

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет радиофизики и компьютерных технологий**

**А. В. Поляков**

# **ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**Курс лекций**

**В двух частях**

**Часть 1**

**ХАРАКТЕРИСТИКА, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ  
И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**Поляков, А. В.**

Защита населения и объектов народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях В 2 ч. Ч. 1. Характеристика, прогнозирование и предупреждение чрезвычайных ситуаций / А. В. Поляков.

В первой части учебного пособия даны классификация и краткая характеристика чрезвычайных ситуаций, рассматриваются типовые ЧС, характерные для Республики Беларусь. Представлены способы прогнозирования, методики оценки рисков и мероприятия по предупреждению ЧС различного характера. Изложены правила поведения населения при чрезвычайных ситуациях.

Предназначено для студентов 3 курса факультета радиофизики и компьютерных технологий БГУ, а также для широкого круга читателей, интересующихся данной проблематикой.

## ВВЕДЕНИЕ

### Цель и задачи учебной дисциплины

Наряду с позитивными явлениями научно-технический прогресс принес человечеству ряд негативных:

- истощение природных ресурсов;
- загрязнение литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы;
- усиление техногенной, природной и экологической опасности.

Необходимо отметить, что в последнее время увеличивается потенциальная опасность техногенных чрезвычайных ситуаций, а также загрязнения биосферы из-за физического износа оборудования во всех отраслях народного хозяйства. В этой связи актуальной становится задача по защите населения в чрезвычайных ситуациях, подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях, приобретение соответствующих знаний и навыков.

**"Защита населения и объектов народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях"** – научно-практическая учебная дисциплина, содержащая вопросы защиты населения и территории Республики Беларусь от чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени. Дисциплина обеспечивает общую грамотность в области безопасности и выживания в чрезвычайных ситуациях. Человек, освоивший дисциплину, способен самостоятельно найти способы и приемы, которые обеспечат ему выживание в экстремальных и чрезвычайных ситуациях.

**Цель преподавания дисциплины** – теоретическое и практическое обучение студентов в области безопасности жизнедеятельности, основам организации защиты населения и объектов от чрезвычайных ситуаций.

#### **Задачи дисциплины:**

##### **1. Изучить**

чрезвычайные ситуации, характерные для Республики Беларусь, их возможные последствия для здоровья и жизни людей, экономики и природной среды;

системы мониторинга, методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и мероприятия по их предупреждению;

способы выживания человека в чрезвычайных ситуациях;

структуру, задачи, функции и возможности государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и системы гражданской обороны;

концептуальные основы функционирования экономики и обеспечения безопасности в условиях чрезвычайных ситуаций;

основы радиационной безопасности человека и его выживания в условиях радиоактивного загрязнения.

## **2. Получить навыки**

выполнения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций;

выполнения мероприятий по обеспечению безопасности функционирования организаций в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

## **3. Приобрести умения**

пользоваться методиками прогнозирования, оценки обстановки в чрезвычайных ситуациях и принимать меры по их предупреждению на своих участках работы;

правильно действовать в условиях чрезвычайных ситуаций и принимать соответствующие решения;

выживать в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени;

организовывать работу по обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях;

использовать средства индивидуальной и коллективной защиты.

В результате ее изучения обучаемые должны получить теоретические знания и навыки, необходимые для выполнения профессиональных обязанностей и гражданского долга в условиях возможных чрезвычайных ситуаций.

*Радиационная безопасность* – новая научно-практическая дисциплина. Она возникла с момента создания атомной промышленности и решает комплекс теоретических и практических задач, связанных с уменьшением возможности возникновения аварийных ситуаций и несчастных случаев на радиационно-опасных объектах.

Организационные мероприятия защиты в чрезвычайных ситуациях основаны на Законах Республики Беларусь "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" от 5.05.1998г., "О радиационной безопасности населения" от 5.01.1998г.

Пособие предназначено для студентов вузов. Знания и навыки, полученные ими при изучении дисциплины, должны стать основой грамотного и осознанного поведения будущих специалистов при организации работ по предотвращению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

# 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

## 1.1. Основные определения и термины

**Опасность** – это вероятность тех или иных процессов, явлений, происшествий, которые оказывают отрицательное воздействие на жизнедеятельность людей и функционирование экономики.

**Чрезвычайное событие** – это отклонение от нормы протекающих процессов, которые оказывают отрицательное воздействие.

Если это отклонение на опасную величину – это **экстремальное событие**.

Если это отклонение скачкообразное и угрожает распаду всей системы – то это **экстремальная ситуация**.

**Авария** – экстремальное событие техногенного происхождения на производстве или событие, являющееся следствием случайных внешних воздействий, приведших к выходу из строя, повреждению или разрушению технических устройств, транспортных средств, зданий, сооружений.

**Катастрофа** – это событие с трагическими последствиями, крупная авария с гибелью людей.

**Стихийные бедствия** – это опасные явления или процессы геофизического, геологического, гидрологического, атмосферного и другого происхождения таких масштабов, которые вызывают катастрофические ситуации, характеризующиеся внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушением и уничтожением материальных ценностей, поражением и гибелью людей.

**Экологическая катастрофа** – это стихийное бедствие, крупная производственная или транспортная авария (катастрофа), которая приводит к чрезвычайно неблагоприятным изменениям в среде обитания и, как правило, к массовой гибели живых организмов (птиц, рыбы, животных) и наносит значительный экономический ущерб.

**Чрезвычайная ситуация** – обстановка, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая повлекла или может повлечь за собой человеческие жертвы, вред здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

**Поражающий фактор источника ЧС** – это составляющая опасного природного явления или процесса, опасного техногенного происшествия или события, вызванная источником ЧС и характеризующаяся физическими, химическими, биологическими действиями или проявлениями, которые определяются и выражаются соответствующими параметрами.

**Предупреждение чрезвычайных ситуаций** – комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров вреда окружающей среде и материальных потерь в случае их возникновения.

**Зона чрезвычайной ситуации** – территория, на которой возникла чрезвычайная ситуация.

**Ликвидация чрезвычайных ситуаций** – аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров вреда окружающей среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций.

В развитии каждой чрезвычайной ситуации выделяют 4 характерных *временных стадий*:

1. Накопление факторов риска.
2. Инициирование ЧС
3. Процесс протекания ЧС.
4. Стадия затухания (от перекрытия или ограничения источника опасности до полной ликвидации последствий).

Кроме временных пределов ЧС существуют и *пространственные пределы*:

- эпицентр катастрофы;
- сфера тотальных разрушений;
- сфера частичных разрушений;
- сфера негативных изменений, не сопровождаемых разрушениями и поражениями.

ЧС создаются как за счет деятельности человека, так и за счет естественных процессов в соответствующих средах.

## 1.2. Классификация ЧС

*В мировой практике их делят на ЧС:*

- природного;
- природно-антропогенного;
- антропогенного происхождения.

ЧС классифицируются по четырем основным признакам:

1. Сфера возникновения.
2. Скорость распространения.
3. Ведомственная принадлежность.
4. Масштабам последствий.

*По масштабам последствий ЧС делят:*

на **локальные, местные, региональные, республиканские (государственные) и трансграничные.**

К **локальной** относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более одной тысячи минимальных заработных плат на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона которой не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения.

К **местной** относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 10, но не более 50 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 100, но не более 300 человек, либо материальный ущерб составляет свыше одной тысячи, но не более пяти тысяч минимальных заработных плат на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона которой не выходит за пределы населенного пункта, города, района.

К **региональной** относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 50, но не более 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 300, но не более 500 человек, либо материальный ущерб составляет свыше пяти тысяч, но не более 0,5 миллиона минимальных заработных плат на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона которой не выходит за пределы области.

К **республиканской (государственной)** относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 500 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 0,5 миллиона минимальных заработных плат на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона которой выходит за пределы более чем двух областей.

К **трансграничной** относится чрезвычайная ситуация, поражающие факторы которой выходят за пределы Республики Беларусь, либо чрезвычайная ситуация, которая произошла за рубежом и затрагивает территорию Республики Беларусь.

*По сфере возникновения ЧС делят на:*

- природные;
- техногенные;
- биолого-социальные;
- экологические;
- социальные.

## **Природные чрезвычайные ситуации**

Источник природы ЧС – процессы и явления в неживой природе. Они подразделяются на:

### *геологические*

оползни, обвал, эрозия почв, просадка земной поверхности;

### *геофизические*

землетрясения, извержения вулканов;

### *метеорологические*

бури, ураганы, смерчи, шквалы, вертикальные вихри;

дождь с количеством осадков 50 мм и более в течение 12 часов и менее или суммарно 150 мм и в течение 2 – 3 суток;

сильный снегопад – количество осадков 20 см и более за 12 часов и менее;

гроза, крупный град диаметром более 20 мм;

сильная метель – в течение 12 часов и скорость ветра 15 м/сек и более;

сильный гололед – диаметр отложений на проводах 20 мм и более;

сильный мороз – температура – 38 °С и ниже;

сильная жара – температура + 38 °С и выше;

заморозки – температура 0 °С и ниже в июле – августе, приводящие к гибели сельскохозяйственной продукции, не менее, чем на 1/3 территории административного района;

засуха – сочетание высоких температур и дефицита осадков, снижение урожая или его гибель не менее, чем на 1/3 территории района;

суховеи – температура воздуха + 25 °С и более при скорости ветра более 5 м/сек и низкой влажности;

сильный туман – видимость менее 100 м;

### *гидрологические*

наводнение, паводок, заторы, зажоры, нагоны, сель, снежные лавины, половодье;

### *морские природные явления*

волнение, тропический циклон, цунами, сложная ледовая обстановка, изменения уровня моря;

### *природные пожары*

лесные, торфяные, степные, полевые, тундровые;

### *космические явления*

падение на землю космических тел, опасные космические излучения и т.д.;

### *гелиофизические явления*

нарушение условий распространения радиоволн и т. д.;



*массовые заболевания*

эпидемия, эпизоотия, эпифитотия.

### **Техногенные чрезвычайные ситуации**

- транспортные аварии и катастрофы (железнодорожный, надводный, авиационный, автомобильный транспорт, метро, газо- и нефтепроводы, линии электропередач);
- пожары и взрывы на объектах хозяйствования;
- аварии и катастрофы на объектах с выбросом вредных веществ;
- аварии и катастрофы на коммунальных системах жизнеобеспечения;
- аварии и катастрофы на очистных сооружениях;
- гидродинамические аварии и катастрофы (прорыв плотин, дамб);
- обрушение зданий и сооружений;
- аварии на электросистемах.

### **Экологические чрезвычайные ситуации** (антропогенного происхождения)

- эрозия, заболачивание, засоление, опустынивание почв, загрязнение пестицидами, радионуклидами;
- загрязнение воздуха вредными и ядовитыми веществами, недостаток кислорода, высокий уровень шумов, кислотные дожди;
- нехватка пресной воды, обмеление водоемов и высыхание озер, малых рек;
- исчезновение отдельных видов флоры и фауны.

### **Биолого-социальные чрезвычайные ситуации**

- массовые инфекционные и другие заболевания людей и животных;
- массовые поражения сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями.

### **Социальные чрезвычайные ситуации**

Войны, конфликты, голод, диверсии, террористические акты, масштабные забастовки, создание криминальной обстановки.

По скорости распространения ЧС подразделяются на:

- *внезапные* (землетрясения, взрывы, транспортные аварии);
- *быстрозникающие* (выброс газа, пожары, гидродинамические аварии

с образованием волн прорыва, аварии на железнодорожном транспорте с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ);

– *умеренные* (извержение вулканов, половодье, выброс радиоактивных веществ);

– *медленнораспространяющиеся* (засухи, эпидемии, аварии на очистных сооружениях, экологические изменения).

*Ведомственная принадлежность* ЧС обусловлена той отраслью народного хозяйства, где она случилась:

– *в строительстве* (промышленном, гражданском, транспортном);

– *в промышленности* (атомной, химической, пищевой, металлической, машиностроительной, горнодобывающей и т. д.);

– *в коммунально-бытовой сфере* (водопроводно-канализирующих системах, газовых, тепловых, электрических сетях, при эксплуатации зданий и сооружений);

– *на транспорте* (железнодорожном, автомобильном, трубопроводном, воздушном, водном);

– *в сельском и лесном хозяйстве*.

Эта классификация условна. Одни ЧС порождают другие. На практике чаще всего возникают комбинированные ЧС, развивающиеся по *катастрофическому* сценарию.

Катастрофы различают *по сфере возникновения*:

- природные;
- техногенные;
- биолого-социальные;
- экологические;
- социальные.

Катастрофы различают *по характеру развития*:

- функциональные;
- эволюционные.

Катастрофы различают *по ведомственной принадлежности*:

аварии в строительстве, промышленности, сфере обслуживания населения, сельском хозяйстве, лесном хозяйстве, транспорте.

Очаги ЧС классифицируют по видам медицинских последствий:

- травматический;
- химический;
- радиационный;
- инфекционный (эпидемический);
- комбинированный.

## 2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

### 2.1. ЧС природного характера

#### *Гидрологические опасные природные явления* **Наводнения**

Под *наводнением* понимается затопление водой прилегающей к реке, озеру или водохранилищу местности; причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей.

В зависимости от причин наводнения делят на следующие группы:

- наводнения, связанные в основном с максимальным стоком вод от весеннего таяния снега. Такие наводнения отличаются значительным и довольно длительным подъемом уровня воды в реках и называются обычно *половодьями*;
- наводнения, формируемые интенсивными дождями, иногда таянием снега при зимних оттепелях. Они характеризуются интенсивными, сравнительно кратковременными подъемами уровня воды и называются *паводками*;
- наводнения, вызванные в основном большим сопротивлением, которое водный поток встречает в реке. Это обычно происходит в начале и в конце зимы при заторах и зажорах льда;
- наводнения, создаваемые ветровым нагоном воды на крупных озерах, водохранилищах, а также в морских устьях рек.

Наводнения могут возникать при гидродинамических авариях – прорывах плотин, дамб, шлюзов и т.д.

*Половодья* – увеличение водности рек весной. Уровень рек в Белоруссии поднимается на 2 – 3 м, а иногда на 5 и более метров и длится 15 – 20 дней. Наивысший уровень воды обычно наступает через 3 – 5 дней после начала половодья.

*Паводок* – фаза водного режима реки. Может многократно повторяться, причина этому – дождь, снегопад, оттепель. Паводок часто вызывается заторами (скопление льда) или зажорами (скопление шуги, рыхлого льда, который находится под поверхностным льдом). Зажор обычно возникает в начале зимы, в период формирования ледяного покрова, затор – в конце. Подъем воды может вызвать и нагон под воздействием ветра, обычно в устьях крупных рек, на больших озерах и водохранилищах.

Основные характеристики последствий наводнения:

- численность населения в зоне;

– численность населенных пунктов, предприятий, протяженность дорог, количество погибших животных и разрушенных мостов.

Различают *прямой* и *косвенный* ущерб, наносимый наводнениями. Прямой – количество поврежденных домов, погибшего скота и т.д. Косвенный – затраты на эвакуацию, доставку продуктов питания и т.д. Соотношение обычно бывает 70 / 30.

*Подтопление* – разновидность опасного гидрологического явления. Это повышение уровня грунтовых вод, нарушающее нормальное использование территории.

### **Заторы и зажоры льда на реках**

*Затор льда* представляет собой скопление льда в русле, стесняющее течение реки и вызывающее подъем уровня воды в местах скопления льда и на некотором участке выше него. Обычно образуется в конце зимы и в весенний период при вскрытии рек во время разрушения ледяного покрова и состоит из крупно- и мелкобитых льдин.

*Зажор льда* – явление, схожее с затором льда. Оно также представляет собой скопление ледяного материала в русле реки, вызывает подъем уровня воды в месте скопления и на некотором участке выше него. Однако существуют и различия. Зажор состоит из скопления рыхлого ледяного материала, комьев шуги, частиц внутриводного льда, обломков заберегов, небольших льдин, затор – скопление крупных и мелкобитых льдин.

Затор льда – явление кратковременное. Высокий уровень воды держится обычно 0,5 – 1,5 сут. Зажорные наводнения сопровождаются более тяжелыми последствиями, чем весенние наводнения. Заторы и зажоры часто разделяют по категориям: *катастрофически мощные, сильные, средние, слабые*.

### **Нагоны**

*Нагон воды* представляет собой подъем уровня, вызванный воздействием ветра на водную поверхность. Нагоны, приводящие к наводнениям, происходят в устьях крупных рек, а также на больших озерах и водохранилищах.

