

По спутниковым данным проведены значительные по объему исследования сезонной и межгодовой динамики концентрации хлорофилла в поверхностном слое Мирового океана в глобальном и региональном масштабах. Это, в частности, позволяет находить зоны, перспективные для океанического рыболовства.

### *Контроль снегового и ледового покрова*

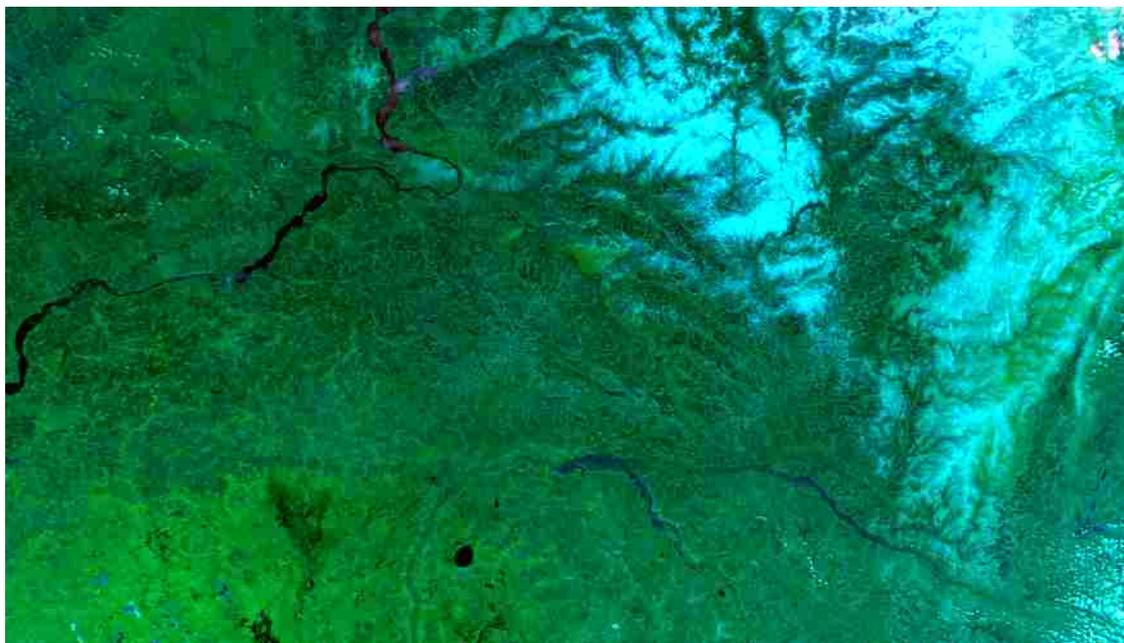
Важнейшее практическое применение спутниковая информация находит в гидрологии и гляциологии при наблюдении снегового и ледового покрова, при мониторинге паводковых явлений, при обеспечении судоходства в морях.

Обнаружение техногенного загрязнения местности. Снеговой покров зимой и в начале периода снеготаяния – удобный индикатор техногенного загрязнения местности. Например, при исследовании деградации лесов в промышленном районе выявлено соответствие между ореолом загрязнения снегового покрова, обнаруженного по зимним космическим снимкам, и концентрацией тяжелых металлов (Cu, Ni, Co) в почве. Эта концентрация в верхних почвенных горизонтах (0 – 10 см) превосходит фоновый уровень в 10 – 1000 раз в радиусе до 40 км от источника эмиссий.

Определение площади заснеженности. Важной задачей наблюдения снегового покрова является оперативное определение площади заснеженности, что необходимо для прогноза стоков рек. В качестве примера рассмотрим результаты исследований, проведенных с использованием информации со спутника NOAA. При обработке изображений прежде всего было необходимо разделить пиксели на три вида: а) содержащие изображение снега (льда); б) относящиеся к изображению облаков; в) содержащие изображения почвы и растительности. Снег и облака обуславливают наиболее яркие фрагменты изображения в видимом части спектра (1-й канал AVHRR – 0,58 – 0,68 мкм), причем облака имеют приблизительно одинаковую яркость в видимом участке и в нижнем инфра-

красном диапазоне (2-й канал – 0,725 – 1,0 мкм). Яркость снега (льда) во 2-м канале меньше, чем облаков, и может составлять менее 60 % их яркости. Изображения почвы и растительности имеют во 2-м канале большую яркость, чем в 1-м.

Для разделения пикселей на три указанных вида целесообразно использовать вегетационный индекс NDVI, что позволяет в удобной форме выделять снег (лед) на фоне облаков и участков, свободных от снега (льда) (рис. 2.15).



**Рис. 2.15 - Граница снежного покрова (вид из космоса)**

Это дает возможность уверенно различать снег, облака и свободную от снега поверхность. При этом талый, насыщенный водой снег выглядит серо-синим или даже сине-черным. Четко выявляется рисунок рельефа: в долинах, где теплее, мокрый снег более серый, чем сухой снег на водоразделах, который выглядит здесь светло-голубым. В долинах снег сходит раньше, поэтому красно-бурые участки сначала появляются на дне долин. В ходе таяния они постепенно разрастаются, поднимаясь на возвышенные водораздельные пространства. Облака верхнего яруса (перистые и перисто-слоистые), отличающиеся незначительной водностью и почти прозрачные для солнечной радиации, как бы накрывают участки изображения поверхности земли белой прозрачной вуалью, через которую «проглядывают» голубой снег и красно-бурые талые участки. Сплошные слоисто-кучевые облака с высокой водностью и значительной вертикальной мощностью изображаются в виде рисунка белого сравнительно однородного тона.

Одной из важнейших задач, которую можно успешно решать методами активной радиолокации, является ледовая разведка в морях. Судоходство связано с плаванием судов в сложной ледовой обстановке. Навигационный период обычно проводится при неблагоприятных погодных условиях – частых снегопадах и туманах, густой облачности. Это затрудняет использование авиации и

применение спутниковых данных оптического диапазона при разработке безопасных маршрутов караванов судов.

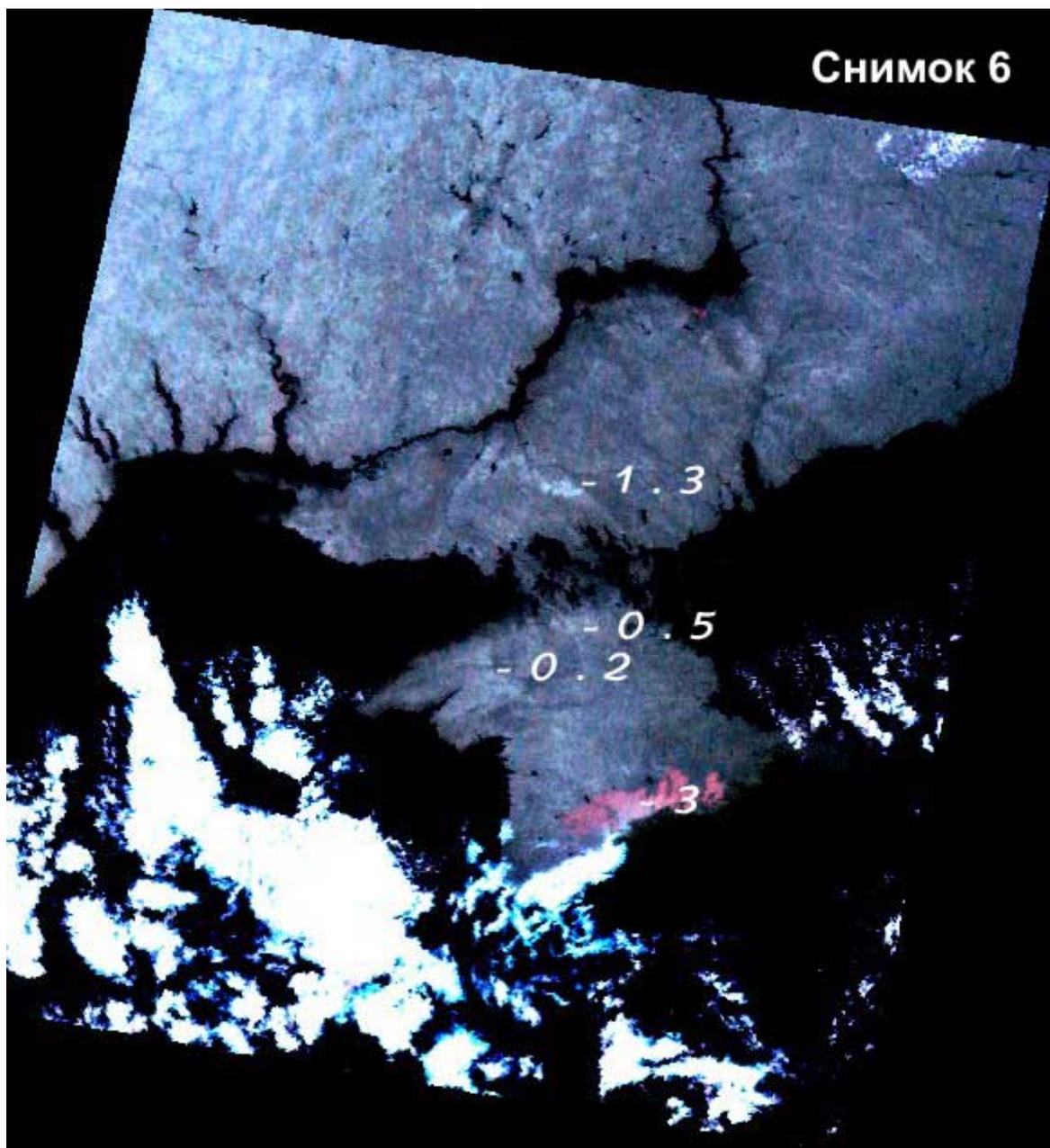
Даже при снегопаде, тумане, облачности на радиолокационных изображениях хорошо просматриваются участки, свободные ото льда. На них среди льдов любого возраста отчетливо видны каналы и разводья. Различные по своим параметрам льды по-разному воспроизводятся на изображениях, имеют свои отличительные особенности и характерный рисунок. Ряд особенностей ледяного покрова выявляется только при радиолокационном обзоре и не обнаруживается в оптическом диапазоне. Радиоволны без существенного ослабления проникают сквозь снежный покров толщиной 40 см и более, если он не насыщен водой. Под слоем снега четко просматривается структура льда, выделяются замерзшие каналы и разводья, а также некоторые другие особенности ледяного покрова. Однако определение важнейшей характеристики ледяного покрова – его возраста – наиболее сложный элемент радиолокационной ледовой разведки, так как возраст можно оценить лишь по косвенным признакам.

### *Исследование вертикальных профилей атмосферы*

К важным достижениям космического дистанционного зондирования относится оперативное определение поля вертикальных профилей земной атмосферы (параметры: температура (рис. 2.16), влажность и др.). Расположенные на различной высоте слои атмосферы имеют разную температуру и давление, при этом вертикальное распределение концентрации некоторых газовых составляющих, например  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  можно считать известным и неизменным. Для измерения характеристик атмосферы используют методы спектроскопии газов. Элемент атмосферы излучает, поглощает, рассеивает радиацию во всех направлениях. Интенсивность и длина волны линий в спектрах ряда газов, например  $\text{CO}_2$ , зависит от параметров состояния элемента атмосферы (температуры, давления, концентрации газов). Производя измерения на различных длинах волн внутри конкретной полосы поглощения, удастся выполнять вертикальное сканирование атмосферы в определенном диапазоне высот, т.е. измерять высотные профили температуры или удельной концентрации газовых составляющих атмосферы (в зависимости от выбранной полосы поглощения).

Количественная информация о распределении основных метеорологических параметров получается в результате интерпретации спектральных измерений в полосах поглощения углекислого газа, водяного пара. Предположение о том, что вертикальное распределение  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  известно и неизменно, позволяет разделить переменные в выражении для уходящего излучения, зафиксировать все параметры, кроме температуры, и найти профиль температуры.

Наличие облачности усложняет задачу. Для ее успешного решения используются новые длины волн, совершенствуется методика измерений. Если на спутниках первого поколения измерения проводились в полосе поглощения  $\text{CO}_2$  на 15 мкм и в окне прозрачности атмосферы 8 – 12 мкм, то в настоящее время наряду с расширением измерений в ИК-диапазоне привлекается радиометрия в микроволновом диапазоне.



**Рис. 2.16 - Профили температуры атмосферы**

Результаты спутниковых исследований вертикальных профилей атмосферы представляют значительный интерес для метеорологии и авиации. С точки зрения лесопожарного мониторинга важно дистанционное определение температуры и влажности в приземном слое и на различных высотах над поверхностью. Альтернативным методом получения вертикальных профилей атмосферы является аэрологическое зондирование с помощью радиозондов – миниатюрных метеостанций, поднимаемых на баллонах в воздух и снабженных радиопередатчиком. Данные о перемещении радиозонда характеризуют скорость и направление ветра.

Представляет интерес сравнение спутниковых данных и данных Аэрологического зондирования. Решение такого рода задач – необходимая часть дистанционных исследований, которые нуждаются в постоянной проверке их досто-

верности, точности, надежности. После запуска спутника обычно проходит продолжительный период верификации передаваемой информации, необходимой также в течение всего периода эксплуатации аппарата.

### *Изучение облачности*

Спутники серии NOAA относятся к числу метеорологических и первоначально предназначались, в основном, для оценки глобальной и региональной метеорологической обстановки. Получаемые с их помощью изображения облачности позволяют идентифицировать и проследить в глобальном масштабе различные синоптические объекты: циклоны, фронтальные системы, струйные течения, зоны конвергенции и др.

От дискретных наземных наблюдений космические снимки выгодно отличаются тем, что дают целостную картину распределения облачности на достаточно больших территориях.

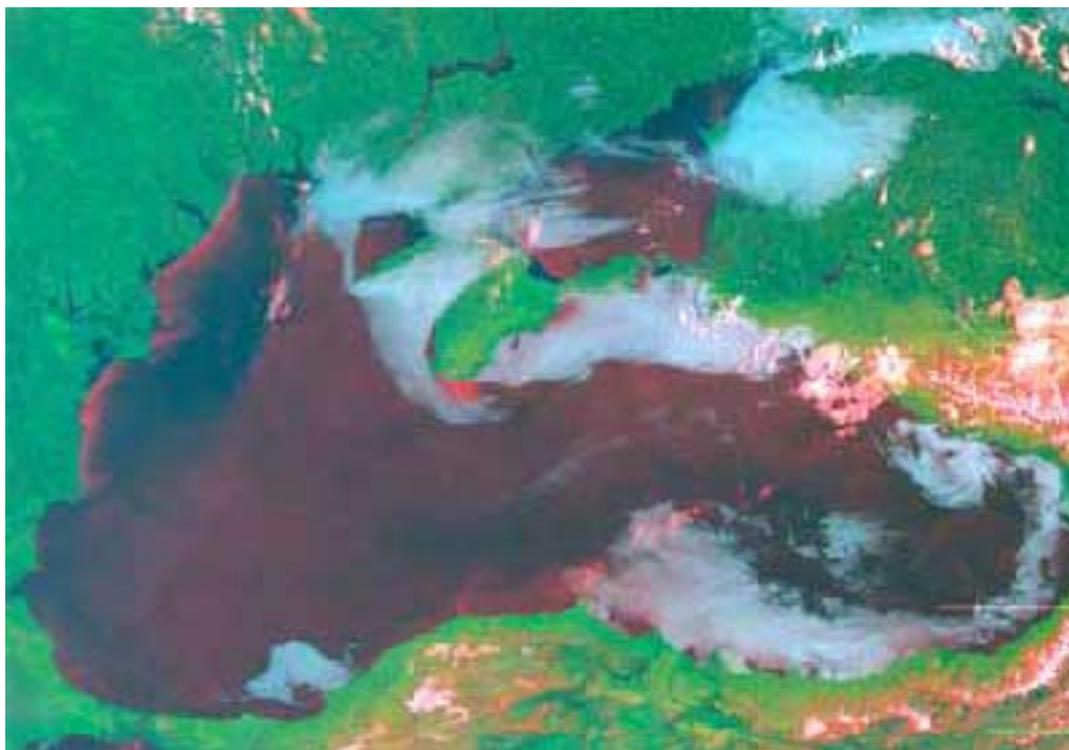
Изображения облачности (рис. 2.17) можно использовать для оценки синоптические ситуации и уточнения распределения и эволюции целого ряда параметров состояния атмосферы, которые непосредственно со спутника не измеряются. Большую пользу приносят спутниковые наблюдения при анализе состояния погоды над районами с редкой сетью метеорологических станций. Редкая сеть ухудшает качество составления прогнозов погоды, зачастую не позволяя предвидеть опасные стихийные явления погоды. Космическая информация наиболее эффективна в сочетании с обычными (прямыми) наблюдениями. Так, например, за шесть лет эксплуатации станции HRPT приема информации со спутников NOAA накоплен опыт в дешифрировании космических снимков для их использования в оперативной работе, разработаны методики применения космической информации для анализа сложившейся синоптической ситуации и уточнения прогнозов погоды, полученных от метеорологических организаций. Наибольший интерес представляли случаи или угрозы возникновения опасных или стихийных гидрометеорологических явлений.

К опасным гидрометеорологическим процессам и явлениям, которые могут вызвать природную чрезвычайную ситуацию, относятся шквалы, смерчи, пыльные бури, метели, экстремальные снегопады и ливневые дожди, град. Они могут инициировать усугубление ЧС техногенного характера, а потому требуют особого внимания при анализе и прогнозировании погодных условий по космическим снимкам.

В любом случае кратко- или среднесрочный прогноз любого стихийного гидрометеорологического явления (СГЯ) на основе спутниковой информации сводится к комплексному анализу синоптической ситуации по данным сети наземных наблюдений Гидрометеослужбы и дистанционного зондирования Земли.

Общие принципы синоптического анализа снимков облачного покрова. В совокупности с синоптическими данными можно достаточно точно спрогнозировать возникновение, прекращение и интенсивность стихийных атмосферных

явлений. Из опыта применения космической информации вытекают следующие принципы синоптического анализа снимков облачного покрова:



**Рис. 2.17 - Снимок облачных систем над Черным и Азовским морями**

– облачность появляется не беспричинно, а при благоприятной для этого синоптической обстановке в определенных гидродинамических условиях, способствующих конденсации водяного пара. Поэтому присутствие облаков над каким-либо участком земной поверхности не следует рассматривать как случайное малозначащее явление;

– тенденция развития синоптического процесса обнаруживается в поле облачности раньше, чем ее признаки появляются в поле температуры и давления.

С учетом этих принципов задачи синоптического анализа снимки облачного покрова сводятся к отысканию причин, обусловивших появление облаков в данном районе, и обнаружению признаков на изображении облачности, которые указывают на тенденцию в развитии синоптического процесса.

Анализ снимка облачного покрова (рис. 2.17) целесообразнее всего начинать с оценки облачных образований крупного масштаба, а затем переходить к деталям облачного поля. Его можно условно разделить на следующие этапы:

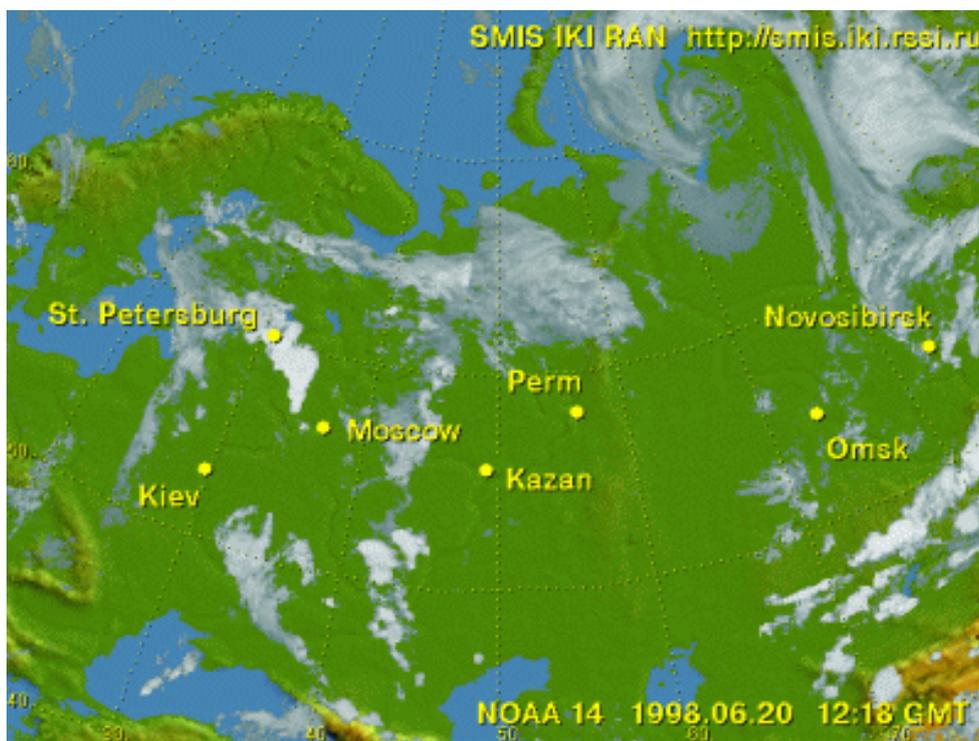
– отыскание на снимке основных облачных систем, которые отражают движение воздуха крупного масштаба (облачные вихри, полосы);

– рассмотрение структуры и рисунка генеральных облачных образований (размеры, характер верхней поверхности облачности, резкость границ и т.д.);

– выделение облачности, которая образовалась внутри воздушной массы и непосредственно не связана с динамикой генерального синоптического процесса (кучевообразная облачность, туманы, слоистые облака и т.д.);

– выявление облачности, которая явно не связана с основными системами и не относится к внутримассовой, изучение ее структуры, строения верхней кромки, размеров и т.д. На эту облачность следует обращать особое внимание, поскольку она может быть результатом вновь зарождающегося процесса или признаком, указывающим на тенденцию в направлении перестройки синоптического процесса.

Для составления достоверного прогноза погодных условий большое значение имеет выявление облачных вихрей и атмосферных фронтов, с которыми в большинстве случаев связаны опасные и стихийные гидрометеорологические ситуации. Облачные вихри представляют собой крупномасштабные облачные образования с выраженной спиралевидной структурой. Фокус спирали – центр вихря. Облачные вихри отличаются большим разнообразием размеров и форм изображения в зависимости от стадии их развития, влажности воздуха, вертикальных движений, района формирования и др. На снимках наиболее отчетливо отображаются облачные вихри развитых и заполняющихся циклонов, имеющие, как правило, большое число спиралевидных облачных полос, сходящихся в одной точке.



**Рис. 2.18 – Зоны развития шквалов по данным спутника**

Прогнозы всех указанных явлений можно составлять по следующей схеме:

– определение (расчет) траектории перемещения облачной системы на период прогноза;

- определение исходных параметров облачной системы вдоль траектории перемещения;
- определение эволюции параметров облачной системы;
- расчет прогнозируемого явления по существующим формулам или графикам.

## **2.4. Надводные средства и системы мониторинга опасных факторов чрезвычайных ситуаций**

### **2.4.1. Методологические основы организации гидрологического мониторинга.**

Основной причиной беспокойства мирового сообщества является возрастающее загрязнение окружающей среды и связанная с этим деградация природы. Особенно негативное антропогенное влияние сказывается на морской среде, так как именно море является конечным пунктом миграции стоков как с прибрежной части, так и с площадей водосбора рек, охватывающих большие пространства суши.

По данным программы "Global Environmental Facility / Black Sea Environmental Program. 1996: Black Sea Strategic Action Plan" Черное море опережает другие моря по степени опасного влияния на него загрязнений. Поэтому для Черного моря вдвойне актуален мониторинг загрязнения. Данная работа должна проводиться на оптимизированной сети станций наблюдений по оптимизированной программе. За этим простым пожеланием кроется сложная задача, так как многообразие проявлений природных процессов и их закономерностей приводит к тому, что сеть наблюдений, оптимальная для одного пространственно - частотного диапазона, является недостаточной или избыточной для других. И, более того, в зависимости от морфометрии конкретной акватории, конкретных гидрометеорологических условий и др. будет изменяться оптимальная сеть наблюдений даже для одного диапазона изменчивости.

Поэтому, если ставить вопрос с точки зрения необходимости создания сети наблюдений, позволяющей всесторонне освещать всю гамму происходящих в море гидрометеорологических процессов, то наблюдательная сеть станций будет нереально частая.

Сетка наблюдательных станций, на которых в последние годы проводились наблюдения за состоянием Черного моря, не является оптимальной. В ней за счет еще более учащенной сети станций (более 300), чем в проводившихся ранее съемках по программе ОГСНК (95 станций), имеет место попытка решения "в лоб" поставленной задачи. Это ведет к увеличению затрат, что делает невозможным частое проведение съемок. В результате, выигрывая в пространственном разрешении, проигрываем во временном, что недопустимо, с учетом значительной изменчивости во времени флуктуаций синоптического масштаба концентрации загрязняющих веществ и особенно того, что причиной наиболее значительного загрязнения являются эпизодические аварийные ситуации.

Схема станций должна учитывать результаты более чем столетних исследований особенностей динамики вод Черного моря, учет которых позволяет упростить схему сети наблюдений.

Для решения задачи создания оптимальной международной сети наблюдений за гидролого-гидрохимическим режимом вод Черного и других морей предлагается ряд концептуальных принципов, реализация которых в практике мониторинговых наблюдений позволит, оптимизировать систему наблюдений с учетом как природных, так и социально - политических особенностей Европейского региона.

Сегодня для природных исследований морской поверхности используются следующие средства:

- океанографические станции наблюдения (стационарные – долговременные, передвижные);
- надводные и глубоководные корабли (рис. 2.19);
- искусственные спутники Земли (рис. 2.7 а);

В настоящее время существует много методов проведения океанографических наблюдений, но, по нашему мнению, наиболее надежным и методически обеспеченным является метод океанографических станций. Поэтому основным наблюдательным элементом системы наблюдений должна стать океанографическая станция, выполняемая в точке согласованной сети наблюдений.

С целью получения сопоставимых и сравнимых результатов наблюдения и анализа:

Точки наблюдения должны быть стационарными, а наблюдения в них должны проводиться синхронно всеми участниками мониторинговых работ. При этом как приборный парк, так и методики наблюдений, могут быть разные (в идеале- одинаковые), но должны пройти интеркалибрацию.



**Рис. 2.19 - надводные и глубоководные корабли океанического мониторинга**

Построение оптимальной системы наблюдений может быть поэтапным: начав с мониторинга основных источников загрязнения и изучения крупномасштабных закономерностей переноса и существования ЗВ в морской среде, за-

тем можно детализировать процессы по мере необходимости, возможности и заинтересованности сторон.

В результате жизнедеятельности человека в море попадает вся гамма существующих загрязнений. При этом степень негативного влияния каждого на природу моря различна, что определяется многими факторами: объемом, токсичностью, временем распада и др. поэтому:

На первоначальном этапе должны быть выделены наиболее «значимые» для природы моря ЗВ и налажен их контроль, по мере усовершенствования системы наблюдений, уменьшения затрат, появления дополнительных финансовых и технических возможностей, количество наблюдаемых элементов может изменяться.

Вокруг крупных (интегральных) источников загрязнения (городов, устьевых областей рек) должна быть создана такая сеть станций, которая позволит судить как об объемах поступающих загрязняющих веществ, так и об их дальнейшем перемещении и трансформации.

С учетом крупномасштабной циркуляции вод необходимо расположить точки наблюдения так, чтобы измерения в них позволяли судить как о перемещении загрязняющих веществ в море, так и его (моря) общей загрязненности, а также фиксировать сезонную, межгодовую, а в идеале и синоптическую изменчивость его гидрометеорологического и гидрохимического состояния.

Современный парк измерительной техники позволяет проводить практически непрерывные наблюдения. К этому подталкивает и любопытство исследователей. При этом увеличиваются затраты на проведение наблюдений, а объем получаемой информации превышает потребности практики и трудно усваиваем. Поэтому в качестве принципа временной дискретизации и фиксации измерений можно предложить следующие:

Наблюдения должны осуществляться непрерывно, а фиксация измерений происходить с дискретностью, которую будет определять изменчивость процесса и допустимая для наблюдаемого диапазона погрешность. То есть, прибор должен сам отслеживать определенную величину градиента временного хода для данного элемента и фиксировать наблюдения только при ее достижении. В этом случае мы не будем накапливать лишнюю информацию. Данный принцип, реализованный технически, позволит сэкономить значительные ресурсы и время. Второй принцип (реализация которого предпочтительней при контроле загрязнения) - это создание приборов, включающихся в активную работу при превышении концентрации загрязняющих веществ определенных границ, например, ПДК.

Исходя из вышеизложенного, наблюдения предпочтительнее проводить на полигонах прямоугольной формы, станции должны располагаться в углах, центре и у основного источника загрязнения (выхода из бухты, глубоководного выпуска и др.), что позволит контролировать поступление как извне, так и выбросы самого города, перемещение, накопление и трансформацию загрязняющих веществ в районе города, устья, пролива.

Исходя из необходимости проведения стационарных наблюдений, их предпочтительнее осуществлять на стационарных морских станциях особенно в центральных районах моря.

#### **2.4.2. Физико-географические и социально-политические особенности региона.**

Черное море является средиземным. Это сформировало своеобразие его гидролого-гидрохимического режима. Большой пресный сток, приток осолоненных средиземноморских вод, устойчивая стратификация, ограниченный водообмен с остальными районами Мирового океана, и поверхностных вод с глубинными создали условия, при которых основная толща вод «заражена» сероводородом и только в поверхностном 100 - метровом слое существует бионта. Все это делает природу моря особенно хрупкой и уязвимой. В то же время, Черное море достаточно хорошо изучено, имеет устойчивые, крупномасштабные закономерности.

Гидрометеорологическим параметрам морской среды, определяющим жизнь конкретного загрязняющего вещества в море, присущи все масштабы изменчивости, но определяющее влияние на его перенос, и на процессы трансформации, оказывают крупномасштабные процессы, которые являются наиболее устойчивыми, изученными, легко фиксируемыми и предсказываемыми. Поэтому сеть мониторинга должна создаваться с учетом закономерностей крупномасштабных процессов. Их учет при создании системы наблюдений увеличит эффективность проводимых наблюдений и снизит стоимость работ.