Нагон воды можно трактовать по-разному. Он возникает на наветренном берегу водоема (озера, водохранилища, моря) за счет касательного напряжения на плоскости раздела вода – воздух. Вовлекаемые ветром в движение в сторону наветренного берега поверхностные слои воды испытывают лишь сопротивление со нижних слоев. С образованием уклона водной поверхности под действием силы тяжести нижние слои воды на-

чинают двигаться в противоположную сторону, уже испытывая гораздо большее сопротивление шероховатости дна. Из-за неравенства расхода воды, движущейся в противоположном направлении, возникает подъем ее уровня у наветренного берега водоема и спад подветренного. Ветровой нагон также, как и половодье, паводок, затор, зажор, является стихийным явлением, приводящим к затоплению пониженных частей городов, населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, крупных промышленных и транспортных объектов. Главным условием возникновения нагонных наводнений является сильный и продолжительный ветер, который характерен для глубоких циклонов.

### **Селевые потоки**

*Селевым потоком (селем)* называются стремительные русловые потоки, состоящие из смеси воды и обломков горных пород, внезапно возникающих в бассейнах горных рек. Они характеризуются резким подъемом уровня, волновыми движениями, кратковременностью действия (в среднем от 1 до 3 ч). Непосредственными причинами зарождения селей служат ливни, интенсивное таяние снега и льда, прорывы водоемов, реже всего извержения вулканов. При движении сель представляет собой сплошной поток из грязи, камней и воды. Крутой передний фронт селевой волны высотой от 5 до 15 м образует голову селя. Максимальная высота вала достигает 25 м. Плотность потока селя колеблется в пределах  $1,2 - 1,9 \text{ т/м}^3$ . Ширина селевого потока колеблется от 3 до 100 м, глубина – от 1,5 до 15 м, длина – от нескольких десятков метров до нескольких километров. Сели классифицируют по объему переносимой твердой массы или по мощности. По мощности селевые потоки делят на три группы: – *мощные (сильной мощности)* с выносом с подножья гор более  $100 \text{ тыс.м}^3$  материалов; происходит один раз в 5 – 10 лет; – *средней мощности*, с выносом от 10 до  $100 \text{ тыс.м}^3$ ; происходит один раз в 2–3 года; – *слабой мощности (маломощные)* с выносом  $10 \text{ тыс.м}^3$  материалов; происходит ежегодно, иногда несколько раз в год.

### **Снежные лавины**

*Снежной лавиной* называется низвергающаяся со склона гор под воздействием силы тяжести снежная масса. Размеры лавины характеризуются массой (т) или объемом ( $\text{м}^3$ ). В зависимости от количества вовлеченного в движение снега объем (масса) лавины может измеряться от нескольких десятков  $\text{м}^3$  (т) до нескольких миллионов  $\text{м}^3$  (т) снега. Лавина в  $10 \text{ м}^3$  представляет опасность для человека и легкового транспорта. Ско-

рость во фронтальном сечении лавины может достигать 100 м/с. Сила удара достигает  $40 \text{ т/м}^2$ , а при наличии в лавине инородных включений и больших значений – до  $200 \text{ т/м}^2$ . В отдельных районах за зиму и весну лавины могут сходить до 15 – 20 раз. Плотность движущейся лавины из сухого снега составляет  $200 - 400 \text{ кг/м}^3$ . Лавины образуются при достаточном снегонакоплении на безлесных склонах гор от 15 до  $50^\circ\text{C}$ . При уклоне более  $50^\circ\text{C}$  снег ссыпается к подножью склона, и лавины не возникают.

## **Геофизические природные явления**

### **Землетрясения**

**Общие сведения о землетрясениях.** *Землетрясение* – это подземные толчки и колебания земной поверхности, вызванные геофизическими причинами. В недрах земли постоянно происходят сложные процессы накопления энергии, высвобождение которой вызывает сейсмический толчок. Момент высвобождения этой энергии связывают с миграцией тектонических плит, на которые разбита земная кора. На границах между плитами могут происходить три явления: плиты могут раздвигаться, сдвигаться или скользить одна относительно другой. В местах столкновения двух плит происходит деформация земной поверхности с выделением энергии. Землетрясения подобного типа называются *тектоническими*. Иногда случаются землетрясения во внутренних частях плит, так называемые *внутриплитовые* землетрясения. Они возникают из-за развития деформации (накопления энергии) в плитах, вызванных давлением на их края. Землетрясения могут возникать и по другим причинам. Одной из таких причин являются вулканы. В местах, где раздвигаются плиты, за счет тепловой конвекции возникают восходящие потоки, извергающие лаву. Данный процесс сопровождается выделением энергии и порождает *вулканические* землетрясения. Другую категорию образуют *обвальные* землетрясения, когда обрушаются котлованы шахт или подземные пустоты и вызывают образование упругих волн. Эти волны могут регистрироваться как слабое землетрясение. К обвальным относятся также землетрясения, возникающие при развитии крупных оползней. Землетрясения могут вызываться также деятельностью человека. Известны случаи, когда в некоторых районах мира землетрясения были вызваны заполнением водой больших водохранилищ или закачкой воды в скважины, но вероятнее, что причиной их являлось возрастание порогового давления в породах, вызванного нагнетанием воды. Наиболее сильны и опасны тектонические и внутриплитовые землетрясения. Если одно землетрясение произошло, то возрастает вероятность в данном районе

происхождения повторного землетрясения. Глубина очага землетрясения может колебаться в различных сейсмических районах от 0 до 730 км.

**Классификация землетрясений.** Землетрясения можно классифицировать по различным признакам. Наиболее распространена классификация землетрясений по причине их возникновения и по интенсивности колебаний грунта на поверхности земли. Землетрясения, в зависимости от колебания грунта на поверхности земли, по шкале Рихтера подразделяют на: *слабые* (1 – 3 балла); *умеренные* (4 балла); *довольно сильные* (5 баллов); *сильные* (6 баллов); *очень сильные* (7 баллов); *разрушительные* (8 баллов); *опустошительные* (9 баллов); *уничтожающие* (10 баллов); *катастрофические* (11 баллов); *сильно катастрофические* (12 баллов).

*Оползни* – происходят весной и летом в горах на высоте 1000 – 1700 м и на склонах, крутизна которых достигает  $19^0$  и выше, на берегах крупных рек.

Они могут быть:

- быстрые (со скоростью перемещения масс 0,3 м/мин);
- умеренные (со скоростью перемещения масс 1,5 м/месяц);
- очень медленные (со скоростью перемещения масс 1,5 м/год);
- исключительно медленные (со скоростью перемещения масс не более 0,06 м/год).

В Беларуси наблюдаются как правило очень медленные или исключительно медленные оползни на некоторых склонах возвышенностей.

### ***Метеорологические и агрометеорологические опасные природные явления***

#### **Ураганы и бури**

**Общие сведения.** В узком смысле слова *ураган* определяется как ветер большой разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которого равна 32 м/с и более 12 баллов по шкале Бофорта. В широком смысле слова ураган – это циклон с очень высокими ураганными (более 32 м/с) скоростными воздушными потоками. Как правило, такие скорости воздушного потока присущи тропическим циклонам.

*Циклоном* называется гигантский атмосферный вихрь с убывающим к центру давлением воздуха и циркуляцией воздуха вокруг центра против часовой стрелки в северном полушарии Земли и по часовой стрелке – в южном. Циклон имеет вид сходящихся по спирали к центру вихря воздушных потоков. В отличие от тропических циклонов, которые обычно называются ураганами, тропические циклоны Тихого океана часто называют *тайфунами*.

*Буря* – это ветер, скорость которого меньше скорости ураганного ветра и в среднем составляет 15 – 20 м/с. Иногда бурю порядка 11 баллов называют *штормом*. Основная причина возникающих ураганов – циклическая деятельность атмосферы. Непосредственными причинами их возникновения являются в умеренных широтах значительный контраст температур и давления смежных воздушных масс, а в тропических широтах – конденсация пара в обширном слое влажного воздуха над океаном с выделением огромного количества энергии. Небольшие потоки воздуха под влиянием указанных причин довольно быстро превращаются в мощный вихрь, и рождается ураган. Как правило, поток воздуха в урагане движется по спирали к середине и вверх. В нашем полушарии – против часовой стрелки, он поднимается на высоту 12 – 16 км и слабеет по мере подъема. Ураганы возникают в любое время года, но наиболее часто в период с июля по октябрь.

**Основные характеристики ураганов и бурь.** Размеры ураганов разные. Обычно за ширину его принимаю ширину зоны катастрофических разрушений, зоны ветров ураганной силы. Эта зона для тропических циклонов имеет ширину от 20 до 200 км. Для тайфунов полоса разрушений составляет обычно 15 – 45 км, но бывает и до 80 км.

Средняя продолжительность урагана составляет 9 – 12 дней. При своем движении иногда тропический циклон превращается во внетропический. Часто ливни, сопровождающие ураганы, гораздо опаснее ураганного ветра.

Длительность бурь – от нескольких часов до нескольких суток. Ширина бури составляет величину от нескольких десятков до нескольких сотен километров.

Ураган является одной из самых мощных сил стихии. Количество энергии, выделяемой средним по мощности ураганом в течение одного года, равно энергии ядерного взрыва 36 Мт.

**Классификация ураганов и бурь.** Ураганы принято подразделять на *тропические* и *внетропические*. *Тропическими* называются ураганы, зарождающиеся в тропических широтах, а *внетропические* – за пределами тропических широт. Общепринятой установленной классификации бурь нет. Чаще всего выделяют две большие группы — *вихревые* и *потоповые бури*.

*Вихревые бури* представляют собой сложные вихревые образования, обусловленные циклонической деятельностью и распространяющиеся на большие площади.

Вихревые бури обычно подразделяют на *пыльные*, *снежные* и *шквальные бури (или шквалы)*.



*Пыльные бури* характерны тем, что воздушный поток таких бурь насыщен пылью и песком (обычно на высоте до несколько сот метров, а иногда у больших пыльных бурь – до 2 км).

Зимой вихревые бури нередко превращаются в *снежные бури*, их часто называют пургой, бураном, метелью.

Характерной чертой *шквальных бурь (шквалов)* является почти мгновенное образование, крайне непродолжительная деятельность (несколько минут), такое же быстрое окончание действия бури. Например, в течение 10 мин скорость ветра может возрасти с 3 м/с до 31 м/с.

*Потоповые бури* – это местные явления небольшого распространения. Они своеобразны, резко обособлены и по своему значению уступают вихревым бурям.

*Потоповые бури* подразделяют на *стоповые* и *струевые бури*. При *стоповых бурях* поток воздуха движется по склону сверху вниз. *Струевые бури* характерны тем, что поток воздуха движется горизонтально или даже вверх по склону.

## Смерчи

**Общие сведения.** *Смерч* – это восходящий вихрь, состоящий из чрезвычайно быстровращающегося воздуха, а также частиц влаги, песка, пыли и других примесей. Он представляет собой быстро вращающуюся воронку, свисающую из кучево-дождевых облаков и ниспадающую как "воронкообразное облако". В полном объеме смерч достигает земли и движется, принося большие разрушения. Смерч – это наименьшая по размерам и наибольшая по скорости вращения форма вихревого движения воздуха. Максимальная скорость ветра 25 м/с и более, для набережной части акватории, океанов, арктических и дальневосточных морей – 30 м/с и более.

Очень часто облако смерча сопровождается грозами, градом и ливнями необычайной силы и размеров.

Смерчевые облака чаще всего возникают при встрече двух воздушных течений: теплого и холодного, чаще всего во время теплой, жаркой погоды и высокой влажности.

**Характеристика смерчей.** Размеры смерчевого облака в поперечнике составляют от 5 – 10 км до 15 км. Высота – 4 – 5 км. Смерч – это насос, засасывающий и поднимающий в облако различные сравнительно небольшие предметы. В стенках смерча движение воздуха достигает скорости 200 м/с. Пыль, обломки разных предметов, люди, животные поднимаются вверх не по внутренней полости, обычно пустой, а в стенках смерча.

Скорость вращения воздуха в воронке достигается 600 – 1000 км/ч и даже 1300 км/ч. Время образования смерча исчисляется обычно минутами, иногда десятками минут. Общее время существования – минуты или часы. Иногда от одного облака образуется группа смерчей (когда облако крупное, имеет поперечник 30 – 50 км). Общая длина пути смерча исчисляется от сотни метров до десятков километров. Изредка может достигать 150 – 200 км. Скорость движения смерчей различная и может достигать до 240 км/ч. Средняя скорость перемещения составляет 50 – 60 км/ч. Размер смерча: средняя ширина 350 – 400 м, высота – несколько метров, иногда достигает до 1500 м.

Смерч поднимает в воздух на сотни метров и даже на несколько километров животных, людей, автомобили, небольшие дома, сносит мосты и все то, что попадает на его пути.

Холмы, леса и водные бассейны не являются преградой для движения смерча. При пересечении водных бассейнов смерч может полностью осушить небольшие озера и болота.

В Республике Беларусь смерчи – нередкое природное явление. В период с 1844 г. по 1953 г. было зарегистрировано 33 смерча. В 1997 г. от сильных проливных дождей, ураганных ветров погибло 6 чел., получили ранения различной тяжести – 55 чел., пострадали 918 населенных пунктов в 18 районах Минской и 7 районах Брестской областей: были разрушены или повреждены жилые дома и помещения производственного комплекса, пострадали лесные массивы и посевные площади сельскохозяйственных культур, нарушены транспортное сообщение и линии электропередач. Экономический ущерб, нанесенный стихийными бедствиями, составил свыше 1 трлн. 800 млрд. руб. (только ущерб от урагана, произошедшего 23 июня, составил около 1,5 трлн руб.) В 1980 г. из-за сильных проливных дождей с градом погибла значительная часть овощных культур, поля превратились в болота, вышли из берегов водоемы. Ураганный ветер сопровождался ослепительными молниями, оглушительными раскатами грома, градом. Смерч фронтом 3,5 км и глубиной 20 км пронесся над деревнями Гостово, Васьковка, Рудня, Черемошня, Зимовище Мозырского района Гомельской области. Были разрушены 30 км дорог, 50 линий электропередач и связи, 15 коровников, 25 построек хозяйственного типа и т. д. Повреждены 102 дома, 15 школ, 6 детских садов. Уничтожены посевы на площади 5250 га, 900 га леса. Для восстановления хозяйства потребуется около 500 млрд. руб.

**Классификация смерчей.** Общепринятой классификации смерчей в настоящее время не существует. Но условно их подразделяют на четыре

группы: пылевые вихри, малые смерчи короткого действия, малые смерчи длительного действия, смерчи – ураганные вихри.

### **Грозы, молнии и другие опасные атмосферные явления**

*Гроза* – многократные электрические разряды между облаками и земной поверхностью, сопровождающиеся звуковыми явлениями, сильными осадками, нередко с градом. Часто наблюдается усиление ветра до шквала, может появиться смерч. Грозы зарождаются в мощных кучевых облаках на высоте 7 – 15 км, где температура воздуха ниже – 15 – 20 °С. Потенциальная энергия такого облака равна энергии взрыва мегатонной бомбы. Электрические разряды разнесены на 1 – 10 км, а токи, их создающие, достигают 10 – 100 ампер.

*Молнии* – гигантские искровые электрические разряды. Чаще всего возникают в дождевых облаках кучевых, иногда в слоисто-дождевых и в смерчах. Молнии могут проходить в самих облаках, ударять о землю, а иногда (один случай из ста) разряд может идти от земли к облаку. Большинство молний – линейные, но могут быть и шаровые. Электрические разряды составляют десятки тысяч ампер, скорость – 10 м/с, температура – более 25000 °С, длительность – от десятых до сотых долей секунды.

*Шаровая молния* – часто образуется за ударом линейной. Длится от нескольких секунд до минут. Исчезновение может сопровождаться взрывом. Шаровая молния может проникнуть в комнату не только через открытую дверь, но и через ничтожную щель или пробить стекло. Чаще всего прямым ударам подвергаются сооружения, возвышающиеся над окружающими строениями (дымовые трубы, башни, одиночные деревья). Шаровые молнии часто поражают людей, не оставляя следов, вызывая мгновенное трупное окоченение. Опасны прямые удары в воздушные линии связи на деревянных столбах. Чаще всего шаровые молнии поражают на открытых местах, реже в помещениях, еще реже в лесу, в автомобиле. В частных домах необходимо заземлять металлическую крышу. Лучше защищены дома с центральным отоплением, водопроводом.