Устойчивый поток ОЧТ (Основного Черноморского течения) начинается в среднем в 5 милях от берега и охватывает кольцом шириной около 30 миль все побережье, поэтому загрязняющие вещества, попавшие в море со стороны суши (их основной источник), либо локализуются на ограниченной прибрежной акватории моря (и в этом случае представляют ограниченный интерес и заботу для субъекта, их сбросившего), либо попадут в ОЧТ. В этом случае с учетом климатических характеристик скорости ОЧТ загрязнение, попавшее в море у Севастополя, достигнет примерно через 17 суток Констанцы, 23-Бургаса, 25-Босфора, 33-Эрегли, 46-Синопа, 56-Севастополя с водами одного из центральных циклонических круговоротов. За 146 суток загрязняющее вещество обойдет все побережье при маловетрии. При штормовой погоде перенос произойдет быстрее.

Исходя из вышеизложенного, полигоны у городов и др. источников загрязнения в виде прямоугольников должны иметь стороны около 5 миль в направлении открытого моря, а протяженность вдоль берега должна соответствовать протяженности контролируемого объекта. Это также позволит описывать процессы синоптического диапазона с ошибкой не более 10%.

В то же время регион Черного моря является средиземным, с весьма ограниченным водообменом с остальной частью Мирового океана, что делает его особенно уязвимым для загрязнения. Площадь его водосбора охватывает 1,9 млн. кв. км. На этой территории расположено около 20 развитых государств,

каждое из которых вносит свою лепту в загрязнение морской акватории и деградацию морской среды.

В соответствии с этим каждое из государств бассейна водосбора должно финансировать мониторинговые и рекреационные мероприятия в Черном море, пропорционально объемам сбрасываемых загрязнений.

В то же время непосредственно с морем граничат шесть государств: Украина, Россия, Грузия, Турция, Болгария и Румыния. Они являются как основными загрязнителями морской среды, так и потребителями тех благ, которые предоставляет природа моря. Поэтому именно эти шесть государств несут особую ответственность, как перед собственными народами, так и перед всем человечеством за сохранность моря.

В соответствии с этим кроме финансирования природоохранных мероприятий они должны энергично, на практике реализовать систему совместного мониторинга и рекреации морского бассейна. При создании такой системы на первом этапе необходимо организовать контроль над переносом загрязняющих веществ на границах экономических зон прибрежных государств, что позволит оценивать вклад каждого из них в общее загрязнение моря с вытекающими из этого экономическими, юридическими и моральными последствиями.

Реализация принципа пограничного контроля явится побуждающим фактором для каждого из государств к внедрению безотходных технологий и созданию эффективной системы контроля уже внутри своей экономической зоны моря, что позволит на практике реализовать принцип взаимной ответственности. Таким образом, наблюдения за состоянием моря должны проводиться каждым из шести причерноморских государств в своей экономической зоне, в которой каждое из государств имеет большие права, а значит и обязанности.

Поскольку речь идет о спасении всего моря, необходимо отвлечься от решения частных вопросов, изучения всех видов изменчивости и источников загрязнения, оставив это поле для углубленных научных исследований и досконального контроля Управлений экобезопасности на местах, а сосредоточить внимание, при создании международной системы наблюдений, на изучении крупномасштабных природных процессов переноса и трансформации загрязняющих веществ в бассейне моря и контроле за «крупными» источниками загрязнения масштаба города, реки и более.

В соответствии с этим, поскольку основными источниками загрязнения являются крупные города и реки независимо от природных особенностей, система наблюдений должна позволять оценивать количество загрязняющих веществ, попадающее в море из акватории, прилегающей к городу, из пролива, устья, т.е. из квазилокальных источников загрязнения. Реализация данного принципа позволит выявить вклад каждого города и реки в общее загрязнение моря, помочь наладить систему контроля, очистки и предъявлять обоснованные претензии, побудит каждую из городских мэрий наладить эффективную систему контроля в зоне своей ответственности.

В процессе создания системы совместного мониторинга за состоянием морской среды необходимо сформировать совместную экспертную комиссию (по одному представителю от каждой из стран), которая будет осуществлять

контроль сначала за созданием сети и системы наблюдений, а затем - за ее работой, что обеспечит качество проводимых наблюдений.

Следовательно, исходя из вышеназванных физико-географических и социально-политических особенностей, на границах экономических зон государств должны быть назначены разрезы от берега в направлении, перпендикулярном струе ОЧТ такой протяженности, которая позволит контролировать "пограничный" перенос загрязняющих веществ, а также и гидрологические характеристики ОЧТ (около 40 – 60 миль).

В центре моря необходимо создать полигоны квадратной конфигурации из четырех станций по углам и пятой в центре прямоугольника со сторонами протяженностью 30-50 миль, что позволит контролировать процессы накопления в море ЗВ, а также отслеживать наличие и изменчивость основных циклонических круговоротов (а значит и интенсивность ОЧТ), являющихся своеобразными интеграторами как глобальных изменений, так и мелкомасштабных, но энергоемких процессов, происходящих в водах Черного моря.

Для осуществления контроля над поступлением и накоплением ЗВ в отдельных областях моря, имеющих свои природно-экономические особенности, необходимо выполнять разрезы на границах этих областей: например, от м. Сарыч до г. Инеболу и от м. Тарханкут до м. Сфынтул-Георге, у Керченского пролива.

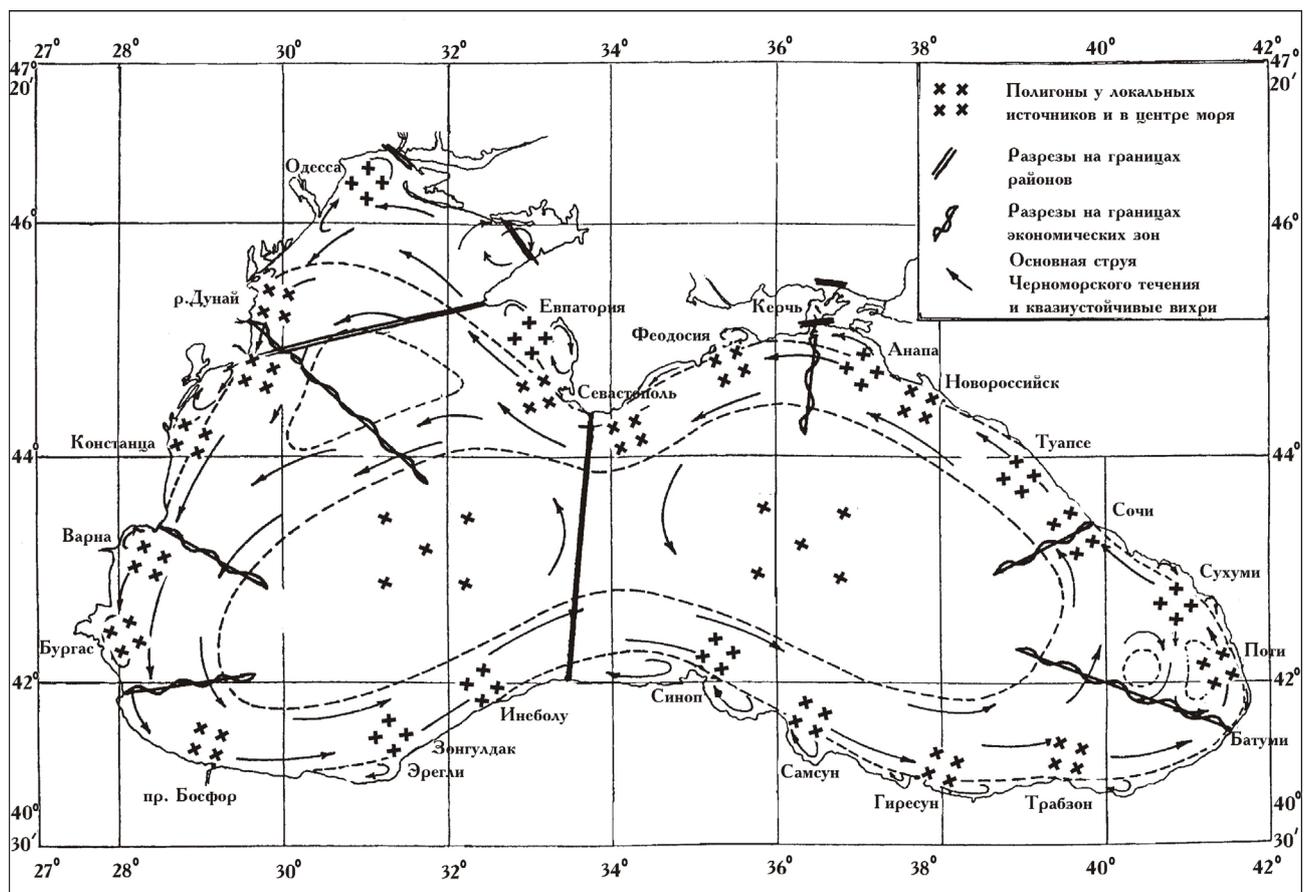


Рис. 2.20 – Международная сеть наблюдений за загрязнением Черного моря

При соблюдении вышеизложенных принципов можно создать сравнительно экономичную сеть наблюдений, позволяющую контролировать как основные черты гидрологического состояния морской среды, так и ее загрязненность, а также оценивать вклад отдельных субъектов и государств в загрязнение моря. При этом будет соблюден и принцип справедливости: кому досталась большая акватория моря, кто больше построил городов и т.д., а, значит, сильнее эксплуатирует природу, являющуюся общим достоянием человечества, и вносит больший вклад в ее загрязнение, тот будет больше уделять внимания и вкладывать средств в контроль ее состояния и рекреационные мероприятия.

С учетом вышеназванных принципов и особенностей предлагается ориентировочная схема международной сети наблюдений за режимом и качеством воды Черного моря

### **2.4.3. Виды и методы проведения океанического мониторинга морей Европейского региона**

#### *Стандартные виды наблюдений*

Квазисиноптические гидрологические съемки Черного моря выполнялись неоднократно как для акватории в целом, так и для отдельных ее частей. Одновременное участие нескольких судов обеспечивало сжатые сроки проведения наблюдений (не более двух-трех недель) при их весьма небольшой пространственной дискретности (10-60 км). Результаты таких наблюдений представляют большую ценность для изучения не только синоптической структуры термогалинных полей, но и их крупномасштабных аномалий. Однако, к сожалению, до сих пор квазисиноптические съемки выполняются эпизодически.

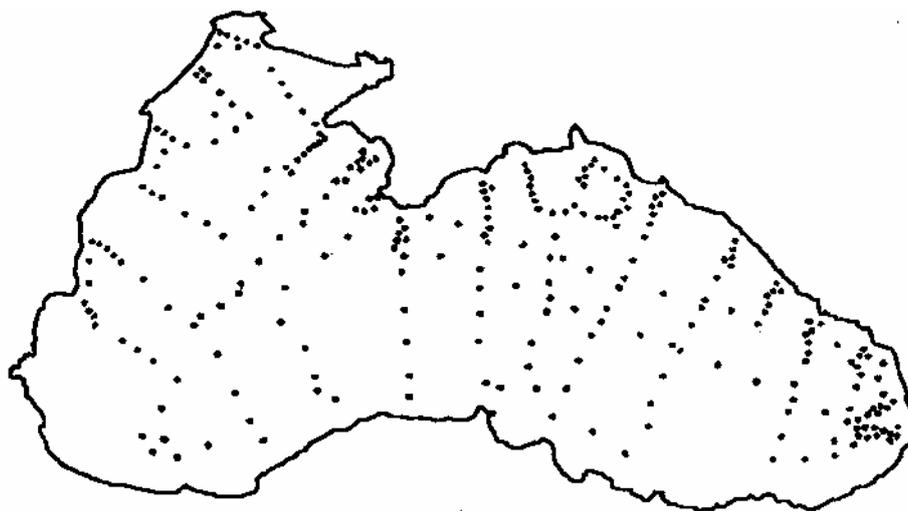
В настоящее время квазисиноптические гидрологические съемки, выполнялись:

а) по междуведомственной программе в 1951 - 1997 гг. (съемки для различных сезонов, каждая по 250 - 300 станций со стандартными гидрологическими наблюдениями до горизонта 300 м);

б) по программе СКОИЧ в 1975 - 1977 гг. (две съемки зимой, три летом по 160 - 350 станций до горизонтов 800 - 1200 м, иногда до дна);

в) по программе изучения осенне-зимнего конвективного перемешивания кафедрой океанологии МГУ в районе материкового склона северо-западной части Черного моря в 1967 - 1971 гг. и в юго-восточной части в 1977 г. (всего шесть съемок по 25 - 50 станций).

Кроме гидрологических съемок, проанализированы квазисиноптические съемки течений электромагнитными измерителями течений (ЭМИТ) в прибрежных районах и в зоне ОЧТ, выполненные в конце 50-х - начале 60-х годов в районе Кавказского побережья и ЮБК. Всего использовано 45 разрезов ЭМИТ, нормальных к береговой черте, длиной 50 - 100 км.



**Рис.2.21 – Схема расположения станций квазисиноптических съемок Черного моря**

Наблюдения на многосуточных станциях в Черном море стали выполняться с середины 60-х гг. Измерения температуры и солености при этом, как правило, производились с заякоренного или дрейфующего судна с дискретностью 3 ч на стандартных горизонтах. Измерения течений производились в основном на автономных буйковых станциях (АБС) с использованием различных самописцев на горизонтах: 10, 15, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 500, 750, 1000 м с дискретностью от 1 до 30 мин.

### *Морские полигоны и посты*

В настоящее время происходит изменение в стратегии организации контроля состояния морской среды. Наиболее оптимальным видом измерений является организация постов и полигонов. Проект создания гидрографических полигонов в районах интенсивного судоходства предусматривает разработку и внедрение перспективной методологии натурального эксперимента, современной эффективной технологии и принципов измерений гидрографических элементов. Одновременно с этим организация гидрографического поста обеспечит постоянный мониторинг фоновых значений стандартных гидрофизических параметров (температура, соленость, плотность) и их аномалий в его акватории.

Основные задачи постов и полигонов. Одной из наиболее важных задач, решением которой в соответствии с нормативными документами занимается ряд государственных служб и ведомств стран Черноморского Укранины, является обеспечение безопасности мореплавания в зоне ее ответственности. Другой, не менее важной задачей, решаемой при создании полигонов, является разработка гидрографического обеспечения ликвидации чрезвычайных ситуаций при авариях судов и защите побережья от последствий таких аварий. Существующие пути прохождения морских транспортных потоков в Черном море и планы их интенсификации превращают побережье Крыма и, в частности, ЮБК в один из наиболее уязвимых районов морского побережья. Вдоль этого побе-

режья проходит значительная часть морского грузопотока Украины и России на Черном море. Высокая плотность расположения объектов рекреации и народнохозяйственной деятельности, а также уникальность природных объектов, расположенных на побережье, делают оправданными любые усилия, направленные на предотвращение экологических катастроф, вызванных последствиями возможных аварий.

Для достижения этой цели полигоны должны обеспечивать решение следующих задач:

- измерение основных гидрофизических и метеорологических параметров в прибрежной зоне и обработка на основе полученных данных системы информационного обеспечения безопасности мореплавания;
- сбор дополнительной гидро- и метеоинформации, ее обработка с целью использования в береговых и судовых системах поддержки принятия решений по обеспечению безопасности мореплавания, обработка взаимодействия с локальными (ведомственными) и глобальными информационными сетями;
- пополнение, хранение и анализ базы данных по гидрометеорологической обстановке в контролируемой зоне;
- контроль основных гидрографических параметров водной среды с целью обеспечения необходимой информацией аварийных служб при ликвидации последствий аварий на море;
- проверка работоспособности моделей и сценариев аварийных работ по ликвидации последствий морских катастроф в контролируемой зоне.

Структура и состав постов. Пост сбора и обработки гидрографической информации представляет собой комплекс технических и программных средств, предназначенных для получения информации о состоянии среды в интересах безопасности судоходства и ликвидации последствий аварий на море, ее обработки и распространения по выделенным и коммутируемым каналам связи.

Пост сбора и обработки информации включает в себя систему средств измерений (приборов и комплексов), размещаемых на различных глубинах акватории полигона, океанографической платформе и в зоне уреза берега, и береговой пост сбора и обработки информации, который является организационным ядром системы, где сходятся входящие и исходящие информационные потоки гидрографического полигона.

В основу построения структурной схемы полигона были положены следующие принципы:

- система сбора информации должна объединять отдельные серийно выпускаемые средства измерений без их доработки или с минимальной доработкой;
- система должна быть открытой, т.е. позволять производить расширение номенклатуры и количества средств измерений без изменения аппаратной части системы, либо путем наращивания ее стандартными блоками;
- основным интерфейсом обмена для средств измерений принят последовательный асинхронный интерфейс;

– отключение отдельных средств измерений для проведения профилактических, ремонтных работ или метрологической аттестации и поверки не должно приводить к нарушению общей работоспособности системы.

Для решения задач, связанных с безопасностью судоходства и обеспечения необходимой информацией автоматизированных систем принятия решений, полигон обеспечивает возможность размещения и проведения измерений следующих параметров морской и воздушной среды: температуру и соленость морской воды; скорость и направление морских течений; колебания уровня моря; высоту и период ветрового волнения; скорость и направление ветра; температуру и влажность воздуха; атмосферное давление; параметры осадков; возможность гололедообразования; оптические характеристики атмосферы.

Технические средства наблюдения за температурой и соленостью морской воды, как важнейшими характеристиками состояния морской среды, необходимы для систематического измерения фоновых и аномальных значений этих параметров и использовании их при расчете и контроле других гидрофизических и метеорологических параметров (скорость звука в морской воде, теплота и других).

На первом этапе пост сбора и обработки информации оснащен гидрофизическим комплексом, который позволяет производить измерения температуры, электрической проводимости морской воды и гидростатического давления в режимах буксировки и зондирования с борта гидрографического судна, а также зондирования или долговременных измерений на одном горизонте при работе на океанографической платформе.

Для проведения измерений параметров течений в акватории полигона разработан и изготовлен океанографический буй, позволяющий производить постановку автономных поверхностных буйковых станций на глубинах от 3 до 500 м.

В состав информационно-обрабатывающего оборудования поста входят коммутатор измерительных каналов и три рабочих станции (спецстенда), каждая из которых выполняет определенные функции:

- станция приема первичной информации от средств измерений;
- станция первичной обработки полученной информации;
- станция обеспечения взаимодействия поста с внешними потребителями и источниками информации через глобальные (Internet) и ведомственные сети.

Сбор и обработка информации. Структура системы сбора информации гидрографического поста предполагает использование различных серийно выпускаемых средств измерений в качестве источников первичной информации, а также позволяет наращивание путем подключения новых измерительных приборов и устройств. На информационном входе поста имеется ряд независимых информационных потоков с различной скоростью и структурой передаваемой информации и различными периодами ее появления. Ряд источников информации обладает явной избыточностью, в то время как другие передают информацию отдельными блоками через большие интервалы времени. Так,

гидрофизический комплекс передает десять информационных кадров в секунду, что необходимо для исследования высокоградиентных вертикальных профилей, но явно избыточно для задач мониторинга.

Для решения проблемы согласования информационных потоков в схеме поста предусмотрен коммутатор измерительных каналов, который обеспечивает прием поступающей информации по четырем независимым асинхронным каналам связи, ее временное накопление (буферизацию) и выдачу этой информации по команде от ПЭВМ. Таким образом, прием информации идет под управлением ПЭВМ, которая осуществляет прием, отображение, регистрацию и хранение первичной измерительной информации. Это позволяет более гибко строить систему приема, освобождая ПЭВМ от обработки большого количества внешних прерываний, что особенно актуально при использовании операционных сред типа Windows, мало приспособленных для решения задач реального времени.

### *Надводные и придонные средства мониторинга*

Этот подраздел включает в себя комплексное определение гидрофизических и гидрохимических параметров на сети океанографических станций и разрезов. Оптимальная сеть, необходимая для выполнения исследований, а также периодичность выполнения работ определяется научной программой мониторинга и объемом финансирования. В работе используется комплекс современных зондирующих и буксируемых приборов для измерения в прибрежной зоне гидрофизических и гидрохимических параметров. Кроме этого возможно использование буев и стационарных платформ для получения информации о течениях, уровне моря и других гидрофизических параметрах с возможной передачей данных в реальном масштабе времени. Особенности изменчивости динамики прибрежных вод и переноса взвешенных веществ могут быть изучены с помощью спутниковых измерительных систем в тепловом и видимом участках спектра излучения моря, а также альтиметрических данных.

В выполняемых исследованиях крайне важна опора на ранее полученные данные и существующую в регионе сеть наблюдений на прибрежных гидрометеорологических станциях и постах, что позволяет оценивать тренды, связанные с природными изменениями и увеличением (или уменьшением) антропогенной нагрузки на окружающую среду.

В результате мониторинговых наблюдений накапливаются данные о гидрофизическом и гидрохимическом режиме прибрежной морской среды, а также особенностях и динамике прибрежных течений. Состояние загрязнения среды оценивается по данным наблюдений и по сведениям об источниках загрязнения и их сбросах

В предполагаемых районах мониторинга должны выполняться следующие виды работ:

– гидрологические, гидрооптические, метеорологические и гидрохимические исследования;

- гидробиологические работы с отбором проб воды для определения видового состава и биомассы макрозообентоса;
- литолого-геохимические работы с отбором проб донных отложений;
- измерения течений на автономных буйковых и донных станциях.

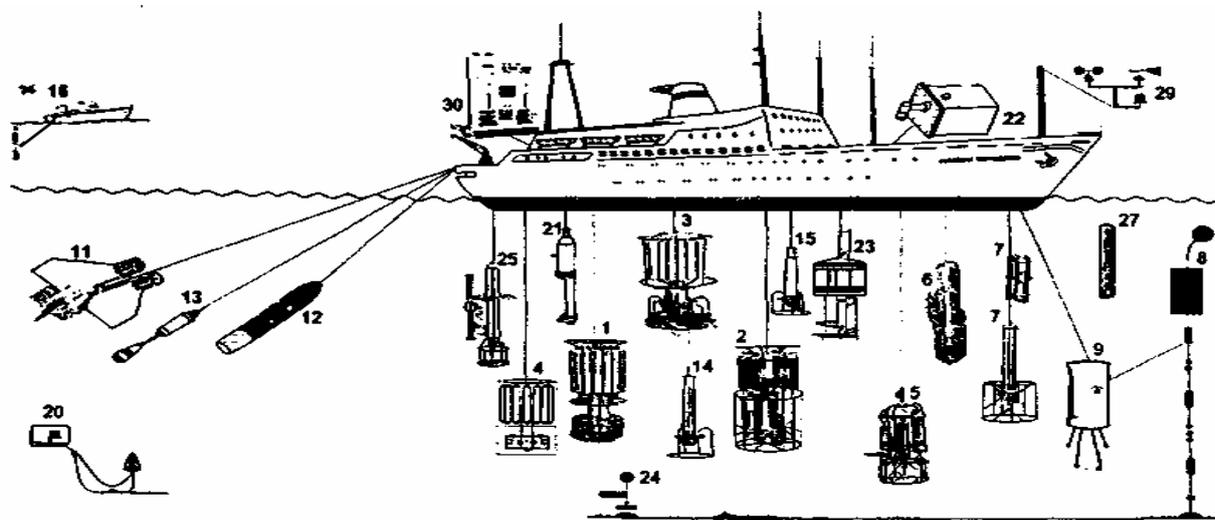


Рис. 2.22 – Структура современного океанического измерительного комплекса

- 1 гидрофизический зондирующий комплекс (ГФЗК) ИСТОК-5
- 2 гидролого-оптико-химический зондирующий комплекс ИСТОК-6 (МГИ 4103)
- 3 гидролого-гидрохимический зонд ИСТОК-7
- 4 STD-зонд гидрологический ИСТОК-8
- 5 зонд профилограф ОПТ
- 6 мобильный измеритель течений и гидрологических параметров ВЕГА-1
- 7 профилограф течений и гидрологических параметров ВЕГА-3М
- 8 притопленная автономная буйковая станция (ПАБС)
- 9 измеритель течений ДИТ-1
- 10 измеритель течений МГИ 1308
- 11 буксируемый гидролого-химический комплекс ГАЛС-3М
- 12 гидрофизический буксируемо-зондирующий комплекс Минизонд
- 13 буксируемый измерительный комплекс с распределенным датчиком Шлейф
- 14 гидрологический зонд Микрозонд-4
- 15 гидрологический гидрохимический Микрозонд-5
- 16 буксируемо-зондирующий автоматизированный измерительный комплекс БЗАК
- 17 ШИК-2, ШИК-3
- 18 ШУСТ-01
- 19 ШУМ-01
- 20 морская экологическая станция (МЭС)
- 21 погружной автоколлимационный прозрачномер АКП

- 22 телефотометр
- 23 экологический зонд ОГХ (МГИ 4113)
- 24 морская донная станция
- 25 тонкоструктурный зонд с повышенным разрешением по вычисленным параметрам (Комплекс ИМ)
- 26 автономный измеритель температуры
- 27 лагранжевый дрейфующий буй WOCE/TOGA дрейфтер
- 28 Лобан
- 29 судовая морская автоматическая гидрометеостанция (САМ-1)-
- 30 солемер МГИ 4602 «Сокол»

Стратегия работ должна включать в себя:

- непрерывный мониторинг состояния окружающей среды на гидрометеорологических станциях, постах и платформах;
- проведение один раз в сезон (четыре раза в год) комплекса гидрологических, гидрохимических, гидробиологических работ на полигонах зон мониторинга;
- проведение исследований течений на автономных буйковых и донных станциях;
- получение спутниковой информации.

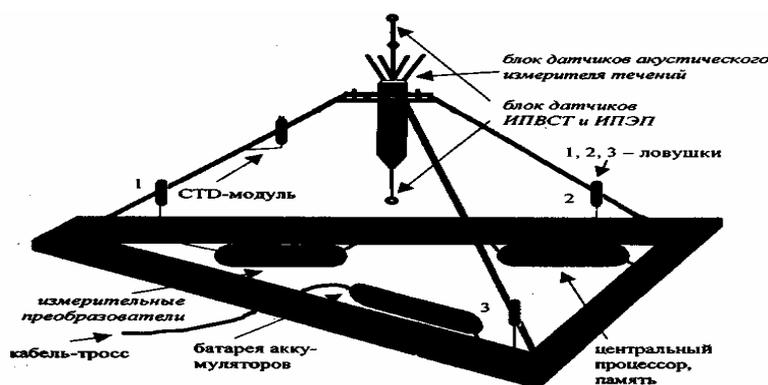


Рис. 2.23 – Общий вид донной станции

Контроль экологического состояния транспортных коридоров. Планируется проведение оперативного наблюдения за нефтяным загрязнением морской воды вдоль танкерных маршрутов. Основной целью намеченных работ является контроль состава нефтепродуктов и определение концентрации нефтяных углеводородов.

В соответствии с целью предлагаемая программа предусматривает комплекс работ, направленных на решение следующих задач:

- разработка и создание дистанционной аппаратуры, позволяющей осуществлять долговременный контроль нефтяного загрязнения непосредственно с борта танкера;
- разработка методики анализа полученных данных и определения экологического состояния водного района трассы.

В результате данных работ должны быть получены данные по качественному и количественному составу нефтепродуктов, обнаруженных в районе танкерных трасс, а также определено экологическое состояние водного района в соответствии с принятыми стандартами по допустимому загрязнению нефтеуглеводородами.

Подводя итог, заметим, что Черное море является решающим природным компонентом, влияющим на экономику всех прибрежных государств, многих государств Европы и Азии, не имеющих собственной береговой линии. Вследствие существующих тенденций и приоритетов их социально-экономического развития ожидается и наблюдается масштабное расширение инвестиций в морскую, прибрежную и береговую инфраструктуры. Признанием приоритетного значения Черного моря для экономического развития стран черноморского бассейна явилось формирование около 20 кооперативных международных программ, направленных на изучение различных аспектов его динамики. Наиболее значительными среди них являются JEF Black Sea Environmental Program, the IOC Black Sea Regional Program, NATO Science for Stability, EROS.

Однако, как было признано на организованной НАТО в сентябре 1996 г. рабочей группе «Черноморские Региональные Проекты: Результаты и Будущее Развитие», все программы ощущают недостаток в качественной и оперативной реальной информации о состоянии моря. Восполнить имеющуюся нехватку информации, критически поднять технологический уровень сбора данных и их использования в морских прогнозах и менеджменте предполагается в рамках международного регионального проекта Глобальной Наблюдательной Системы Черного моря (ГСН ЧМ, далее, GOOS).

Настоящая программа позволит решить аналогичные задачи на национальном уровне. Являясь научно-технически и организационно самодостаточной для обеспечения наиболее актуальных и практически значимых национальных морехозяйственных программ, одновременно, она должна рассматриваться в качестве адекватного вклада стран Черноморского региона в международный региональный проект GOOS. Реализация настоящего проекта дает возможность построить национальную межотраслевую систему контроля морской среды на основе новейших технологий, развиваемых международным сообществом в рамках программ IGBP, Global Change, EOS, WOCE и т.д. взамен в значительной степени утраченной дорогостоящей системы наблюдений.

Адаптация новейших технологий сбора, хранения и распространения комплексной информации о состоянии Черного моря будет также способствовать накоплению фундаментальных знаний о процессах и тенденциях эволюции морской среды.

## **3. Использование информации об опасных факторах чрезвычайных ситуаций**

### **3.1. Общие положения оценки риска и прогнозирования чрезвычайных ситуаций**

Первый шаг к ликвидации опасностей — их выявление. История происшествий может указать на общие обстоятельства появления опасностей. Определенные причины аварий могут быть выяснены при регистрации аварий. Суждение опытного специалиста по безопасности является наиболее важным фактором идентификации опасностей. Он обязан выйти за рамки фактических данных, чтобы:

1) определить потенциальные источники опасности, которые могли еще не вызвать аварий, например, при новой технологии;

2) выявить опасности, которые маловероятны (а поэтому не приводили или почти не приводили к авариям), но которые могут привести к серьезным последствиям;

3) устранить из рассмотрения опасности, которые практически несущественны.

Мы приходим ко второму важному аспекту анализа опасностей. Полная ликвидация опасностей — благородная цель. Но поскольку в системе присутствует человек, она практически недостижима. Осознание того, что всегда существуют в той или иной степени серьезные опасности, приводит к выводу, что прежде всего должны устраняться серьезные опасности. Следовательно, в любом случае необходимо определить степень серьезности опасностей.

Оценивание каждой опасности включает изучение вероятности ее появления, а также серьезности травм или повреждений, к которым может привести авария. Чтобы анализ опасностей был успешным, необходим дополнительный шаг, пересекающийся с оцениванием опасности. Речь идет о выдвижении и изучении контрмер по отношению к каждой из опасностей. Это добавляет еще одну размерность задачи, так как приходится принимать решение, в свою очередь связанное с компромиссом среди альтернатив.

Прагматик, возможно, испугается столь долгого процесса оценивания и увидит в этом препятствие на пути прогресса. И действительно, контрмеры нужны не через год или через неделю, а сейчас.

Однако без системного взгляда на задачи безопасности ресурсы могут быть израсходованы неэффективно, а проблема будет решена лишь частично. Вместе с тем, обычные немедленные действия, особенно, если их необходимость очевидна и они не требуют больших затрат, должны предприниматься без формального анализа опасностей и количественных оценок.

Если необходимость очевидна, то цифры только подтверждают эту необходимость. Поэтому надо принимать экстренные меры.

Во многих ситуациях очевидные и недорогие меры еще не решают проблемы безопасности. В таких ситуациях должны применяться аналитические методы.

### **3.1.1. Общие понятия и термины**

Термины надежность, безопасность, опасность и риск часто смешивают, при этом их значения перекрываются. В книге [62] термины анализ безопасности или анализ опасности использованы как равнозначные понятия. Наряду с термином анализ надежности они относятся к исследованию как работоспособности, отказов оборудования, потери работоспособности, так и процесса их возникновения. Если в результате анализа требуется определить параметры, характеризующие безопасность, необходимо в дополнение к отказам оборудования и нарушениям работоспособности системы рассмотреть возможность повреждений самого оборудования или вызываемых ими других повреждений. Если на этой стадии анализа безопасности предполагается возможность отказов в системе, то проводится анализ риска для того, чтобы определить последствия отказов в смысле ущерба, наносимого оборудованию, и последствий для людей, находящихся вблизи него.

Примером изучения надежности может быть анализ того, насколько часто перегревается химический реактор из-за нарушений в работе насосов, теплообменников, системы управления и другого связанного с ним оборудования, а также ошибок человека-оператора. Если задачу анализа расширить и включить в него оценку риска того, насколько часто изменение температуры приводит к взрыву, то здесь речь уже идет о проблеме безопасности (или опасности). Чтобы завершить изучение вопросов безопасности, необходимо проверить, перегревается ли химический реактор при отсутствии отказов оборудования или нарушений правил его эксплуатации, а также по другим причинам, не относящимся к его конструкции.

Если расширить анализ случаев взрыва химического реактора, включив в него рассмотрение последствий, ожидаемую частоту их появления, а также ущерб, вызываемый потерями оборудования и человеческими жертвами, то можно считать анализ риска выполненным. Например, последствиями взрыва из-за изменения температуры могут быть небольшие повреждения за счет разлетевшихся осколков или полная катастрофа вследствие пожара. Одной из целей анализа риска является оценка частоты (вероятности) этих или других возможных последствий из-за отказов в системе.

Конечным результатом изучения степени риска может быть, например, такое утверждение (одно или ряд утверждений): «Возможное число человеческих жертв в течение года в результате взрыва реактора равно  $10^{-4}$ ». Таким образом, на каждые 10 тыс. человек эксплуатации предсказывается гибель одного человека. С точки зрения общества в целом интересно сравнение полученной величины со степенью риска обычных условий человеческой жизни, для того чтобы получить представление о приемлемом уровне риска и иметь основу для принятия соответствующих решений.

Словарным значением слова риск является «возможность человеческих жертв и материальных потерь или травм и повреждений».

Если бы словарь составлялся специалистом по надежности, данное значение звучало бы так: «вероятность человеческих и материальных потерь или повреждений».

В то же время, например, вероятностная величина, равная  $2,5 \cdot 10^{-4}$  смертельных исходов на человека в год, означает, что если бы жители стран Европы имели равную вероятность погибнуть в автомобильных катастрофах, и если бы не было других причин смерти, то все население Европы погибло бы в автомобильных катастрофах в течение 4 тыс. лет. Только то, что мы имеем дело с данными большого масштаба, придает смысл сделанным дальше выводам. Любой отдельно взятый водитель мог бы сказать так: «Для меня все это не имеет смысла. Я могу погибнуть в катастрофе завтра». И он будет прав.

При применении данного вероятностного критерия к оценке риска погибнуть в железнодорожной катастрофе имеется существенная разница между тем, относится ли риск, например, в 0,1 фатального исхода в год, к 100 погибшим в одной катастрофе за 1000 лет или к гибели одного человека в течение каждых 10 лет.

В целом, общественность мало обращает внимание на аварии с единичными жертвами, однако всегда бурно реагирует даже на потенциально опасные объекты, в катастрофах на которых могут погибнуть сотни людей.

Подход к анализу риска построен на классическом принципе определения относительных частот событий при длительных испытаниях. Однако, если анализ риска, связанный с еще не построенным атомным реактором, дает величину, равную  $10^{-6}$  жертв в год, можно утверждать, что здесь речь идет не об относительных частотах при длительных испытаниях, а о «редких событиях», к которым классический вероятностный подход, основанный на статистических выводах, не может быть применен.

Альтернативный подход к проблеме «редких явлений» основывается на субъективистской логике. Такой подход отвергает понятие об истинной вероятности и основывается на идее представления вероятности как меры субъективных мнений и убеждений.

Методы обращения убеждений и мнений в критерий риска включают нетривиальную и подчас противоречивую операцию определения вероятности с использованием опроса экспертов в сочетании с теоремой Бейеса.

### **3.1.2. Общий анализ опасных факторов чрезвычайных ситуаций**

Общий анализ опасных факторов чрезвычайных ситуаций (опасностей) ведется просмотром изучаемой промышленной системы с тем, чтобы выделить проблемы безопасности, нуждающиеся в более подробном анализе. Промышленные предприятия обычно имеют объектовую структуру, которая могла бы стать объектом анализа. Но опасности очень часто имеют внеобъектовый характер. Часто они проявляются вне границ объекта, по этому прово-

дить анализ не обязательно по объектам. Более того, надо концентрировать внимание только на выявлении и оценивании самих опасностей.

Общий анализ опасностей проводится и в других отраслях хозяйства таких, как автомобильный или авиационный транспорт.

Здесь развернутый анализ может выявить потенциальные источники повышенной опасности или ненадежные компоненты агрегатов.

Надо помнить, что конечной целью общего анализа является определение участков, где потребуется более подробный анализ.

Вообще в техногенных системах встречаются различные опасности. В системах, где присутствуют высокие температуры, источники энергии, движения с высокими моментами количества движения, ядовитые газы и т. д., опасные точки обнаружить легко. При общем анализе опасностей эти точки надо выявить и документально оформить.

Кроме анализа характера самой системы, еще два пути способствуют выявлению критических точек:

- 1) хронологическая регистрация событий;
- 2) общие исследования.

Регистрация аварий предусмотрена законом почти для любых видов производства. Сами записи не должны быть самоцелью. Они должны служить отправным пунктом для последующего анализа. Если в законе не предусмотрена достаточная степень подробности записей, то ее надо дополнить. Эти сведения обязательны для зарегистрированных аварий. Однако не предусмотрено описывать аварии, не приведшие к несчастным случаям или приведшие к легким травмам, где удалось обойтись первой помощью. Но именно причины таких событий могут повлечь за собой в будущем серьезные травмы или даже смертельные исходы.

Пока все случаи отклонений от нормы не регистрируются и не приводят к корректирующим действиям, система контроля безопасности не может эффективно работать. Другими признаками, которые нередко порождаются теми же причинами, что и аварии, являются:

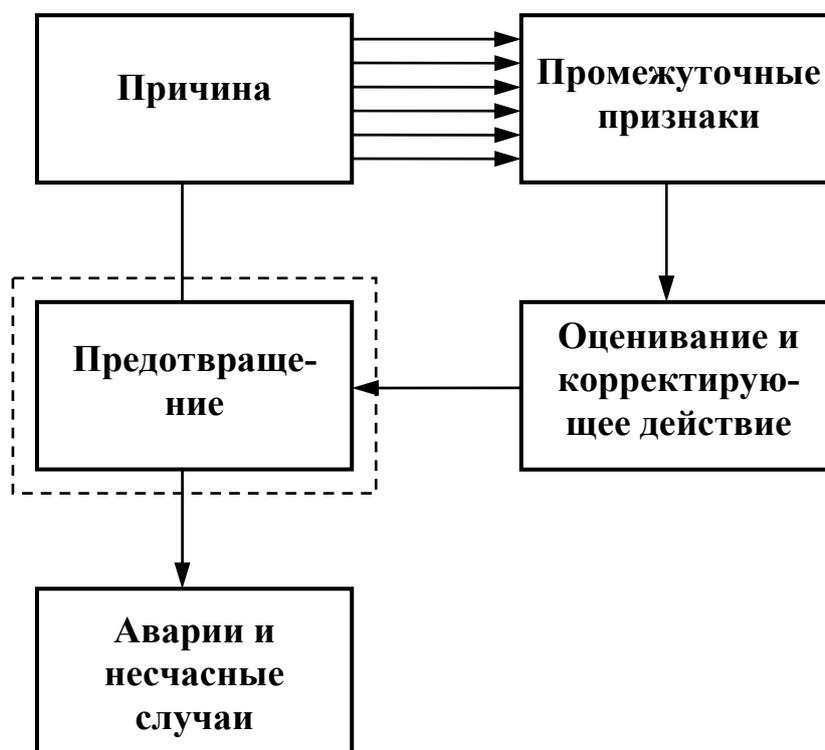
- 1) чрезмерные задержки;
- 2) повреждения изделий;
- 3) возрастание затрат;
- 4) жалобы потребителей;
- 5) жалобы работников производства.

На рис. 3.1 указаны пути влияния причин, приводящих впоследствии к авариям и несчастным случаям. Если удастся обнаружить эти промежуточные признаки и быстро их проанализировать, то можно либо устранить причины, либо, по крайней мере, предотвратить аварии.

Рис. 3.1 можно приспособить к конкретному производству, а приведенный список признаков — лишь пример, который легко расширить для конкретного случая.

Это приводит ко второму пути идентификации критических точек промышленных систем — к общему исследованию. Многие из признаков могут анализироваться по вспомогательным данным, например, таким, как жалобы

потребителей, другие могут быть непосредственно обнаружены опытным глазом. Опытный специалист по технике безопасности способен обнаружить то, что производитель не осознает как промежуточный признак опасности.



**Рис. 3.1 – Структурная схема методики использования промежуточных признаков для предотвращения аварий**

Зато работник эксплуатации и производства может увидеть отклонение от нормы в тех случаях, которые непонятны специалисту по технике безопасности. Таким образом, руководитель службы обеспечения безопасности, желая этого, будет дополнительно вооружен сотнями глаз и ушей производственных работников всего предприятия.

Общий анализ опасностей включает все виды деятельности, за которые ответственен штат службы обеспечения безопасности. Перечислим три предпосылки проведения анализа:

- 1) обычные опасности, обусловленные природой производственного процесса;
- 2) данные, регистрируемые по закону, и наблюдаемые промежуточные признаки;
- 3) исследования, основанные на взаимодействии работников производства и службы обеспечения безопасности.

Результатом общего анализа будет перечень опасностей, на основе которого развернется детальный анализ.

Поскольку анализ проводится на общем уровне, то и правила его проведения выглядят лишь качественно и, возможно, субъективно. Но, как указыва-

лось выше, это необходимый шаг на пути использования количественных методов. На данном этапе не рекомендуется еще переходить к численному анализу, хотя соотношение затрат и прибылей должно иметься в виду. Описание каждой из опасностей следует занести в «Карту общего анализа опасностей».

Перед рассмотрением карты общего анализа опасностей, напомним цели анализа. Первая — разработать план действий последующего анализа и количественных оценок. Но здесь же вскрывается и вторая цель общего анализа. Как подчеркивалось в конце прошлого раздела, очевидные действия могут выполняться без формального анализа. Другими словами, если результат детального количественного анализа предсказуем, то незачем терять время. Общий анализ иногда позволяет выявить очень дешевые контрмеры, которые следовало бы применить немедленно.

Карта общего анализа опасностей представляет собой краткое описание опасности. На карте проставляется дата, дающая возможность устанавливать хронологию выявления опасностей. До описания опасности в верхней части карты указывается номер помещения, дата и составитель карты. Указывается также подразделение, которому принадлежит помещение. При заполнении остальной части карты следует учесть мнение всех заинтересованных служб предприятия. Таким образом, решение о том, что считать опасностью, требующей неотложного вмешательства, подробного анализа, или опасностью, не требующей экстренных мер, является, по крайней мере, отчасти групповым решением.

Основная часть карты разделена на четыре рубрики; 1) серьезность; 2) вероятность; 3) затраты и 4) действия. Каждая из них представлена несколькими категориями. Категории располагаются так, что те из них, которые требуют наибольшего внимания при анализе, находятся внизу перечня. Например, если серьезность опасности — катастрофическая, вероятность аварии — неминуемая, а затраты — номинальные, то необходимы немедленные действия.

Каждая опасность характеризуется серьезностью и вероятностью инцидента. Здесь имеется в виду относительная вероятность для того же интервала времени, для которого рассматриваются и другие опасности.

Затраты требуют особого внимания. Альтернативы в момент составления карты еще не предложены и, значит, затраты по ним не известны. Для ликвидации опасностей могут быть предложены самые различные по эффективности меры от недорогих до требующих значительных затрат, поэтому пока надо ориентироваться на грубые относительные оценки, которые могут быть сделаны на основании опыта работников производства и службы обеспечения безопасности. В этом смысле оценки оказываются относительными и не претендуют на точность.

Столбец «Действия» не заполняется до тех пор, пока не будут собраны и отсортированы все карты общего анализа опасности. Действия по ликвидации менее существенных опасностей откладываются ради устранения опасностей, требующих экстренного вмешательства. Как уже упоминалось, опасности, которые можно выявить без детального анализа и от которых можно избавиться с небольшими затратами, должны немедленно устраняться вне зависимости от

их приоритетности в общем списке. Большинство опасностей относится к категории требующих дальнейшего анализа перед принятием решения. Анализ занимает некоторое время. Первыми анализируются самые неотложные проблемы. Выше указывалось, что полезно рассортировать карты анализа, расположив их в порядке срочности требуемых действий. Это не сложно сделать, используя признак серьезность — вероятность — затраты.

Перед описанием процесса сортировки карт необходимо сделать одно замечание. Категории в картах представлены не количественно и к ним непосредственно неприменимы такие операции, как умножение, сложение и т. д. Их содержание полезно лишь для дальнейшего качественного анализа.

Для предварительной сортировки удобно отобрать все карты с катастрофически серьезными опасностями, располагая затем карты с серьезностью, соответствующей критической, а далее с предельно допустимой и вызывающей беспокойство. Внутри каждой из этих категорий карты сортируются по вероятности аварий соответственно: неотвратимая, значительная, умеренная и небольшая. Наконец, проводится аналогичная сортировка внутри каждой группы по затратам (меньшие затраты на первом месте). Тогда карты окажутся рассортированными по затратам внутри вероятности аварии, далее внутри категорий серьезности. При сортировке серьезности придается наибольшее значение, а затратам наименьшее.

Теперь следует по порядку пересмотреть все карты. Надо сверить первую карту со второй, задавшись вопросом: действительно ли первая опасность критичнее второй? Тут уже выносится субъективное решение на базе всей имеющейся информации. Если покажется необходимым, то карты меняют местами. После контроля первых двух карт вторая сравнивается с третьей. Вне зависимости от того, перемещали ли карты до этого, надо удостовериться, что при перекладке карт расположение их по степени опасности не нарушено. Таким образом, за один просмотр колоды карт достигается упорядоченность оценок общих опасностей.

Когда сортировка закончена, можно снова просмотреть карты, при этом не должна возникать необходимость ни одной перекладки. Теперь по картам можно составить приоритетный перечень. Детальный анализ начнется с первых пунктов этого перечня. Параллельно можно изучать несколько опасностей. Ограниченность бюджета может помешать устранить все опасности, в то же время устранение низкоприоритетных опасностей может оказаться экономически более выгодным. Следовательно, приоритетность для проведения детального анализа не определяется приоритетностью контрмер. Это станет яснее при обсуждении вопросов экономической эффективности. Но до этого надо завершить рассмотрение методов анализа опасностей.

### **3.1.3. Детальный анализ опасных факторов чрезвычайных ситуаций**

К этому моменту окончания общего анализа опасностей, некоторое количество общих опасностей подготовлено к дальнейшему изучению. Уже устранены опасности, не требующие особых затрат и усилий. Остальные опасности

ранжированы в соответствии с качественной оценкой их важности. Теперь предстоит проанализировать эти опасности для оценки влияния контрмер. Результаты анализа будут учтены при изучении экономической эффективности предлагаемых контрмер.

Имеется два комплекса проблем при анализе опасностей: изучение самих опасностей и изучение опасных действий. В описанной ниже процедуре эти проблемы совмещаются. Общие опасности можно рассмотреть на примере разлива металла. Опасностями, согласно общему анализу, могут быть как сам расплавленный металл, так и возможность соприкосновения его с человеком. Соприкосновение может произойти из-за разбрызгивания, переливания через край, нечеткой работы механизмов привода и т. д. С другой стороны, анализ можно проводить, рассматривая действия такие, как поднятие, транспортировка, разливка и т. д. В каждом из них может присутствовать один или более опасных элемент.

Каждая карта общего анализа опасностей породит несколько форм детального анализа: одну для исходного действия и по одной для каждого варианта контрмер или их комбинаций. Эти формы должны иметь поэлементное соответствие друг с другом.

Сначала определяются элементы действий, так как они помогают выявить элементы опасностей. Для анализа используется способ представления движений во времени. Разделение производственной операции на элементы должно производиться следующим образом.

1. Перед анализом проследите за операцией несколько раз в целом. Наблюдать следует за рабочими средней квалификации.

2. Установите точку логического начала операции в последовательности событий.

3. Начиная с этой точки, определите выполняемый элемент операции:

а) не укрупняйте элементов действия с целью удобства анализа — в каждой части действия заключен свой элемент опасности;

б) не мельчите элементы действия так, чтобы один элемент опасности стал перекрывать несколько элементов действия — нет нужды усложнять анализ.

4. Повторите шаг 3 для всей последовательности элементов действия, чтобы не пропустить (зазоры) или не включить дважды (наложения) на один из элементов.

5. Если встречаются варианты или одновременные действия, анализируйте их отдельно, а затем скомбинируйте при составлении общего списка.

6. Сведите поэлементный анализ в форму Детального анализа опасности в том порядке, в котором опасности появляются. Убедитесь в том, что начало и конец любого элемента четко определены.

### **3.1.4. Риск от опасных факторов чрезвычайных ситуаций для населения**

Полная безопасность не может быть гарантирована никому, независимо от образа жизни. Каждый из нас выживает от одного дня до другого, избегая

риска или преодолевая опасности, такие, на пример, как приведенные в табл. 3.1 [62]. При уменьшении риска ниже уровня  $10^{-6}$  в год общественность не выражает чрезмерной озабоченности, и поэтому редко предпринимаются специальные меры для снижения степени риска; мы, например, не проводим свою жизнь в страхе погибнуть от удара молнии. Основываясь на этой предпосылке, многие специалисты принимают величину  $10^{-6}$  как тот уровень, к которому следует стремиться, устанавливая степень риска, обусловленную деятельностью промышленных предприятий.

**Таблица 3.1 – Индивидуальный риск преждевременного фатального исхода, обусловленный различными причинами.**

Причина или место несчастного случая	Приблизительный уровень риска
Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$
Падение	$9 \cdot 10^{-5}$
Пожар	$4 \cdot 10^{-5}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$
Отравление	$2 \cdot 10^{-5}$
Огнестрельное оборудование	$1 \cdot 10^{-5}$
Станочное оборудование	$1 \cdot 10^{-5}$
Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
Падающие предметы	$6 \cdot 10^{-6}$
Электрический ток	$6 \cdot 10^{-6}$
Железнодорожный транспорт	$4 \cdot 10^{-6}$
Молния	$5 \cdot 10^{-7}$
Торнадо	$4 \cdot 10^{-7}$
Ураган	$4 \cdot 10^{-7}$
Катастрофы в ядерной энергетике	$2 \cdot 10^{-10}$
Прочие	$4 \cdot 10^{-5}$

Интересный обзор повседневной деятельности человека, носящей по своей природе случайный характер, был составлен Б. Буллахом. По оси ординат на рис. 3.1 отложена частота несчастных случаев с фатальным исходом, т. е. среднее число погибших в результате несчастных случаев в течение 10 ч при определенных видах деятельности. Вопреки общественному мнению, которое сложилось в результате информационного воздействия, представляющего химическую промышленность, в худшем случае, как постоянный опасный фактор экологического характера или, в лучшем случае, как скопление большого количества отравляющих веществ, на самом деле химическое предприятие является исключительно безопасным местом работы со средним уровнем риска, лежащим в нижней части спектра. Более того, примерно половина жертв (равная для химической промышленности 3,5) обусловлена дорожными и дру-

гими транспортными происшествиями, падениями и т. п., т. е. несчастными случаями, не связанными с технологическим процессом.

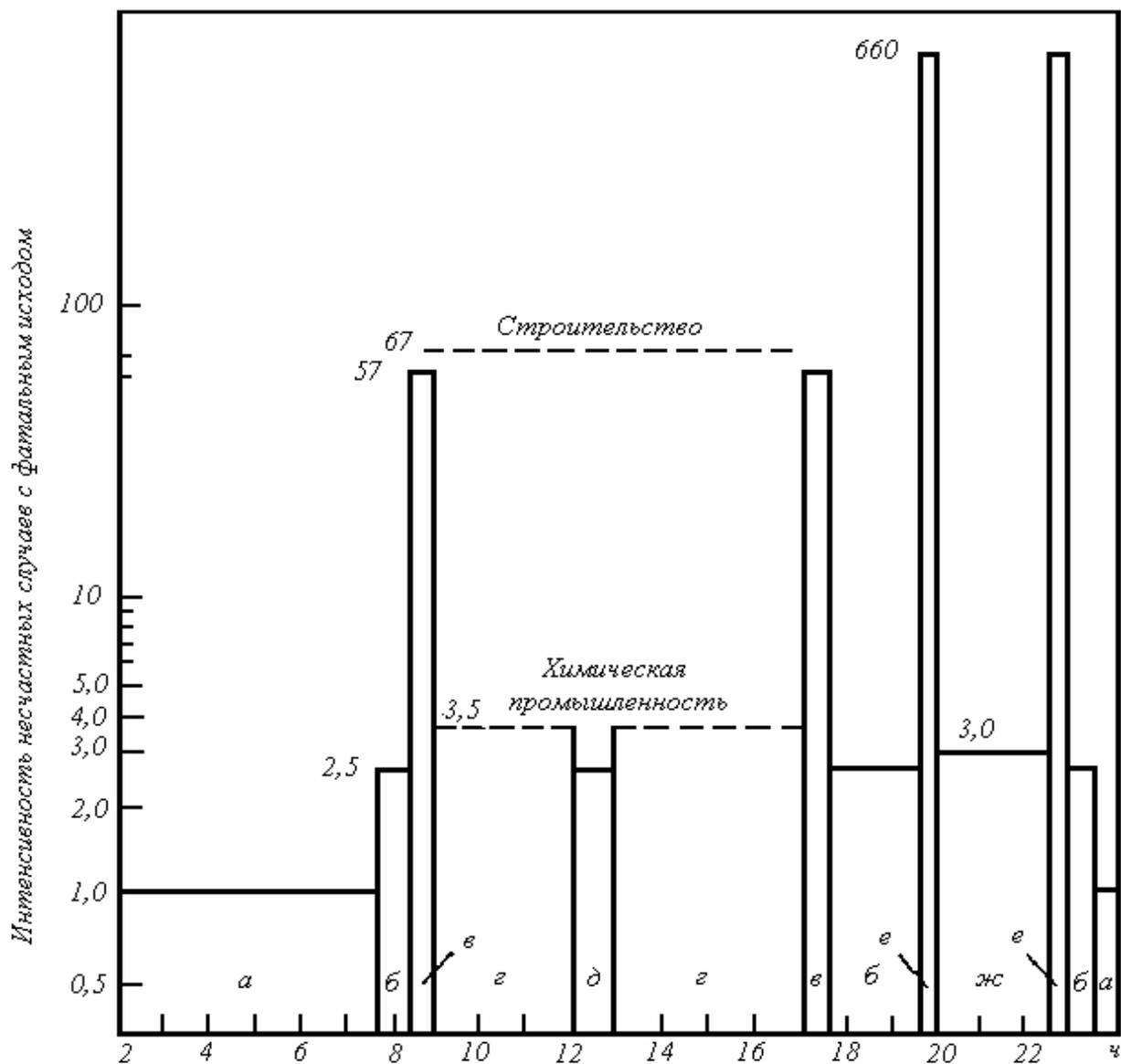
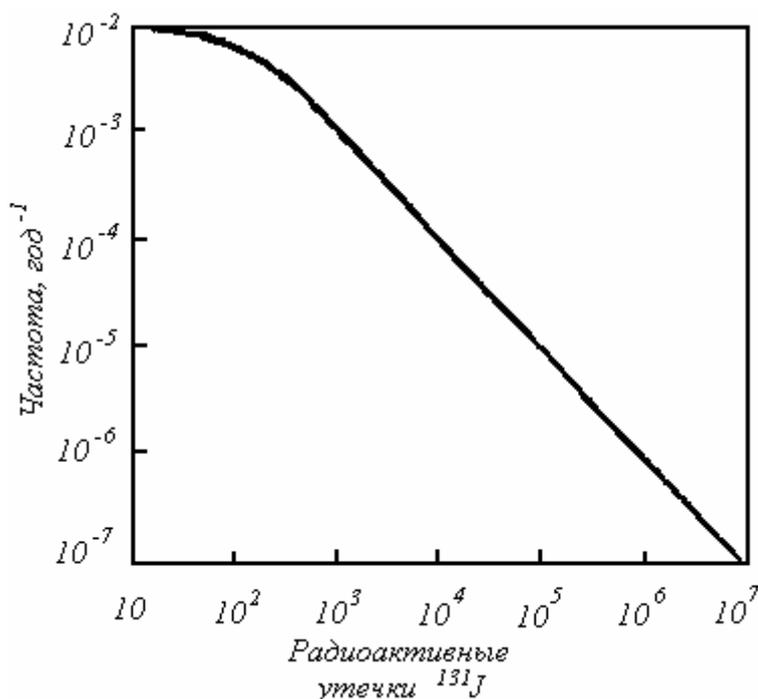


Рис. 3.2 – Сравнительный анализ риска повседневных опасностей (а — сон; б — домашний туалет и принятие пищи; в — поездка на работу и с работы за рулем автомобиля; г — дневная работа; д — обеденный перерыв; е — езда на мотоцикле; ж — развлечения)

Ключевым принципом в анализе риска является идея, предложенная Фармером и заключающаяся в установлении случайной, но тщательно подобранной зависимости между средним количеством радиоактивной утечки в атмосферу из ядерного реактора и вероятностью (средняя частота в год или соответствующая величина среднего отрезка времени между этими событиями) наступления такого события. Таким способом определяется предельная кривая частоты аварийных утечек, которая может использоваться прежде всего в качестве исходных данных проектировщиками новой станции и специалистами по оценке безопасности. Существующая форма предельной кривой частоты

аварийных утечек, в настоящее время используется управлением по атомной энергии Великобритании (см. рис. 3.3)



**Рис. 3.3 – Предельная кривая интенсивности аварийных утечек для йода**

Считается, что кривая отделяет верхнюю область недопустимо большого риска, от области приемлемого риска, расположенной ниже и левее кривой.

Кривую, таким образом, можно использовать в качестве критерия безопасности, определяющего верхнюю границу допустимой вероятности. Если это условие выполняется, основная цель достигнута, а интуиция подсказывает, что она правильная, а именно: аварии, вызывающие небольшие утечки и приводящие к незначительным последствиям, отражающимся на здоровье людей и чистоте окружающей среды, могут случаться сравнительно часто (например, каждые 10 или 100 лет в среднем для одного реактора); чем больше утечка, тем меньше должна быть вероятность или частота ее появления, а для очень больших утечек вероятность действительно должна быть чрезвычайно низкой.

### **3.1.5. Социальные аспекты риска. Общественная оценка степени риска возникновения опасных факторов чрезвычайных ситуаций**

В наше время выявление и количественная оценка риска, которая выполняется квалифицированными специалистами, являются предметом обсуждения общественности. Схема прохождения информации показана на рис. 3.4. В нее включены психологические и социальные аспекты, иными словами, такие понятия, как психологическое благополучие индивидуума в соответствии с его пониманием социального риска и воздействие этих факторов на общество в целом и его отдельных членов. Широко известно, что общественность

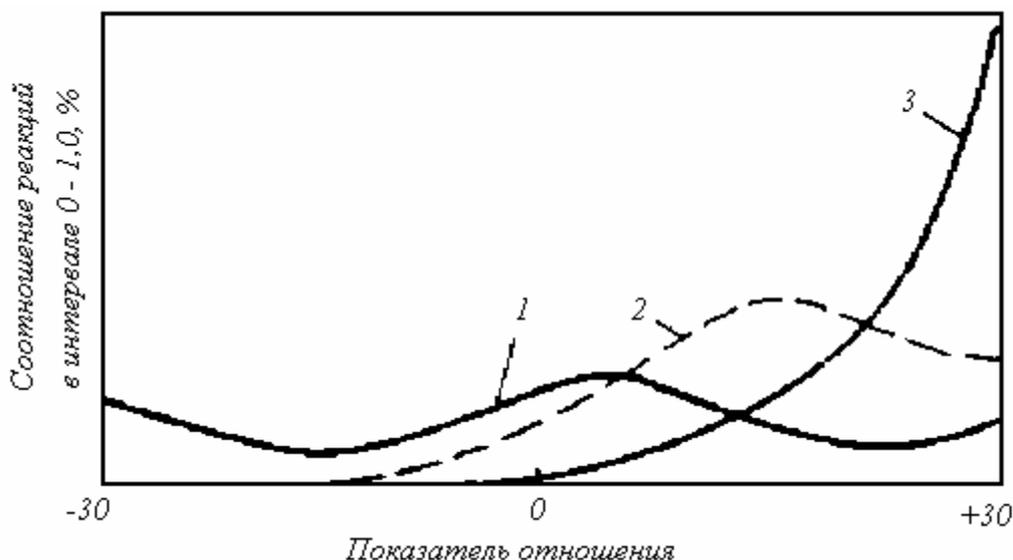
по-разному реагирует на риск: приемлемая степень смертельного риска при добровольном участии на три порядка ( $10^{-3}$ ) выше, чем при вынужденном участии. Поэтому можно ожидать, что средства железнодорожного транспорта в 1000 раз «безопаснее», чем защитное снаряжение альпиниста. Точно так же широко известно, что общество считает одиночные, но с тяжелыми последствиями события менее приемлемыми, чем большое количество малых происшествий при той же степени риска. Приведенные примеры иллюстрируют раздел «общественное мнение» на рисунке.