*Град* – это осадки в виде частичек плотного льда диаметром от 5 до 15 мм, выпадающих вместе с ливневым дождем при грозе в теплое время года.

*Засуха* – это продолжительное отсутствие осадков в сочетании с высокой температурой. Различают весенние, осенние, летние засухи. Особенность почв Беларуси состоит в том, что осенние и летние засухи, даже небольшой продолжительности, приводят к резкому падению урожая, лесным и торфяным пожарам.

*Продолжительные дожди и ливни* – переувлажнение почвы ведет к гибели урожая.

*Гололед* – намерзание переохлажденных капель дождя или тумана ведет к многочисленным дорожно-транспортным происшествиям, увеличению людей.

*Туман* – скопление продуктов конденсации в виде капель или кристаллов, взвешенных в воздухе над поверхностью земли. Приводит к многочисленным дорожно-транспортным происшествиям, прекращению перелетов птиц.

### ***Природные пожары*** **Лесные пожары**

Лесные пожары в Республике Беларусь – явление нередкое, они возникают ежегодно. Под лесными пожарами понимается неконтролируемое горение растительности, стихийно распространяющееся по лесной территории.

При жаркой погоде достаточно не пройти дождям 15 – 18 дней, как лес становится пожароопасным. От грозových разрядов и самовоспламеняющейся торфяной крошки происходит незначительное число пожаров. В 90 – 97 случаях из 100 виновниками лесных пожаров оказываются люди, которые не проявляют в лесу должной осторожности при обращении с огнем в местах работы и отдыха.

Согласно статистическим данным, 60 % всех лесных пожаров зарождается в 5-километровой пригородной зоне, а 93 % – в 10-километровой.

В середине лета значительное число пожаров возникает в местах сбора ягод и грибов. Лесные пожары ежегодно наносят значительный ущерб народному хозяйству. От огня гибнут деревья, кустарники, заготавливаемая лесная продукция, строения и сооружения, животные и растения. Потери лесной продукции от пожаров за последние 5 лет на территории Республики Беларусь составили более 20 тыс. га.

**Классификация лесных пожаров.** В зависимости от характера возникновения и состава леса пожары подразделяют на *низовые, верховые и почвенные*. Важнейшей характеристикой пожаров является скорость распространения и глубина прогорания подземных пожаров.

По этим характеристикам лесные пожары подразделяют на *слабые, средние и сильные*. Скорость распространения слабых пожаров не превышает 1 м/мин, среднего – 1 – 3 м/мин, сильного – свыше 3 м/мин. Слабый верховой лесной пожар имеет скорость до 3 м/мин, средний – до 100 м/мин, а сильный – свыше 100 м/мин.

Слабый (почвенный) подземный пожар, глубина прогорания которого не превышает 25 см.; средний – от 25 до 50 см, сильный – более 50 см. Особенно большой ущерб лесам наносят верховые пожары– это пожары, когда горят кроны деревьев верхнего яруса леса. По площадям, охваченным огнем, лесные пожары подразделяют на шесть классов:

- загорание (площадь, охваченная огнем 0,1 – 0,2 га);
- малый пожар (площадь, охваченная огнем 0,2 – 2 га);
- небольшой пожар (площадь, охваченная огнем 2,1 – 20 га);
- средний пожар (площадь, охваченная огнем 21 – 200 га);
- крупный пожар (площадь, охваченная огнем 200 – 2000 га);
- катастрофический пожар (площадь, охваченная огнем более 2000 га).

Анализ, проведенный по лесным пожарам в 1973 – 1983 гг., показал, что средняя продолжительность крупных лесных пожаров составляла от 10 до 15 сут., выгоревшая площадь в среднем была равна 450–500 га при периметре от 8,0 до 15,0 км.

## 2.2. ЧС биологического характера

### *Чрезвычайные ситуации, связанные с инфекционными заболеваниями*

#### **Основные определения и термины**

**Инфекция** – внедрение и размножение в организме человека или животных болезнетворных микроорганизмов, сопровождающиеся комплексом реактивных процессов; завершается инфекционным заболеванием, бактерионосительством или гибелью микробов.

**Пандемия** – эпидемия, охватывающая значительную часть населения страны, группы стран, континента.

**Эпидемия** – массовое распространение инфекционного заболевания человека в какой-либо местности, стране, значительно превышающее обычный уровень заболеваемости.

**Эпидемический очаг** – место пребывания источника возбудителя инфекции и прилегающая территория в пределах способности передачи возбудителя окружающим людям.

Границы очага определяются особенностями каждой инфекционной болезни и условиями конкретной социально-бытовой и природной обстановки.

**Эпидемические болезни** – инфекционные болезни, способные к быстрому и широкому распространению (острозаразные, остроинфекционные, остроконтагиозные, повальные).

**Эпидемический процесс** – непрерывная цепь последовательно развивающихся взаимосвязанных инфекционных состояний (больные, носи-

тели), регистрируемых в человеческом коллективе при определенных природных и социальных условиях.

**Бактерии** – группа микроскопических, преимущественно одноклеточных микроскопических микроорганизмов. Патогенные (болезнетворные) бактерии – возбудители болезней растений, животных и человека.

**Микробы** – собирательное название бактерий и микроскопических грибов (микроорганизмов), исключая простейшие и вирусы.

**Вирусы** – мельчайшие неклеточные частицы, являющиеся внутриклеточными паразитами. Распространены повсеместно, вызывают болезни растений, животных, человека.

**Инфекционные болезни** – группа заболеваний, вызываемых патогенными бактериями, вирусами, риккетсиями и простейшими. Общим признаком инфекционных болезней является способность передаваться от зараженного организма к здоровому и при наличии условий принимать эпидемическое распространение.

**Риккетсии** – мелкие болезнетворные бактерии, размножающиеся подобно вирусам только в клетках.

**Реинфекция** – повторное заражение после перенесенного инфекционного заболевания.

**Суперинфекция** – повторное заражение в условиях незавершившегося инфекционного процесса.

**Инфекционный процесс** – взаимодействие между организмом человека и возбудителем инфекции, который может завершиться, а может и не завершиться инфекционным заболеванием.

**Эндемия** – постоянное (в течение многих лет) наличие инфекционной болезни в данной местности, обусловленное природными факторами.

### **Классификация инфекций и инфекционных заболеваний**

Классификация инфекций и инфекционных заболеваний весьма обширна и многообразна. Наиболее характерные классификационные признаки:

*По-способу проникновения* инфекции в организм человека различают следующие пути: при соприкосновении, через рот (с водой и пищей), воздух (с капельками слюны, слизи), посредством членистоногих переносчиков.

В зависимости от наличия и выраженности клинических проявлений различают *явные, стертые и бессимптомные* проявления инфекционного заболевания.

*По характеру протекания* различают молниеносное, острое или хроническое течение инфекционной болезни.

*По распространению* в организме человека различают локализованную (очаговую) инфекцию и генерализованную (распространяющуюся по всему организму) инфекцию.

*По происхождению* различают эндогенные (внутренние) инфекции, т.е. аутоинфекции и экзогенные (внешние) инфекции. Большинство инфекционных болезней являются экзогенными.

Наряду с инфекциями, вызываемыми одним возбудителем, наблюдаются и смешанные инфекции.

*По признаку локализации* все инфекционные болезни делят на четыре группы:

1. Группа "кишечных инфекций", характеризующихся кишечной локализацией возбудителя инфекции на всем протяжении инфекционного процесса или в отдельные его периоды. К этой группе относят: брюшной тиф, холеру, дизентерию, сальмонеллез и т.д.

2. Группа "инфекций дыхательных путей", характеризующихся локализацией возбудителей инфекции в разных отделах дыхательных путей. Этой группе характерен "капельный" механизм передачи. В эту группу входят: корь, оспа, дифтерия, скарлатина, коклюш и т.д.

3. Группа "кровяных инфекций". Естественная передача их возбудителей осуществляется кровососущими членистоногими паразитами (комар, клещи). К этой группе относят: малярию, сыпной тиф, лихорадку, энцефалит и др.

4. Группа "инфекций наружных покровов" – кожи, слизистых оболочек, включая "раневые" инфекции. В эту группу входит около 35 % всех инфекционных болезней. Важнейшими представителями инфекционных болезней этой группы являются: чесотка, лишай, молочница, конъюнктивит, столбняк, ящур, сифилис, гонорея, сибирская язва и др.

### **2.3. ЧС техногенного характера**

*Дорожно-транспортные происшествия* – ежегодно в мире от них погибает более 300 тысяч человек и более 15 тысяч получает травмы. В республике ежегодно происходит от 7000 до 8000 ДТП, в которых погибают 1,5 – 2 тысячи человек. Наибольшее число ДТП происходит в октябре каждого года. Наиболее распространенными являются наезды на пешеходов, столкновения, опрокидывания.

*Аварии и катастрофы на железнодорожном транспорте.* Общая протяженность железнодорожных путей в Беларуси – более 5,6 тысяч км. Средняя грузонагруженность железных дорог у нас самая высокая в

СНГ. Она в пять раз больше, чем в США и 8 – 15 раз больше по сравнению с другими развитыми странами.

Опасные происшествия на железнодорожном транспорте происходят в виде:

- крушения поездов;
- железнодорожных катастроф и аварий.

Причинами являются:

- неисправные пути;
- ошибки работников железнодорожного транспорта (более 50% аварий происходит по вине путейных рабочих);
- нарушение правил проезда железнодорожных путей.

Следствия этих аварий:

- сходы поездов;
- взрывы опасных грузов;
- разливные выбросы ядовитых грузов;
- поражения людей;
- материальный ущерб.

В зависимости от численности пострадавших различают пять категорий аварийных катастроф на железнодорожном транспорте:

- 1 категория - пострадали 1-5 человек
- 2 категория - пострадали 6-15 человек
- 3 категория - пострадали 16-30 человек
- 4 категория - пострадали 31-50 человек
- 5 категория - пострадали более 50 человек

*Аварии и катастрофы на воздушном транспорте.*

В Республике Беларусь располагаются 7 аэропортов со статусом международных. В гражданской авиации разрушение одного воздушного судна, имеющего на борту пассажиров, называют авиационным происшествием.

Авиапроисшествия делятся на:

- катастрофы - опасные происшествия с гибелью людей и разрушением самолетов;
- аварии;
- поломки самолетов.

Причины авиапроисшествий:

- ошибки человека – 50 – 60 %;
- отказ техники – 15 – 30 %;
- воздействие внешней среды – 10 – 20 %;
- прочие причины – 5 – 10 %.



По статистике авиапроисшествия происходят:

- на взлете – 30 %;
- крейсерский полет – 18 %;
- заход на посадку – 16 %;
- посадка – 36 %.

*Аварии и катастрофы на водном транспорте.*

Общая протяженность речных судоходных путей Республики Беларусь – 2,6 тысячи км.

Классификация аварий и катастроф на водном транспорте:

- кораблекрушения – гибель судна или его полное разрушение;
- авария – повреждение судна или его нахождение на мели не менее 40 часов (для пассажиров – 12 часов);
- аварийное происшествие.

Одной из основных причин аварий и катастроф на водном транспорте является человек.

### ***Аварии на химически опасных объектах***

#### **Основные определения и термины**

***Химически опасный объект (ХОО)*** – объект народного хозяйства, при аварии или разрушении которого могут произойти массовые поражения людей, животных и растений сильнодействующими ядовитыми веществами.

***Сильнодействующее ядовитое вещество (СДЯВ)*** – вещество, применяемое в народнохозяйственных целях, которое при выбросе или выливе может привести к заражению воздуха с поражающими концентрациями и более.

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

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

***Химически опасный город*** – город, в пределах которого расположены один или несколько химически опасных объектов.

***Выброс опасного химического вещества*** – выход из технических установок, емкостей для хранения или транспортирования опасного хи-

мического вещества или продукта в количестве, способном вызвать химическую аварию.

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

**Зона химического заражения** – территория, зараженная сильнодействующими ядовитыми веществами в опасных для жизни людей концентрациях.

**Очаг поражения** – территория, в пределах которой в результате аварии на химически опасном объекте произошли массовые поражения людей, животных, растений.

**Токсичность** – свойство вещества вызывать отравление (интоксикацию) организма; характеризуется дозой вещества, способной вызывать ту или иную степень отравления.

**Токсодоза** – количественная характеристика токсичности СДЯВ, соответствующая определенному уровню поражения при его воздействии на живой организм.

Для характеристики токсичности веществ при их воздействии на организм человека через органы дыхания применяются следующие токсодозы:

средняя смертельная токсодоза вызывает смертельный исход у 50 % пораженных;

средняя выводящая из строя токсодоза – 50 % пораженных.

**Концентрация** – количественная характеристика содержания СДЯВ в зараженном воздухе. Она определяется количеством СДЯВ (в единицах веса) к единице объема воздуха и измеряется в  $\text{г/м}^3$  или  $\text{мг/л}$ .

**Предельно допустимая концентрация опасного вещества (ПДК)** – максимальное количество опасных веществ в почве, воздушной или водной среде, измеряемое в единице объема или массы, которое при постоянном контакте с человеком или при воздействии на него за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье людей и не вызывает неблагоприятных последствий.

**Ликвидация аварии** – прекращение поступления в окружающую среду ОВ из разрушенного оборудования и устранение его с места выброса либо в результате аварийно-спасательных действий, либо в результате естественного испарения.

### **Классификация аварий на химически опасных объектах**

В химических отраслях народного хозяйства аварии делят на две категории (в качестве признака используется возможность или отсутствие

таковой у предприятия, на котором произошла авария, самостоятельно провести ликвидацию ее последствий):

I категории – аварии в результате взрывов, вызывающих разрушение технологической схемы инженерных сооружений производства, вследствие чего полностью или частично прекращен выпуск продукции, и для его восстановления требуются специальные ассигнования;

II категории – аварии, в результате которых повреждено основное или вспомогательное оборудование, инженерные сооружения, вследствие чего полностью или частично прекращен выпуск продукции, и для восстановления производства требуются затраты на капитальный ремонт.

*Химически опасными объектами являются:*

- предприятия, где изготавливаются СДЯВ;
- предприятия, где СДЯВ используются в технологическом цикле производства;
- складские помещения, где хранятся СДЯВ;
- емкости, в которых транспортируются СДЯВ.

Учитывая степень опасности, классификация аварий на химически опасных объектах (ХОО) выглядит следующим образом:

*частная* – авария, не связанная с выбросом СДЯВ либо связанная с незначительной их утечкой;

*объектовая* – авария, связанная с утечкой СДЯВ с технологического оборудования; глубина пороговой зоны меньше радиуса санитарно-защитной зоны вокруг объекта;

*местная* – авария, связанная с разрушением большой единичной емкости или целого склада СДЯВ; облако достигает жилой зоны застройки, проводится эвакуация близлежащих жилых районов и другие защитные мероприятия;

*региональная* – авария со значительным выбросом СДЯВ; наблюдается распространение зараженного облака вглубь жилых районов;

*глобальная* – авария с полным разрушением всех хранилищ со СДЯВ на крупном химически опасном объекте; возможна при крупной диверсии, в военное время, в результате стихийного бедствия, при чрезвычайной ситуации на соседнем объекте (взрывоопасном, гидрологически опасном).

С учетом приведенной классификации аварии на химически опасных объектах подразделяют на:

- аварии с выбросом СДЯВ при их производстве, переработке и хранении;
- аварии на транспорте с выбросом (угрозой выброса) СДЯВ;
- образование и распространение СДЯВ в процессе протекания химических реакции, начавшихся в результате аварии;

– аварии с химическими боеприпасами.

### **Характеристика основных сильнодействующих ядовитых веществ**

В настоящее время используется более ста наименований химических веществ, которые при концентрации, превышающей предельно-допустимую (ПДК), могут вызывать у людей различного характера поражения.

Наиболее распространенными СДЯВ являются азотная, серная, соляная и фосфорная кислоты, аммиак, метан, хлор, ртуть и др.

Большинство из этих веществ являются либо газами, либо жидкостями, образующими ядовитые пары.

**Азотная кислота ( $\text{HNO}_3$ )** используется при производстве минеральных удобрений, травлении металлов, производстве взрывчатых веществ, лаков, для изготовления химических реактивов.

#### **Основные свойства и виды опасности**

**Основные свойства.** Бесцветная тяжелая жидкость, дымящаяся на воздухе. Под действием света и при нагревании частично разлагается с выделением бурых оксидов азота. Сильнейший окислитель, хорошо смешивается с водой.