**Рис. 3.4 – Структурная схема проведения анализа риска**

Подобные наблюдения являются результатом применения методологии, которая основана на учете отношения общества и которая служит для выявления определяющих факторов восприятия людьми технических систем. Обычно считается, что положительное отношение направлено на принятие риска, а отрицательное — на его отвергание.

На рис. 3.5 показано распределение частоты благоприятного отношения общественности к пяти основным видам энергии.



**Рис. 3.5 – Распределение частоты благоприятного отношения общественности к различным видам энергии (1 – ядерная; 2 – уголь и нефть; 3 – солнечная и гидравлическая)**

Было выявлено только три вида распределения. К гидравлической и солнечной энергии отношение исключительно благоприятное; отношение к углю и нефти умеренно благоприятное; что касается ядерной энергии, явно обнаруживается нормальный закон распределения отношения за исключением дополнительных всплесков существенно отрицательного и положительного характера. Последний вид распределения отражает степень поляризации взглядов по отношению к радиоактивным отходам. Анализ, подобный приведенному, представляет определенный интерес, однако результаты далеки от того, чтобы сделать окончательные выводы. Действительно они выражают лишь интуитивные мнения людей и отражают определенную тенденцию, высказанную в интервью. В Европейском регионе, когда бы людям не предоставлялась возможность проголосовать по вопросу ядерной энергии, они голосовали преимущественно в пользу ее применения в мирных целях. Противники ядерной энергии иногда успешно запугивают судебный и административный аппарат. В этой связи интересно отметить, что проведенный в странах Европы опрос общественного мнения показал, что больше доверяют инженерам, чем адвокатам или врачам. Конечно, информация в прессе, относящаяся к аварии на атомной электростанции, может полностью изменить эту картину.

При проведении анализа (второй квадрат на рис. 3.4 в колонке «Анализ риска») может быть применена теория использования или метод оценки затрат-результатов. Когда при анализе проекта учитываются возможность человеческих жертв или меры для их исключения, количественные задачи приводят к необходимости оценить безопасность человеческой жизни в стоимостном выражении.

В принципе имеется пять подходов, которые были предложены для придания денежного выражения мерам по обеспечению безопасности для использования при оценках затрат — результатов.

К ним относятся следующие:

1) Косвенная стоимость. Безопасность человека оценивается в соответствии со стоимостью мероприятий, проводимых с целью уменьшения смертельного риска.

2) Личный капитал. Безопасность оценивается как часть заработка индивидуума, связанного с риском.

3) Страхование. Безопасность оценивается на основе суммы личного страхования.

4) Судебные выплаты. Выплаты по решению суда в качестве компенсации за потерю жизни берутся за основу для определения размера стоимости безопасности.

5) Добровольные платы. Оценивается уменьшение риска по величине добровольной платы за меры безопасности.

**Таблица 3.2 – Оценка безопасности с точки зрения анализа доходов и расходов**

<b>Виды оценок</b>	<b>Стоимость тыс. дол.</b>	<b>Ограничения</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Косвенная стоимость	9 – 9000	Принятые меры безопасности предполагаются оптимальными
Личный капитал	100 – 400	Целиком основан на доходе в течение всей жизни. Не учитывает индивидуальные наклонности. Дискриминируются непродовольственные члены общества.
Страховые премии	Широкий диапазон	Не учитывают индивидуальные интересы в части защиты собственной жизни
Судебные выплаты	до 250	Основаны на потерянных доходах
Добровольная плата	180-1000	С трудом поддается оценке. Зависит от обстоятельств, связанных с риском

Денежные выражения, полученные с помощью этих методов, сведены в табл. 3.2 с указанием ограничений, присущих данным методам. Все приведенные методы так или иначе зависят от дохода индивидуумов, связанных с риском, и от действующих юридических законодательств. Для того чтобы получить правильную величину, которая используется при анализе затрат — результатов, необходимо уделить внимание причине и времени смерти и связанным с ней трагическим обстоятельствам. К примеру, в США суд обычно выносит решение о меньших суммах выплаты при разборе смертельных случаев, чем при потерях трудоспособности.

Последний блок на рис. 3.4 «Стратегия управления риском» включает информацию исторического и политического характера, а также данные об-

щего характера. Таким образом, рассматриваются все технические и социальные аспекты в их взаимосвязи. При этом ключевым моментом являются «политические суждения», а выводы обычно неутешительные. Результаты исследований представлены в табл. 3.3.

**Таблица 3.3 – Оценка числа смертельных случаев вызванных различными источниками энергии в расчете на один гигаватт**

Вид топлива или энергии	Конечная форма энергии	Число жертв на 1 ГВ		суммарное
		Профессиональных	населения	
Метанол, биопродукты	м	110	0	110
Энергия ветра	э	20 - 30	2 – 40	22 – 70
Солнечная, фотоэлектрическая	э	16 – 21	1 – 40	17 – 61
Уголь	э	2 – 10	3 – 150	5 – 160
Солнечная (тепловая)	э	7 – 10	1 – 40	8 – 50
Нефть	э	0,2 – 2	1,4 – 140	1,6 – 142
Солнечная (нагрев помещения)	т	9 – 10	0,4	9 – 10
Гидроэлектрическая	э	2 – 4	1 – 2	3 – 6
Океан (тепловая)	э	2 – 3	0,1	2 – 3
Атомная	э	0,2 – 1,3	0,04 – 0,24	0,25 – 1,5
Природный газ	э	0,1 – 0,4	0	0,1 – 0,4

Конечная форма энергии: э – электрическая; м – механическая; т – тепловая

Анализ данных таблицы показывает, что потребление природного газа и ядерной энергии – видов топлива, используемых для производства электроэнергии и являющихся предметом острых политических дискуссий, существенно меньше связано с риском, чем другие способы получения электроэнергии.

### **3.1.6. Методика прогнозирования риска возникновения чрезвычайного события**

#### ***3.1.6.1. Стадия 1 - мониторинга и предварительного анализа опасности***

Рассматривая опасности технологического характера, отметим, что в своем большинстве риск связан с бесконтрольным освобождением энергии или утечками опасных веществ (радиационных, токсических пожаровзрывоопасных). Обычно одни отделения предприятия представляют большую опасность, чем другие, поэтому в самом начале следует провести разносторонний анализ и разбить предприятие (систему) на подсистемы, для того чтобы выявить такие

участки производства или его компоненты, которые являются вероятными источниками бесконтрольных утечек (опасностей). Следовательно, первыми двумя шагами являются:

Шаг 1. Выявить источники опасности (возможны ли утечки ядовитых веществ, взрывы, пожары и т.д.?).

Шаг 2. Определить части системы, которые могут вызывать эти опасные состояния (химические реакторы, емкости и хранилища, энергетические установки и др.).

В ходе проведения мониторинга подсистем, которые могут вызвать опасные состояния полезно составлять список ключевых выражений и использовать следующие ключевые слова и выражения, для того чтобы обнаружить тенденции в изменениях:

Больше чем	Чем другие
Меньше чем	Так же как
Ни один из	Наоборот
Часть из	Позже чем
	Скорее чем

Средствами к достижению понимания опасностей в системе являются инженерный анализ и детальное рассмотрение окружающей среды, процесса работы и самого оборудования. При этом очень важно знание степени токсичности, правил безопасности, взрывоопасных условий, прохождения реакций, коррозионных процессов и условий возгораемости.

Обычно необходимы определенные ограничения на анализ технических систем и окружающей среды. Например, нерационально в деталях изучать параметры риска, связанного с разрушением ректификационной колонны нефтеперегонного завода из-за столкновения самолета с ней. Однако авиационные катастрофы, сейсмические воздействия и другие маловероятные типы опасностей действительно необходимо принимать во внимание при анализе риска, относящегося к атомной электростанции, потому что важно предусмотреть защиту от этого типа опасностей; теоретически атомная электростанция может вызвать больше жертв, чем ректификационная колонна. Поэтому необходим следующий шаг.

Шаг 3. Следует ввести ограничения на анализ. Например, нужно решить, будет ли он включать детальное изучение риска в результате саботажа, диверсий, войны, ошибок людей, поражения молнией, землетрясений и т. д.

Целью стадии I анализа риска является определение системы и выявление в общих чертах потенциальных опасностей.

Нередко стадия I анализа включает не только предварительное выявление элементов системы или событий, которые ведут к опасным ситуациям. Если задачи анализа расширяются с использованием более формализованных (количественных) приемов, в том числе с включением в рассмотрение последовательности событий, превращающих опасность в происшествие, а также

корректирующих мероприятий для устранения последствий происшествия, то такая процедура называется предварительным анализом опасностей.

В аэрокосмической промышленности, например, опасности, после того как они выявлены, характеризуются в соответствии с вызываемыми ими последствиями.

Обычная схема классификации опасностей следующая.

Класс I — пренебрежимые эффекты.

Класс II — граничные эффекты.

Класс III — критические ситуации.

Класс IV — катастрофические последствия.

На следующей ступени необходимо наметить предупредительные меры (если эти меры вообще могут быть приняты), с тем чтобы исключить аварии класса IV и, по возможности, классов III и II.

Возможные решения, которые следует рассмотреть, показаны на рис. 3.5 в виде дерева решений. После этого можно принять необходимые решения по внесению исправлений в проект в целом или изменить конструкцию оборудования, изменить цели и функции и (или) внести нештатные действия с использованием предохранительных и предупреждающих устройств, противопожарных перегородок и т. п.



Рис. 3.6 – Дерево решений для анализа опасностей

Особое значение при выполнении анализа опасности имеют граничные условия для оборудования и подсистем. Как пример, описывается классический случай, который произошел на ранней стадии разработки баллистических ракет в США.

Четыре основные аварии произошли в результате многочисленных проблем сопряжения блоков. В результате каждой аварии были уничтожены как сами ракеты, так и шахтные стартовые комплексы стоимостью несколько миллионов долларов.

Отказ на космическом корабле «Аполлон-13» произошел из-за трудно контролируемого нарушения условий сопряжения. Во время предстартовой подготовки к термopереключателю нагревателя кислородного бака № 2 было приложено нерасчетное электрическое напряжение. Это вызвало разрушение изоляции проводов, ведущих к вентилятору внутри бака. Во время полета переключателю вентилятора был включен, произошло короткое замыкание, кото-

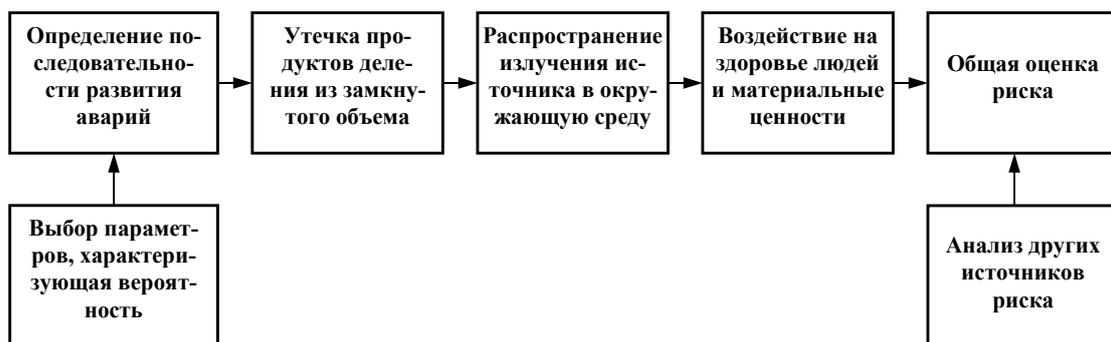
рое вызвало загорание тефлоновой изоляции, приведшее к взрыву кислородного бака.

Стоит отметить, что если нет специальных государственных декретов, директивных документов, предписывающих использование определенных процедур, практика и терминология, используемая в промышленности и относящаяся к стадии I, варьируются в широких пределах. В целом мониторинг и предварительный анализ представляет собой первую попытку выявить техническую или природную системы, отдельные события, которые могут привести к возникновению опасностей. Детальный анализ возможных событий обычно проводится с помощью дерева отказов (событий), после того как система полностью определена.

### **3.1.6.2. Стадия 2 – выявление последовательности опасных ситуаций. Дерево событий и отказов**

Стадия 2 анализа обычно начинается после того, как выбрана и определена конфигурация системы. Два общепринятых аналитических метода, созданных на основе дерева событий и дерева отказов. Другие используемые методики, основаны на анализе видов отказов и вызываемых последствий, а также на анализе критичности.

Рассмотрим в качестве примера изучение безопасности реактора. На стадии I было определено, что преобладающий риск связан с радиоактивными (токсичными) утечками. Стадия 2, как показано на рис. 3.7, начинается с рассмотрения первой задачи – определения последовательности развития аварии. На стадии 1 было выявлено, что критической частью реактора, т. е. подсистемой, с которой начинается риск, является система охлаждения реактора; таким образом, анализ риска начинается с прослеживания последовательности возможных событий с момента разрушения трубопровода холодильной установки, называемого иницирующим событием.



**Рис. 3.7 – Пример решения задачи анализа безопасности техногенного объекта (реактора)**

В отчете с помощью «обратной логики», и метода дерева отказов, получено численное значение вероятности  $P_A$ .

С помощью этой методики, отыскивается элемент оборудования или ошибка человека, которые могут привести к «конечному событию» — потере теплоносителя. Интенсивности отказов, полученные на основе экспериментальных данных по элементам, ошибкам человека, с использованием данных по испытаниям и профилактике системы, объединяются должным образом с помощью метода дерева отказов, для того чтобы определить коэффициент простоя и ненадежность технических систем. Эта процедура на рис. 3.7 выделена в виде задачи 2.

Теперь вернемся к блоку 1, рассмотрев дерево событий при аварии с потерей теплоносителя (АПТ) на типичной атомной электростанции. Авария начинается с разрушения трубопровода, имеющего вероятность возникновения  $P_A$ . Далее анализируем возможные варианты развития событий, которые могут последовать за разрушением трубопровода. В верхней части дерева исходных событий, отображаются веса возможных альтернатив. На первой ветви рассматриваем состояние электрического питания. Если питание есть, следующей по структуре подвергаем анализу аварийную систему охлаждения активной зоны реактора. Отказ приводит к расплавлению топлива и к различным, в зависимости от степени целостности конструкции, утечкам радиоактивных продуктов.

Для анализа с использованием двоичной системы, в которой элементы либо выполняют свои функции, либо отказывают, число потенциальных отказов равно  $2^{N-1}$ , где  $N$  — число рассматриваемых элементов. На практике, как показано ниже, исходное дерево отказов можно упростить с помощью обычной инженерной логики и свести к более простому дереву

В первую очередь представляет интерес вопрос о наличии электрического питания. Вопрос заключается в том, какова вероятность  $P_B$  отказа электропитания и какое действие этот отказ оказывает на другие системы защиты. Если нет электрического питания, фактически никакие действия, предусмотренные на случай аварии с использованием насосов для охлаждения активной зоны реактора и распылителя, не могут производиться. В результате, упрощенное дерево событий не содержит выбора в случае отсутствия электрического питания, и может произойти очень большая авария, вероятность которой равна  $P_A \times P_B$ . В случае, если отказ в подаче электрической энергии зависит от поломки трубопровода системы охлаждения реактора, вероятность  $P_B$  следует подсчитывать как условную вероятность для учета этой зависимости. Очень важно уяснить, что дерево событий используется для определения последовательности событий при аварии, включающей сложные взаимодействия между техническими системами обеспечения безопасности. При его построении используется прямая логика. Вероятность  $P_B$  определяется с использованием обратной логики. При этом строится дерево отказов для подсистемы электропитания. Прямая логика, например та, что использовалась для построения дерева событий, а также для определения видов отказов при анализе последствий, часто называется индуктивной логикой; в то же время логика, используемая при анализе с помощью дерева отказов, называется дедуктивной. При выполнении ПАО используется как индуктивная, так дедуктивная логика.

Если электрическое питание имеется, следующие варианты при анализе зависят от состояния аварийной системы охлаждения активной зоны. Она может работать или не работать, и ее отказ с вероятностью  $P_{C1}$  ведет к последовательности событий. Следует обратить внимание на то, что по-прежнему имеются различные варианты развития аварии. Если система удаления радиоактивных материалов работоспособна, радиоактивные утечки меньше, чем в случае ее отказа. Конечно, отказ в общем случае ведет к последовательности событий с меньшей вероятностью, чем в случае работоспособности. Рассмотрев все варианты дерева отказов, можно получить весь спектр величин возможных утечек и соответствующие вероятности для различных последовательностей развития аварии. Верхняя линия дерева является основным вариантом АПТ, который подвергается анализу в процессе официальной инспекции и приемки каждого реактора. При данной последовательности предполагается, что трубопровод разрушается, а все системы обеспечения безопасности сохраняют работоспособность.

Дерево решений является особой разновидностью дерева событий. В дереве событий рабочие состояния системы не рассматриваются, так что сумма вероятностей всех событий не равна единице. В дереве решений все возможные состояния системы необходимо выразить через состояния элементов. Таким образом, все состояния системы взаимно увязаны, и их вероятность в сумме должна равняться единице. Деревья решений могут использоваться, если отказы всех элементов независимы или если имеются элементы с несколькими возможными состояниями, а также есть односторонние зависимости. Они не могут использоваться при наличии двусторонних зависимостей и не обеспечивают проведения логического анализа при выборе начальных событий.

### ***3.1.6.3. Стадия 3 – анализ риска***

#### *Анализ видов отказов и последствий*

Анализ видов отказов и последствий является анализом индуктивного типа, с помощью которого систематически, на основе последовательного рассмотрения одного элемента за другим анализируются все возможные виды отказов или аварийные ситуации и выявляются их результирующие воздействия на систему. Отдельные аварийные ситуации и виды отказов элементов выявляются и анализируются, для того чтобы определить их воздействие на другие близлежащие элементы и систему в целом.

Эти приемы используются при выборочном методе анализа отказов. АВОП может быть существенно более детальным, чем анализ с помощью дерева отказов, так как при этом необходимо рассмотреть все возможные виды отказов или аварийные ситуации для каждого элемента системы. Например, реле может отказать по следующим причинам: контакты не разомкнулись; запаздывание в размыкании контактов; контакты не замкнулись; запаздывание в замыкании контактов; короткое замыкание контактов на корпус, источ-

ник питания, между контактами и в цепях управления; дребезжание контактов, неустойчивый электрический контакт; контактная дуга, генерирование помех; разрыв обмотки, короткое замыкание обмотки; низкое или высокое сопротивление обмотки; перегрев обмотки; короткое замыкание в цепях питания, управления и контактной группы или на корпус; чрезмерное намагничивание или гистерезис (тот же эффект, что при залипании контактов или запаздывании отпускания).

Дополнительно для каждой категории оборудования должен быть составлен перечень необходимых проверок. Например, для баков, других емкостей и секций трубопроводов такой перечень может включать следующее.

Переменные параметры: расход, количество, температура, давление, рН, насыщение и т. д.

Системы: нагрева, охлаждения, электропитания, подачи воды, воздуха и азота, управления и т. д.

Особые состояния: обслуживание, включение в работу, выключение, смена катализатора и т. д.

Изменения условий или состояния. Слишком большие, слишком малые, нет больше, гидроудар, несмешиваемость, осадок, дрейф, вибрация, пульсация, пожар, падение, механическое повреждение, коррозия, разрыв, утечка, взрыв, износ, открытие оператором, переполнение жидкостью.

Прибор: чувствительность, настройка, запаздывание.

### *Анализ критичности*

Критичность устанавливается несколькими способами, в том числе при разных целях анализа, как это было проиллюстрировано выше, описывающем степени критичности различных опасностей в системе.

Так, например, методика, рекомендованная для аэрокосмической техники, определяет категории критичности для различных видов отказов элементов:

Категория 1: Отказ, потенциально приводящий к жертвам.

Категория 2: Отказ, потенциально приводящий к невыполнению основной задачи.

Категория 3: Отказ, приводящий к задержкам или потере работоспособности.

Категория 4: Отказ, приводящий к дополнительному, незапланированному обслуживанию.

Введение категорий критичности является очевидным «следующим шагом» после проведения АВОП. АВОП/АК — анализ видов отказов, их последствий и критичности. Элементы можно классифицировать, вычислив коэффициенты критичности  $C_r$ :

$$C_r = S_{i=1}^N baK_E K_A L_G t 10^6, n=1,2,\dots,N$$

где  $C_r$  — коэффициент критичности для элементов системы в потерях на миллион попыток;  $n$  — число критичных видов отказов элемента системы, которые попадают под конкретное определение потерь;  $N$  — суммарное число критических видов отказов элементов системы, соответствующих данному определению потерь;  $L_G$  — соответствующая частота отказов элементов системы, выраженная в отказах за час или цикл работы;  $t$  — время работы в часах или число рабочих циклов данного элемента при выполнении программы;  $K_A$  — коэффициент, учитывающий разницу между загрузкой элемента при определении параметра  $L_G$  и ожидаемой загрузкой элемента в данной системе;  $K_E$  — коэффициент окружающих условий, учитывающий разницу между окружающими условиями при замере параметра  $L_G$  и ожидаемыми условиями работы элемента.

*Примечание.* При упрощенном вычислении следует пренебрегать коэффициентами  $K_E$  и  $K_A$ , а значение  $L_G$  использовать в качестве приближенного значения интенсивности отказов для данного вида отказа и условий работы.

$a$  — коэффициент отношения данного вида отказа к критическому. Этот коэффициент для данного вида отказа есть доля от  $L_G$ , вносимая этим отказом в критическое состояние системы;  $b$  — условная вероятность того, что последствия отказа для данного вида критического отказа имеют место при условии, что произошел критический отказ данного вида. Значение  $b$  следует выбирать из следующего набора величин:

Последствия отказа	Типичные значения
	P, %
Фактические потери	100
Вероятные потери	10-100
Возможные потери	0-10
Отсутствие потерь	0

$10^6$  — множитель, переводящий коэффициент  $C_r$ , от потерь на попытку к потерям на 1 млн. попыток. Таким образом,  $C_r$  обычно больше единицы.

Следует заметить, что данный метод разграничения не дает количественной оценки возможных последствий или ущерба. Основная его ценность заключается в улучшении качества системы путем определения:

Какой из элементов должен быть подвергнут детальному анализу с целью исключения опасностей, приводящих к возникновению аварии, т. е. с целью создания безотказной конструкции, снижения интенсивности отказов или ограничения ущерба?

Какой элемент или узел требует особого внимания в процессе производства, более жесткого контроля качества и нуждается в особо осторожном обращении в течение всего времени использования?

Каковы специальные требования для поставщиков, подлежащие включению в перечень характеристик, которые относятся к конструкции, функционированию, надежности, безопасности или гарантии качества?

Каковы нормативы входного контроля, которые должны быть установлены для элементов, получаемых от субподрядчиков, и для параметров, подлежащих наиболее тщательной проверке?

Где следует вводить специальные процедуры, правила безопасности, применять защитное оборудование, контрольные приборы или сигнальные системы?

Где можно наиболее эффективно затратить усилия и использовать средства для предотвращения аварии? Это является наиболее важным, так как на каждую программу обычно выделяются ограниченные средства.

### *Анализ причин – последствий*

Диаграммы причин — последствий были впервые предложены в Дании в лабораториях RISO. Их составление начинается с выбора критического события. Критические события выбирают таким образом, чтобы они служили удобными отправными точками для анализа, причем большинство аварийных ситуации развивается за критическим событием в виде цепи отдельных событий.

Типичными критическими событиями, ведущими к аварийным ситуациям, могут быть возмущения основных параметров технологического процесса в баках или контейнерах; расширение диапазона давления или степени загрязнений; начало процесса выпуска партии продукции или начало процедуры пуска или остановки; событие, которое приводит в действие систему обеспечения безопасности.

«Выявление последствий», являющееся частью анализа «причин—последствий», начинается с выбора первичного события с последующим рассмотрением всей цепи вызываемых в системе событий. На различных ступенях цепи могут разветвляться и развиваться по двум направлениям в зависимости от различных условий. Например, начало пожара может привести к двум цепям событий: постепенному уничтожению всего предприятия или включению пожарной сигнализации с вызовом пожарной команды. Цепь событий может принять различные взаимоисключающие формы в зависимости от изменяющихся условий. Например, распространение пожара может зависеть от того, произошел ли он в час пик, что мешает своевременному прибытию пожарной команды на место происшествия.

Процедура построения диаграммы последствий состоит из выбора первого инициирующего события, за которым следуют другие события, определенные на данном этапе работы; после этого следует ответить на вопросы:

При каких условиях данное событие ведет к развитию последующих событий?

Каковы переменные условия для данного предприятия, которые ведут к развитию разных вариантов событий?

На какие другие элементы данное событие оказывает действие?

Какое последующее событие вызывается данным событием?

При анализе «причин — последствий» используются комбинированные методы дерева отказов (выявить причины) и дерева события (показать последствия), причем вес явления рассматриваются в естественной последовательности их появления. Так же как и деревья отказов, их конструкция будет описана подробно дальше.

### **3.1.7. Построение дерева отказов и таблицы решений**

Деревья отказов и диаграммы причин-последствий являются сложными логическими структурами, их построение и количественный анализ требуют, по меньшей мере, твердых знаний булевой алгебры, теории множеств и других сложных разделов современной математики.

Основной целью анализа надежности и безопасности является уменьшение вероятности аварии и связанных с ними человеческих жертв, экономических потерь и нарушении в окружающей среде.

Человеческие потери включают:

- 1) гибель;
- 2) травмы;
- 3) болезни или утрату трудоспособности.

Экономическими потерями являются:

- 1) прекращение производства или обслуживания;
- 2) изготовление некондиционной продукции, некачественное обслуживание;
- 3) потери оборудования и капитальных сооружений.

Некоторыми видами нарушений в окружающей среде являются:

- 1) загрязнение воздуха и водоемов;
- 2) другие нарушения в окружающей среде, например появление неприятных запахов, вибраций, шума и т. д.

Потери случаются тогда, когда одни или несколько исходных отказов приводят к опасной ситуации в системе. Наиболее часто встречающимися типами исходных отказов являются:

1. События, относящиеся к человеческой деятельности:

- а) ошибки оператора;
- б) дефекты конструкции;
- в) ошибки при обслуживании.

2. События, относящиеся к оборудованию:

- а) утечка токсичной жидкости через клапан;
- б) отсутствие смазочного материала в механизме;
- в) неправильные сигналы чувствительных элементов.

3. События, связанные с окружающей средой:

- а) землетрясения или оползни;
- б) штормы, наводнения, торнадо;
- в) самовозгорания, вызываемые искрами или молниями.

Опасности в системах часто вызываются сочетанием сразу нескольких типов отказов, т. е. отказами оборудования плюс ошибками человека и (или) стихийными бедствиями. К типичным мероприятиям, проводимым с целью минимизирования опасности и риска, относятся:

- 1) резервирование оборудования;
- 2) инспекция и профилактика;
- 3) установка защитных систем, таких как противопожарные спринклерные устройства, брандмауэры, предохранительные клапаны, системы аварийного охлаждения;
- 4) аварийная сигнализация.

Главной целью при изучении опасностей, свойственных системе, является определение причинных взаимосвязей между исходными аварийными событиями, относящимися к оборудованию, персоналу и окружающей среде и приводящими к авариям в системе, а также отыскание способов устранения вредных воздействий путем перепроектирования системы или ее усовершенствования.

Причинные взаимосвязи можно установить с помощью дерева отказов, которое затем подвергается качественному и количественному анализам. После того как сочетания исходных аварийных событий, ведущих к возникновению опасных ситуаций в системе, выявлены, система может быть усовершенствована и опасности уменьшены.

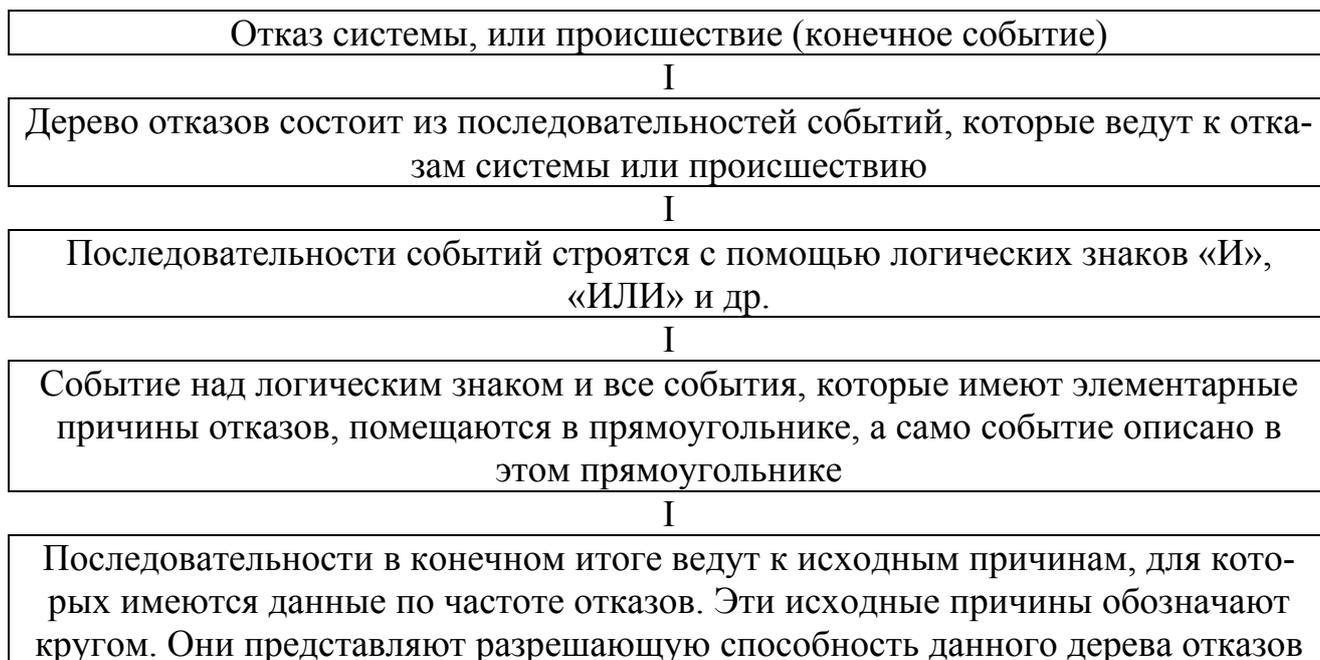
Метод анализа с помощью дерева отказов был разработан Х. А. Уотсоном в 1961—1962 гг. при проведении анализа системы управления запуском ракеты «Мннитмен». Первыми публикациями были доклады, представленные в 1965 г. на симпозиуме по надежности, организованном Университетом штата Вашингтон и фирмой «Боинг», где группа специалистов, включавшая Д. Ф. Хаасля, Р. Дж. Шродера, У. Р. Джексона и др., использовала и развила эти методы.