**Опасность для человека.** Высокотоксичная жидкость, раздражает дыхательные пути, может вызвать разрушение зубов, конъюнктивиты. Воздействие паров резко усиливается при наличии в воздухе моторных масел. При попадании на кожу вызывает сильные ожоги, язвы.

#### **Необходимые действия**

**Действия общего характера.** Удалить посторонних. Держаться с наветренной стороны. Избегать нахождения на низких местах. Изолировать опасную зону, не допускать в нее посторонних. В зону аварии входить только в средствах защиты. Пострадавшим оказать первую доврачебную помощь.

**Нейтрализация.** Разлитое вещество нейтрализовать каустической содой, известью или другими щелочными смесями.

#### **Меры первой помощи**

**Доврачебная помощь.** Вывести пострадавшего на свежий воздух. Снять загрязненную одежду, обеспечить покой и тепло. При ожогах кожи необходимо быстрое обмывание струей воды. Глаза также промыть струей чистой воды. Пострадавшего отправить в лечебное учреждение.

**Серная кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )** широко применяется при производстве минеральных удобрений, очистке нефтепродуктов, сушке влажных газов, травлении металлов, используется в пищевой промышленности, аккумуля-

ляторах автотранспорта, в быту.

#### **Основные свойства и виды опасности**

**Основные свойства.** Бесцветная, тяжелая маслянистая жидкость, без запаха. На воздухе медленно испаряется. Коррозийная для большинства металлов. Сильный окислитель. Хорошо растворяется в воде. С водой реагирует активно, с выделением тепла и брызг.

**Опасность для человека.** Высокотоксичная жидкость. Опасна при вдыхании паров, проглатывании ее с водой и пищей, вызывает сильное раздражение верхних дыхательных путей; при попадании на кожу вызывает сильные ожоги, язвы.

#### **Необходимые действия**

**Действия общего характера.** Удалить посторонних. Держаться с наветренной стороны. Избегать нахождения на низких местах. Изолировать опасную зону. В зону аварии входить только в средствах защиты. Пострадавшим оказать первую доврачебную помощь.

**Нейтрализация.** Разлитое вещество нейтрализовать каустической содой, содовым порошком, известью, дробленым известняком или другими щелочными смесями.

#### **Меры первой помощи**

**Доврачебная помощь.** Пораженного вывести на свежий воздух. При отсутствии дыхания сделать искусственное дыхание. Дать пораженному теплого молока с содой, при появлении кашля – кодеин. При попадании кислоты на кожу промыть водой (не менее 15 мин), наложить повязку с 2 – 3 %-ным раствором питьевой соды. Глаза промыть проточной водой, закапать по одной капле 2 %-ного раствора новокаина. Пострадавшего отправить в лечебное учреждение.

**Соляная кислота (HCl)** используется для изготовления химических реактивов, в медицине и пищевой промышленности, при травлении металлов, в производстве пластмасс и лакокрасочных материалов.

#### **Основные свойства и виды опасности**

**Основные свойства.** Бесцветная жидкость с резким удушающим запахом. Легко испаряется и дымит в воздухе. Хорошо растворяется в воде. Коррозийная для большинства металлов.

**Опасность для человека.** Высокотоксичная жидкость. Опасна при вдыхании, проглатывании и попадании на кожу и слизистые оболочки.

#### **Необходимые действия**

**Действия общего характера.** Удалить посторонних. Держаться с наветренной стороны. Избегать нахождения на низких местах. Изолировать опасную зону. В зону аварии входить только в средствах защиты. По-

страдавшим оказать первую доврачебную помощь.

**Нейтрализация.** При утечке или разливе вещество нейтрализовать каустической содой, содовым порошком, известью или известковым раствором.

#### **Меры первой помощи**

**Доврачебная помощь.** Пострадавшего вывести на свежий воздух. Снять загрязненную одежду и обувь. При отсутствии дыхания сделать искусственное дыхание. Дать пораженному теплого молока с содой, маслом и медом. При попадании кислоты на кожу промыть водой или 25 %-ным раствором питьевой соды (не менее 15 мин). Глаза промыть проточной водой, закапать по одной капле 2 % раствора новокаина. Пострадавшего отправить в лечебное учреждение.

**Фосфорная кислота ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )** используется в производстве минеральных удобрений, фармакологических препаратов, нефтепереработке и металлообработке, текстильной, пищевой промышленности.

#### **Основные свойства и виды опасности**

**Основные свойства.** Бесцветная тяжелая жидкость, гигроскопична. При нагревании свыше  $150^{\circ}\text{C}$  полностью разлагается. Средний окислитель, растворима в горячей воде.

**Опасность для человека.** Токсичная жидкость. Пары кислоты вызывают раздражение слизистой носа, носовые кровотечения, сухость в носу и горле. При попадании на кожу кислота вызывает воспалительные процессы.

#### **Необходимые действия**

**Действия общего характера.** Удалить посторонних. Держаться с наветренной стороны. Избегать нахождения на низких местах. Изолировать опасную зону. В зону аварии входить только в средствах защиты. Пострадавшим оказать первую доврачебную помощь.

#### **Меры первой помощи**

**Доврачебная помощь.** Пострадавшего вывести на свежий воздух. Снять загрязненную одежду и обувь, обеспечить покой, тепло. При попадании кислоты на кожу промыть водой. Пострадавшего отправить в лечебное учреждение.

**Аммиак сжиженный ( $\text{NH}_3$ )** широко применяется в производстве азотной кислоты, минеральных удобрений, используется при крашении тканей, производстве зеркал, в холодильных установках.

#### **Основные свойства и виды опасности**

**Основные свойства.** Бесцветный газ с резким запахом. Растворим в воде, легко испаряется. Перевозится в сжиженном состоянии под давлением.

ем в стальных емкостях. При попадании в атмосферу дымит.

**Пожаро- и взрывоопасность.** Горючий газ. Горит при постоянном источнике огня. Пары с воздухом образуют взрывоопасную смесь. Емкости могут взрываться при нагревании. В порожних емкостях образуется взрывоопасная смесь.

**Опасность для человека.** Опасен при вдыхании. При высоких концентрациях возможен летальный исход. Вызывает сильный кашель, удушье. Пары действуют сильно, вызывая слезотечение. Соприкосновение с кожей вызывает обморожение. При утечке загрязняет водоемы.

#### **Необходимые действия**

**Действия общего характера.** Удалить посторонних. Держаться с наветренной стороны. Изолировать опасную зону. В зону аварии входить только в средствах защиты. Соблюдать нормы пожарной безопасности. Пострадавшим оказать первую доврачебную помощь. Дегазация— обильное смывание водой.

**При пожаре.** Не приближаться к горящим емкостям. Тушить мелкораспыленной водой, механической пеной с максимального расстояния. При возгорании сбить пламя струей воды.

#### **Меры первой помощи**

**Доврачебная помощь.** Пострадавшего вывести на свежий воздух. Снять загрязненную одежду и обувь, обеспечить покой, тепло. Дать увлажненный кислород. Кожу и глаза промыть водой или 2 %-ным раствором борной кислоты (не менее 15 мл). Пораженного госпитализировать.

**Метан (CH<sub>4</sub>)** (болотный, природный, рудничный газ)— простейший углеводород, является основным компонентом природного газа; химически опасное вещество, широко используется в промышленности и быту.

#### **Основные свойства и виды опасности**

**Основные свойства.** Бесцветный легкий газ, не имеющий запаха. Почти растворим в воде. Транспортируется в сжиженном состоянии. Горит синеватым пламенем с выделением большого количества теплоты.

**Пожаро- и взрывоопасность.** Горючий газ, топливо. Смесь метана с воздухом крайне взрывоопасна.

**Опасность для человека.** Опасен при вдыхании, действует на центральную нервную систему, вызывает наркотическое действие.

#### **Необходимые действия**

**Действия общего характера.** Удалить посторонних. Держаться с наветренной стороны. Изолировать опасную зону. В зону аварии входить только в средствах защиты. Соблюдать нормы пожарной безопасности. Пострадавшим оказать первую доврачебную помощь. Дегазация— актив-

ное проветривание помещения.

### **Меры первой помощи**

**Доврачебная помощь.** Надеть противогаз на пострадавшего и вывести на свежий воздух. При остановке дыхания сделать искусственное дыхание (вне зоны заражения). Согреть, сделать ингаляцию кислородом, немедленно эвакуировать в больницу.

**Хлор ( $\text{Cl}_2$ )** используется в химической промышленности для получения неорганических и органических соединений, хлорирования руд в металлургии, дезинфекции воды, отбеливании тканей. Поражающая концентрация 0,01 мг/л, смертельная концентрация 0,1 мг/л.

### **Основные свойства и виды опасности**

**Основные свойства.** Зеленовато-желтый газ с резким раздражающим запахом. Плотнее воздуха в 2,5 раза. Умеренно растворим в воде. Под давлением 0,6 МПа превращается в жидкость. Сильный окислитель.

**Опасность для человека.** Опасен при вдыхании. Вызывает сильное раздражение глаз и дыхательных путей, которое может привести к отеку легких. Высокие концентрации хлора могут привести к быстрой смерти от рефлекторного торможения дыхательных путей.

### **Необходимые действия**

**Действия общего характера.** Удалить посторонних. Держаться с наветренной стороны. Изолировать опасную зону. В зону аварии входить только в средствах защиты. Пострадавшим оказать первую доврачебную помощь. Дегазация – раствор гипосульфита натрия.

### **Меры первой помощи**

**Доврачебная помощь.** Срочно надеть на пострадавшего противогаз и вывести из зараженной зоны на свежий воздух. Поднести для вдыхания нашатырный спирт. Промыть глаза и прополоскать нос и рот 2%-ным раствором пищевой соды. Дать выпить стакан теплого молока с содой. При затрудненном дыхании дать кислород и эвакуировать в больницу.

**Ртуть ( $\text{Hg}$ )** широко применяется в электротехнике, электронике, приборостроении, металлургии, химии (термометры, барометры, реле, электрические звонки, лампы дневного света, кварцевые ртутные лампы), производстве хлора и щелочей, для получения металлов высокой частоты, как катализатор в органической химии.

### **Основные свойства и виды опасности**

**Основные свойства.** Блестящий, серебристо-белый, жидкий, тяжелый металл. Заметно испаряется при комнатной температуре, при повышении температуры скорость испарения сильно возрастает. Растворяет золото, серебро, цинк и др., образуя твердые растворы (амальгамы).



**Опасность для человека.** Ртуть, особенно ее пары, химические соединения, токсичны, опасны для вдыхания и интенсивно загрязняют окружающую среду. Попадая в организм человека, блокирует биологически активные группы белковых молекул, вызывая острые и хронические отравления. Оказывает поражающее действие на центральную нервную систему, сердечно-сосудистую систему, желудочно-кишечный тракт, органы дыхания, печень, селезенку, почки. Поражающее действие проявляется, как правило, через определенный промежуток времени (при остром отравлении через 8 – 24 ч).

#### **Необходимые действия**

**Действия общего характера.** Пострадавшего вынести из зоны поражения. Оказать первую доврачебную помощь. Срочно направить в лечебное учреждение. Демеркуризация – механическая уборка (очистка) видимой металлической ртути. Химическая обработка загрязненных мест водным раствором перманганата калия и соляной кислоты после механической очистки с удалением продуктов реакции ртути с химическими реагентами через 1 – 2 сут. (в исключительных случаях – через 4 – 6 часов). Рекомендуется применять также 5 – 10 %-ный водный раствор сульфида натрия ( $\text{Na}_2\text{S}$ ), 20 %-ный раствор хлорида железа и др.

#### **Воздействие сильнодействующих ядовитых веществ на человека**

Аварийная ситуация в местах, где есть СДЯВ, может сопровождаться их выбросом в атмосферу. Сильнодействующие ядовитые вещества способны не только заражать воздух, но и местность с расположенными на ней объектами и предметами.

Основными путями проникновения СДЯВ в организм человека являются:

- органы дыхания, при этом ядовитые вещества воздействуют на слизистые оболочки носа, гортани, трахеи, бронхов;
- органы пищеварения, при этом они попадают в организм с пищей и водой;
- кожные покровы;
- слизистые оболочки глаз.

Проникнув в организм человека, СДЯВ вызывают общее отравление (интоксикацию), что приводит к изменениям в различных органах или нарушениям их функций.

Основные показатели воздействия СДЯВ на человека:

*токсичность* – способность вызывать поражение при попадании в организм в определенных дозах;

*быстродействие* – время от контакта с СДЯВ до проявления поражения;

*стойкость* – способность сохранять свое поражающее действие в воздухе или на местности в течение определенного периода времени.

Характер и степень поражения ядовитыми веществами зависят от их концентрации и длительности пребывания в зараженной атмосфере.

Таблица 2.1

**Классы опасности химических соединений в зависимости от токсиметрических характеристик**

Показатели	Класс опасности			
	I (чрезвычайно опасные)	II (высоко- опасные)	III (умеренно опасные)	IV (мало- опасные)
ПДК <sub>р.з.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Менее 0,1	0,1 – 1	1 – 10	Более 10
ЛД <sub>50ж</sub> при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15 – 150	150 – 5000	Более 5000
ЛД <sub>50к</sub> при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100 – 500	500 – 2500	Более 2500
ЛД <sub>50</sub> , мг/кг	Менее 0,5	0,5 – 5	5 – 50	50
КВИО	Более 300	300 – 30	30 – 3	Менее 3
З <sub>ост</sub>	Менее 6	6 – 18	18 – 54	Более 54
З <sub>хр</sub>	Более 10	10 – 5	5 – 2,5	Менее 2,5

ПРИМЕЧАНИЕ:

ПДК<sub>р.з.</sub> – предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны;

ЛД<sub>50ж</sub> – летальная доза химических веществ, вызывающей при введении в организм гибель 50 %;

ЛД<sub>50к</sub> – то же при нанесении на кожу;

ЛД<sub>50</sub> – летальная концентрация вещества, вызывающая при вдыхании гибель 50 %;

КВИО – коэффициент возможного ингаляционного отравления – отношение максимально достижимой концентрации вещества в воздухе при 20 °С к летальной концентрации (ЛД<sub>50</sub>);

З<sub>ост</sub> – зона острого действия, определяемая, как отношение ЛД<sub>50</sub> к ПК<sub>ост</sub>;

ПК<sub>ост</sub> – пороговая концентрация острого действия, установленная на лабораторных животных при однократном ингаляционном воздействии;

З<sub>хр</sub> – зона хронического действия, определяемая, как отношение ПК<sub>ост</sub> к ПК<sub>хр</sub>;

ПК<sub>хр</sub> – пороговая концентрация хронического действия, установленная на лабораторных животных при ингаляционном воздействии по 4 ч пять раз в неделю на протяжении 4 месяцев.

Различают следующие виды концентрации СДЯВ в атмосфере:

*предельно допустимую*, при которой болезненных изменений в организме не происходит;

поражающую, приводящую к патологическим изменениям в организме; смертельную, приводящую к летальному исходу.

### ***Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах***

#### **Основные определения и термины**

***Взрыв*** – освобождение большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени, приводящее к образованию сильно нагретых газов с очень высоким давлением, расширение которых оказывает механическое воздействие (разрушение) на окружающие предметы.

***Взрывобезопасность*** – состояние производственного процесса, при котором исключается возможность взрыва или в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей вызываемых им опасных и вредных факторов и обеспечивается сохранение материальных ценностей.

***Горючесть*** – способность вещества, материала, смеси, конструкции к самостоятельному горению.

***Детонация*** – химическое превращение взрывчатого вещества, распространяющееся со сверхзвуковой скоростью и характеризующееся высоким давлением в ударной волне; вызывается механическим или тепловым воздействием.

***Пожар*** – неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей.

***Пожарная безопасность*** – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей его опасных факторов и обеспечивается защита материальных ценностей.

***Пожароопасное вещество*** – вещество, которому свойственна повышенная пожарная опасность.

***Пожаро- и взрывоопасные объекты (ПВОО)*** – объекты, на которых производятся, хранятся, транспортируются взрывоопасные продукты. К таким объектам, прежде всего, следует отнести промышленные предприятия, в производстве которых используются взрывоопасные вещества и вещества, имеющие высокую степень возгорания, а также железнодорожный и трубопроводный транспорт, как несущий наибольшую нагрузку при транспортировке пожароопасных грузов.

#### **Классификация пожаро- и взрывоопасных объектов**

По взрывной, взрывоопасной и пожарной опасности ПВОО подраз-

деляются на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, Е.

Категория А – нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, трубопроводы, склады нефтепродуктов и т.д.

Категория Б – цеха приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, выбойные и размольные отделения мельниц.