Ценность дерева отказов заключается в следующем:

- 1) анализ ориентируется на отыскание отказов;
- 2) выявляются такие аспекты системы, которые имеют большое значение для рассматриваемых отказов;
- 3) обеспечивается графический, наглядный материал для той части руководства промышленности, которая детально не информируется о проводимых изменениях конструкции;
- 4) обеспечивается возможность проведения качественного или количественного анализа надежности системы;
- 5) метод позволяет специалисту поочередно сосредоточиваться на отдельных конкретных отказах системы;
- 6) обеспечивается глубокое проникновение в процесс работы системы.

К этому можно добавить, что деревья отказов, как и другие виды подобных технических материалов, являются средством общения специалистов, поэтому они должны быть представлены в четкой и наглядной форме.

Структура дерева отказов показана на рис. 3.8.



**Рис. 3.8 – Основная структура дерева отказов**

Нежелательное событие помещается сверху (конечное событие) и соединяется с рядом элементарных исходных отказов путем констатации событий и логических символов. Главное преимущество дерева отказов по сравнению с другими методами заключается в том, что анализ ограничивается выявлением только тех элементов системы и событий, которые приводят к данному конкретному отказу системы или аварии.

С начала 70-х годов были разработаны технические приемы анализа с помощью дерева отказов с применением вычислительных машин, которые получили очень широкое распространение. В настоящее время это наиболее популярный метод, который в большинстве приложений заменил способ с применением структурных схем. На самом деле, проведение анализа при помощи дерева отказов или его ближайшего аналога — анализа причин последствий официально введено рядом правительственных учреждений, ответственных за безопасность рабочего персонала и (или) населения.

Однако последний метод является более универсальным, чем метод дерева отказов и найдет более широкое применение в будущем. Его универсальность вытекает из следующих факторов.

1. Могут быть показаны несколько состояний отказа элемента. Дерево отказов представляет собой схему булевой логики, на которой показывается только два состояния: рабочее и отказавшее, например функционирующий клапан и отказавший. В таблицах решений можно показать дополнительные состояния, такие, как «сокращенный расход через клапан» и т. д.

2. В системах, имеющих контуры регулирования, а также другие особенности, время возникновения и (или) последовательность событий при отказах имеют большое значение. Дерево отказов описывает систему в определенный момент времени (обычно в установившемся состоянии), и последовательности событий могут быть показаны с большим трудом, если это вообще оказывается

возможным; в то же время приемы, основанные на таблицах решений, могут быть легко распространены даже на такие сложные устройства, как многоконтурные системы управления. Диаграммы причины — последствия потенциально также применимы для анализа систем с более сложной логикой, чем деревья отказов.

Таблицы решений — это не графический способ представления информации, каким являются деревья отказов или диаграммы причин-последствий. Однако когда дерево отказов становится очень громоздким, трудно отыскивать ошибки, а логические связи с трудом поддаются прослеживанию или становятся слишком запутанными.

Построение дерева отказов является, по-видимому, определенным видом искусства в науке. Нет двух аналитиков, которые составили бы два идентичных дерева отказов (хотя эти деревья должны быть эквивалентными в смысле выявляемых видов отказов).

### **3.1.8. Оценка экономической эффективности мероприятий по устранению опасности проявления чрезвычайных ситуаций**

Общий и детальный анализ опасностей дают качественную картину проблем безопасности и их решения. Одна проблема все-таки остается. Это — выбор альтернатив, которые бы обеспечили наибольшую безопасность при заданных ограничениях бюджета. Эта проблема не возникала бы, если бы одна из выбранных альтернатив обеспечивала желаемый уровень безопасности при наименьших затратах. Но это разные проблемы. Дело в том, что желательно, чтобы аварии вообще были исключены, но для этого потребовались бы бесконечно большие затраты. Следовательно, единственно реальная постановка задачи содержит ограничения возможных затрат. Это не препятствует одновременному рассмотрению нескольких возможных ограничений бюджета, что дает лицу, принимающему решение, большую широту при распределении бюджета.

Исходной информацией для анализа затраты — эффективность служат результаты детального анализа опасностей. Данные эти получены с помощью качественных заключений, которые должны быть основаны на широком участии работников службы обеспечения безопасности и руководителей производства. В этой главе не делалось попыток получить количественные результаты, которые могли бы трактоваться как оптимальные при заданных ограничениях. Приведенная выше процедура является для лица, принимающего решение, средством выработки наилучшего качественного решения, учитывающего согласования различных мнений.

Основная цель анализа затраты — эффективность также не только в получении оптимальных решений. Это инструмент рационального мышления. И как существуют десятки способов проведения анализа опасностей, так, вероятно, можно предположить сотни способов выполнения анализа затраты — эффективность. Здесь будет дан один из вариантов, применимый к специфическим условиям безопасности.

Для оценки экономической эффективности существенны две особенности.

1. Должны существовать альтернативные средства увеличения безопасности системы.

2. В задаче должны быть сформулированы разумные ограничения.

Вообще говоря, на любом уровне развития системы всегда имеются две альтернативы: применить некоторую контрмеру или оставить систему работать без изменений. Если контрмера неприемлема, то вопрос ставится так: функционировать системе или нет, т.е. осталась одна альтернатива. Но чаще может быть предложено несколько контрмер, тогда целесообразна оценка их экономической эффективности.

В связи с рассмотрением ограничений финансового характера обсуждались и другие ограничивающие критерии. Большинство систем не является только системами обеспечения безопасности, они существуют не ради безопасности. И, если считать, что «безопасность — наша главная задача», то все остальные системы просто не нужны. Рассматривая соотношение между финансовым риском и риском в отношении безопасности для систем, с которыми мы имеем дело, важен риск безопасности, поэтому принимаемое решение будет наилучшим тогда, когда при заданных ограничениях бюджета риск будет наименьшим. Исключение нереальных целей и разумное объединение целей безопасности с другими целями системы поможет более обоснованному принятию решений по вопросам безопасности.

Очень часто ограничения определяются самой системой. То, что считается недопустимым для производственных условий, может оказаться вполне привычным для условий эксплуатации, риск военных операций несравним с риском операций производственных.

Чтобы учесть эти различия, следовало бы рассматриваемую ниже процедуру оценивания соотношения затраты — эффективность объединить с общим анализом экономической эффективности системы. Но это выходит за рамки данной книги. Использование безопасности как одного из критериев оценки экономической эффективности систем в целом можно найти в большинстве книг по этому вопросу.

### **3.1.9. Определение относительной опасности территории**

Количественная сравнительная оценка природной и техногенной безопасности регионов Европы необходима для управления безопасностью населения путем выдачи рекомендаций по распределению бюджетных средств между регионами на предотвращение чрезвычайных ситуаций и смягчение их последствий, разработки государственных и региональных программ, направленных на повышение безопасности жизнедеятельности в наиболее опасных регионах.

Меры по управлению безопасностью населения состоят в следующем:

– оперативная и долгосрочная оценка рисков ЧС как в масштабе всего Европейского региона, так и в рамках отдельно взятой страны;

– планирование на основе этих оценок мероприятий по снижению рисков и смягчению последствий ЧС;

– сравнительная оценка опасности регионов, их ранжирование и определение доли бюджетных ресурсов на снижение рисков и смягчение последствий ЧС в каждом регионе.

Для сравнительной оценки можно использовать следующие методы:

– статистический, основанный на анализе статистики ЧС по регионам за ряд лет и определении показателей опасности;

– вероятностный, основанный на применении математических моделей, связывающих предпосылки к ЧС с возможностью их проявления (например, вероятностный анализ безопасности ядерных реакторов);

– экспертный, основанный на экспертном оценивании в сочетании с теорией нечетких множеств.

Достоинством статистического метода является объективность. Вероятностный и экспертный методы позволяют учесть источники потенциальной опасности, которые проявляются в форме ЧС редко, но последствия, от которых являются катастрофическими (например, авария на Чернобыльской АЭС, землетрясения и др.). Однако вероятностный метод чрезвычайно громоздок и трудоемок, требует большого числа исходных данных, что приводит к низкой точности получаемых результатов. При отсутствии апробированных математических моделей и достаточно достоверных исходных данных для них, влиянии на возможность реализации масштабных ЧС большого числа трудно формализуемых исходных данных целесообразно, воспользоваться экспертным методом.

Проведем анализ известных экспертных методов.

### *Интуитивные оценки опасности территорий*

Количественную оценку качественного признака, характеризующего опасность территории, можно получить на основе сравнения территорий друг с другом. Получаемые при этом оценки являются относительными, поскольку зависят от того, какие территории сравниваются.

Решая задачу получения относительных опасностей территорий по какому-либо признаку при их небольшом числе ( $m \leq 10$ ), эксперт может установить их интуитивно (говорят, что эксперт должен разделить единицу между  $m$  территориями). Устанавливая относительные веса элементов интуитивно, эксперт выставляет оценки такими, какими они ему представляются. При этом его суждения опираются на профессиональную подготовку, но не являются результатом каких-либо рассуждений или вычислений.

При большом ( $m > 10$ ) числе территорий определение относительных весов должно опираться на формализованную процедуру, основанную либо на попарных сравнениях территорий, либо на сравнениях одной территории с несколькими. Сравнивая между собой территории, эксперт отвечает на вопрос: у какой из сравниваемых территорий и насколько сильнее выражен рассматриваемый признак. Однако веса, полученные на основе ин-

туитивного метода, характеризуются высокой субъективностью выставляемых оценок, поскольку при их выставлении эксперт, в сущности, производит оценку своих знаний по данной предметной области. Следовательно, применение этого метода получения относительных весов нецелесообразно.

### *Метод фон Неймана-Моргенштерна*

Для того чтобы оценить степень предпочтения одной территории другой, вводятся количественные оценки предпочтительности территорий  $h_1, \dots, h_m$ . Наиболее предпочтительной по сравниваемому признаку ( $m$ -й) территории присваивается оценка  $h_m = 1$ . Затем эксперт выбирает такие значения величин  $e_i$  ( $i = 1, \dots, m - 1$ ),  $e_i \in [0, 1]$ , при которых будут справедливы соотношения  $e_i \cdot h_i = h_m$ , откуда  $h_i = h_m / e_i$ . После этого эксперт должен определить значения  $e_{ij}$  ( $i = 1, \dots, m - 2; j = 2, \dots, m - 1, j > i$ ), удовлетворяющие условию  $e_{ij} \cdot h_i = h_j$ . Оценки предпочтительности территорий, выставленные экспертом, считаются согласованными, если имеет место равенство  $e_{ij} = e_i / e_j$ . В противном случае нужно установить новые значения  $e_i$  ( $i = 1, \dots, m - 1$ ).

Общее число оценок, которые должен установить эксперт, составляет  $m(m - 1)/2$ . Квадратичная зависимость числа оценок от числа сравниваемых территорий делает этот метод трудоемким. Эксперт сравнивает попарно все территории и дает количественную оценку каждому такому сравнению, после чего может возникнуть необходимость в многочисленных корректировках. Для получения относительных весов территорий по рассматриваемому признаку вычисляют оценки  $q_i = h_i / \sum_{i=1}^m h_i$  ( $i = 1, \dots, m$ ).

Трудоемкость получения весов делает использование этого метода также нецелесообразным, поскольку основные затраты сил и средств приходятся на этап экспертного оценивания, а не на этап обработки его результатов.

### *Метод попарных сравнений*

Эксперту поочередно предъявляются все пары территорий, и он каждый раз устанавливает, какой из элементов предпочтительнее по рассматриваемому признаку. При этом он заполняет матрицу попарных сравнений  $W$ , элементы которой

$$w_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{если } \theta_i > \theta_j; \\ 1, & \text{если } \theta_i \approx \theta_j; \quad (i, j = 1, \dots, m). \\ 0, & \text{если } \theta_i < \theta_j; \end{cases}$$

Элементы матрицы обладают свойствами: 1) при  $i = j$   $w_{ij} = 1$ ; 2)  $w_{ij} + w_{ji} = 2$ . В качестве относительных весов территорий принимаются компоненты нормированного собственного вектора матрицы  $W$  на  $k$ -м шаге итераций:

$$q_i^{(k)} = \frac{1}{\lambda^{(k)}} \sum_{j=1}^m w_{ij} q_j^{(k-1)}$$

$$\lambda^{(k)} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m w_{ij} q_j^{(k-1)}$$

Требуемую точность вычислений  $\varepsilon$  компонент собственного вектора устанавливают заранее, останавливая расчеты на шаге  $k$  в случае выпол-

нения  $m$  условий  $\left| q_i^{(k-1)} - q_i^{(k)} \right| \leq \varepsilon, \quad \forall i$ . Данный метод получения весов эле-

ментов обладает рядом достоинств: достаточно простая процедура выставления оценок и формализованное вычисление весов. Однако необходимо отметить недостаток, состоящий в том, что преимущество одной территории над другой может быть как угодно большим, а оценка для этого случая всего одна – 2.

#### *Метод попарных сравнений с количественной оценкой предпочтения*

Эксперт в процессе попарных сравнений не только выбирает в каждой паре предпочтительную территорию, но и указывает, во сколько раз эта территория предпочтительнее по рассматриваемому признаку, чем другая территория пары. Заполняя матрицу попарных сравнений  $W$ , эксперт, как правило, пользуется шкалой попарных сравнений. Примером подобной шкалы может служить шкала Т. Саати, согласно которой территориям могут быть выставлены оценки от 1 (территории одинаково опасные или безопасные) до 9 (первая территория пары намного опаснее второй).

Метод попарных сравнений с количественной оценкой предпочтения наиболее приемлем для определения относительных опасностей территорий, поскольку не требует обязательной транзитивности предпочтений эксперта, а обработка матриц попарных сравнений легко реализуема на ЭВМ.

Анализ методом вычисления относительных весов показывает, что наиболее приемлемым для определения относительных опасностей тер-

риторий является метод попарных сравнений с количественной оценкой предпочтения.

### *Способы повышения достоверности результатов экспертного оценивания*

Для повышения достоверности вычисляемых относительных весов территорий могут быть использованы следующие способы:

1. Привлечение к выставлению оценок группы экспертов. Относительные веса территорий, полученные одним экспертом, часто не могут быть приняты как достоверные вследствие высокой субъективности выставленных оценок. Поэтому к оцениванию целесообразно привлекать группу экспертов, каждый член которой проводит попарные сравнения территорий. Тогда в качестве относительных весов территорий по рассматриваемому признаку, полученных группой экспертов, принимаются усредненные или вычисленные с учетом компетентности экспертов относительные веса территорий, полученные каждым из членов группы;

2. Оценка согласованности мнений экспертов. При реализации метода попарных сравнений рекомендуется проверять согласованность мнений экспертов группы с целью определения возможности использования результатов для получения относительной информации. Для этого вычисляют коэффициенты вариации

$$g_{ij} = \frac{\sqrt{\frac{1}{z-1} \sum_{k=1}^z (w_{ij}(k) - w_{ij})^2}}{w_{ij}},$$

где  $w_{ij}(k)$  – элементы матрицы  $W(k)$ , полученной от  $k$ -го из  $z$  экспертов;  $w_{ij}$  – их усредненные значения. Согласованность считают удовлетворительной при всех  $g_{ij} \leq 0,3$ , хорошей – при всех  $g_{ij} \leq 0,2$ . В случае неудовлетворительной согласованности экспертам предлагается критически оценить результаты сравнений территории и, при необходимости, внести коррективы. После этого повторяется обработка вновь заполненных матриц попарных сравнений и проводится оценка согласованности.

### *Нечеткая модель для получения относительной информации*

Относительная информация об опасности территорий может быть получена на основе теории нечетких множеств с привлечением методов экспертного оценивания. Для получения относительной информации выберем нечеткую переменную, которая описывала бы опасность территорий, и построим функцию принадлежности территорий нечеткому множеству, смысл которого формализован выбранной нечеткой переменной. В качестве таких переменных целесообразно использовать "наиболее опасная территория" и "опасная территория".

Для определения количественных оценок степени опасности территорий введем нечеткую переменную "опасная территория", определенную на дискретном множестве  $\Theta = \{\theta\}$  из  $m$  территорий. Нечеткое множество  $\tilde{A}$  на множестве  $\Theta$  представляет собой совокупность пар  $\tilde{A} = \{\langle \mu_A(\theta)/\theta \rangle\}$ , где  $\mu_A(\theta)$  - степень принадлежности территории  $\theta \in \Theta$  к множеству  $\tilde{A}$ . Большие значения  $\mu_A(\theta)$  соответствуют территориям, в большей степени отвечающим смыслу нечеткой переменной "опасная территория".

Для вычисления степеней принадлежности территорий нечеткому множеству  $\tilde{A}$  воспользуемся методом попарных сравнений по качественному признаку с количественной оценкой предпочтения.

Для получения матриц попарных сравнений проводят опрос  $z$  экспертов относительно того, насколько, по их мнению, территория  $\theta_j$  более соответствует смыслу нечеткой переменной "опасная территория", чем территория  $\theta_i$ . Для выставления оценок  $w_{ij}$  эксперт с помощью шкалы Т. Саати (табл. 3.4) сравнивает предполагаемые им опасности пары территорий.

**Таблица 3.4 – Шкала попарных сравнений Т. Саати**

Значение $w_{ij}$	Определение	Пояснение
1	Территории одинаково опасны (безопасные)	Территории обладают примерно одинаковой опасностью
2	Промежуточное значение	
3	Слабое превосходство	Эксперт считает, что опасность первой территории пары несколько выше, чем второй
4	Промежуточное значение	
5	Сильное превосходство	Эксперт считает, что опасность первой территории пары определено выше, чем второй
6	Промежуточное значение	
7	Явное превосходство	Эксперт считает, что опасность первой территории пары явно выше, чем второй, и статистика это подтверждает
8	Промежуточное значение	
9	Абсолютное превосходство	У эксперта нет никаких сомнений относительно того, что опасность первой территории пары значительно выше, чем второй

Элементы матрицы попарных сравнений (рис.3.9) обладают следующими свойствами: при  $i = j$   $w_{ij} = 1$ ;  $w_{ji} = 1/w_{ij}$ .

	1 терр.	2 терр.	...	$m$ терр.
1 терр.	1	$w_{12}$	...	$w_{1m}$
2 терр.	$1/w_{12}$	1	...	$w_{2m}$
...	...	...	...	...
$m$ терр.	$1/w_{1m}$	$1/w_{2m}$	...	1

**Рис. 3.9 – Матрица попарных сравнений территорий по опасности**

В результате экспертного оценивания получим  $z$  матриц попарных сравнений, которые в общем случае не являются транзитивными.

#### *Обработка матриц попарных сравнений*

В качестве весов, полученных в результате экспертного оценивания, принимают компоненты максимального собственного вектора матрицы попарных сравнений  $W$ , для вычисления которых возможно использование двух способов – точного и приближенного.

Точный способ. Пусть  $r$  – максимальный собственный вектор матрицы  $W$ . С целью вычисления его компонент решим уравнение

$$W \cdot r = \lambda \cdot r,$$

где  $\lambda$  – собственное число матрицы  $W$ .

Перепишем в координатной форме:

$$\begin{cases} w_{11} \cdot r_1 + w_{12} \cdot r_2 + \dots + w_{1m} \cdot r_m = \lambda \cdot r_1 \\ w_{21} \cdot r_1 + w_{22} \cdot r_2 + \dots + w_{2m} \cdot r_m = \lambda \cdot r_2 \\ \dots \\ w_{m1} \cdot r_1 + w_{m2} \cdot r_2 + \dots + w_{mm} \cdot r_m = \lambda \cdot r_m \end{cases}.$$

С учетом того, что при  $i = j$   $w_{ij} = 1$ , подставим в виде системы однородных уравнений:

$$\begin{cases} (1-\lambda) \cdot r_1 + w_{12} \cdot r_2 + \dots + w_{1m} \cdot r_m = 0 \\ w_{21} \cdot r_1 + (1-\lambda) \cdot r_2 + \dots + w_{2m} \cdot r_m = 0 \\ \dots \\ w_{m1} \cdot r_1 + w_{m2} \cdot r_2 + \dots + (1-\lambda) \cdot r_m = 0 \end{cases},$$

или, в матричной форме,  $(W - \lambda \cdot E)r = 0$ , где  $E$  – единичная матрица  $m$ -го порядка. Известно, что система однородных линейных уравнений имеет ненулевое решение только в случае, когда определитель соответствующей матрицы равен нулю:

$$\det(W - \lambda \cdot E)r = 0$$

Разложив этот определитель, получим характеристическое уравнение  $m$ -й степени относительно  $\lambda$ . Решение этого уравнения даст  $m$  значений  $\lambda$ . Затем необходимо найти компоненты собственного вектора матрицы  $W$ , соответствующего  $\lambda_{\max}$ , для чего требуется решение системы однородных уравнений  $(W - \lambda_{\max} \cdot E)r = 0$ .

Приближенный способ. Введем вектор  $q^{(k)}$ , компоненты которого характеризуют вес территорий, где  $k$  — номер шага алгоритма:

$$q^{(k)} = W \cdot q^{(k-1)}.$$

Тогда нормированный вектор  $\hat{q}^{(k)}$  определяется по формуле

$$\hat{q}^{(k)} = \frac{W}{\lambda^{(k)}} \hat{q}^{(k-1)},$$

где  $\lambda^{(k)}$  – сумма компонент вектора  $W \cdot \hat{q}^{(k-1)}$ .

Если  $W$  – неразложимая матрица, то процедура сходится, так как при  $k \rightarrow \infty$   $\lambda^{(k)} \rightarrow \lambda_{\max}$ , а  $\hat{q}^{(k)} \rightarrow \hat{q}_{\max}^{(k)}$ . Вычисление компонент максимального собственного вектора осуществляют до достижения заданной точности  $\varepsilon$ .

#### *Двухступенчатая процедура экспертного оценивания*

В случае, когда число сравниваемых территорий велико, предлагается использовать двухступенчатую процедуру экспертного оценивания.

На первом этапе территории объединяются по выбранному признаку в группы территорий (регионы), которые сравниваются между собой по выбранному качественному признаку. Для оценивания назначается эксперт-специалист (группа экспертов) по опасности регионов. Итогом работы эксперта (экспертов) на первом этапе оценивания являются относительные веса регионов  $q_{pj}$  ( $j = 1, \dots, g$ ), где  $g$  – число регионов. На втором этапе специали-

стами по территориям соответствующих регионов проводятся попарные сравнения территорий внутри регионов. Итогом работы экспертов на втором этапе являются относительные веса территорий  $q_{Tij}$  ( $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, g$ ) внутри регионов. Тогда относительные веса территорий, полученные с помощью двухступенчатой процедуры экспертного оценивания, вычисляются по формуле

$$q_{Tk} = q_{Tij} \cdot q_{pj} \quad (i = 1, \dots, m_j; j = 1, \dots, m; k = 1, \dots, \sum_{j=1}^m m_j),$$

где  $m_j$  – число территорий в  $j$ -м регионе.

### *Сравнительная оценка безопасности регионов по статистическим данным*

В качестве показателей опасности могут быть использованы абсолютные и относительные показатели. К абсолютным показателям относятся:

- число ЧС ( $N$ ) природного, техногенного и биолого-социального характера в год;
- число пострадавших (погибших) в ЧС (коллективный риск) в год;
- число людей с нарушенными условиями жизнедеятельности (отражает снижение качества жизни в результате ЧС);
- материальный ущерб  $S_{чс}$  от ЧС в год (отражает возможности регионов по ликвидации последствий ЧС и поддержанию качества жизни населения);
- число радиационно-, химически и взрывопожароопасных объектов, гидротехнических сооружений, создающих угрозу затоплению;
- площади  $S_{нф}$  зон, в которых возможно действие поражающих, вредных и опасных факторов ЧС (сейсмоопасных зон с заданным уровнем балльности, зон возможного затопления в случае разрушения гидротехнических сооружений, возможных наводнений в период весеннего половодья, возможного радиоактивного загрязнения в результате радиационных аварий, возможного химического заражения, зон поражения взрывопожароопасных объектов и т.д.);
- численность  $M_{нф}$  населения, проживающего в указанных зонах.

Последние три группы показателей характеризуют потенциальную опасность территорий.

Для выявления опасных регионов больше подходят относительные показатели:

- средний индивидуальный риск  $q$  смерти в год в ЧС природного и техногенного характера;
- сокращение ожидаемой средней продолжительности жизни (ССПЖ) в результате ЧС;
- доля  $\alpha_c$  материального ущерба от ЧС в бюджете соответствующего региона;

– доля  $\alpha_{n\phi s}$ , потенциально опасной территории, на которой возможно действие поражающих, вредных и опасных факторов ЧС, от общей площади региона;

– доля  $\alpha_{n\phi m}$  населения региона, проживающего в зонах возможно действие поражающих, вредных и опасных факторов и т.д.

Выбор конкретного показателя или их совокупности зависит от цели оценки. Например, при оценке безопасности населения следует отдать предпочтение показателю  $\alpha_{n\phi m}$ , а при оценке экологической безопасности –  $\alpha_{n\phi s}$ .

Средний индивидуальный риск смерти в год в ЧС природного и техногенного характера для населения  $j$ -го региона вычисляется по формуле

$$q_j = \frac{n_j}{M_j};$$

где  $n_j$  – число погибших в ЧС на территории  $j$ -го региона,  $M_j$  – население региона. Этот показатель является наиболее важным показателем ущерба жизни и здоровью людей. Более общим показателем, учитывающим не только погибших, но и пострадавших в результате ЧС, является сокращение средней продолжительности жизни (ССПЖ).

Доля материального ущерба от ЧС в бюджете соответствующего региона вычисляется по формуле

$$\alpha_{\text{ЧС}j} = \frac{C_{\text{ЧС}j}}{C_j},$$

где  $C_{\text{ЧС}j}$  и  $C_j$  – материальный ущерб от ЧС и бюджет  $j$ -го региона соответственно.

Доля потенциально опасной территории, на которой возможно действие поражающих, вредных и опасных факторов. ЧС, вычисляется по формуле

$$\alpha_{n\phi j} = \frac{S_{n\phi j}}{S_j},$$

где  $S_{n\phi j}$  и  $S_j$  – площадь потенциально опасной территории и общая площадь  $j$ -го региона соответственно.

Доля населения региона, проживающего в зонах возможного действия поражающих, вредных и опасных факторов, вычисляется по формуле

$$\alpha_{n\phi mj} = \frac{M_{n\phi j}}{M_j},$$

где  $M_{n\phi j}$  и  $M_j$  – численность населения, проживающего в зонах действия поражающих, вредных и опасных факторов ЧС, и численность всего населения  $j$ -го региона.

Определение результирующего показателя потенциальной опасности по ряду источников опасности (техногенных и природных) связано со значительными трудностями, так как эти источники имеют различные частотность проявления (причем для техногенных источников частотность зависит от состояния безопасности соответствующих объектов) и последствия. В качестве первых приближений может быть использовано среднее значение показателей по видам опасности либо отношение общей площади зон действия ЧС к площади региона (численности населения, проживающего в зонах возможных ЧС, к населению региона).

Наиболее полную и точную оценку риска от редких ЧС дает математическое ожидание ущерба в год

$$M[C_{\text{ЧС}}] = Q(T)C_{\text{ЧС}},$$

где  $C_{\text{ЧС}}$  – ущерб от ЧС,  $Q(T)$  – вероятность ее реализации в год.

Указанный показатель объединяет показатели ущерба и потенциальной опасности.

## **3.2. Основы антикризисного управления в условиях чрезвычайных ситуаций**

### **3.2.1. Организации управления силами и средствами в условиях чрезвычайных ситуаций**

#### *Стратегия управления*

С переходом к стратегии управления, основанной на концепции риска и предполагающей повышение роли регионального уровня принятия решений, центр тяжести которых смещается в сторону предупреждения и смягчения тяжести ЧС, тесно связана и необходимость качественных изменений в концепции реализации стратегии или системы организации управления. Прежде всего, речь идет о реформировании системы реагирования на чрезвычайные ситуации в целом. Что же касается регионального уровня управления в сфере природно-техногенной безопасности, то, в первую очередь, необходима четкость критериев и однозначность определения или выделения самого этого уровня.

При внешней простоте и кажущейся очевидности данной проблемы на практике дело обстоит не так просто. Существующая сетка административно-территориального районирования стран Европы подразумевает под региональ-

ным уровнем принятия решений уровень отдельных субъектов стран Европы. В то же время, согласно приведенной ранее классификации ЧС, уровню этих субъектов соответствует класс территориальных ЧС, тогда как класс региональных ЧС охватывает зону минимум двух субъектов одной страны, а иногда и субъектов двух и более стран и является сферой компетенции, как минимум, региональных центров реагирования на ЧС. В свою очередь, регионы, обслуживаемые этими центрами, охватывают территорию сразу нескольких (более двух) субъектов, принятие решений в которых по закону принадлежит полномочным представителям руководителей этих стран.

Помимо перечисленных противоречий регионализации управления безопасностью в природно-техногенной сфере, обусловленных различиями в критериях и сетках районирования стран, существуют сложности, связанные с критериями и процедурами принятия решений в отношении ЧС. Так, например, если в ситуации, которая в соответствии с действующей официальной классификацией является территориальной ЧС, ее ликвидацией, в силу определенных обстоятельств, руководит высший руководитель органа по ликвидации ЧС России, то по крайней мере восприниматься такая обстановка будет как общегосударственная ЧС. Отсюда — иное отношение к риску, связанному с такими событиями, их освещение в СМИ и т. д.

Для эффективной организации системы государственного управления, прежде всего взаимодействия федеральных и региональных властей и органов управления, необходимо установление единообразного (одно- или многокритериального) подхода к определению уровней принятия решений, в том числе в области снижения интегрального риска ЧС. Представляется, что наиболее простым и целесообразным было бы руководствоваться в качестве критерия действующим административно-территориальным делением стран Европы и закрепить региональный уровень принятия решений по вопросам безопасности в целом за субъектами; федеральный — за федеральными органами во главе с представителями руководителей страны. Конкретно по вопросам безопасности в природно-техногенной сфере прерогатива принятия решений по обеспечению должна принадлежать, соответственно, комиссиям по ГО и ЧС. Одновременно, также во избежание организационно-правовых неурядиц, необходимо внести поправки в действующую классификацию ЧС.

Кроме, изменений концепции организации управления безопасностью в природно-техногенной сфере на региональном уровне необходимы существенные перемены в самой организационной системе. Выделим наиболее существенные, на наш взгляд, направления таких изменений. Прежде всего, это совершенствование организации и качества подготовки кадров. Это направление включает (но не ограничивается ими) две группы мер.