Категория В – лесопильные, деревообрабатывающие, столярные, модельные, лесотарные и другие производства.

Категории Г, Д, Е являются потенциально менее опасными.

Пожары на крупных промышленных предприятиях и населенных пунктах могут быть *отдельными* и *массовыми*.

*Отдельные пожары* – пожар в отдельном здании или сооружении.

*Массовые пожары* – совокупность отдельных пожаров, охватывающая более 25 % зданий. Сильные пожары при определенных условиях могут перейти в огненные штормы.

*Огненный шторм* – особый вид устойчивого пожара, охватывающий в городах более 90 % зданий и характеризующийся наличием восходящего вверх столба продуктов сгорания.

Учитывая пожаро- и взрывоопасность веществ и факторов на опасных объектах, аварии (пожары, взрывы) могут произойти:

в зданиях, на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов;

на объектах добычи, переработки и хранения легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ;

на транспорте;

в шахтах, подъемных и горных выработках, метрополитенах.

На территории Беларуси имеются пожаро- и взрывоопасные объекты. Это 18 предприятий газового хозяйства, 24 предприятия добычи и переработки торфа, 46 льнозаводов, 24 объекта деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, 5 объектов тепловой энергетики, нефте-, газопроводы.

### **Характеристика основных пожаро-и взрывоопасных веществ и факторов**

Основными параметрами, характеризующими пожаро- и взрывоопасность среды, являются:

– температура вспышки;

– область воспламенения (температурные и концентрационные пределы взрываемости);

– температура самовоспламенения;

- нормальная скорость распространения пламени;
- минимальное взрывоопасное содержание кислорода (окислителя);
- способность к взрыву и детонации;
- чувствительность к механическому воздействию (удару и трению);
- способность образовывать с другими веществами пожаро- и взрывоопасные смеси.

Взрывоопасные смеси газов и паров подразделяют на две категории (I и II) в зависимости от способности (неспособности) передачи взрыва из замкнутого объема в окружающую среду и на шесть групп (Т1...Т6) в зависимости от температуры самовоспламенения.

Взрывоопасной средой являются:  
 смеси веществ (газов, паров и пыли), способные образовывать с воздухом и другими окислителями (кислород, озон, хлор, окислы азота и др.) воспламеняемые и взрывоопасные смеси;  
 вещества, способные к взрывному саморазложению (ацетилен, озон, гидразин, аммиачная селитра и др.).

Источниками пожара или взрыва являются:  
 горящие или накалинные тела;  
 электрические разряды;  
 тепловые проявления химических реакций и механических воздействий;  
 искры от удара и трения;  
 ударные волны;  
 солнечная радиация, электромагнитные и другие излучения.

По степени пожаро- и взрывоопасности все вещества подразделяют на:  
*негорючие вещества (НГ)*, т.е. вещества, не способные к горению в атмосфере воздуха обычного состава (например, большинство металлов, стекло, керамика);  
*трудногорючие вещества (ТГ)*, т.е. вещества, способные гореть под воздействием источника зажигания, но не способные к самостоятельному горению после его удаления (например, поливинилхлорид);  
*горючие вещества (ГВ)*, т.е. вещества, способные самостоятельно гореть после удаления источника зажигания (например, большинство полимеров);  
*горючие жидкости (ГЖ)*, т.е. жидкости, способные самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющие температуру вспышки выше 66 °С (например, анилин, этиленгликоль, масла);  
*легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ)*, т.е. жидкости, способные самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющие температуру вспышки не выше 66 °С (например, ацетон, бензол, уксусная кислота, этиловый спирт, бензин, дизельное топливо);

*горючие газы (ГГ)*, т.е. газы, способные образовывать с воздухом воспламеняемые и взрывоопасные смеси при температурах не выше 55 °С (например, аммиак, водород, метан, оксид углерода, сероводород, пропан, этан);

*взрывоопасные вещества (ВВ)*, т.е. вещества, способные к взрыву или детонации без участия воздуха (ацетилен, гидразин, оксид этилена, этилен).

### **Воздействие опасных факторов пожара и взрыва на человека**

Опасными факторами пожара, воздействующими на людей, являются:

- открытый огонь и искры;
- повышенная температура воздуха, окружающих предметов;
- токсичные продукты горения;
- дым;
- пониженная концентрация кислорода;
- обрушение и повреждение зданий, сооружений, установок;
- возможность взрыва.

Опасными факторами взрыва, воздействующими на людей, являются:

- ударная волна, давление которой превышает допустимое значение;
- пламя и пожар;
- обрушение оборудования, коммуникаций, конструкций зданий и сооружений и т.д.;
- образование при взрыве и (или) утечка из поврежденных аппаратов вредных веществ, содержание их в воздухе в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации.

При пожаре и взрыве человек может получить ожоги различной степени, травмы, отравление продуктами горения, поражение электрическим током.

### ***Аварии на радиационно опасных объектах***

#### **Основные определения и термин**

**Изотопы** – разновидности одного и того же элемента, отличающиеся массой их атомов. Наиболее опасны для живых организмов изотопы стронция-90, цезия-137, плутония-239.

**Ионизирующие излучения** – потоки частиц и квантов, прохождение которых через вещество приводит к ионизации и возбуждению его атомов. Основные виды ионизирующих излучений: космические лучи;  $\alpha$ -,  $\beta$ -частиц,  $\gamma$ -излучение, возникающие в результате радиоактивного распада атомных ядер.

**Радиоактивное загрязнение** – попадание радиоактивных изотопов в живые организмы и среду их обитания, происходящее при авариях на атомных энергетических установках, разработках радиоактивных руд, переработке радиоактивных отходов ядерных взрывах.

**Радиоактивность** – самопроизвольное превращение неустойчивых атомных ядер в ядра других элементов, сопровождающееся испусканием ионизирующих излучений; определяется количеством распадов ядер в исходном образце за единицу времени, измеряется в беккерелях (Бк), 37 млрд Бк = 1 Кюри (Ки).

**Радионуклиды (РН)** – самопроизвольно распадающиеся ядра радиоактивных элементов.

**Радиационно опасный объект (РОО)** – объект народного хозяйства, на котором при авариях и разрушениях могут произойти массовые радиационные поражения людей, животных и растений.

К радиационно опасным объектам относятся атомные энергетические установки (АЭУ); атомные электростанции (АЭС); предприятия ядерного топливного цикла (ПЯТЦ), в которые входят предприятия по изготовлению ядерного топлива и предприятия по переработке отработанного ядерного топлива и захоронению радиоактивных отходов.

На территории Республики Беларусь подобных предприятий не значится, однако источником повышенной радиационной опасности являются электростанции сопредельных государств: России, Украины, Литвы. В восьми километрах от границы расположены Чернобыльская и Игналинская АЭС; в 68 км – Ровенская и Смоленская АЭС. Опасность заключается в том, что в случае крупномасштабной аварии проживающее вокруг АЭС население может подвергнуться четырем основным видам радиационного воздействия:

*внешнему облучению от радиационного облака;*

*вдыханию оказавшихся в воздухе радиоактивных частиц, из которых наиболее опасными являются изотопы йода, обладающие способностью накапливаться в щитовидной железе;*

*облучению от местности, на которую выпали радиоактивные вещества;*

*внутреннему облучению при употреблении продуктов питания, выращенных или полученных от животных в пределах зон радиоактивного заражения.*

**Ожидаемая доза** – прогнозируемая на некоторый предстоящий период (человеческая жизнь, время полного распада радиоактивных веществ) доза при хроническом облучении.

**Поглощающая доза** – количество энергии ионизирующего излучения, переданное единице массы вещества; измеряется в греях (Гр). 1 Гр соответствует поглощению 1 Дж энергии ионизирующего излучения в 1 кг вещества (1 Гр=100 Рад).

**Предельно допустимая доза (ПДД)** – наибольшее допустимое значение индивидуальной эффективной дозы за год. Для населения ПДД=1 мЗв в год, для профессионального облучения ПДД=20 мЗв в год.

**Экспозиционная доза** – величина ионизации, создаваемая ионизирующими излучениями в воздухе; характеризует степень неблагоприятия радиационной обстановки, измеряется в рентгенах; в настоящее время термин не используется.

**Эффективная доза** – основная дозиметрическая величина для оценки здоровья человека при воздействии ионизирующих излучений. Измеряется в зивертах (Зв). 1 Зв= 100 бэр.

### **Классификация радиационных аварий**

В соответствии с классификацией, предложенной Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ), опасность радиационных аварий на энергетических установках оценивается по семибалльной шкале:

- 1 балл – аномалия;
- 2 балла – происшествие;
- 3 балла – серьезное происшествие;
- 4 балла – авария на объекте;
- 5 баллов – авария, опасная для прилегающей территории;
- 6 баллов – серьезная авария;
- 7 баллов – катастрофическая авария.

### **Характеристика радиоактивных излучений и единиц их измерения**

Радиоактивное загрязнение окружающей среды и радиационное поражение людей происходит в результате чрезвычайных ситуаций на радиационно опасных объектах и сопровождается попаданием радиоактивных изотопов в живые организмы и среду их обитания. В свою очередь неустойчивые радиоактивные изотопы самопроизвольно превращаются в другие химические элементы, при этом такое превращение сопровождается ионизирующим излучением. Этот процесс называется радиоактивным распадом. Радиоактивный распад характеризуется периодом полураспада, т. е. временем, в течение которого распадается половина радионуклидов (РН). Период полураспада – величина, строго индивидуальная для каждого радиоизотопа: йод-131 имеет период полураспада 8



дней; цезий-137 – 30 лет; стронций-90 – 30 лет; плутоний-239 – 25 000 лет.

При радиоактивном превращении выделяется высвобождаемая энергия, которая передается  $\alpha$ -,  $\beta$ -частицам,  $\gamma$ -излучению.  $\alpha$ -частицы – продукты распада тяжелых ядер, каждая состоит из двух протонов и двух нейтронов. Тяжелые  $\alpha$ -частицы ионизируют вещество наиболее сильно, но они короткопробежны: в воздухе и органической ткани длина их пути составляет, соответственно, сантиметры и микроны. Для защиты от  $\alpha$ -излучения достаточно тонкого листа бумаги.

$\beta$ -частицы – это электроны или позитроны, образующиеся при радиоактивном  $\beta$ -распаде. Прежде чем исчезнуть,  $\beta$ -частицы успевают пролететь расстояние от нескольких метров до нескольких миллиметров в воздухе и мягких тканях человеческого тела, десятков микрон в металлах.

$\gamma$ -кванты представляют собой коротковолновое электромагнитное излучение, возникающее при радиоактивном распаде, обладающее высокой проникающей способностью. В воздухе путь  $\gamma$ -квантон превышает сотни метров, в человеческом теле – сантиметры.

Колоссальная энергия  $\alpha$ -,  $\beta$ -частиц,  $\gamma$ -квантов растрачивается в любом веществе, оказавшемся на их пути. В облученном веществе образуются заряды, разрушаются молекулы, структура кристаллических решеток. Особенно опасна энергия ионизирующих излучений для живых организмов.

Результат радиационного воздействия зависит от многих факторов: количества радиоактивности внутри и снаружи организма, вида энергии излучения при радиоактивном распаде, накопления и выведения радиоактивных веществ, биологической роли облучаемых органов и тканей и т.д. Объективный показатель воздействия этих факторов – количество поглощенной энергии ионизирующего излучения, переданное некоторой массе вещества и называемое *дозой*.

Для оценки радиационной обстановки в окружающей среде ранее использовалось понятие "*экспозиционная доза*", при этом экспозиционная доза определялась только для воздуха и только для  $\gamma$ -излучения и измерялась в рентгенах (Р). Использовалось также понятие "*мощность экспозиционной дозы*" (Р/ч), т.е. дозы за определенный промежуток времени.

Если радиоактивные частицы, находящиеся в воздухе, осели на поверхность земли, то применять в данном случае понятие "*экспозиционная доза*" нельзя, используется понятие "*концентрация радиоактивно-*

сти", измеряемое в беккерелях, приходящихся на один кубический метр или килограмм воздуха. *Беккерель (Бк)* – основная единица радиоактивности, равна одному распаду в секунду. *Кюри (Ки)* – устаревшая единица активности,  $1 \text{ Ки} = 37 \text{ млрд Бк}$ , что соответствует количеству распадов за секунду в 1 г радия.

Экспозиционная доза показывает радиационную обстановку в соответствующей точке окружающей среды, но не дает информацию об энергии ионизирующего излучения, переданной массе вещества в ходе облучения. Это количество энергии называют *поглощенной дозой*. Единица измерения поглощенной дозы – *грей (Гр)*. Один грей соответствует поглощению одного джоуля энергии килограммом облученного вещества. *Рад* – устаревшая единица поглощенной дозы.  $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$ .

Для оценки особенностей поглощения живыми организмами различных видов радиоактивного облучения используется понятие "*эквивалентная доза*". Она учитывает различие поражающего действия  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -излучений. Считается, что  $\gamma$ -кванты и  $\beta$ -частицы поражают органическую ткань примерно одинаково, в то же время при попадании внутрь организма  $\alpha$ -частиц опасность для него увеличивается в 20 раз, следовательно, и эквивалентная доза возрастает во столько же. Единица эквивалентной дозы – *зиверт (Зв)*. Устаревшая единица эквивалентной дозы – *биологический эквивалент рентгена (бэр)*, который вычисляется из поглощенной дозы в радах.  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$ .

Для оценки ущерба здоровью человека от воздействия излучения произвольного состава используется понятие "*эффективная доза*". Она учитывает чувствительность к облучению разных органов и тканей и измеряется в *зивертах (Зв)*. Считается, что облучение щитовидной железы дозой 1 Зв вызывает такой же исход, что и облучение всего тела дозой 0,05 Зв. В случае проживания человека при повышенном радиационном фоне в течение длительного периода вводится понятие "*ожидаемая доза*". Это позволяет оценить вероятность последствий и принять соответствующие защитные мероприятия. Ожидаемая эффективная доза также измеряется в *зивертах (Зв)*.

### ***Аварии на коммунально-энергетических сетях***

Аварии на коммунально-энергетических сетях стали, к сожалению, обычным явлением.

**Водоснабжение.** Наиболее часто аварии на разводящих сетях, насосных станциях, напорных башнях. Отключение электроэнергии, разрушение подземных трубопроводов, как правило, происходит из-за кор-

розии и ветхости. Наиболее уязвимыми являются места соединений и выводов в зданиях.

С целью повышения устойчивости водоснабжения необходимо оборудовать определенное количество отключающих и переключающих устройств, обеспечивающий подачу воды в любой трубопровод, минуя поврежденный.

**Канализация.** Чаще всего аварии происходят на коллекторах и канализационных сетях. При их разрушении фекальные воды могут попасть в водопровод, что повлечет за собой распространение инфекционных и других заболеваний. Аварии на станции перекачки могут привести к переполнению резервуара сточной жидкостью. На станциях перекачка должен быть свой резервный электроагрегат или передвижная электростанция.

**Газоснабжение.** Определенную опасность представляют разрушения и разрывы на газопроводах, в разводящих сетях жилых домов и промышленных предприятий, аварии на компрессорных и газорегуляторных станциях, газгольдерах. Причиной аварий является старение и ветхость оборудования, деформация почвы ведут к разрыву трубопроводов. Взрывы в жилых домах и на предприятиях в результате утечки газа – результат невнимательности и нарушения техники безопасности.

**Электроснабжение.** Как правило, при всех стихийных бедствиях страдают воздушные линии электропередачи, реже здания и сооружения трансформаторных станций и распределенных пунктов. При обрыве проводов почти всегда происходят короткие замыкания, которые приводят к пожарам. Отсутствие электроснабжения нарушает весь ритм жизнедеятельности. Повышение устойчивости электроснабжения возможно путем замены воздушных линий на кабельные подземные или создание двух независимых энергоисточников.

**Теплоснабжение.** Аварии на теплотрассах, в котельных, на ТЭЦ и разводящих сетях случаются большей частью в самые морозные дни, когда увеличивается давление и температура воды. Большинство котельных работают на природном газе. Повреждение трубопровода приводит к тому, что подача газа прекращается. Чтобы этого не допустить, необходимо обеспечить возможность работы на нескольких видах топлива: жидком, газообразном, твердом.

## **2.4. ЧС экологического характера**

**Экология** (греч.) – наука о доме, под которым понимается среда обитания различных организмов. В более конкретном смысле экология –

это наука о совокупности или структуре связей между организмами и средой их обитания.