Во-первых, организацию обучения и переподготовки кадров высшего звена регионального руководства. Важность такой работы неоднократно подчеркивалась в связи с имеющимися просчетами региональных властей в планировании действий и реагировании на масштабные бедствия (в частности, наводнения). Указанные обучение и переподготовку можно организовать как в федеральных центрах (например, на базе учебных заведений данного профи-

ля), так и в региональных центрах при их укреплении кадрами. Активное участие в обучении и переподготовке кадров высшего звена регионального руководства должны принять специалисты не только министерства по вопросам ликвидации ЧС, но и других профильных министерств и ведомств, входящих в состав функциональной подсистемы реагирования на возникновения ЧС.

Во-вторых, комплекс организационных мер по укреплению кадрового потенциала региональных центров реагирования на ЧС. В настоящее время эти центры в целом удовлетворительно обеспечены технически (хотя связь продолжает нуждаться в серьезном улучшении). В то же время, они испытывают дефицит квалифицированных кадров, которые могли бы профессионально и эффективно использовать имеющееся оборудование. Особенно в сфере прогнозирования ЧС — важнейшей с точки зрения снижения интегрального риска ЧС.

Следующее направление — совершенствование, организации и качества информационного обмена. Оно включает, но не ограничивается ими, также две группы мер.

Во-первых, мероприятия, направленные на увеличение полноты, достоверности и своевременности информации, собираемой на региональном уровне и необходимой для оценки уровня социально-экономического риска. В частности, речь идет об усвоении уроков прежних природно-техногенных ЧС и изменении отношения региональных властей и к состоянию расположенных на их территории постов сетей мониторинга и наблюдения, многие из которых находятся в неудовлетворительном состоянии. Эти посты и сети должны быть предметом заботы органов не только функциональной, но и территориальной подсистемы реагирования на ЧС. Их совместные усилия при содействии федерального уровня должны привести к качественному улучшению и росту обеспеченности регионов новейшими техническими средствами информационного обмена (мониторинга, оповещения, коммуникации и др.) в рассматриваемой сфере.

Во-вторых, мероприятия, направленные на повышение удобства и легкости понимания средствами массовой информации и населением оценок интегрального риска, полученных на основе упомянутых выше данных. Прежде всего, имеется в виду представление этих оценок в виде, понятном для восприятия и понимания непрофессионалами, используя понятия ожидаемого ущерба и потерь. Это позволит местным СМИ и общественности лучше понимать указания и инструкции специалистов при подготовке и действиях при ЧС. Вместе с тем, необходимо и дополнительное обучение (например, организация специальных семинаров) для заинтересованной общественности и особенно журналистов, регулярно освещающих рассматриваемые вопросы в региональных и местных СМИ.

Еще одно направление совершенствования касается организации научно-исследовательской и прогностической основы регионального управления в рассматриваемой сфере. Это необходимое условие реализации стратегии управления безопасностью в природно-техногенной сфере, основанной на концепции риска, включая центральную задачу — достоверную и полную оценку инте-

грального риска для принятия решений и информировании об этом СМИ и населения. Особых усилий здесь заслуживает общественно-научная составляющая исследований проблем управления региональной безопасностью в природно-техногенной сфере.

Прежде всего, как и на федеральном уровне, но только с еще более выраженной потребностью, речь идет об изучении социопсихологических аспектов восприятия и оценки приемлемости риска. Их роль пока представляется недооцененной, учитывая, с одной стороны, существенные внутри- и межрегиональные различия такого рода восприятия и оценки. С другой, большое значение фактора доверия людей к сообщаемой им информации (особенно прогнозам) и ответственным лицам и органам ее предоставляющим. Такого рода исследования могли бы способствовать выбору информационной стратегии обеспечения безопасности, наиболее эффективной с учетом социокультурных особенностей конкретного региона.

Следующее направление совершенствования – корректировка действующих в регионах программ и программных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности в природно-техногенной сфере. Для этого целесообразно во всех регионах четко разделить два типа программ. Краткосрочные программы включают экстренные меры по снижению ущерба от возникших ЧС, тогда как средне- и долгосрочные программы – меры по снижению интегрального риска. В соответствии с таким делением, осуществить перераспределение финансовых средств пока действующих недифференцированных ("унитарных") программ.

Кроме этого, в тех районах региона, в отношении которых принимается программа экстренных мер, необходимо закрепить указом руководителя страны статус зоны ЧС или зоны бедствия. Помимо прочего, это будет означать правомочность получения регионом средств на ликвидацию ЧС из федерального резервного фонда страны. Роль главного координатора реализации этой программы должна выполнять администрация региона. В других районах региона безопасность и природно-техногенной сфере должна обеспечиваться средне- и долгосрочными программами.

Также необходимо, чтобы приоритеты финансирования мероприятий региональных программ обеспечения безопасности в рассматриваемой сфере соответствовали реальным приоритетам источников и факторов интегрального риска, установленных на основе комплексной оценки риска, учитывающей объективные и субъективные характеристики риска.

Наконец, еще одно направление совершенствования состоит в улучшении процедурного механизма принятия решений в рассматриваемой сфере. Оно включает, во-первых, мероприятия по совершенствованию организации правового обеспечения принятия решений по снижению интегрального риска и обеспечению безопасности в природно-техногенной сфере на региональном уровне. Этот процесс должен усилить меры по разработке и внедрению в правоприменительную практику изменений в законодательство, прежде всего за счет устранения чрезмерной бюрократизации процедуры прохождения законопроектов.

Во-вторых, в тех регионах (а их, по оценке большинство), где требования об обязательном участии представителей общественности и меры контроля исполнения данного требования отсутствуют в механизме принятия решений по вопросам безопасности в природно-техногенной сфере, включение указанных требований как неотъемлемой части процедуры обязательной экспертизы проектов. Кроме того, указанная процедура должна содержать меры контроля исполнения требования об использовании лучших технологий для постепенного замещения устаревших с целью снижения риска для здоровья человека и окружающей среды.

### *Психология управления*

Задача управления состоит в организации взаимодействия людей, машин и материалов для достижения поставленных целей. Если эти цели достигаются, то руководитель соответствующим образом вознаграждается. Если нет, то либо он уходит со своего поста, либо его пост фактически «уходит» от него. Чем выше пост руководителя, тем больше ответственность его решений. Ответственность подразумевает риск. Следовательно, для успеха в работе руководителя необходимы два обстоятельства: 1) собственное желание человека принимать на себя риск, связанный с руководством, и 2) способность установить для себя наивысший уровень руководящей деятельности, с которой человек способен справиться.

Понятие риска введено в этом разделе с самого начала, так как оно имеет прямое отношение к проблемам техники безопасности. Риск для руководителя, как правило, не связан с физическим риском, хотя через психологическое воздействие и может влиять на его здоровье. Тем не менее, стрессы руководителя обычно не причисляют к сфере проблем безопасности.

Риск руководителя имеет обычно финансовую природу. Он связан как с личным, так и с финансовым состоянием фирмы. Очень часто эти стороны связаны так тесно, что практически совпадают.

Это, конечно, очень грубая и упрощенная модель. Вероятно, можно обсуждать множество конкретных особенностей монополистических фирм и правительственных организаций. Однако эта модель позволяет сформулировать основной принцип.

Правило 1. Руководитель вознаграждается за успех примерно прямо пропорционально финансовому риску, предпринятому для достижения этого успеха.

Для лучшего понимания первого принципа надо ввести второе понятие. Внешне, при обсуждении финансового риска, в голову приходит образ человека, держащего в руках деньги. Но деньги — гораздо больше, чем возможность их обладателя затребовать и получить товары и обслуживание. Для большинства людей, которые в трудах добывали свой заработок, в их деньгах заключена уплата за часть жизни, проданную нанимателю.

Опять можно сделать множество оговорок. Многие, конечно, получают богатство по наследству, а некоторые законно или запрещенными путями. Дру-

гие, очень счастливые люди, настолько увлечены своей работой, что будут выполнять ее вне зависимости от того, платят им или нет. Но это редкое исключение, поэтому мы сформулируем правило 2.

Правило 2. Человек воспринимает деньги сознательно или нет, как воплощенную в них часть своей жизни, в течение которой они заработаны.

Таким образом, большинство людей тратит добрую часть своей жизни, точнее восемь часов рабочего дня на добывание денег. Это делается потому, что человек думает как раз наоборот: что жизнь с деньгами без восьми часов «свободы» лучше, чем жизнь без денег и тех вещей, которые он может купить. Чтобы доказать это правило любому человеку, достаточно перестать ему платить и посмотреть, долго ли он при этом будет работать. Ясно, что человек рассматривает деньги, по крайней мере, как овеществленное время, проработанное им ради этих денег.

Теперь, скомбинировав правила 1 и 2, получим дополнительный взгляд на действия руководителя применительно к случаю службы безопасности. Человек, подвергающий финансовому риску компанию (регион), в то же время и сам подвергается финансовому риску, примерно в той же степени. Легко понять, что он всеми силами будет стараться минимизировать вероятность потерь, связанных с этим риском.

Успех организации складывается в значительной степени из усилий каждого ее сотрудника, который рассматривает этот успех как свой личный.

Прогресс обеспечивается совпадением личной заинтересованности с интересами всего общества.

Но мы должны смотреть фактам в лицо: мы живем не в идеальном мире. Чисто личные интересы заходят слишком далеко. Приходится учитывать и другие факторы, например, необходимость сохранения ресурсов для будущих поколений. Аналогично дело обстоит и в области безопасности: люди могут действовать в личных интересах во вред другим. Они могут не знать или не заботиться о влиянии тех или иных действий на других. Для предотвращения действий, выходящих за рамки дозволенного, необходимо вмешательство самого общества в форме государства, необходимо вводить обязательные правила, не позволяющие положению становиться неуправляемым.

В вопросах техники безопасности проблема заключается в переносе риска. Руководитель может надеяться, что некоторые затраты на безопасность способствуют и его успеху. Стремясь увеличить вероятность успеха, он перекладывает риск на рабочих. Моральные и юридические проблемы, возникающие при этом, очень сложны. Руководитель может и не испытывать угрызений совести, рассчитывая на «свободный» трудовой рынок. Однако рабочие, если они считают, что риск слишком высок, будут стремиться перейти на другую работу, что, конечно, не всегда возможно. Руководитель может считать, что, вкладывая большие средства в безопасность, наносит вред фирме. В этом случае у рабочих даже нет выбора. Рассуждая так, руководитель снимает с себя ответственность за риск, перекладывая ее на рабочих.

Причина запутанности этих проблем состоит в том, что мы не имеем дело ни с чем абсолютным. Некоторая степень опасности имеется в любой сфере

деятельности. И рабочий не может быть полностью освобожден от вины, если он идет на риск под давлением финансовых или социальных обстоятельств.

### *Организация управления*

Ранее было сформулировано утверждением, что задачей управления является организация людей, машин и материалов таким образом, чтобы достигались поставленные цели. Цели являются весьма важным элементом управления, кроме того, еще два элемента играют важную роль в эффективном управлении. Вводится новое понятие «управление целями», выражающее необходимость учета долго срочных, промежуточных и оперативных целей. Однако руководители убеждены, что не только цели, но и измерение результатов и коррекция целей столь же необходимы для управления.

Если один или более элементов контроля выполняется неправильно, то вся система управления дает осечку. Полномочия и ответственность могут распределяться лишь тогда, когда это усиливает измерительные и корректирующие функции управленческого контроля. Примером того, как это не выполняется, является случай, когда на руководителей возлагают ответственность за выполнение задач, не давая им для этого необходимых полномочий. В этом случае элементы измерений и коррекции ослабевают, поскольку воздвигается барьер на пути превращения измерений в корректирующие действия. Поток корректирующих действий либо мешает управлению, либо поступает с опозданием, создавая тем самым неблагоприятную для работы обстановку.

Конечно, распределение полномочий должно осуществляться в пределах, определенных ответственностью, с широтой, достаточной для оправдания этой ответственности. Руководители должны контролироваться руководителями более высокого уровня, чтобы не допускались такие ошибки, как: 1) превышение полномочий, 2) отказ от использования всей широты данных полномочий и/или 3) использование полномочий в правильных границах, но неподобающим образом. Первые две ошибки могут быть устранены непосредственно, указываемыми ниже способами. Третья же в значительной мере субъективна и требует непосредственной оценки промежуточных целей. Но надо иметь в виду, что индивидуальные методы управления изменчивы, и поспешная критика этих методов мешает руководителю. Поэтому следует проявлять терпение и доверие до тех пор, пока результаты не смогут быть измерены непосредственно.

Первые две разновидности ошибок легко поддаются контролю извне, чем обеспечивается правильность общей политики управления. Способ решения этой задачи называется «управлением с помощью исключения». Попросту, он состоит в очерчивании границ, в которых руководитель среднего уровня имеет право действовать свободно. Вне этих границ ему следует получать указания от вышестоящих инстанций. Такая мера гарантирует контроль над руководителем, удерживая его от превышения полномочий, и стимулирует его инициативу. Это и удобный инструмент совершенствования управления, так как с уве-

личением компетентности руководителя данной области может возрастать его роль.

Сказанное выше справедливо в общем: полномочия должны расширяться от нижнего уровня к высшему, т. е. полномочия должны распространяться лишь до пределов, дозволяемых субординацией. Это — истина, хотя не везде принимаемая, из-за чего оказываются неэффективными многие системы управления.

Появление отказа в системе управления означает нарушение работы системы корректировки. Часто для устранения отказа достаточно простых мер. Но если на реализацию этих мер полномочий не дано, то невозможны никакие исправления.

Такое положение может иметь место по разным причинам. Первая причина может заключаться в самом руководстве. Если высшее руководство не обеспечивает полной поддержки руководителям среднего уровня, то правильное применение административной власти нарушается. Например, если за реализацией функций безопасности ведет контроль штат специального подразделения, то его указания должны приравниваться к указаниям руководства.

Второй фактор, нарушающий правильное использование полномочий, заключается в несоответствующем использовании стимулирования как в виде поощрения, так и в обратном смысле. Многие не понимают, какое это имеет отношение к проблеме безопасности, так как обычно никто не стремится к умышленному нанесению вреда. Большинство крупных фирм уже пришло к выводу, что долгосрочные мероприятия по обеспечению безопасности приводят к увеличению производительности. В этих фирмах коллективный риск из-за недостатков техники безопасности считается недопустимым. Однако для многих риск, на который они ежедневно идут, кажется незначительным по сравнению с увеличением заработка. Аналогичное явление наблюдается у водителей, когда они разгоняются перед подъемом, и т. д.

Третий фактор, который отрицательно сказывается на управлении, часто называют «неформальными линиями управления». Они связаны с социальной природой человека. Мотивы объединения в группы часто диктуются финансовыми или даже физическими причинами. Определенные категории таких групп образуются демонстративно для противодействия руководству. Термин «группы» использован здесь, чтобы подчеркнуть неформальный характер объединения индивидуумов, изъявляющих свою волю к объединению. Группы обычно имеют неформального лидера и поддерживающих его вторичных лидеров. Редко неформальный лидер оказывается формальным руководителем, которому должна подчиняться группа. Обычно пытаются бороться с такими неформальными группами. Но это мало эффективно. Главное — создать нужную заинтересованность всей группы одновременно. Например, если обеспечить такую мотивировку действий группы, которая сделает не разумными ее прежние демонстративные выступления, то они не повторятся. Вообще говоря, целесообразно выявить и привлечь на свою сторону лидера группы. Но такие меры могут привести к потере лидером своего влияния. Поэтому наиболее эффективный метод — одновременная мотивация группы в целом.

В этом разделе рассмотрены основные принципы организации управления. В следующем разделе эти принципы будут применены к специфическим проблемам управления работами по организации технике безопасности и ликвидации последствий ЧС.

### **3.2.2. Система планирования и контроля принятых решений как элемент системы антикризисного управления.**

#### *Структура системы*

Под структурой системы понимается организация системы из отдельных элементов с их взаимосвязями. Последние определяются распределением функций, реализуемых системой, по ее элементам. Иначе говоря, структура – это организация целого из составных частей.

Под организационной структурой системы управления понимается распределение задач и полномочий между лицами или группами лиц (структурными подразделениями), учитывающее направленность организации на достижение стоящих перед ней целей.

Серьезной проблемой организации эффективного управления в условиях ЧС является отсутствие координации деятельности официальных правительственных, ведомственных и неправительственных органов. Часто возникает путаница при решении вопроса, чем должно заниматься то или иное учреждение. Это приводит к дублированию работы в одних областях и бездействию в других. Однако традиционные подходы к управлению в условиях ЧС, как показывает опыт их использования, приводят к неудовлетворительным результатам.

Решать проблему управления в условиях ЧС необходимо не только путем перестройки функциональной структуры и повышения квалификации управленческих кадров, но и перехода к новой "управленческой парадигме". Под последней понимается система взглядов, базирующихся на основополагающих положениях ситуационного управления. Согласно этим положениям построение системы управления в условиях ЧС есть отклик на различные по своей природе воздействия внешней среды. При этом последняя рассматривается как открытая система. Основные предпосылки ее успешного функционирования должны определяться не внутри, а вне нее. Другими словами эффективность функционирования системы связывают с тем, насколько удачно она реагирует на внешнее окружение, насколько устойчива к неожиданным изменениям внешней среды, насколько эффективно использует свои потенциальные возможности.

При сложной и изменчивой внешней среде структура обсуждаемых систем управления прежде всего должна быть гибкой и адаптивной. Они должны быть приспособлены к определению новых проблем и выработке новых решений в большей степени, чем к контролю уже принятых решений и их реализации. В них должна быть обеспечена возможность максимальной концентрации всех ресурсов, объединения информационных, организационных и других типов резервов для ликвидации в кратчайшие сроки создавшейся экстремальной ситуации.

В системах управления в условиях ЧС реализованы два, казалось бы, взаимоисключающие принципа: единоначалие (единство полномочий и ответственности) и распределенные полномочия и ответственность. Руководитель несет персональную ответственность за состояние дел. Однако в работе штаба, в котором решаются вопросы взаимодействия и координации между руководителями различных уровней и зон развития ЧС, реализуется принцип распределенной ответственности. В штабе создаются условия для необходимых согласований и консультаций для устранения неизбежных конфликтов и разногласий. Это обеспечивает минимальное вмешательство первых лиц в оперативную деятельность руководителей нижестоящих уровней.

Организационная структура в условиях ЧС должна быть структурой с локальной автономией и глобальной координацией. Ее различные элементы участвуют в установлении целей и задач и совместными усилиями добиваются их реализации.

Успешность деятельности руководителей по выработке управленческих решений зависит от уровня их осведомленности. При слабой осведомленности прибегают к методам экспертных оценок. При большей осведомленности используют количественное прогнозирование, моделирование и оптимизацию.

Выделяют три направления принятия решений:

- получение дополнительной информации, повышение уровня осведомленности и понимания ситуации;
- принятие мер, направленных на увеличение гибкости организации;
- выбор мероприятий по уменьшению опасности или ликвидации ЧС.

Стратегия гибкости, необходимая в условиях ЧС, ориентирована на принятие эффективных мер в широком спектре возможных неблагоприятных изменений. Подчеркнем отличие этой стратегии от стратегии непосредственной реакции на конкретное возмущение.

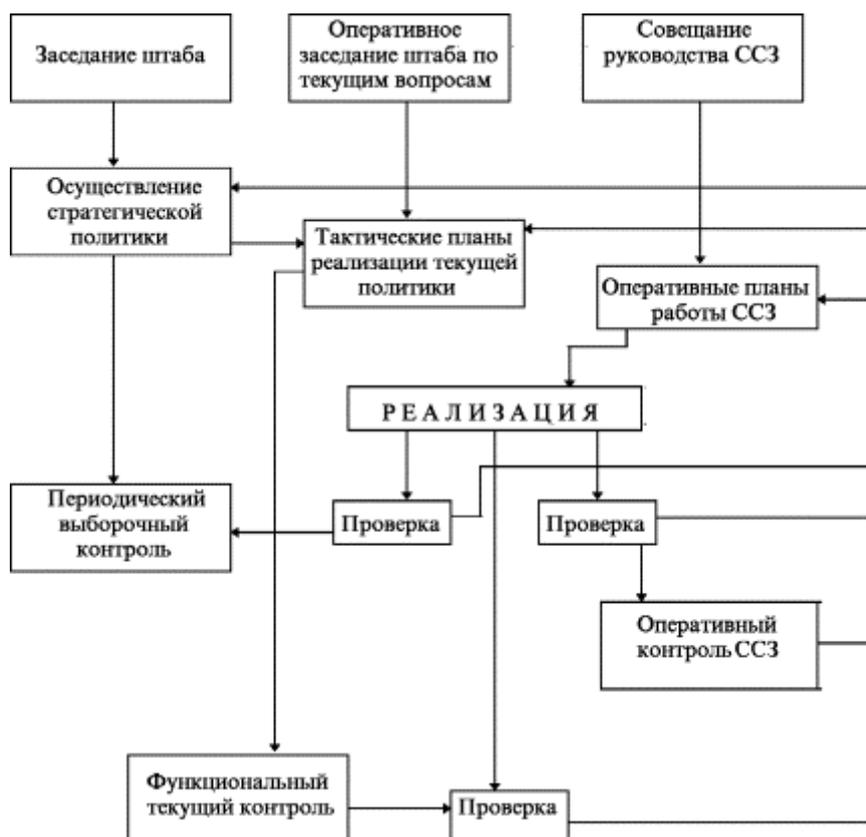
Для повышения гибкости управления необходимы:

- повышение гибкости руководства, его психологической готовности к встрече с незнакомыми явлениями;
- развитие творческой активности сотрудников и их способности решать новые проблемы;
- использование сотрудников, владеющих различными специальностями и имеющих различные квалификации; повышение уровня осведомленности сотрудников;
- увеличение уровня структурной гибкости всех функциональных и обеспечивающих подсистем.

Особую важность приобретает гибкость подсистем материально-технического снабжения. Информации о возможном источнике угрозы обычно достаточно для того, чтобы разработать и реализовать программу активной подготовки системы материально-технического обеспечения. Таким образом, значительная часть мер, разработанных на основе данных о возможном бедствии, может быть принята задолго до того, как опасность станет явной.

Идея создания еще одного бюрократического аппарата для раннего предупреждения и планирования ликвидации ЧС на этом этапе представляется спорной. Более перспективным направлением является функциональная перестройка и укрепление имеющихся структур и механизмов соответствующими службами и постоянным руководящим звеном.

В соответствии с целевым назначением структуры систем управления в условиях ЧС они относятся либо к дуальным (двойным), либо к полиструктурам (множественным). В последних работа по ликвидации ЧС проводится в рамках управления стратегическими ситуационными зонами (ССЗ).



**Рис. 3.10 – Структура системы планирования и контроля над выполнением решений**

Полиструктуры – это отход от традиционной практики, предусматривающей наличие лишь одной постоянной управляющей структуры, в рамках которой осуществляется управление. Полиструктуры хорошо совместимы с другими типами организации.

Однако есть другие возможности, в частности, использование матричных структур управления. В них, с одной стороны, есть иерархическое взаимодействие подразделений ("по вертикали"), а с другой, предусмотрено решение конкретных задач, реализация проектов, относящихся к разным ветвям иерархии, но к одному ее уровню (взаимодействие "по горизонтали"). Ответственность за решение задачи при этом возлагается на руководителя проекта, который может быстро сформировать мобильный дееспособный коллектив из сотрудников раз-

ных подразделений. Использование системы управления с матричной структурой при ликвидации ЧС небольшого масштаба может дать хорошие результаты.

Матричная структура управления делает систему более действенной, гибкой и динамичной. Тем не менее, центром такой системы остается ее штаб во главе с руководителем. Постоянной функциональной частью штаба должна быть группа информационного обеспечения, или информационной поддержки.

В обязанности штаба входит выявление тенденций развития ЧС, оценка ее масштабов, расчет необходимых для ее ликвидации времени и ресурсов, предупреждение руководителей о внезапных изменениях.

Штаб регулярно корректирует перечень зон ЧС и их приоритеты, контролирует ход работы в этих зонах по всем объектам защиты.

Разделение ответственности между уровнями системы управления в условиях ЧС должно определяться принципом результативности стратегии. Он заключается в том, что полномочия и ответственность за каждое решение передаются на тот уровень структуры, на котором определяются переменные, относящиеся к этому решению.

Описанная структура системы планирования и контроля над выполнением решений представлена на рис. 3.10.

Подчеркнем, что штаб напрямую связан с руководством ССЗ, о которых речь пойдет далее, и оперативными группами. Обычно члены штаба являются руководителями соответствующих ССЗ. Члены штаба совместно принимают решения для достижения общих целей. В такой структуре легко налаживается контакт между рядовыми сотрудниками.

### *Функции системы*

Сложность задач, встающих при возникновении и развитии ЧС, необходимость их скорейшего решения требуют использования декомпозиции, т.е. разделения системы на ряд локальных координируемых подсистем, которые позволяют решать общую задачу управления. При этом важно обеспечивать оптимальность (рациональность) декомпозиции с точки зрения интересов системы в целом.

Разделить общую задачу управления на части можно потому, что ограничения в управляемой системе зависят не от всех переменных. Ряд переменных и ограничений можно сначала рассматривать укрупненно, а затем более детально. В целом разделение общей задачи состоит в определении локальных проблем и задач координации таким образом, чтобы каждая была гораздо проще исходной. Цель разделения – получение структуры принятия решений, в которой каждая локальная задача может быть решена за допустимое время при данных ограничениях по некоторому алгоритму.

Таким образом, при декомпозиции должны быть определены и описаны три вида задач:

- общая задача управления для ЧС в целом;
- формируемые задачи локальных подсистем управления;
- задачи координирующей системы.

Цель и критерий функционирования последней должны быть выражены в терминах общей задачи управления.

В настоящее время не разработаны общие формальные методы декомпозиции, поэтому неформальные процедуры строятся на основе тщательного изучения и анализа ЧС и альтернативных путей их ликвидации.

В обсуждаемых системах управления используются два способа формирования локальных функциональных подсистем: по временному (по фазам управления) и по функциональному признакам. При разбиении следует также учитывать необходимость уменьшения информационных и транспортных потоков между подсистемами.

Для минимизации связей между подсистемами весьма плодотворным является использование концепции потока. Она состоит в выделении и последующем изучении материальных и информационных потоков. Под материальными потоками понимаются первичное сырье, материалы, полуфабрикаты, готовая продукция, электрическая и тепловая энергия, рабочая сила, механизмы и т.д. Информационные потоки представляют собой сведения о состоянии управляемой системы и внешней среды, о возмущающих и управляющих воздействиях и другие данные, необходимые для достижения поставленной цели.

Формирование функциональных подсистем по временному признаку предполагает разделение общего процесса управления на планирование (стратегическое и тактическое) и оперативное управление. Совокупностью функциональных подсистем определяется социально-экономико-организационная модель ЧС, структура системы управления, состав и содержание задач управления, общая последовательность их решения.

Противостояние природным и техногенным бедствиям требует в ряде случаев принятия в кратчайшие сроки кардинальных стратегических решений. Поэтому при совершенствовании систем управления в чрезвычайных ситуациях все чаще обращаются к стратегическому управлению – это сложный и потенциально мощный инструмент. Используя его, существующие системы управления могут более успешно противостоять нестабильности, катастрофически меняющимся условиям, сбоям и ошибкам в работе. В стратегическом управлении необходим планомерный подход, основанный на прогнозе появления новых проблем и превентивной подготовке мероприятий по ликвидации ожидаемых ЧС.

Это предполагает анализ альтернативных вариантов возникновения ЧС. Задачей такого анализа является выяснение факторов и тенденций, способных изменить штатную ситуацию. Результат такого анализа – выбор стратегии деятельности организации, установление приоритетов и распределение ресурсов между различными видами деятельности для обеспечения выбранной стратегии. После такого выбора цели детализируются в комплексные программы действий, бюджеты, планы.

Однако на практике новые проблемные ситуации появляются слишком часто и развиваются слишком стремительно, чтобы по каждой из них можно было заранее подготовить и принять необходимые управленческие решения. Поэтому при разработке систем управления при ЧС нужно сочетать планомер-

ный подход, стратегическую и тактическую инициативы, текущую корректировку и выполнение чрезвычайных мероприятий.

Единицей анализа стратегий управления должна быть стратегическая ситуационная зона – отдельный сегмент внешней среды, который выделяют на основе анализа чрезвычайной ситуации и прогноза ее развития. Упомянутая зона – это некоторая часть обслуживаемой территории (или реализуемой функции), выделяемая на определенный период времени и закрепляемая за некоторой оперативной бригадой в качестве первоочередного или единственного объекта обслуживания.

Каждая зона определяется вектором характеристик, к основным из которых относятся ее параметры, прогноз развития, технология работы в зоне, используемые ресурсы и т.д.

Оценка стратегической важности ССЗ включает:

- построение сценария развития ЧС в ССЗ;
- анализ изменения основных факторов на развитие ЧС;
- получение долгосрочной и краткосрочной оценок важности ССЗ.
- оценка уровня требуемых ресурсов;
- выбор стратегии управления ликвидацией ЧС.

В процессе реализации функции стратегического управления необходимо определить множество ССЗ для конкретной ЧС, их основные характеристики, оценить вероятности исходов процесса ликвидации ЧС в каждой зоне.

Одна из главных проблем – разумное ранжирование стратегических и тактических задач по степени их важности и срочности решения. Руководство должно разделить возникающие задачи на:

- срочные, требующие немедленного решения;
- средней срочности, не нуждающиеся в их быстрой реализации в данный период, но требующие постоянного контроля;
- не заслуживающие дальнейшего рассмотрения.

Срочные задачи немедленно поручаются соответствующим подразделениям либо специально созданным оперативным группам. Руководство должно постоянно пересматривать и обновлять список проблем и их приоритетность.

Задачи, выявляемые в ходе наблюдения за внешней обстановкой, по-разному обеспечены необходимой информацией. По некоторым проблемам имеется достоверная, конкретная, своевременная информация. По другим – неопределенные, зачастую недостоверные сигналы. Приходится искать возможности получения дополнительной информации.

Основные задачи оперативного планирования и управления заключаются в нахождении оптимального (рационального) распределения имеющегося персонала и оборудования по ССЗ, а также в определении необходимого состава персонала и количества оперативных бригад для достижения намеченных целей.

Несмотря на то, что найти точное решение задач такого класса обычно тяжело, использование формальных методов в этой области может быть достаточно успешным. С этой целью для повышения эффективности функциониро-

вания оперативных бригад можно применять избирательное включение в очередь требований с высоким приоритетом, изменение количества бригад во времени и по ССЗ, избирательное назначение и пространственное перераспределение бригад. При решении этих задач целесообразно использовать в качестве критериев эффективности максимум равномерности суточной нагрузки или минимум потенциальной опасности. Для каждой ССЗ должен быть определен показатель риска (например, как средневзвешенная сумма ряда показателей, взятых с весами), с учетом которого определяются задания и графики работ оперативных бригад.

Опыт применения компьютерных систем поддержки принятия решений при ликвидации ЧС показывает, что зачастую формализованные методы дают именно те решения, которые подсказывают опыт и здравый смысл. Однако и в этом случае такие системы полезны. Они позволяют опираться на чужой опыт, уменьшают нагрузку на руководящий состав. Вместе с тем, иногда компьютерные системы предлагают решения, которые эффективней лежащих "на поверхности".

Реализовать описанные выше принципы невозможно без создания эффективной технологии переработки информации на базе человеко-машинной системы поддержки процедур планирования, контроля и управления. От самых простых систем до развитых, базирующихся на сети ЭВМ, распределенных базах данных, системах экономико-математических моделей и алгоритмах формирования превентивных и оперативных планов и управленческих решений.

### *Органы управления, их задачи по организации управления*

Управление силами ликвидации ЧС заключается в целенаправленной деятельности руководящего состава органов управления всех подсистем и уровней по поддержанию их в готовности и руководству ими при действиях по защите населения, предупреждению и ликвидации ЧС. Оно включает:

- организацию и осуществление мероприятий по поддержанию в готовности органов управления и сил реагирования на ЧС;
- сбор и анализ обстановки;
- подготовку расчетов и предложений для принятия руководителем ликвидации последствий ЧС решения;
- уточнение планов и своевременное доведение задач до подчиненных;
- планирование действий;
- организацию и поддержание взаимодействия;
- всестороннее обеспечение привлекаемых сил;
- организацию управления и контроль исполнения.

Ликвидацию ЧС и непосредственное руководство проведением аварийно-спасательных и других неотложных работ осуществляют комиссии по ЧС:

- при локальных ЧС, распространение последствий которых не выходит за пределы территории объектов производственного или социального назначения - объектовые комиссии по ЧС с участием при необходимости оперативных

групп комиссий по ЧС органов местного самоуправления и ведомственных комиссий по ЧС;

- при местных ЧС, распространение последствий которых не выходит за пределы территории населенного пункта, города, района – комиссии по ЧС органов местного самоуправления;

- при территориальных ЧС, распространение последствий которых не выходит за пределы территории субъекта – комиссии по ЧС органов исполнительной власти субъектов;

- при региональных ЧС, распространение последствий которых ограничено территорией нескольких субъектов (не более двух) – региональные центры реагирования на ЧС и комиссии по ЧС субъектов, оказавшихся в зоне ЧС;

- при федеральных (государственных) ЧС, распространение последствий которых охватывает территорию нескольких субъектов, а также при трансграничных ЧС, когда поражающие факторы ЧС выходит за пределы страны, либо ЧС произошла на территории сопредельной страны – межведомственная (Правительственная) комиссия по ЧС.

Правительственная комиссия может создаваться решением Правительства данной страны для ликвидации крупномасштабных ЧС. Основной задачей комиссии будет являться руководство и координация действий федеральных органов исполнительной власти, субъектов страны при ликвидации ЧС и ее последствий.

Орган управления и реагирования на ЧС - орган исполнительной власти, специально предназначенный для решения задач по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в масштабе страны. На него возлагаются:

- разработка предложений по государственной политике в области гражданской обороны, выявления, оценки и прогнозирования ЧС, возможного ущерба и вредных воздействий на население, имущество и природную среду, а также определение приоритетных направлений по предупреждению, локализации и ликвидации ЧС;

- организация разработки и реализации федеральных и научно-технических целевых программ, направленных на предотвращение и ликвидацию ЧС, защиту населения, территории страны, на повышение устойчивости функционирования объектов экономики при возникновении ЧС;

- обеспечение функционирования и дальнейшего развития сил реагирования ЧС;

- организация и осуществление государственного надзора и контроля по вопросам защиты населения и территорий от ЧС, а также за готовностью выполнения мероприятий по их предупреждению;

- руководство работами по ликвидации последствий крупных аварий, катастроф, стихийных и других бедствий;

- координация деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов, местного самоуправления, предприятий, учреждений и организаций по преодолению последствий радиационных аварий и катастроф, контроль над осуществлением проводимых меро-

приятий;

- разработка предложений, координация деятельности органов исполнительной власти субъектов по эвакуации населения при ЧС;

- координация работ по созданию и использованию системы чрезвычайных резервных фондов, включая государственные резервы, для проведения первоочередных работ по ликвидации ЧС, учет и контроль над целевым расходованием средств;

- организация обучения населения, подготовки должностных лиц органов управления и сил реагирования на ЧС к действиям при ЧС путем проведения с ними учений и тренировок;

- организация международного сотрудничества по вопросам предупреждения и ликвидации ЧС.

Региональные центры непосредственного подчинения. Основными их задачами являются:

- координация деятельности органов исполнительной власти субъектов и органов местного самоуправления на территории региона по предупреждению и ликвидации ЧС, защиты населения и территорий;

- осуществление государственного надзора и контроля по вопросам защиты населения и территории региона от ЧС, за готовностью к действиям при их возникновении;

- организация разработки и реализации региональных и федеральных программ, направленных на предотвращение и ликвидацию ЧС в регионе;

- организация разработки планов действий (взаимодействия) и контроль их исполнения подчиненными и взаимодействующими органами управления;

- руководство подчиненными подразделениями поисково-спасательной службы, дислоцирующимися в регионе;

- обеспечение готовности органов управления, сил и средств к действиям при ЧС;

- организация обучения населения, органов управления и сил реагирования на ЧС;

- участие и содействие в создании региональных и территориальных резервных фондов для ликвидации ЧС;

- финансирование через территориальные органы управления мероприятий по ликвидации ЧС.

Региональные центры решают и другие задачи, вытекающие из особенностей региона.

Основными задачами по предупреждению и ликвидации ЧС органов исполнительной власти субъектов, органов местного самоуправления, организаций и объектов экономики являются:

- организация и контроль проведения мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС, обеспечению надежности работы потенциально опасных объектов;

- организация наблюдения и контроля состояния окружающей природной среды и потенциально опасных объектов;

- обеспечение поддержания в готовности органов управления, сил и средств, предназначенных к экстренным действиям, создания и поддержания в готовности пунктов управления;
- отработка вариантов возможных действий с подчиненными и взаимодействующими комиссиями по ЧС, органами военного командования и общественными объединениями по вопросам предупреждения и ликвидации ЧС;
- планирование и организация мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС, защите населения и территорий;
- руководство работами по ликвидации аварий, катастроф, стихийных и других бедствий, эвакуации населения и его жизнеобеспечения в новых районах;
- организация сбора данных обстановки и обмена информацией между органами управления;
- участие в разработке и реализации федеральных, региональных и территориальных целевых программ, направленных на предупреждение ЧС, защиту населения, территорий и объектов при их возникновении;
- организация и осуществление контроля над созданием чрезвычайных фондов финансовых и материальных ресурсов;
- организация подготовки населения, руководящего и личного состава органов управления и сил реагирования на ЧС к действиям в условиях ЧС;
- осуществление на подведомственной территории, объектах министерств (ведомств) государственного надзора и контроля по защите населения и территорий от ЧС, контроль над выполнением мероприятий по их предупреждению.

Готовность органов управления силами реагирования на ЧС к действиям заключается в их способности организованно и в установленные сроки, развернуть систему управления руководство подчиненными силами.

### *Организация управления силами реагирования на ЧС*

Управление силами реагирования на ЧС заключается в целенаправленной деятельности всех органов управления по подготовке сил реагирования на ЧС к действиям и руководству ими при угрозе и возникновении ЧС.

Основой для организации управления является решение начальника ликвидации последствий ЧС и указания вышестоящего органа управления.

Система управления это совокупность функционально связанных органов и пунктов управления, систем связи, оповещения, комплексов средств автоматизации, а также автоматизированных систем, обеспечивающих сбор, обработку и передачу информации.

Система управления строится по территориально-производственному принципу и базируется на существующие территориальные и функциональные подсистемы.

Управление силами реагирования на ЧС включает:

- определение задач и порядка работы комиссий по ЧС, органов управления, функциональных подсистем и других органов в различных режимах функционирования;
- организацию и осуществление мероприятий по поддержанию и приведению в готовность органов управления, их оперативных групп;
- указание состава, мест, порядка развертывания и работы пунктов управления, систем связи, оповещения и автоматизированных комплексов управления; непрерывный сбор, анализ, отображение данных обстановки, принятие решений; постановку задач подчиненным и планирование действий;
- организацию и поддержание взаимодействия, управления и мер обеспечения; практическую работу в подчиненных органах управления и силах реагирования на ЧС по оказанию им помощи и контролю над выполнением поставленных задач.

В повседневной деятельности и при угрозе возникновения ЧС управление действиями сил обычно организуется из мест постоянной дислокации органов управления или с городских пунктов управления (центров управления в кризисных ситуациях).

Для руководства мероприятиями по защите населения, проведению аварийно-спасательных работ в районах ЧС развертываются вспомогательные пункты управления (ВПУ стационарные и подвижные), предназначенные для работы оперативных групп (ОГ), высылаемых комиссиями по ЧС.

Стационарные ВПУ в районе ЧС развертываются на базе пунктов управления подчиненных органов или же размещаются в сохранившихся помещениях и убежищах.

Подвижные пункты управления (ППУ) обычно развертываются на специальных или приспособленных автомобилях и других транспортных средствах вертолетах, самолетах (ВзПУ), поездах (ЖдПУ), кораблях (КПУ).

На ВПУ оборудуются рабочие места для оперативных групп, устанавливаются необходимые средства связи, оповещения, сбора, обработки и передачи информации, обеспечивающие поддержание постоянной связи с вышестоящими органами управления, подчиненными и взаимодействующими органами управления, оперативными и другими группами, развернутыми в районе ЧС.

#### *Организация связи, оповещения и автоматизации управления*

Связь является основным средством управления силами реагирования на ЧС.

Основными задачами системы связи являются:

- передача экстренных сообщений о возникновении ЧС и сигналов оповещения (распоряжений) на приведение в готовность органов управления и сил реагирования на ЧС к ликвидации ЧС;
- обеспечение информационного обмена органов управления и сил реагирования на ЧС в ходе проведения мероприятий по ликвидации ЧС.

Система связи должна обеспечить передачу следующих видов информации:

- речевые сообщения (телефонные переговоры должностных лиц);
- документированные сообщения, в том числе: телеграфные для передачи буквенно-цифровой информации, факсимильные для передачи графической информации (таблицы, графики, схемы) и копий документов;
- цифровую информацию обмена между комплексами технических средств АИУС (передача данных);
- видеоинформацию об обстановке на объектах (участках) работ и в районах бедствия.

Система связи сил реагирования на ЧС в каждом звене управления создается заблаговременно и включает стационарную и мобильную сети связи.

В системе связи сил реагирования на ЧС используются средства космической, радио, радиорелейной и проводной связи. Космическая связь используется в звене федеральные органы управления район ЧС для передачи всех видов информации, включая передачу видеоинформации, обеспечивает быстроту установления связи и высокое ее качество.

Радиосвязь является основным, а в ряде случаев и единственным, средством связи органов управления и сил реагирования на ЧС в районе ЧС для передачи речевых сообщений и сигналов оповещения, а также для вызова должностных лиц.

Радиорелейная связь используется в районе ЧС для организации привязки мобильных узлов связи органов управления силами реагирования на ЧС к узлам связи других министерств, а также для обеспечения телефонной связи с удаленными объектами работ и местами размещения сил реагирования на ЧС.

Проводная связь, развертываемая полевыми средствами, находит ограниченное применение в районе работ для обеспечения внутренней телефонной связи на пунктах управления. Широкое использование ее для обеспечения связи с силами реагирования на ЧС на объектах работ нецелесообразно из-за частых повреждений, вызываемых интенсивным использованием инженерной техники и транспортных средств на гусеничном ходу при проведении спасательных работ.

Для обеспечения эффективного использования связи организуется управление связью, которое должно обеспечить:

- своевременное развертывание связи, устойчивую и непрерывную ее работу;
- своевременный и быстрый маневр линиями, каналами и средствами в соответствии с обстановкой;
- своевременное прохождение оперативной информации и другие.

Важнейшей обязанностью комиссий по ЧС на всех уровнях является организация и осуществление оповещения органов управления, привлекаемых сил и населения об угрозе или возникновении опасности через специальные системы и средства массовой информации.

Сигналы оповещения передаются вне всякой очереди по автоматизированным системам централизованного оповещения, по радио и проводным каналам системы связи сил реагирования на ЧС. До населения сигналы оповещения

и необходимая информация доводятся по сетям проводного и радиовещания, по телевидению.

Локальное оповещение населения, проживающего вблизи потенциально опасных объектов, организуется силами и средствами этих объектов под контролем соответствующих комиссий по ЧС.

При подготовке и проведении мероприятий органами управления с помощью комплексов средств автоматизации (КСА) решаются различные расчетные и информационные задачи.

К расчетным задачам относятся:

- комплексные задачи по обеспечению принятия решений по организации защиты населения и проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ; задачи прогнозирования и оценки эффективности проводимых мероприятий;

- задачи планирования всех видов обеспечения и другие.

К информационным относятся комплексные задачи по сбору и обработке данных о последствиях возможных крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий.

В органах управления в функциональных подсистемах ведется каталог математических моделей, решаемых задач с применением комплекса средств автоматизации. При возникновении ЧС в них вводятся исходные данные, отражающие реальную обстановку и позволяющие прогнозировать ее развитие и ожидаемые последствия.

### **3.3. Организация мероприятий по обеспечению жизнедеятельности населения в условиях возникновения и распространения чрезвычайной ситуации**

#### **3.3.1. Основные мероприятия органов управления силами реагирования на ЧС**

Как уже отмечалось ранее органы управления в мирное время, в зависимости от обстановки, работают в режимах: повседневной деятельности, повышенной готовности и чрезвычайной ситуации.

Режимы их работы устанавливаются соответствующие органы исполнительной власти субъектов местного самоуправления в зависимости от масштабов прогнозируемой или возникшей на их территории ЧС.

Основные мероприятия, осуществляемые комиссиями по ЧС и органами управления силами реагирования в режиме повседневной деятельности, являются:

- поддержание органов управления и сил реагирования на ЧС в готовности к экстренным действиям;

- разработка, своевременная корректировка и уточнение планов действий по предупреждению и ликвидации ЧС и других документов планирования, проверка их реальности в ходе проводимых учений, тренировок и занятий;

- изучение потенциально опасных объектов и районов возможных стихийных бедствий, прогнозирование ожидаемых потерь и разрушений при возникновении ЧС;

- организация постоянного наблюдения и контроля над состоянием окружающей природной среды, обстановкой на потенциально опасных объектах и на прилегающих к ним территориях;

- осуществление взаимного обмена информацией между вышестоящими, подчиненными, взаимодействующими и соседними органами управления;

- совершенствование подготовки органов управления, сил, средств и населения к действиям при ЧС, планирование и проведение командно-штабных, опытно-исследовательских и других учений и тренировок;

- планирование и выполнение целевых и научно-технических программ и мероприятий по предупреждению ЧС, обеспечению безопасности и защиты населения, сокращению возможных потерь и ущерба, повышению устойчивости функционирования промышленных объектов и отраслей экономики при возникновении ЧС;

- создание, восполнение и поддержание в готовности чрезвычайных резервных фондов финансовых, продовольственных, медицинских и материально-технических ресурсов;

- осуществление контроля над выполнением мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС;

- осуществление целевых видов страхования;

- своевременный доклад вышестоящим органам управления об угрозе или возникновении ЧС и проводимых мероприятиях.

Мероприятия, проводимые комиссиями по ЧС и органами управления силами реагирования на ЧС при режиме повышенной готовности:

- приведение в готовность комиссий по ЧС и органов управления, систем связи и оповещения, усиление дежурно-диспетчерской службы;

- введение усиленного режима работы с круглосуточным дежурством руководящего состава комиссий по ЧС и органов управления, дежурных смен;

- своевременное представление докладов вышестоящим органам управления, информирование подчиненных, взаимодействующих и соседей о сложившейся обстановке и возможном ее развитии;

- уточнение принятых решений и ранее разработанных планов;

- развертывание работы комиссий по ЧС, органов управления и оперативных групп для выявления причин ухудшения обстановки в районе возможной ЧС и выработки предложений по ее нормализации;

- усиление наблюдения и контроля над состоянием окружающей природной среды, обстановкой на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях;

- прогнозирование возможного возникновения ЧС, ее последствий и масштабов;

- принятие мер по защите населения, окружающей природной среды и повышению устойчивого функционирования объектов экономики;

- приведение в готовность сил и средств, предназначенных для ликвидации угрозы возникновения ЧС, уточнение им задач и выдвижение, при необходимости, в район возможных действий;
- проверка готовности служб жизнеобеспечения населения к действиям в соответствии с прогнозируемой обстановкой;
- организация и контроль проведения подготовительных мер по возможной защите населения, снабжению средствами индивидуальной защиты и повышению устойчивости функционирования служб и объектов жизнеобеспечения.

Мероприятия, проводимые комиссиями по ЧС и органами управления силами реагирования на ЧС в режиме чрезвычайной ситуации:

- выполнение мероприятий режима повышенной готовности, если они не проводились ранее;
- перевод органов управления силами реагирования на ЧС, расположенных в районе бедствия, на круглосуточный режим работы;
- организация защиты населения;
- доклад вышестоящим органам управления об обстановке и проводимых мероприятиях, информирование подчиненных, взаимодействующих и соседей;
- выдвижение оперативных групп (если не выслались) в район ЧС для непосредственного руководства проведением аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- выдвижение органов управления, сил реагирования на ЧС и других привлекаемых сил в район предстоящих действий;
- определение границ зоны ЧС;
- организация и руководство проведением аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- организация мероприятий по обеспечению устойчивости функционирования отраслей и объектов экономики, по первоочередному жизнеобеспечению пострадавшего населения;
- осуществление непрерывного контроля над состоянием окружающей природной среды в районах ЧС, за обстановкой на аварийных объектах и прилегающих к ним территорий;
- организация оценки масштабов ущерба.

Методы работы органов управления силами реагирования при возникновении ЧС должны обеспечивать:

- четкую и согласованную работу органов управления и их структурных подразделений;
- принятие своевременного и обоснованного решения на ликвидации последствий ЧС;
- качественную отработку вопросов планирования и управления;
- предоставление возможно большего времени подчиненным для подготовки их к действиям.

В работе органов управления применяются методы параллельной и последовательной работы.

Метод параллельной работы является основным, применяется при ограниченных сроках, отведенных на подготовку к выполнению задач. Сущность данного метода заключается в том, что основные работы по принятию решения, постановке задач и планированию действий осуществляются, как правило, одновременно во всех звеньях управления. При этом методе работа в подчиненных органах управления по подготовке к выполнению задач начнется сразу после получения предварительных распоряжений старшего органа управления.

Метод последовательной работы применяется при наличии достаточного времени на подготовку к действиям. При этом методе работа в подчиненных органах по подготовке их к действиям начнется после получения приказа или распоряжения старшего начальника.

Конкретный метод работы устанавливается руководителем ликвидации ЧС.

Комиссии по ЧС, органы управления силами реагирования на ЧС и другие органы управления выполняют свои задачи в районах ЧС в соответствии с расчетом, по которому определяются состав оперативных и специальных групп, подготовленных к действиям в районах бедствия на создаваемых вспомогательных пунктах управления (ВПУ). Также производится распределение личного состава и по другим пунктам управления, которые занимают ими при угрозе или с возникновением ЧС.

В органах управления силами реагирования на ЧС и на их пунктах управления создаются рабочие группы:

- обобщения обстановки и подготовки предложений (планирования);
- направлений (на субъекты, органы местного самоуправления, министерства, ведомства, органы военного командования и другие), информации, эвакуационно-транспортная и другие группы.

На группу обобщения обстановки и подготовки предложений (планирования) возлагается:

- сбор, анализ и оценка обстановки и ее отражение в центре управления;
- подготовка расчетов и предложений для принятия руководителем ликвидации последствий ЧС решения;
- разработка планирующих документов, проектов приказов, распоряжений. Кроме того, группа осуществляет подготовку предложений и оформление уточненного решения на каждые очередные сутки проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Группа направлений создается для обеспечения управления подчиненными органами и силами реагирования на ЧС и другими силами, выделяемыми для ликвидации ЧС, а также для поддержания взаимодействия с органами военного командования (военными частями, гарнизонами) и другими взаимодействующими органами.

Группа направлений осуществляет:

- сбор, предварительный анализ, обобщение, оценку данных по обстановке в районах действий подчиненных сил и представляет ее непосредственным и прямым начальникам;

- доведение подчиненным приказов, распоряжений и проверяет их исполнение;

- контроль над прохождением сигналов оповещения;

- ведение рабочих карт, журналов учета обстановки;

На группу информации возлагается:

- обработка и оценка всех видов поступающей информации и ведение ее учета;

- подготовка донесений об обстановке и принятых решениях в вышестоящие органы управления;

- информация об обстановке руководителей ликвидации ЧС, представителей других и взаимодействующих органов;

- изучение опыта проводимых мероприятий и доведение его подчиненным и взаимодействующим органам управления, а также решение других вопросов информационного обеспечения.

На эвакуотранспортную группу возлагается:

- организация взаимодействия и поддержание связи с эвакуационными и транспортно-дорожными органами и службами по подготовке транспортных средств для осуществления эвакуоперевозок населения;

- сбор и обобщение данных по вопросам эвакуации

- осуществление контроля над проведением эвакуомероприятий и подготовка транспортных средств к осуществлению эвакуационных перевозок.

При угрозе возникновения ЧС оперативные группы комиссий по ЧС всех уровней, высылаемые в районы опасности, выявляют причины ухудшения обстановки и вырабатывают предложения по предотвращению ЧС.

С возникновением ЧС оперативные группы определяют масштабы ЧС и прогнозируют ее развитие. Организуют и руководят проведением аварийно-спасательных и других неотложных работ, координируют и контролируют действия подчиненных и взаимодействующих органов управления по принятию ими экстренных мер по защите населения (эвакуация, оказание помощи пострадавшим и другие неотложные меры). Готовят предложения руководителю ликвидации последствий ЧС для принятия им решения, уточнения плана действий, применения сил и средств реагирования на ЧС, использования финансовых, продовольственных, медицинских, материально-технических и других ресурсов.

Непосредственное руководство работами по ликвидации ЧС оперативные группы вышестоящих органов управления осуществляют в тесном взаимодействии с органами исполнительной власти субъектов, местного самоуправления и другими органами, развертываемыми в зоне ЧС.

### **3.3.2. Основные мероприятия по проведению мониторинга и сбору данных об обстановке, анализу информации и ее оценке**

Важнейшей обязанностью органов управления силами ликвидации последствий ЧС является непрерывный сбор, анализ и обобщение данных по обстановке, ее оценка, подготовка выводов и предложений.

Для получения данных об обстановке используются:

- данные разведки всех видов;
- информация вышестоящих и взаимодействующих органов управления;
- доклады подчиненных органов управления;
- донесения и сводки учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля и другие источники.

Органы управления силами ликвидации последствий ЧС должны быть постоянно готовы доложить данные обстановки, выводы и предложения, по ним.

Основными данными обстановки являются:

- в повседневных условиях сведения о составе, готовности и возможностях органов управления и сил реагирования на ЧС, а также сил, привлекаемых к ликвидации ЧС по планам взаимодействия;
- о накоплении и содержании фондов защитных сооружений и средств индивидуальной защиты населения;
- о мероприятиях по повышению устойчивости функционирования отраслей и объектов экономики;
- об организации подготовки руководящего состава органов управления и сил реагирования на ЧС;
- об организации повседневной работы учреждений наблюдения по своевременному выявлению признаков и источников радиоактивного, химического, бактериологического (биологического) заражения и признаков угрозы возникновения стихийных бедствий;
- при угрозе и возникновении ЧС данные об обстановке в районах ЧС и прилегающих к ним территориях;
- о границах и характере образовавшихся опасных зон;
- об объемах и характере предстоящих аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- о составе сил реагирования на ЧС, других привлекаемых сил, возможных вариантах их использования при ликвидации ЧС, о порядке приведения их в готовность и выдвижения в районы действий;
- о ходе проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Поступившие данные анализируются, оцениваются. В результате анализа и оценки обстановки орган управления силами реагирования на ЧС делает по каждому ее элементу выводы, в которых определяются:

- ожидаемые последствия ЧС и как они могут повлиять на выполнение задач;

- какие действия необходимо предпринять; требуемое количество сил и средств;
- меры, которые необходимо принять немедленно и в последующем;
- задачи по уточнению и сбору дополнительных данных. На основе выводов из обстановки вырабатываются предложения по решению.

В целях определения исходных данных, количественных и качественных показателей, необходимых для принятия решения, планирования действий и обеспечения управления силами реагирования на ЧС проводятся соответствующие расчеты.

При проведении расчетов определяются:

- ориентировочный объем предстоящих работ по их основным видам (поиск пострадавших, оказание медицинской помощи и их эвакуация);
- проведение неотложных работ на коммунальных сетях и другие);
- количество сил и средств, необходимых для выполнения аварийно-спасательных работ и проводимых мероприятий.

На основе проведенных расчетов разрабатываются предложения:

- по использованию имеющихся сил и средств;
- определений для них конкретных задач и сроков их выполнения;
- организации развертывания резервных сил, порядку их использования; всестороннему материально-техническому и другим видам обеспечения;
- организации взаимодействия и управления.

При проведении расчетов по планированию на очередные сутки или период действий определяется объем ранее выполненных работ, наличие имеющихся сил, их состояние и возможности. На основе расчетных данных, уточняются задачи, вносятся предложения по использованию имеющихся сил, организации взаимодействия, управления и обеспечения их действий.

Функциональные подсистемы системы реагирования на ЧС и взаимодействующие органы управления:

- готовят данные о составе и возможностях подчиненных сил;
- проводят необходимые расчеты по их использованию и распределению;
- готовят предложения по применению подчиненных сил и организации их обеспечения.

Сбор информации организуется и проводится постоянно.

Информация включает:

- сбор, обработку, анализ и обобщение сведений, содержащихся в докладах, донесениях и сводках подчиненных; анализ и оценку сведений, поступающих от вышестоящих и взаимодействующих органов управления;
- разработку и представление донесений, сводок и отчетов в вышестоящие органы управления; обмен информацией между органами и пунктами управления и внутри их, между службами реагирования на ЧС, взаимодействующими и соседями.

Информация по характеру содержащихся в ней сведений может быть срочной, текущей и чрезвычайной.

К срочной относится информация, содержащая сведения, сроки и очередность которых заранее установлена табелем срочных донесений или представляется по отдельным распоряжениям.

К текущей информации относятся постоянно или периодически поступающие, запланированные к получению сведения. Обычно они докладываются по требованию или по мере накопления. Сроки их представления не устанавливаются.

К чрезвычайной относится информация, содержание которой требует незамедлительного принятия решения, она доводится до соответствующих должностных лиц и органов управления немедленно.

Организаторская работа органов управления силами реагирования на ЧС должна быть направлена на оказание помощи подчиненным в выполнении возложенных на них задач.

Контроль, как правило, осуществляется комплексными, подготовленными к работе группами, состоящими из должностных лиц органа управления (комиссии по ЧС и др.).

Контроль исполнения должен быть постоянным и целеустремленным, носить предупредительный характер. Он может осуществляться в плановом порядке или по мере необходимости.

Во всех условиях обстановки комиссия по ЧС контролирует:

- готовность систем управления, связи, оповещения, дежурных сил;
- готовность мероприятий по защите населения;
- своевременность выполнения подчиненными приказов, распоряжений и команд;
- состояние и действительное положение органов управления и сил;
- соответствие решений, принимаемых подчиненными, решению старшего начальника и поставленным им задачам;
- организацию взаимодействия, управления, всех видов обеспечения и другие вопросы.

Для обобщения опыта работы организуется сбор материалов по действиям органов управления и сил реагирования на ЧС, осуществляется систематический анализ и обобщение их действий; оцениваются и учитываются данные о новых способах и приемах ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ; выявляются и своевременно доводятся до подчиненных новые, наиболее эффективные способы действий по защите населения и ликвидации ЧС; разрабатываются инструкции и памятки по действиям сил на основе накопленного опыта.

Обобщенный опыт доводится до подчиненных органов управления и сил, а также до населения, с этой целью могут издаваться листовки, памятки. К пропаганде передового опыта привлекаются средства массовой информации (печатать, радио, телевидение).

### 3.3.3. Действия органов управления и сил реагирования на ЧС

#### *3.3.3.1. При введении режима повышенной готовности*

При угрозе возникновения ЧС органы управления силами реагирования на ЧС оценивают сложившуюся обстановку, прогнозируют ее возможное развитие и готовят данные для принятия решения руководителем ликвидации ЧС на проведение комплекса организационных, инженерно-технических и других мероприятий по предупреждению ЧС, или уменьшения ее воздействия на население, объекты экономики и окружающую природную среду.

На основе анализа обстановки и принятого решения, вносятся необходимые уточнения в планы действий.

Органы управления и силы реагирования на ЧС частично или полностью приводятся в готовность и выполняют мероприятия, предусмотренные планом действий для данного режима функционирования.

Кроме того, органы управления:

- оценивают сложившуюся обстановку и возможные последствия при возникновении ЧС, прогнозируют ее развитие;
- уточняют задачи органам наблюдения и лабораторного контроля, общей и специальной разведки;
- проверяют готовность органов управления, оперативных групп, сил постоянной готовности и других сил, предназначенных к экстренным действиям, отдают необходимые распоряжения;
- при необходимости, высылают оперативные группы в район ожидаемой ЧС для организации управления и проведения мероприятий по предотвращению ЧС или уменьшению возможного ущерба;
- уточняют вопросы взаимодействия, состав выделяемых сил, их укомплектованность, возможности, пункты дислокации, объекты, районы предстоящих действий;
- готовят предложения о создании группировки сил реагирования на ЧС в районе возможной ЧС, об организации управления и мер обеспечения;
- разрабатывают (уточняют) план сосредоточения сил в районе опасности, определяют маршруты их выдвижения, районы сосредоточения, сроки прибытия и готовности;
- организуют взаимодействие (при наличии времени) привлекаемых органов управления и сил к решению предстоящих задач путем проведения с ними специальных занятий и тренировок.

Силы реагирования на ЧС постоянной готовности и другие силы, предназначенные к экстренным действиям, с получением распоряжения (сигнала), в установленные планом сроки, убывают в район ЧС.

Остальные силы реагирования на ЧС и другие, привлекаемые к ликвидации ЧС силы, с получением распоряжения приводят себя в готовность к выдвижению и предстоящим действиям, пополняют запасы материальных и других средств.