Идею о невозможности существования организмов вне окружающей их среды в середине XIX в. сформулировал русский ученый К.Ф. Рунье. Взаимодействие между организмами и окружающей средой он считал закономерным, жизненно необходимым условием.

Экологией рассматриваются проблемы, касающиеся жизни и среды, включая и те, которые относятся к человеческому обществу и его взаимоотношения со средой обитания. Экологические проблемы наиболее часто возникают в момент нарушения природных связей между организмами и окружающей средой.

**Организмы** – это живые существа, которым присуща совокупность специфических свойств: в большинстве случаев клеточная организация, обмен веществ, движение, раздражимость, рост и развитие, размножение, изменчивость, а также приспособляемость к условиям существования. Причем, приспособляемость организмов к окружающей среде имеет свои границы, выход за рамки которых и порождает экологические проблемы.

Часть нашей планеты, где расположены экосистемы, условно обозначается как биосфера.

**Биосфера** – сфера жизнедеятельности сообществ организмов, взаимодействующих с неживой окружающей средой.

Самым могущественным организмом на Земле является человек, наделенный разумом. Человеческий разум, с одной стороны, позволил приспособлять вещества природы путем их переработки для удовлетворения собственных нужд, с другой, – производственной деятельностью человек привнес изменения в среду обитания. Надо отметить, что в истории Земли были примеры нарушения среды обитания без участия человека (например, исчезновение динозавров).

Вместе с тем, человечество, если не хочет оставить после себя пустыню, должно следовать принципам, не противоречащим основным представлениям естественных наук:

- все связано со всем;
- за все надо платить;
- ничто не проходит бесследно;
- природа знает лучше.

Условия жизни на Земле в настоящее время входят в область "запретной зоны", когда любое преднамеренное или непреднамеренное вмешательство человека в природу ставит проблему выживания как самую актуальную и важную для науки и практики.

## **Классификация экологии**

Обширность видов организмов и множественность внешних условий приводят к появлению достаточно многих способов классификации экологии.

Прежде всего, экологию подразделяют по видам конкретных биологических объектов: *экология растений*, *экология животных* и т. д. Экология дифференцируется и в зависимости от среды местообитания организмов. В ней выделяются: *экология суши*, *экология моря*, *экология высокогорий* и т. д.

## **Экология человека**

Наряду с изучением экологии животных, растений, микроорганизмов и их сообществ, за последние годы все больше внимание ученых привлекает экология человека.

Под *экологией человека* понимают комплексную дисциплину, исследующую общие законы взаимодействия и взаимовлияния биосферы и антропосистемы (все уровни человечества, все группы людей и индивидуумы). Существует и более полное определение этой науки. Ветвь экологии, которая изучает место человека в экосистеме, взаимное влияние человека и экосистемы и перемены, вытекающие из этого влияния (Д. Маркович) или более просто: экология человека изучает влияние среды на человека и человека на среду.

На начальных этапах своей эволюции человек больше зависел от природы, чем она от него. Рост народонаселения, увеличивающаяся потребность в пище и сырье привели к преобразованию обширных территорий планеты. В настоящее время, когда человечество начало совершать преобразования и действия, соизмеримые с явлениями природы, когда загрязнение атмосферы отходами промышленных предприятий, транспорта, от сжигания мусора начали заметно отражаться на климате, когда миллиарды тонн природных ресурсов ежегодно извлекаются из недр Земли и вовлекаются в промышленный оборот, когда потребление атмосферного кислорода в отдельных районах превышает его природное воспроизводство, а некоторые водоемы загрязнены настолько, что непригодны не только в качестве источников питьевой, но и технической воды, человечество, наконец-то, начало осознавать, что продолжение такой хозяйственной деятельности неизбежно приведет к ликвидации человека как биологического вида и поставит под угрозу существование всего живого на нашей планете.

## Экология и экономика

Важная экологическая сторона происходящих явлений не дает полной картины, но есть и другая, не менее важная сторона, – экономическая.

Понятия и соответствующие научные направления "экология" и "экономика" одного происхождения.

**Экономика** – наука о ведении домашнего хозяйства, наука о хозяйствовании. В упрощенном виде можно представить: экономику как науку об умелом хозяйствовании; экологию как науку об умелом сохранении окружающих условий, необходимых для жизни людей и других организмов.

Если предметная область экономики ограничивается человеком и его хозяйственной деятельностью, то предметная область экологии гораздо шире – это, во-первых, и другие, кроме человека, организмы, во-вторых, среда их обитания. Хозяйствование предполагает изменение окружающих условий, т.е. в той или иной мере нарушение баланса между человеком и средой его обитания. В этом проявляется определенное противоречие между экономикой и экологией. Хозяйственная деятельность нарушает существующий экологический баланс. Поэтому чем-то нужно поступиться. Либо будет решаться задача производства товаров и услуг с наименьшими затратами, что является целью экономической науки, либо производственная деятельность человечества будет поставлена в рамки экологических закономерностей.

Оба научных направления изучают механизмы удовлетворения потребностей человека. Природные условия обитания организмов, в том числе и человека (воздух, вода, солнце), – это забота экологического направления, а надприродные условия жизни человека (товары и услуги) – это забота экономического научного направления. На этапе своего зарождения человеческое общество обходилось, практически полностью, природными условиями обитания. Поэтому такие условия жизнедеятельности человека первичны по отношению к надприродным искусственным товарам и услугам.

В настоящее время человечество большее внимание уделяет экономике, т. е. решению вторичной задачи по обеспечению народонаселения товарами и услугами. Это объективно приводит к разрушению природной среды обитания, т.е. к невыполнению более ранней первичной экологической задачи. Экономические проблемы можно и нужно решать в наши дни. Для этого следует пойти на дополнительные затраты, что противоречит идее экономичности, но не противоречит идее здравого смысла (идее выживаемости человечества). Имеющийся технический и техно-

логический уровень производства позволяет уже сегодня решать глобальные экологические проблемы, но при этом критерием качества производства должны быть не минимальные экономические затраты, а его максимальная экологичность.

### **Взаимосвязь организмов со средой обитания**

Существование биосферы поддерживается за счет круговорота энергии и химических веществ. Круговорот веществ и энергии к природе обусловлен наличием обменных процессов в организмах. Этот круговорот испытывает на себе влияние деятельности человека.

Для биосферы как особой оболочки земного шара характерно:

- наличие в значительных количествах воды;
- на нее падает мощный поток энергии от Солнца;
- в биосфере имеются поверхности раздела между веществами, находящимися в жидком, твердом и газообразном состояниях.

Гармония человека и биосферы не исключает активного вмешательства человека в изменение биосферы, но при сохранении пригодности последней для своего существования. Одновременно человечество должно развиваться так, чтобы быть способным не только адаптироваться к изменяющимся условиям жизни, но и обеспечивать свое процветание.

Верхняя граница распространения жизни определяется не столько низкими температурами, сколько губительным действием ультрафиолетовой радиации космических лучей солнечного и галактического происхождения. Главное значение защиты жизни на Земле от радиации принадлежит озону, максимум концентрации которого приходится на высоту 20...25 км. Сам озоновый слой находится в интервале от 10 до 50 км от поверхности Земли.

Масса всей биосферы (атмосфера, гидросфера) составляет  $3 \cdot 10^9$  млрд. т. или 0,05 % всей Земли, а объем – 10 млрд. км<sup>3</sup> или 0,4 % объема Земли.

Биологическая основа происхождения биосферы связана с появлением организмов, способных использовать внешний источник энергии, Солнце, для образования из простейших соединений органических веществ, необходимых для жизни. Под фотосинтезом понимают превращение земными растениями и фотосинтезирующими микроорганизмами простейших соединений (воды, углекислого газа и минеральных элементов) в сложные органические вещества, необходимые для жизнедеятельности всех организмов.

В результате фотосинтеза растительность земного шара ежегодно усваивает около 200 млрд. т. углекислого газа и выделяет в атмосферу примерно 145 млрд. т. свободного кислорода, при этом образуется более 100 млрд. т. органического вещества.

Все вещества на планете находятся в процессе круговорота. Солнечная энергия вызывает на Земле *два круговорота* веществ: *большой*, или *геологический*, наиболее ярко проявляющийся в круговороте воды и циркуляции атмосферы, и *малый*, или *биологический*. Энергия биологического круговорота ничтожно мала по сравнению с энергией геологического.

Суть биологического круговорота заключается в протекании двух противоположных, но взаимосвязанных процессов – создании органического вещества и его разрушении.

Продолжительность циклов круговорота тех или иных веществ различна. Так, время, достаточное для полного оборота двуокиси углерода через фотосинтез, – около 300 лет, кислорода – 100...2500 лет, воды через испарение – около 1 млн. лет.

Организмы в процессе круговорота способны накапливать определенные химические элементы. Например, в бурых водорослях концентрация йода в 1000 раз больше, чем в водной среде. Растения таким образом указывают на определенные геохимические условия мест произрастания. Они могут быть полезны при поисках полезных ископаемых и оценке загрязнения природной среды человеком. Хозяйственная деятельность может привести к образованию диспропорций в естественном балансе между химическими элементами. Такими являются территории с аномально высоким содержанием нитратов в воде, территории, на которых произошло осаждение радионуклидов в результате аварии на ЧАЭС, или сконцентрированы промышленные предприятия, где в почве много свинца, цинка, никеля, нефти, ванадия, хрома и т. д.

### **Основные источники загрязнения окружающей среды**

Изменения в окружающей человека природе, связанные с производством материальных благ, можно разделить на *преднамеренные*, заранее прогнозируемые и осуществляемые с определенной целью (создание плотин, орошение, рубка леса) и *попутные*, неизбежно связанные с преднамеренными (затопление земель, засоление почвы и т. д.).

Производственная хозяйственная деятельность человека, являясь необходимым условием его существования, неизбежно вызывает изменения в окружающей среде по следующим направлениям:

– истощаются естественные сырьевые ресурсы;



- загрязняется и разрушается окружающая среда;
- нарушаются природные циклы и экологическое равновесие в природе.

### **Чрезвычайные ситуации экологического характера**

Чрезвычайные ситуации экологического характера подразделяют на чрезвычайные ситуации, связанные с отрицательными изменениями суши, гидросферы, атмосферы, биосферы.

**Отрицательные изменения метеосферы**, связанные с деятельностью человека, подразделяют на:

- катастрофические просадки, оползни земной поверхности из-за выработки недр при добыче полезных ископаемых;
- наличие тяжелых металлов (в том числе радиоактивных и других вредных веществ) в почве предельно допустимых концентраций (ПДК);
- интенсивная деградация почвы, опустошение на обширных территориях из-за эрозии, засоления, заболачиваемости и др.;
- истощение невозобновляемых природных ископаемых.

**Отрицательные изменения атмосферы**, связанные с деятельностью человека, подразделяют на:

- резкое изменение погоды или климата;
- превышение предельно допустимых концентраций вредных примесей в атмосфере;
- температурные инверсии под городами;
- острый "кислородный голод" над городами;
- значительное повышение предельно допустимого уровня городского шума;
- образование обширных зон кислотных осадков.

**Отрицательные изменения гидросферы**, связанные с деятельностью человека, подразделяют на:

- резкую нехватку питьевой воды вследствие истощения вод или их загрязнения;
- истощение водных ресурсов, необходимых для организации хозяйственно-бытового водоснабжения и обеспечения технологических процессов.

**Отрицательные изменения биосферы**, связанные с деятельностью человека, подразделяют на:

- исчезновение видов (животных, растений), чувствительных к изменению условий среды обитания;
- гибель растительности на обширных территориях;

- резкое нарушение способности биосферы к воспроизводству возобновляемых ресурсов.

## 2.5. ЧС социального характера

### ***Ядерное оружие***

Поражающие факторы ядерного оружия:

*проникающая радиация* – поток нейтронов и гамма-лучей, распространяется до 3 км (5 % от энергии взрыва, время действия - несколько секунд в момент взрыва);

*электромагнитный импульс* – в металлических предметах возникает электродвижущая сила, сильные токи и в итоге возникает электромагнитный импульс (0,000001 % от общей энергии, время действия - доли секунды);

*световое излучение* – 35 % от энергии взрыва, длится 1 – 15 секунд. Вызывает ожоги: 1 степени – 2 – 4 кал/см<sup>2</sup>, 2 степени – 4 – 8 кал/см<sup>2</sup>, 3 степени – 8 – 12 кал/см<sup>2</sup>, 4 степени – более 12 кал/см<sup>2</sup>;

*ударная волна* – 50 % от энергии взрыва, распространяется со скоростью звук. Источник ударной волны – температура в несколько млн. градусов, давление в несколько млрд. атмосфер, люди гибнут при избыточном давлении более 1 кг/см<sup>2</sup> (травмы начинаются с давления в 0,5 кг/см<sup>2</sup>);

*радиоактивное заражение* – 10 % от энергии взрыва, распространяется со скоростью ветра.

***Воздушная ударная волна*** возникает вследствие большой силы сжатия воздуха, образующейся в зоне реакции раскаленными парами и газами, которые, стремясь расшириться, производят резкий удар по окружающим слоям воздуха, приводят в движение последующие воздушные слои. На расстояниях от эпицентра взрыва, превышающих его высоту, наблюдается слияние падающей и отраженной волн. Образуется фронт головной ударной волны. Объекты, находящиеся выше фронта головной ударной волны, испытывают давление в виде двух ударов от действия прямой и отраженной ударных волн.

Основными параметрами ударной волны, характеризующими ее разрушительное и поражающее действие, являются: избыточное давление во фронте (передняя граница ударной волны)  $\Delta P$  (разность между максимальным давлением во фронте  $P_{\text{ф}}$  и атмосферным давлением  $P_0$ ), давление скоростного напора  $H_{\text{ск}}$ , продолжительность действия фазы сжатия  $t^+$  и фазы разрежения  $t^-$ , скорость распространения фронта  $u$ .

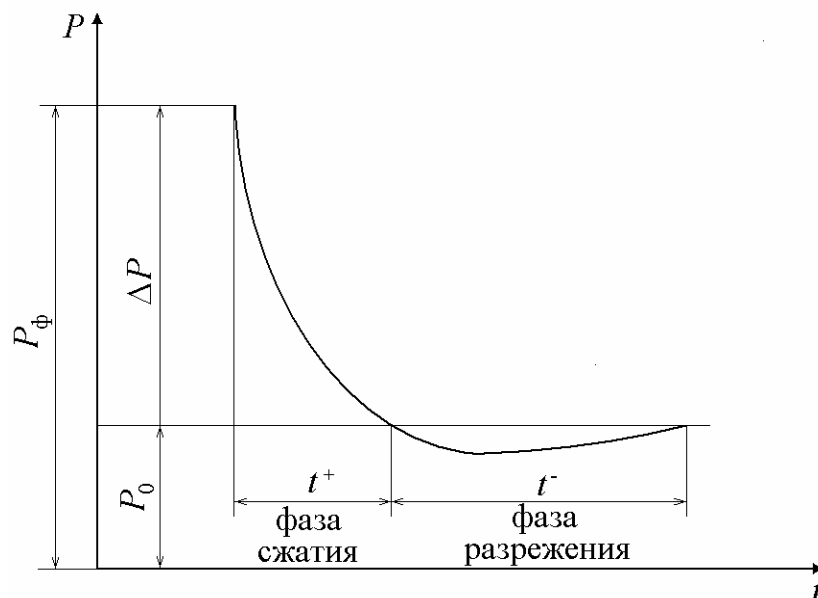


Рис. 2.1. Динамика изменения давления при прохождении через точку пространства ударной волны

Изменение давления во времени в фиксированной точке пространства (поверхности земли) при прохождении через нее ударной волны, показано на рис. 2.1.

Перед фронтом ударной волны давление в воздухе равно атмосферному ( $P_0$ ). С приходом фронта ударной волны в данную точку пространства давление резко увеличивается и достигает максимального  $P_{\text{ф}} = P_0 + \Delta P$ . В этой точке также резко возрастает скорость движения воздуха. После того, как фронт ударной волны проходит данную точку пространства, давление в ней постепенно снижается и через некоторый промежуток времени становится равным атмосферному. Время, прошедшее от момента взрыва до достижения фронтом ударной волны атмосферного давления  $P_0$ , называется *фазой сжатия*. В фазе сжатия ударная волна обладает наибольшим разрушительным действием. В дальнейшем, продолжая уменьшаться, давление понижается до значения ниже атмосферного. В этот период времени воздух движется в направлении, противоположном направлению распространения ударной волны, т. е. к центру взрыва. Время действия пониженного давления называется *фазой разрежения*. В фазе разрежения ударная волна производит меньшие разрушения, чем в фазе сжатия.