### 3.3.3.2. При возникновении чрезвычайной ситуации

С возникновением крупных аварий, катастроф, стихийных и иных бедствий или с установлением признаков опасного радиоактивного, химического, бактериологического (биологического) заражения окружающей природной среды и других видов опасности (наводнений, пожаров, ураганов и других) органы управления силами реагирования на ЧС, функциональных подсистем, оперативные и дежурно-диспетчерские службы и другие органы управления, силы реагирования на ЧС приводятся в готовность. Вводятся планы действий по предупреждению и ликвидации ЧС. Принимаются экстренные меры по защите населения, спасению материальных и других ценностей.

По указанию руководителя ликвидации последствий ЧС отдает распоряжения:

- на оповещение и сбор комиссии по ЧС, органов управления и сил реагирования на ЧС и других;
- о переводе органов управления и сил на непрерывный режим работы и установление в них круглосуточного дежурства ответственных должностных лиц;
- о проведении оповещения населения, персонала объектов, которым угрожает опасность, и информирует их об обстановке, режимах поведения;
- о приведении в готовность сил и средств реагирования на ЧС и порядок их развертывания к действиям; по организации разведки и ее задач;
- по подготовке к эвакуации населения, вывозу материальных и других ценностей из района опасности;
- о доведении информации о ЧС и сложившейся обстановке подчиненным органам управления, органам военного командования (военных формирований, начальникам гарнизонов), другим взаимодействующим органам и соседям;
- об уточнении и вводе в действие ранее разработанных планов;
- о высылке оперативных групп в район ЧС, об организации с ними связи и управления;
- о подготовке решения, порядке разработки, планирующих и других документов и своевременном доведении задач подчиненным;
- об организации контроля и оказании помощи подчиненным в выполнении поставленных задач.

С прибытием в район ЧС руководитель ликвидации последствий на ЧС:

- развертывает работу, устанавливает связь с органами управления, действующими в районе ЧС и вышестоящим органом (комиссией по ЧС);
- осуществляет сбор начальников подчиненных и взаимодействующих органов управления, развернутых в районе ЧС, уточняет обстановку, состав сил, план действий, заслушивает их доклады и предложения по ликвидации ЧС;
- участвует в выработке и принятии решения, исходя из оценки обстановки, расчеты и предложения;

– обеспечивает своевременность доведения задач до подчиненных и взаимодействующих органов управления;

– организует постоянный информационный обмен об обстановке, принимаемых мерах с взаимодействующими, соседними органами управления (комиссиями по ЧС).

Начальники аварийно-спасательных формирований и других сил, привлекаемых для ликвидации ЧС, по прибытии в район действий: организуют разведку; определяют порядок защиты личного состава при проведении работ и другие меры обеспечения; уточняют обстановку и полученную задачу, принимают решение, определяют и ставят задачи подчиненным.

Органы управления сил реагирования на ЧС обеспечивают командирам и начальникам поддержание непрерывного управления при организации и проведении экстренных мер по защите и оказанию помощи пострадавшему населению, спасению материальных и других ценностей.

В ходе проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ комиссия по ЧС совместно с другими органами управления силами реагирования на ЧС обязана:

– поддерживать устойчивую связь с вышестоящими, подчиненными органами управления, в том числе с оперативными группами, развернутыми в районе ЧС, взаимодействующими и соседями;

– постоянно осуществлять сбор, анализ и оценку обстановки, своевременно докладывать начальникам расчеты, выводы и предложения;

– осуществлять оценку объема и характера предстоящих аварийно-спасательных и других неотложных работ, вести учет их выполнения;

– вносить уточнение в разработанные планы и своевременно доводить задачи до подчиненных, взаимодействующих органов управления, контролировать правильность их выполнения;

– вести учет потерь населения, личного состава и техники, принимать меры по созданию (восстановлению) резерва сил и средств;

– постоянно информировать об обстановке, принимаемых мерах взаимодействующие и соседние органы управления;

– принимать меры для повышения устойчивости и непрерывности управления.

#### **3.3.4. Особенности действий органов управления и сил реагирования на ЧС в сложных условиях обстановки**

Действия органов управления и сил реагирования на ЧС зависят от характера, масштабов ЧС и специфических условий. Наиболее характерными условиями обстановки при возможных ЧС могут являться разрушения, радиоактивное загрязнение, химическое заражение, затопление, массовые пожары, инфекционные заболевания и другие. Особенности действий сил реагирования на ЧС будут иметь место также при ликвидации транспортных аварий и катастроф.

## *Особенности действий при массовых разрушениях жилых зданий, объектов и сооружений*

Для ликвидации ЧС, возникших при землетрясениях, взрывах, ураганах, смерчах, обвалах, селях и других источниках, вызывающих массовые разрушения, привлекаются специализированные формирования министерств и ведомств, добровольные аварийно-спасательные формирования.

Наряду с выполнением аварийно-спасательных и других неотложных работ проводятся следующие мероприятия: временное отселение из пострадавших районов населения; организация комендантской службы в районе разрушения и организация пропускного режима; проведение необходимых противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий; размещение пострадавшего населения в палатках и приспособленных помещениях, организация питания, обеспечение предметами первой необходимости и минимально необходимым коммунально-бытовым обслуживанием; организация учета и распределения поступающей материальной помощи; организация справочно-информационной службы о месте и времени захоронения погибших, размещении пострадавших в лечебных учреждениях и местах временного проживания.

Для организации непрерывного управления силами реагирования на ЧС при проведении спасательных и других неотложных работ в условиях массовых разрушений район ЧС разделяется на комендантские районы и участки, в которых определяются первоочередные объекты ведения работ (школы, детские сады, объекты экономики, социального и культурного назначения, жилые дома, гостиницы и другие). Определяются органы управления, которые необходимо создать на участках (районах) действия сил реагирования на ЧС.

Помимо задач по организации пропускного режима, патрулирования и охраны объектов, на комендантов участков возлагается учет и захоронение погибших, регистрация эвакуируемого (временно отселяемого) населения, организация учета, сбора и хранения материальных ценностей, а также доведения до населения информации об обстановке, режимах поведения и принятых решениях.

## *Особенности действий в условиях радиоактивного загрязнения*

Радиоактивное загрязнение может являться следствием аварий на атомных электростанциях, объектах производства ядерного горючего, аварий транспортных средств с ядерными энергетическими установками или транспортных средств, перевозящих радиоактивные вещества.

При возникновении радиационных аварий принимаются меры по защите населения, локализации и ликвидации аварий и радиоактивного загрязнения объектов и местности.

Основными мероприятиями по защите населения являются: оповещение об опасности; укрытие персонала и населения в защитных сооружениях или других строениях; применение средств индивидуальной защиты и средств медицинской профилактики; эвакуация населения из зон опасности; оказание ме-

дицинской и другой помощи пострадавшим, соблюдение установленных режимов поведения; ведение радиационной разведки, дозиметрического контроля облучения людей и заражения объектов; защита водоисточников, продовольствия, пищевого сырья и сельскохозяйственных животных; охрана общественного порядка в районе ЧС и ограничение доступа людей на загрязненную территорию; дезактивация территории, дорог, сооружений, техники; санитарная обработка людей; сбор, вывоз и захоронение радиоактивных отходов и зараженных предметов.

Силы реагирования на ЧС привлекаются для проведения локализации и ликвидации аварий, ведения разведки и осуществления дозиметрического контроля и контроля загрязненности объектов внешней среды; оказания медицинской помощи пострадавшим; дезактивации территории, дорог, сооружений, техники, санитарной обработки людей; сбора, вывоза, захоронения радиоактивных отходов и предметов.

Радиационная разведка ведется наземными и воздушными, а в прибрежных районах и морскими (речными) средствами. Для проведения работ по дезактивации привлекаются формирования коммунально-технической службы. Дезактивация территории и сооружений проводится в районах проведения аварийно-спасательных работ и местах проживания населения.

Дезактивация транспорта и санитарная обработка людей проводится на пунктах специальной обработки, которые размещаются обычно на внешних границах зоны загрязнения.

### *Особенности действий в условиях химического заражения*

Химическое заражение может явиться следствием аварий на химически опасных объектах или аварий на транспорте, перевозящем опасные химические вещества (ОХВ).

Основными способами защиты персонала объектов и населения будут являться использование средств индивидуальной защиты, укрытие в специальных защищенных сооружениях и эвакуация из зоны заражения.

Ликвидация последствий заключается в выполнении спасательных работ по дегазации территории, сооружений, техники и санитарной обработке людей.

К ликвидации последствий химических аварий привлекаются преимущественно профессиональные газоспасательные, пожарные, медицинские формирования, а также воинские части и подразделения химических войск.

Основными задачами этих сил являются: разведка очага заражения; организация эвакуации населения; проведение спасательных работ; оказание помощи пострадавшим; локализация аварий; дегазация зоны химического заражения; санитарная обработка пострадавших.

Органы разведки определяют: тип ОХВ, устанавливают и обозначают границы зараженного участка и направление распространения зараженного воздуха; определяют пути подхода к объектам работ; места нахождения пораженных; изучают характер повреждения на коммунально-энергетических сетях; намечают способы и средства прекращения утечки химических веществ; опре-

деляют возможность пребывания личного состава в районе аварии без средств защиты после ликвидации заражения; докладывают обстановку начальнику, организирующему ликвидацию ЧС.

В целях локализации аварии производится: перекрытие истечения ОХВ; перепуск его в запасные герметические емкости и проведение обвалования местности вокруг разлившегося химического вещества; установка водоразбрызгивателей или других механизмов для создания водных завес, снижающих концентрацию химического вещества в воздухе и уменьшающих скорость испарения, а также ограничивающих распространение его парогазовой фазы; установка временных заграждений, исключающих поступление ОХВ к местам ведения аварийно-восстановительных работ.

### *Особенности действий в условиях затопления*

Затопления возникают при наводнениях, разрушении гидротехнических сооружений, при цунами, селях, ледовых заторах на реках и других природных явлениях.

При затоплениях проводятся спасательные и другие работы, а также весь комплекс мероприятий по жизнеобеспечению пострадавшего населения.

Проведение спасательных и других неотложных работ включает: ведение разведки и наблюдения; розыск и эвакуацию пострадавших и оказание им, медицинской помощи; эвакуацию сельскохозяйственных животных из зон затопления; локализацию и ликвидацию аварий на производстве, энерго-, газо-, водо- и коммунальных сетях, сетях связи; проведение противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий; медицинское обеспечение пострадавших; обеспечение пострадавшего населения продовольствием, одеждой, предметами первой необходимости, финансами, коммунальными услугами (жилье, тепло).

Для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ привлекаются военизированные и невоенизированные формирования, оснащенные плавсредствами.

### *Особенности действий в условиях массовых пожаров*

Массовые лесные (низовые, верховые), подземные (торфяные), степные (полевые) пожары являются следствием природных явлений, аварий, несоблюдения правил пожарной безопасности.

При возникновении пожара организуется разведка, устанавливающая:

- вид, размеры и границы пожара, рельеф местности, скорость и направление распространения огня и дыма, ожидаемое развитие пожара во время его тушения, степень угрозы населенным пунктам, объектам лесозаготовок и торфяным полям;

- участки и объекты, где возможно наиболее интенсивное развитие пожара (хвойный молодняк, захлапленные участки леса, временные склады лесоматериалов, торфяные и лесоразработки);

- возможные препятствия, способствующие распространению огня и выгодные для организации защиты (дорога, реки, просеки и другие);
- местонахождение и состояние водоемов и возможность их использования;
- маршруты выхода и способы спасения людей и сельскохозяйственных животных, оказавшихся в зоне пожара.

Работы по тушению пожара включают этапы: локализацию (ограничение) распространения огня и обеспечение возможности ликвидации пожара и ликвидацию (прекращение) горения.

Основные задачи по ликвидации пожаров выполняют пожарные формирования (подразделения, части).

### *Особенности действий в условиях эпидемий, эпизоотии, эпифитотий*

При возникновении эпидемий проводятся экстренные мероприятия по защите населения, предупреждению распространения инфекционных заболеваний и ликвидации эпидемий. Определяются вид возбудителя болезни, границы обсервации, карантина, зоны эпидемии. Среди населения проводится выявление, изоляция и госпитализация больных. Устанавливается противоэпидемический режим и производится санитарная обработка людей.

Работы в зонах эпидемий выполняют медицинские учреждения в тесном взаимодействии с медицинскими силами, оказавшимися в очаге, в том числе с санитарно-эпидемиологическими станциями, ветеринарными лабораториями, подвижными противоэпидемическими отрядами и другими медицинскими учреждениями и формированиями.

Формирования медицинской службы в очаге поражения занимаются выявлением, изоляцией инфекционных больных, проведением экстренной профилактики. Осуществляют контроль над работой предприятий общественного питания, продовольственной торговли, водоснабжения, за качеством проведения санитарной обработки и дезинфекции.

В условиях эпизоотии проводятся мероприятия по предупреждению распространения заболеваний сельскохозяйственных животных, лечение заболевших или их забой и утилизацию. Выявляется вид возбудителя болезни, устанавливаются зоны эпизоотии, проводятся профилактические меры, при необходимости устанавливается карантин, проводятся работы по дезинфекции территории, скотоводческих помещений, ветеринарной обработке животных.

При выявлении общих заболеваний животных и людей принимаются меры по защите населения. Силы реагирования на ЧС могут привлекаться для проведения дезинфекции объектов и выполнения, других работ, связанных с защитой населения.

В условиях эпифитотий проводятся мероприятия по выявлению вида заболевания растений, определению зон заражения, химической обработке растений и введению ограничений на вывоз урожая. Работы в зонах эпифитотий проводят учреждения и подразделения службы защиты растений и другие привлекаемые силы реагирования на ЧС.

### *Особенности действий при транспортных авариях*

Транспортные аварии могут происходить на наземных (подземных), водных и авиационных транспортных средствах. Они сопровождаются разрушением транспортных средств и пожарами. Транспортные аварии характеризуются скоротечностью и ограничением времени для оказания помощи пострадавшим.

Для проведения работ при наземных транспортных авариях привлекаются силы службы противопожарных и аварийно-спасательных работ, экстренной медицинской помощи, аварийно-восстановительные и пожарные поезда и другие силы реагирования на ЧС, которые выполняют задачи по прокладке проездов и проходов к месту аварии, извлечению пострадавших из поврежденных транспортных средств, оказанию им первой медицинской помощи и эвакуации из зон аварии.

При авариях в железнодорожных тоннелях и метрополитене учитываются дополнительные особенности выполнения задач по ликвидации ЧС из-за возможных подземных пожаров, обрушений горных пород (грунтов), затопления водой и загазованности тоннелей.

К ликвидации аварий, наряду с силами реагирования ЧС, привлекаются специальные формирования соответствующих министерств, ведомств, газоспасательные и горноспасательные части.

При водных транспортных авариях для их ликвидации привлекаются аварийно-спасательные службы морских и речных ведомств и организаций, экспедиционные отряды спасательных, судоподъемных и подводно-технических служб, службы по очистке водных поверхностей от загрязнения.

При авиационных авариях основная задача сил реагирования на ЧС заключается в быстром определении места катастрофы и немедленной доставке аварийно-спасательных формирований, сил и средств поисково-спасательных подразделений и оборудования.

#### **3.3.5. Особенности действий сил реагирования на ЧС в особых условиях**

Под особыми условиями понимаются действия ночью, зимой, в горах и в районах с жарким климатом. Они требуют проведения ряда специальных мероприятий для обеспечения их действий и безопасности личного состава.

Ночью особое внимание уделяется:

- освещению участков (субъектов) аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- выделению дополнительных сил и средств для несения комендантской службы;
- усилению разведки, увеличению постов регулирования на маршрутах движения и путях эвакуации;
- организации встречи формирований на подступах к очагам поражения, участкам (объектам) работ специально выделенными проводниками; организации мероприятий по световому обеспечению.

При организации освещения участков (объектов) ведения работ предусматривается:

- освещение мест вскрытия защитных сооружений, разборки завалов, устройства проездов, обрушения или крепления поврежденных конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом;
- оборудование маршрутов движения, проездов, мест погрузки пострадавших и путей их эвакуации световыми указателями;
- обеспечение личного состава, ведущего розыск пострадавших и оказывающего первую медицинскую помощь, индивидуальными средствами освещения.

Зимой при организации аварийно-спасательных и других неотложных работ особое внимание уделяется:

- подготовке маршрутов движения и поддержании их в проезжем состоянии;
- организации обогрева пострадавшего населения, личного состава сил реагирования на ЧС и других привлекаемых к работе сил;
- предупреждению обмораживания личного состава, особенно работающего в средствах защиты.

В случае организации движения по льду рек, озер и заливов проводится разведка проходимости, при необходимости производится усиление ледяного покрова, указывается порядок движения техники, организуются спасательные и эвакуационные службы.

Техника готовится к работе в условиях низких температур, и принимаются меры к повышению ее проходимости. Транспорт, предназначенный для перевозки пострадавших, утепляется. На маршрутах и в районах работ оборудуются пункты обогрева.

Для дезактивации, дегазации и дезинфекции используются растворы с низкой температурой замерзания. Принимаются меры к предохранению запасов воды от замерзания и расчистке мест забора воды на водоемах.

Организуется своевременное оповещение органов управления, сил и населения о резких изменениях погоды.

В горах особое внимание уделяется:

- подготовке маршрутов движения на крутых поворотах, подъемах и спусках;
- выявлению участков возможных обвалов, осыпей, лавин и мест их сходов;
- определению мест переправ через реки и переходов через каньоны и их оборудованию;
- регулированию движения при прохождении ущелий, каньонов, тоннелей и на переправах через реки.

Для расположения спасательных сил реагирования на ЧС, населения используются складки местности, тоннели, горные выработки, пещеры и районы, не подверженные обвалам, снежным лавинам и наводнениям.

В районах с жарким климатом учитывается:

- необходимость более частой смены личного состава при работе в средствах защиты, а также организации отдыха в местах, обеспечивающих защиту личного состава без использования индивидуальных средств защиты;
- необходимость создания запасов воды и более экономного ее расходования при проведении санитарной обработки и выполнении других работ, связанных с использованием воды;
- устройства пунктов водоснабжения с учетом защиты их от заносов песком, поддержания санитарно-гигиенического состояния в местах работ и на пунктах водоснабжения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамов Ю.О., Грінченко Є.М., Кірочкін О.Ю., Коротинський П.А., Миронець С.М., Росоха В.О., Тютюник В.В., Чучковський В.М., Шевченко Р.І.* Моніторинг надзвичайних ситуацій – Харків: СПДФО Штрассер, 2005. – 530 с.
2. *Абросимов А.А., Топольский Н.Г., Федоров А.В.* Автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности нефтеперерабатывающих производств. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 239 с.
3. *Агишев Р.Р., Власов В.А.* Оценка эффективности средств дистанционного мониторинга техногенных загрязнений воздуха для обеспечения безопасности промышленных объектов // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2002. – вып. 6. – С. 22 – 47.
4. *Акимов В.А., Гудыно П.В., Потапов Б.В., Радаев Н.Н.* Расчет риска технологических катастроф, инициированных природными явлениями // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2000. – вып. 1. – С. 38 – 48.
5. *Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н.* Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. – М.: «Деловой экспресс», 2001. – 304 с.
6. *Акимов В.А., Радаев Н.Н., Сахаров М.В.* Определение относительной опасности территории // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2000. – вып. 6. – С. 129 – 141.
7. *Архипова Н.И., Кульба В.В.* Управление в чрезвычайных ситуациях. – М.: РГГУ, 1994. – 352 с.
8. *Баутин А.В.* К вопросу прогнозирования в информатике систем безопасности // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 1999. – вып. 2. – С. 27 – 30.
9. *Белов П.Г.* Теоретические основы системной инженерии безопасности. – М.: ГНТП „Безопасность”, МИБ СТС. – 1996. – 424 с.
10. *Белов С.В.* Безопасность жизнедеятельности как наука // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 2. – С. 2 – 9.
11. *Бойко К.В., Карабанов Ю.Ф., Печеркин А.С. и др.* Разработка основных требований к системам управления промышленной безопасностью как одно из направлений совершенствования методологии надзорной деятельности // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2003. – вып. 1. – С. 122 – 141.
12. *Брушлинский Н.Н.* Снова о рисках и управлении безопасностью // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2002. – вып. 4. – С. 230 – 234.
13. *Брушлинский Н.Н., Глуховенко Ю.М., Соколов С.В. и др.* Управление безопасностью сложных систем: методология, технологии, опыт // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2002. – вып. 6. – С. 22 – 47.
14. *Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Алехин Е.М. и др.* Стратегическое управление системами безопасности городов на основе информационных и компьютерных технологий // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 1997. – вып. 7. – С. 40 – 57.

15. *Бурков В.Н., Кловач Е.В., Красных Б.А., Сидоренко В.И.* Модели и механизмы управления промышленной безопасностью. – М.: ИПУ РАН, 1999. – 46 с.
16. *Бурков В.Н., Толстых А.В., Овчинникова Т.И., Уандыков Б.К.* Модели оптимального управления промышленной безопасностью // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2004. – № 3. – С. 30 – 41.
17. *Быков А.А.* Теория и методы управления риском чрезвычайных ситуаций: проблемы и перспективы // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2001. – вып. 3. – С. 72 – 91.
18. *Величенко В.В.* К проблеме управления катастрофами // ДАН. – 1996. – т. 349. – № 6. – С. 732 – 735.
19. *Вишняков Я.Д., Авраменко А.А., Астафьева О.Е. и др.* Разработка и внедрение нормативной методической базы оценки интегральных показателей рисков возникновения ЧС и методов проведения социологических исследований их восприятия для оценки социальных последствий // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2004. – № 2. – С. 16 – 38.
20. *Вишняков Я.Д., Кирсанов К.А., Васин С.Г., Буковская Ю.А.* Прогнозирование чрезвычайных ситуаций и антикризисное управление // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2004. – № 2. – С. 38 – 47.
21. *Вишняков Я.Д., Петров В.П., Тарташев Н.И. и др.* Разработка и внедрение нормативной методической базы оценки интегральных показателей рисков ЧС и методов оценки их социальных последствий // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2002. – вып. 1. – С. 64 – 82.
22. *Воробьев Ю.Л., Малинецкий Г.Г., Махутов Н.А.* Теория риска и технологии обеспечения безопасности. Подход с позиции нелинейной динамики. // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 1998. – вып. 11. – С. 26 – 41.
23. *Гарсиа М.Л.* Проектирование и оценка систем физической защиты. – М.: Мир: АСТ, 2003. – 386 с.
24. *Гіроль М.М., Ниник Л.Р., Чабан В.Й.* Техногенна безпека. – Рівне: УДУВГП, 2004. – 452 с.
25. *Гражданкин А.И., Дегтярев Д.В., Лисанов М.В., Печеркин А.С.* Основные показатели риска аварии в терминах теории вероятности // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 5. – С. 5 – 12.
26. *Дзекцер Е.С., Галицкая И.В., Юганова Т.И.* Экспертная система как инструмент оперативного принятия решений в ЧС подтопления зданий и инженерных сооружений // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 1998. – вып. 12. – С. 53 – 62.
27. *Дорожко С.В., Пустовит В.Т., Морзак Г.И.* Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. Часть 1. Чрезвычайные ситуации и их предупреждение. – Мн.: ЧП „Технопринт”, 2001. – 222 с.
28. *Дорожко С.В., Пустовит В.Т., Морзак Г.И., Мурашко В.Ф.* Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. Часть 2. Системы выживания и защита территорий в чрезвычайных ситуациях. – Мн.: ЧП „Технопринт”, 2002. – 261 с.

29. *Дорофеев В.М.* Мониторинг состояния зданий и сооружений существующей застройки городов, поврежденных катастрофами природно-техногенного характера // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 1998. – вып. 6. – С. 16 – 26.
30. ДСТУ 3891-99. Безпека у надзвичайних ситуаціях. Терміни та визначення основних понять.
31. *Жалібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В.* Безпека життєдіяльності. – Київ: Каравела, 2004. – 328 с.
32. *Злобін Ю.А.* Основи екології. – Київ: Лібра, 1998.
33. *Кононов Д.А., Кульба В.В., Малинецкий Г.Г.* Сценарии поведения сложных систем в чрезвычайных ситуациях // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2001. – вып. 5. – С. 4 – 19.
34. *Корсаков Г.А.* Расчет зон чрезвычайных ситуаций. – СПб: Изд. СПГЛТА, 1997. – 112 с.
35. *Кофф Г.Л., Гусев А.А., Воробьев Ю.Л.* Оценка последствий чрезвычайных ситуаций. – М.: РЭФИА, 1997. – 364 с.
36. *Лагутин А.С., Белова Т.А., Щаренская Т.Н.* Использование информационных технологий при организации и управления экстренными медицинскими силами в чрезвычайных ситуациях // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 1998. – вып. 4. – С. 71 – 78.
37. *Лбов Г.С., Бериков В.Б.* О методических принципах создания компьютерной системы имитационного моделирования чрезвычайных ситуаций и их последствий // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2002. – вып. 1. – С. 116 – 123.
38. *Лихачева Э.А., Просунцова Н.С., Локшин Г.П.* Критерии эколого-геоморфологической оценки городской территории // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 1998. – вып. 3. – С. 3 – 16.
39. *Луценков В.А., Бутко Д.А., Гранкин О.В. та ін.* Термінологічний словник з безпеки життєдіяльності – Київ: Техніка, 1995.
40. *Лысухин И.Ф.* Методика инженерно-технических расчетов. – М.: Воениздат, 1974. – 240 с.
41. *Малышев В.М.* Проблемы безопасности – комплексное решение // Безопасность труда в промышленности. – 1989. – № 10. – С. 4 – 12.
42. *Мартынюк В.Ф., Лисанов М.В., Кловач Е.В., Сидоров В.И.* Анализ риска и его нормативное обеспечение // Безопасность труда в промышленности. – 1995. – № 11. – С. 55 – 62.
43. *Мастрюков Б.С.* Безопасность в чрезвычайных ситуациях. – М.: Изд. центр „Академия”, 2003. – 336 с.
44. *Матухов Н.А., Петров В.П., Ахметханов Р.С.* Природно-техногенно-социальные системы и риски // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2004. – № 3. – С. 3 – 30.
45. *Могилевский В.Д.* Введение в теорию управления безопасностью систем // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2001. – вып. 4. – С. 215 – 237.

46. *Морозов В.Н., Шахраманьян М.А.* Прогнозирование и ликвидация последствий аварийных взрывов и землетрясений. – М.: УРСС, 1998. – 272 с.
47. *Москвичев В.В., Лепихин А.М., Ноженкова Л.Ф. и др.* Разработка ГИС „Безопасность региона”: вероятностные модели и экспертные системы для районирования территорий по риску воздействия чрезвычайных ситуаций // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2001. – вып. 6. – С. 53 – 61.
48. *Овсяник А.И., Косоруков О.А., Чурбанов О.И.* Управление рисками при чрезвычайных ситуациях и повышение эффективности защит мероприятий оптимизационными методами распределения ресурсов для минимизации ожидаемого ущерба // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2000. – вып. 1. – С. 86 – 94.
49. *Овсяник А.И., Чурбанов О.И., Косоруков О.А.* Методы решения оптимизационных задач защиты объекта от чрезвычайных ситуаций // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2002. – вып. 3. – С. 88 – 92.
50. *Портнов В.А., Махутов Н.А., Зеленев И.Б.* Количественная и качественная оценка риска в управлении промышленной безопасностью // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2003. – № 6. – С. 11 – 20.
51. *Порфирьев Б.Н.* Совершенствование управления региональной безопасностью в природно-техногенной сфере // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2003. – вып. 2. – С. 132 – 141.
52. *Постник М.И.* Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. – М.: Выш. шк., 2003. – 398 с.
53. *Потанов Б.В.* Оптимизация защиты территории от природных и техногенных опасностей // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2001. – вып. 6. – С. 13 – 22.
54. *Рева Г.В.* Методологічні основи теорії і практики захисту населення і території від надзвичайних ситуацій. Лекція перша. Надзвичайні ситуації і Держава. – Київ, 2004. – 27 с.
55. *Рева Г.В.* Методологічні основи теорії і практики захисту населення і території від надзвичайних ситуацій. Лекція друга. Запобігання надзвичайних ситуацій. – Київ, 2004. – 31 с.
56. *Рейхов Ю.Н., Слепушкин С.Б., Мищенко В.Ф.* Предупреждение чрезвычайных ситуаций в техносфере. – Новогорск: АГЗ МЧС, 1999.
57. *Сафонов В.С., Одишария Г.Э., Швыряев А.А.* Теория и практика анализа риска в газовой промышленности. – М., 1996. – 192 с.
58. Сборник методик № 1. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливовоздушных смесей. – М.: НТИЦ „Промышленная безопасность”, 1999. – 112 с.
59. *Семенов В.Г., Соболевский Н.М.* Статистическое моделирование техногенного риска // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2001. – вып. 5. – С. 4 – 19.
60. Стан техногенної та природної безпеки в Україні в 2002 році. – Київ: „Чорнобильінтерінформ”, 2003. – 292 с.

61. *Таубкин И.С., Карпухин Е.С., Плахов С.И. и др.* Автоматизированная информационно-поисковая система по техногенным взрывам и пожарам // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2001. – вып. 2. – С. 124 – 132.
62. *Хенлі Е.Дж., Кумамото Х.* Надійнісне проектування технічних систем і оцінка ризику. – Київ, 1987.
63. *Шахраманьян М.А.* Создание и внедрение высоких технологий предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2003. – № 4. – С. 83 – 94.
64. *Шоботов В.М.* Цивільна оборона. – Київ: „Центр навчальної літератури”, 2004. – 439 с.
65. *Щепкин А.В., Зинченко В.И., Павлов М.Л.* Построение комплексной оценки уровня экологической безопасности региона // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2003. – вып. 3. – С. 88 – 98.

Издание содержит информацию относительно методологических аспектов построения систем мониторинга чрезвычайных ситуаций и управления силами оперативного реагирования на возникновение аварий и катастроф техногенного, природного, экологического и социально-политического характера.

Предназначено для курсантов, студентов, слушателей высших учебных заведений III и IV уровней аккредитации и сотрудников органов управления МЧС Украины.

*Учебное издание*

**Абрамов Юрий Алексеевич**  
**Росоха Владимир Емельянович**  
**Тютюник Вадим Владимирович**  
**Чучковский Вячеслав Николаевич**  
**Шевченко Роман Иванович**

## **ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Учебник

Подписано к печати 10.06.2005. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Ус. печат. лист 27,58.  
Обл.-изд. лист. 23,44. Тираж 100 экз.

Напечатано СПДФЛ Штрассер О.Г.  
г. Харьков, ул. Мироносицкая, 1