Давление скоростного напора возникает вследствие торможения воздушных масс при встрече с преградой. Когда фронт ударной волны встречается с преградой, скоростной напор, как и избыточное давление, моментально поднимается от нуля до максимального значения.

При воздействии ударной волны на организм человека имеют место травмы и контузии, которые могут быть *легкими, средними, тяжелыми* или *крайне тяжелыми*.

легкие:  $\Delta P = 0,2 - 0,4 \text{ Н/см}^2$  – легкие ушибы;

средние:  $\Delta P = 0,4 - 0,6 \text{ Н/см}^2$  – кровотечение из носа, ушей, ушибы до полома конечностей. Требуется госпитализация в течение 2 – 3 недель;

тяжелые:  $\Delta P = 0,6 - 1,0 \text{ Н/см}^2$  – переломы, госпитализация до 3 – 4 месяцев, летальный исход;

крайне тяжелые:  $\Delta P > 1,0 \text{ Н/см}^2$  – летальный исход.

**Световое излучение взрыва** – это совокупность видимого света, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Источник излучения – нагретая до высокой температуры светящаяся область взрыва ядерного боеприпаса, температура которой достигает  $8000 - 10000 \text{ }^\circ\text{C}$ .

На человека действуют два фактора поражения: ожоги и поражение органов зрения. Различают 3 вида степени ожогов:

1. I степень ( $2 - 4 \text{ кал/см}^2$ ) – покраснение кожи, лечения не требуется.
2. II степень ( $4 - 6 \text{ кал/см}^2$ ) – образование волдырей, повреждение кожного покрова, требуется амбулаторное лечение в течение 2 – 3 недель.
3. III степень ( $6 - 10 \text{ кал/см}^2$ ) – поражение подкожных тканей, требуется стационарное лечение до 3 месяцев.
4. IV степень ( $>10 \text{ кал/см}^2$ ) – летальный исход.

**Радиоактивное заражение** местности происходит вследствие выпадения радиоактивных веществ из зоны ядерного взрыва и радиоактивного облака. При этом происходит заражение почвы, воздуха, водоемов, растительного покрова, объектов окружающей среды и т. д. При наземном ядерном взрыве, произведенном на равнинной местности, при неменяющемся направлении и скорости ветра радиоактивный след имеет форму вытянутого эллипса, на котором выделяют четыре зоны (рис. 2.2.)

Изменение уровней радиации на радиоактивно загрязненной территории в общем виде характеризуется зависимостью:

$$R_t = R_0 (t/t_0)^{-n}, \quad (2.1)$$

где  $R_0$  – уровень радиации в момент времени  $t_0$  после аварии (взрыва);  $R_t$  – то же в рассматриваемый момент времени  $t$  после аварии (взрыва);  $n$  – показатель степени, характеризующий величину спада радиации во времени и зависящий от изотопного состава радионуклидов (при ядерном взрыве, как известно,  $n=1,2$ ).

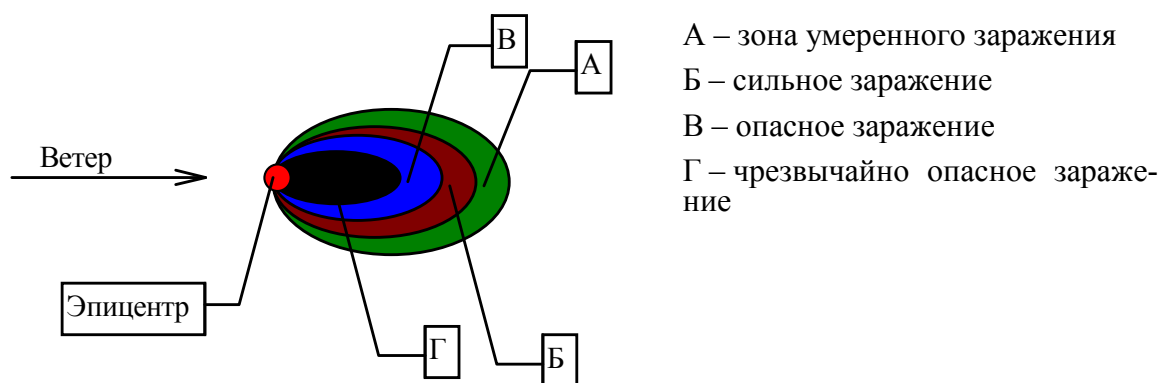


Рис. 2.2. Форма следа радиоактивного заражения

Тогда доза излучения за время от  $t_1$  до  $t_2$  составит:

$$D = \frac{1}{1-n} (R_2 t_2 - R_1 t_1). \quad (2.2)$$

Для ядерного взрыва при  $n = 1,2$  из (2.2) получим

$$D = 5(R_1 t_1 - R_2 t_2). \quad (2.3)$$

**Проникающая радиация** представляет собой поток  $\gamma$ -излучения и нейтронов, испускаемых из зоны ядерного взрыва. Кроме них, в окружающую среду выделяются потоки  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц, воздействием которых, в силу малой длины свободного пробега, пренебрегают. Мгновенное  $\gamma$ -излучение образуется вследствие деления радиоактивных ядер урана и плутония. Продолжительность его действия  $10^{-6} - 10^{-7}$  с. Оно обладает высокой экспозиционной дозой, однако вклад этого излучения в накопление дозы облучения незначительно. Захватное излучение образуется за счет захвата нейтронов ядрами азота воздуха. Продолжительность его действия также составляет доли секунд. Источник осколочного излучения – продукты деления ядер. Излучение образуется вблизи центра взрыва. Продолжительность его действия 10 – 15 с. Оно представляет основную опасность при облучении организма.

**Электромагнитный импульс** – это электрические и магнитные поля, возникающие вследствие воздействия  $\gamma$ -излучения и нейтронов на атомы окружающей среды, передачи им энергии. Эта энергия представляет собой однополярный импульс с очень крутым передним фронтом, длительность которого составляет несколько сотых долей микросекунд.

Характеристика очага ядерного поражения:

*зона полных разрушений* – 10 – 12 % от общей площади очага. Здания разрушены полностью, пожаров нет (пламя сбито ударной волной), вне укрытий люди погибли или получили тяжелые травмы, ожоги 4-ой степени, сильное облучение. Потери незащищенного населения – более

90 %. Сохраняется не менее 75 % убежищ и значительная часть подземных коммуникаций;

*зона сильных разрушений* – 8 – 10 % от общей площади очага. Здания восстановлению не подлежат. Сплошные пожары. Вне укрытий – травмы средней и тяжелой степени, ожоги 3-ей и 4-ой степени. Общие потери – не менее 50 %, из них безвозвратные – 35 %, санитарные – 15 %. Сохраняются все убежища и подземные коммуникации;

*зона средних разрушений* – 18 – 20 % от общей площади очага. Здания подлежат капитальному ремонту. Массовые пожары. Открыто расположенные люди получают травмы средней и легкой степени. Ожоги 2-й и 3-й степени. Общие потери – 40 %, из них – 10 % безвозвратные, 30 % – санитарные;

*зона слабых разрушений* – площадь зоны – 60 – 70 %. Слабые разрушения зданий, т.е. подлежат текущему ремонту. Отдельные пожары. Открыто расположенные люди получают легкие травмы, контузии, ожоги 1-й степени. Потери только санитарные.

Всего в очаге поражения общие потери составляют 50 – 60 % от числа населения, из них безвозвратные – 15 – 20 %, санитарные – 35 – 45 %, 25 % пораженных будут иметь острые психические расстройства.

### ***Химическое оружие***

Под химическим оружием понимают отравляющие вещества, средства их доставки и применения. К отравляющим веществам (ОВ) относят СДЯВ наибольшей токсичности, которые могут быть использованы для поражения людей, животных, растений, а также для заражения территории и находящихся на них объектов.

Доставка отравляющих веществ может быть осуществлена с помощью ракет, самолетов (генераторы аэрозоля, авиационные химические бомбы, наливные авиационные приборы), артиллерии (снаряды, мины). Разновидностью боеприпасов являются бинарные боеприпасы. Они состоят из двух нетоксичных химических элементов, но после их механического соединения образуются сильно токсичное соединение.

Для отравляющих веществ характерными являются: объемность заражения внешней среды, длительность сохранения поражающего действия, разнообразие клиники и динамики развития отравления, способность ряда ОВ проникать в организм как через дыхательные пути, так и через кожные покровы, психоэмоциональное воздействие, необходимость использования средств индивидуальной защиты.

Классификация ОВ проводится по различным признакам. По ведущему клиническому синдрому поражения ОВ принято делить на сле-

дующие группы:

1. **ОВ нервно-паралитического действия** (зарин, зоман, ви-газы, табун – только в России и в Ираке). Зарин получен в Германии в 1939 году, зоман – в Германии в 1944 году, ви-газы получены в Великобритании в 1955 году. Все газы исключительно токсичны.
2. **ОВ кожно-нервного действия** (иприт). Применялся в первую мировую войну. Получен в Германии в 1886 году.
3. **ОВ удушающего действия** (фосген, дифосген).
4. **ОВ общеядовитого действия** (синильная кислота, хлорциан).
5. **Раздражающие ОВ** (си-эс, си-ар, хлорпикрин, адамсит).
6. **Психохимические ОВ** (Би-зет, ЛСД).

Кроме перечисленных ОВ могут применяться токсины и фитотоксины.

### **Бактериологическое оружие**

Бактериологическое оружие – болезнетворные микробы и яды, предназначенные для поражения людей, с/х животных и растений. В зависимости от строения и биологической сущности микробы подразделяют на 4 группы:

1. Бактерии.
2. Вирусы.
3. Грибки.
4. Риккетсии.

Для поражения людей и животных можно использовать следующие заболевания: холера, чума, сибирская язва, желтая лихорадка и другие. Для поражения с/х растений: рак картофеля, стеблевая ржавчина растений.

### **Обычные средства поражения**

– боеприпасы объемного взрыва немного уступают ядерным;  
– высокоточное оружие;  
– зажигательное оружие (напалм, белый фосфор, термические составы, пиррогели).

Перспективные виды:

- лазерное оружие;
- источники света;
- СВЧ и инфразвуковое оружие;
- оружие электромагнитного импульса;
- генетическое, радиологическое, этническое оружие.

## **Террористические действия**

В настоящее время в мире все большую угрозу представляет политический и криминальный терроризм, от которого ежегодно гибнут сотни и тысячи ни в чем не повинных людей. Как показали события 11 сентября в США, ни одна страна мира не застрахована от террористической атаки.

### *Возможные цели:*

- покушение на жизнь руководителя государства;
- физическое устранение политических оппонентов;
- устрашение гражданского населения;
- «акции возмездия»;
- дестабилизация деятельности государственной власти;
- нанесения экономического ущерба;
- осложнение международных и межконфессиональных отношений;
- провокации военного конфликта;
- изменение государственного строя;
- криминальные разборки;
- дискредитация политических противников.

### *Масштабы терроризма:*

- преступление против личности;
- групповое убийство;
- массовая гибель граждан;
- проведение диверсий по всей территории страны;
- крупномасштабные акции против мирного населения.

### *Способы террористических актов:*

- применение огнестрельного оружия;
- организация взрывов и поджогов в городах;
- взятие заложников;
- применение ядерных зарядов и радиоактивных веществ;
- применение химического и биологического оружия;
- организация промышленных аварий;
- уничтожение транспортных средств;
- электромагнитное облучение;
- информационно-психологическое воздействие;
- фабрикация уголовных дел, принуждение к эмиграции, увольнение с работы и др.

### *Субъекты террористических действий:*

- убийцы-одиночки;
- преступные сообщества;
- этнические кланы;



- религиозные секты;
- экстремистские политические объединения;
- специальные службы государств;
- международные террористические организации.

*Средства, используемые для проведения террористических актов:*

- холодное оружие;
- огнестрельное оружие;
- взрывчатые вещества;
- отравляющие вещества;
- излучатели электромагнитных импульсов;
- биологические агенты;
- радиоактивные вещества, ядерные заряды.

*Объекты воздействия:*

- физические лица;
- транспортные средства;
- общественные и жилые здания;
- системы связи и управления;
- промышленные потенциально опасные объекты;
- магистральные трубопроводы;
- продукты питания, вода.

## **2.6. Характеристика возможных ЧС на территории Республики Беларусь и г.Минска**

### **Радиационная опасность**

На территории республики объектов с атомными энергетическими установками нет, но в непосредственной близости имеется 4 атомных электростанции:

*Игналинская АЭС* – 7 км от границы, 2 реактора РБМК-1500, в случае аварии радиоактивно загрязненной может оказаться территория, где проживает не менее 300 тысяч человек;

*Смоленская АЭС* – 75 км от границы, 3 реактора РБМК-1000, в случае аварии радиоактивно загрязненными могут оказаться не менее 4-х районов Могилевской области;

*Ровенская АЭС* – 65 км от границы, 2 реактора ВВЭР-440 и один реактор ВВЭР-1000, в случае аварии радиоактивно загрязненной может оказаться Брестская область, где проживает около 300 тысяч человек;

*Чернобыльская АЭС* – 10 км от границы, 3 реактора РБМК-1000. После аварии 1986 года до сих пор сохраняется загрязнение на 23 % терри-

тории республики. В случае аварии может быть загрязнена территория с населением 1 млн. человек.

Кроме АЭС радиационную опасность для населения представляют радиоактивные вещества, которые используются более, чем на 100 предприятиях и учреждениях республики.

### **Химическая опасность**

Источниками химической опасности могут являться предприятия химической, нефтеперерабатывающей промышленности, производство минеральных удобрений, а также перевозимые транспортом химические вещества.

В республике имеется более 500 химически опасных объектов. Из них первой степени опасности (в зону возможного химического заражения может попасть 75 тыс. чел. и более) – 3 (ПО «Полимир», г. Новополоцк; ПО «Азот, г. Гродно; Минскводоканал, г. Минск»), второй степени опасности (в зону химического поражения может попасть 40 – 75 тыс. чел.) – 12, третьей степени опасности (в зону химического поражения может попасть менее 40 тыс. чел.) – 252. 19 городов отнесены к химически опасным, в том числе Гродно, Новополоцк, Гомель, Светлогорск, Мозырь, Молодечно, Борисов, Солигорск, Слуцк, Минск, Бобруйск, Орша, Жлобин. Первой степени (в зону возможного химического заражения может попасть более 50 % населения города) – 2 (г. Гродно и г. Новополоцк). К химически опасным относят 10 районов Могилевской, Минской, Витебской и Брестской областей. Гомельская и Гродненская области также химически опасны.

В состав предприятий второй категории химической опасности входят Гомельский химический завод, Гродненское ПО «Химволокно», Гродненский мясокомбинат, Минский мясоперерабатывающий завод №3, Минская очистная станция аэрации ПО «Минскводоканал», ГП «Минский мясокомбинат» и АП «Криница».

Перечисленные выше предприятия представляют наибольшую потенциальную опасность как для обслуживающего персонала, так и для населения прилегающих районов, а также для окружающей природы. На них используется большое количество сильнодействующих ядовитых веществ, которые обладают пожаровзрывоопасными и иными вредными свойствами. При этом производственные процессы, в которых используются СДЯВ, чаще всего протекают при высоких давлениях, а также при высоких либо, наоборот, очень низких температурах, что существенно увеличивает вероятность возникновения различного рода аварий-

ных ситуаций. В составе СДЯВ наибольший удельный вес занимают: аммиак – 50,7 %, метанол – 25,7 % и нитрил акриловой кислоты – 10 %.

Согласно расчетам, проведенным в НИЭИ Минэкономики Республики Беларусь, в случае разлива СДЯВ в поддон из одной наибольшей емкости со СДЯВ с каждого функционирующего в настоящее время в стране химически опасного объекта площадь возможного химического заражения составит 30,5 тыс. км<sup>2</sup>, на которой проживает почти 1,5 млн. человек. При этом более 80 % этой площади и свыше 60 % населения приходится на три указанных ранее наиболее опасные химические объекты.

В Витебской области химически опасные объекты наибольшую угрозу представляют для населения городов Новополоцк и Орша. Новополоцкое ПО «Полимер» (концерн Белнефтехим) является одним из наиболее химически опасных объектов страны, использующим большое количество сильнодействующих ядовитых веществ высокой токсичности (аммиак, синильная кислота, нитрил акриловой кислоты, хлор, ацетонциангидрин, ацетоннитрил, окись этилена, серная и фосфорная кислоты, метилакрилат, хлораллил, хлорвинил и др.). Наиболее опасными из них являются нитрил акриловой кислоты (5076 т), ацетонциангидрин (1158 т) и окись этилена (72 т). Не менее опасным является ПО «Нафтан» (концерн Белнефтехим), также расположенное в Новополоцке. Это не только химически, но и взрывопожароопасный объект, использующий в своем производстве аммиак и сероводород. Согласно расчетам, глубина распространения ядовитых паров при аварии на этих предприятиях может составить до 20 км, а общая площадь заражения – до 1256 км<sup>2</sup>.

В г. Орша действует 9 химически опасных объектов, на которых хранятся и используются в производстве хлор и аммиак. Кроме этих химически опасных объектов большую угрозу для населения Орши представляет железнодорожный узел, через который по 6 железнодорожным направлениям (Минск, Смоленск, Могилев, Витебск, Лепель, Кричев) осуществляется перевозка грузов в объеме более 5000 вагонов в сутки, в том числе до 270 вагонов с химически- и взрывопожароопасными грузами. Расчеты показывают, что при аварии с выбросом (выливом) СДЯВ из одной наибольшей емкости на всех химически опасных объектах города Орши площадь зон возможного заражения может составить до 20 км<sup>2</sup>, на которых проживает около 30 % населения города. Глубина распространения зараженного воздуха может достигать 2,15 км от хлора и 0,95 км от аммиака.

В Гомельской области основная доля химически опасных объектов приходится на областной центр. На его территории действует 14 таких

объектов. Ими используется в производственных целях в год до 37 т хлора, 851,5 т аммиака и 6 т соляной кислоты. Наиболее опасным в Гомеле является Советский район, на территории которого расположен Гомельский химический завод. Запасы аммиака на нем составляют в среднем 700 т. Они хранятся в 14 горизонтальных металлических емкостях по 50 т каждая. Это – наиболее опасные объекты завода. Всего же на долю Советского района приходится 84,6 % от общего количества аммиака, используемого химически опасными объектами г. Гомеля, 67,5 % хлора и 100 % соляной кислоты. Площадь зоны возможного химического заражения в случае аварий и катастроф по данному району составляет почти 645 км<sup>2</sup>. На этой территории проживает 106 тыс. человек, или почти пятая часть всего населения города.

В Гродненской области наибольшую опасность представляет ГПО «Азот», на котором максимальные запасы аммиака достигают 21 тыс. т. При аварии на одном из его резервуаров с аммиаком глубина возможного химического заражения может достигать 20 км, а площадь заражения – 560 км<sup>2</sup>. В результате от химического поражения может пострадать до 330 тыс. человек, при этом около 4 тыс. человек могут лишиться жизни. Немалую опасность для населения г. Гродно представляет расположенное на расстоянии 2 км от жилого массива города производственное объединение «Химволокно», применяющее в больших количествах хлор. Его запасы здесь составляют 1,9 т. В случае аварии на хлораторном участке с выбросом хлора только из одного контейнера глубина распространения зараженного облака может достигнуть 4 км, а площадь заражения 27 км<sup>2</sup>, поразив примерно 40 тыс. человек. К числу химически наиболее опасных объектов г. Гродно относятся также расположенный на расстоянии километра от жилой застройки мясокомбинат, на котором хранится до 40 т аммиака, и городские очистные сооружения и водозаборы, использующие от 2 до 10 т хлора. В случае аварии в компрессорной установке или холодильных камерах мясокомбината с выбросом аммиака максимальная глубина заражения может достигнуть 4,5 км, а площадь зоны возможного заражения – до 30 км<sup>2</sup>, на которых проживает около 60 тыс. человек. Вторым по степени химической опасности в Гродненской области является г. Волковыск, на пяти предприятиях которого сосредоточено около 75 т аммиака. Наибольшие его запасы находятся на ОАО «Волковысский мясокомбинат» (50 т) и ОАО «Беллакт» (20 т). При авариях с выбросом запасов аммиака на ОАО «Волковысский мясокомбинат» и ОАО «Беллакт» максимальная глубина зоны заражения может составить от 3 до 7 км, а площадь зоны возможного заражения – от 17 до

70 км<sup>2</sup>. Всего в зонах возможного заражения проживает 62,3 тыс. человек городского и сельского населения.

В г. Могилеве находятся, в частности, ПО «Химволокно», на котором хранится до 20 т хлора, 15 т аммиака и 12480 т метанола, Завод искусственного волокна им. Куйбышева (сероуглерода – 440 т и аммиака – 29 т), мясокомбинат (60 т аммиака) и холодильник мясомолторга (30 т аммиака).

В Минске расположены около 40 химически опасных объекта, в том числе содержащие хлор, азот, кислоты. В случае аварии может быть заражено до 40 % территории города.

Железнодорожный транспорт через территорию Беларуси ежемесячно перевозит от 400 до 1500 вагонов и цистерн с химически опасными веществами. Это создает химическую опасность практически на всей территории республики. Белорусской железной дорогой перевозится 2600 наименований опасных грузов, в том числе более 18 видов сильнодействующих ядовитых веществ. Среди них – аммиак, ангидрид уксусный, двуокись азота, ацетальдегид, ацетоннитрил, ацетонциангидрин, бензол, дихлорэтан, азотная кислота, соляная кислота, метил хлористый, перекись водорода, сероводород, толуол, три-хлорпропан, нитрил акриловой кислоты и др. Опасные вещества обычно перевозятся в цистернах емкостью 50 – 60 т, группами или целыми составами с учетом заявок потребителей и возможности дороги. Ежемесячно железнодорожным транспортом перевозится до 700 вагонов СДЯВ. Наиболее грузонапряженными направлениями экологически опасных грузопотоков являются: Аульс – Мосты – Волковыск – Барановичи – Лунинец – Калинковичи – Гомель (до 700 вагонов в месяц); Мосты – Лида – Молодечно – Новополоцк (до 470 вагонов в месяц) и Новополоцк – Полоцк – Витебск – Орша – Могилев – Жлобин – Калинковичи (до 200 вагонов в месяц). На ряде сортировочных станций железнодорожных узлов в месяц перерабатываются от 600 до 1700 вагонов опасных грузов, включая вагоны с СДЯВ. Особенно большое количество опасных грузов отправляется со станций Новополоцк и Аульс – соответственно по 7000 и 1000 вагонов в месяц, в том числе около 500 вагонов с СДЯВ.

Как показал анализ, 54 % аварий на железной дороге связано с недостатками в содержании и ремонте технических средств, приведшими к их отказам в процессе эксплуатации, а также неудовлетворительной организацией выявления возникающих неисправностей. Прямые нарушения непосредственными исполнителями действующих правил и невыполнение ими требований по обеспечению безопасности движения явились причиной 23 % общего количества аварий. Одновременно с рос-

том количества аварийных ситуаций и инцидентов при перевозке опасных грузов возрастает тяжесть их последствий. Особую тревогу вызывают сходы и столкновения подвижного состава, загруженного опасными грузами, с частичной утратой последних в черте крупных городов, что создает потенциальную опасность для их жителей.

### **Пожаро- взрывоопасность**

В Беларуси расположены более 90 складов и баз Министерства обороны с взрывчатыми веществами, а также более 120 взрывоопасных объектов других министерств и ведомств. В республике всего расположено более 150 крупных пожароопасных объектов. Железнодорожный транспорт через территорию Беларуси ежемесячно перевозит до 1000 цистерн с горючей жидкостью. Опасность представляет около 8 млн. га леса и около 2, 5 млн. га торфяников. К взрыво-пожароопасным объектам, расположенным на территории республики, относятся 18 предприятий газового хозяйства, 5 предприятий тепловой энергетики, 47 зернохранилищ, 4 объекта с непосредственным хранением пожаро-взрывоопасных веществ, 53 нефтебазы с большими запасами горюче-смазочных материалов. Пожароопасные объекты включают 24 предприятия добычи и переработки торфа, 24 объекта деревоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, 46 льнозаводов, 23 объекта с непосредственным хранением пожароопасных веществ и материалов.

Через территорию республики проходят 4324 км магистральных газопроводов, 1459 км нефтепроводов, 990 км продуктопроводов, сроки эксплуатации которых нередко составляет 25 – 30 лет. Наиболее крупными являются нефтепровод «Дружба», проходящей через Брестскую, Витебскую, Гомельскую и Могилевскую области; газопровод «Торжок – Минск» (Витебская область); газопровод «Минск – Гомель» (Гомельская область), газопровод «Дашава – Минск» (Гродненская область); нефтепровод «Унеча – Полоцк – Венспилс», газопроводы «Минск – Осиповичи», «Орша – Могилев» (Могилевская и Витебская области).

Серьезную угрозу экологической опасности Могилевской области представляют 19 объектов по транспортировке и хранению взрыво- и пожароопасных веществ, включая семь газо-, нефтепродуктопроводов, шесть предприятий (объектов) газового хозяйства и шесть предприятий по обеспечению нефтепродуктами. Помимо них к пожароопасным объектам области относятся четыре предприятия по добыче и переработке торфа (в Быховском, Бобруйском, Кличевском и Осиповичском районах), семь предприятий по переработке льна (в городах Шклов, Мсти-

славль, Чаусы, Кировск, Круглое, Хотимск и Горки) и десять предприятий по производству хлебопродуктов.

### **Биологическая опасность**

На территории Беларуси находятся до 500 природных очагов сибирской язвы, имеются природные очаги бешенства, туляремии, геморрагической лихорадки. Заражению опасными инфекционными заболеваниями подвергаются как люди (грипп, столбняк, СПИД, дизентерия, туберкулез, дифтерия, гепатит, скарлатина, свинка и д. р.), так и животные (ящур, инфекционный гепатит, бешенство, столбняк и д. р.). Наблюдаются поражения сельскохозяйственных культур бурой ржавчиной, фитофторозом, колорадским жуком и т. д., которые наиболее распространены в Брестской, Гродненской и Гомельской области.

### **Гидродинамическая опасность**

Общая протяженность дамб и плотин в Республике Беларусь – более 850 км. Особая опасность прорыва плотин имеется в Брестской и Гомельской областях.

### **Опасность природных явлений и процессов**

Наиболее вероятными стихийными бедствиями в Беларуси являются: паводки и наводки, сильные ветры, бури, ураганы и шквалы, и т. д. В республике, наряду с перечисленными видами ветров, бывают пыльные и снежные бури. Пыльные бури летом наносят значительный ущерб сельскому хозяйству, а снежные бури зимой вызывают значительное снежные заносы, затрудняют передвижение транспорта. В стране чаще всего бывают лесные, торфяные и реже полевые (горят созревшие хлеба) пожары. Они возникают как по вине человека, так и в результате самовозгорания или от удара молний. Статистика показывает, что 80 % возгораний происходит по вине человека и только около 20 % по вине природы.

Во время урагана 1997 года погибли 5 человек, травмированы – 52, пострадали около 700 населенных пунктов. Общий ущерб составил более 800 млрд. рублей (в ценах 1997 года).

### **Экологическая опасность**

Экологическая опасность – это вероятность ухудшения показателей качества природной среды. В Республике Беларусь приблизительно 2100 только средних и крупных предприятий, которые имеют 63 тысячи источников выбросов. Экологически опасные более 600 тысяч легковых и

около 50 тысяч грузовых автомобилей. Все эти источники выбрасывают в атмосферу более 1 млн. тонн в год вредных веществ.

Ежегодно в водоемы выбрасывается около 1 млрд. кубических метров сточных вод. Поверхностные и грунтовые воды в отдельных районах очень грязные. В результате падает урожайность, изменяется климат. На грани исчезновения 84 вида животных и 85 видов растений.

В больших объемах происходит загрязнение расположенных поблизости от железнодорожных станций почв, подземных и поверхностных вод перевозимыми по железной дороге сыпучими веществами. К примеру, потери минеральных удобрений при их транспортировке достигают 7 – 9 %. Если учесть, что в стране ежегодно производится, загружается в вагоны и вывозится более 1300 тыс. т минеральных удобрений, то нетрудно представить, сколь велики их потери, загрязняющие окружающую природную среду. Значительный вклад в загрязнение гидросферы вносят локомотивные и вагонные депо, пункты подготовки вагонов, промывочно-пропарочные станции. Загрязнение атмосферного воздуха в довольно больших масштабах производится подвижными средствами железнодорожного транспорта. Интенсивному загрязнению подвержено более 17 % развернутой длины железнодорожных линий, вблизи которых находятся города и поселки с высокими уровнями плотности проживающего населения. Ежегодно из пассажирских вагонов на каждый километр пути выливается до 200 м сточных вод и выбрасывается до 12 т сухого мусора. Не меньшую угрозу экологической безопасности Республики Беларусь представляет магистральный трубопроводный транспорт, на долю которого приходится около 40 % общего объема транспортировки грузов. Протяженность одних только магистральных газопроводов в пересчете на одноточечные составляет около 6 тыс. км. При этом проложенные по территории Беларуси газо-, нефтепродуктопроводы более чем в 200 местах пересекаются с главными путями Белорусской железной дороги. Вдобавок, магистральные газопроводы и его отводы имеют 16 переходов через реки, Днепро-Бугский канал и водохранилища, по которым проложено 46 ниток. Во многих местах магистральные трубопроводы пересекаются с автомобильными дорогами, а также проходят по густонаселенной местности. Вблизи них находится более 600 населенных пунктов. Все это серьезно усиливает угрозы экологической безопасности жизнедеятельности населения Беларуси, исходящие от магистрального трубопроводного транспорта. Третьим по объему грузоперевозок транспортом, существенно загрязняющим окружающую природную среду, является в Беларуси автомобильный. Угрозы экологической безопасности исходят прежде всего по линии загрязнения атмо-



сферного воздуха выхлопными газами и перевозки экологически опасных грузов.

### **Возможные ЧС для г. Минск**

В Минской области наибольшее количество экологически опасных народнохозяйственных объектов (38) сосредоточено в ее областном центре, столице нашей страны. Неснижаемый запас сильнодействующих ядовитых веществ на этих объектах Минска составляет: аммиака – 284,92 т, хлора – 40,6 т, соляной кислоты – 184,32 т, серной кислоты – 271 т, азотной кислоты – 13,81 т, ацетона – 0,54 т, моносилана – 0,82 т, ортофосфорной кислоты – 45 т, уксусной кислоты – 2 т. Особенно неблагоприятны в данном отношении Партизанский, Октябрьский и Ленинский районы города.

В Минске на каждой автозаправке находится 250 – 450 тонн бензина. На 3-х ТЭЦ – более 150 тысяч тонн мазута. Нефтебаза аэропортов «Минск – 1, 2» имеет 450 тысяч тонн бензина и керосина.

В Партизанском районе находятся, в частности, очистная водопроводная станция, мясоперерабатывающий завод, молочный завод № 3, арендное предприятие «Криница», хладокомбинат №1 и его филиал. Всего на химически опасных предприятиях района хранится хлора – 40 и аммиака – 94 т.

В Ленинском районе расположены ОПО «Коммунарка», АП «Минский хладокомбинат № 2, оптово-розничный плодоовощной комбинат и АП «Минский мотовелозавод». Производственные запасы хлора на поименованных предприятиях достигают 67 и соляной кислоты – 50 т.

В Октябрьском районе расположены ПО мясной промышленности, АП «Минский хладокомбинат по переработке, хранению и реализации рыбной продукции», ассоциация «Белрыбпромсбыт», оптово-розничный плодоовощной комбинат и ряд других объектов, на которых сконцентрировано более 100 т аммиака и большое количество других СДЯВ.

Производственные объекты, использующие в технологическом процессе аммиак, имеются и во всех остальных районах города, представляя немалую потенциальную опасность как для обслуживающего персонала, так и для населения, проживающего вблизи этих предприятий. Согласно расчетам, в случае аварии с выбросом (выливом) СДЯВ в поддон (обваловку) из одной наибольшей емкости со СДЯВ на всех химически опасных объектах народного хозяйства г. Минска площадь возможного химического заражения может составить от 0,08 до 42,8 км<sup>2</sup>. В результате в очаге химического заражения может оказаться от 0,2 до 150 тыс. человек.

Минск имеет четыре железнодорожных выхода, на которых в черте города расположены восемь железнодорожных станций и четыре остановочных пункта. Наибольшую опасность из них представляется станция Минск – Сортировочная, где в сутки перерабатывается груз 400 – 800 вагонов, в том числе и лимитных. В месяц по железной дороге транзитом проходит до 900 вагонов с лимитными грузами (СДЯВ, пожаро- и взрывоопасные).

В 7,5 км от г. Минска расположены два объекта, представляющие опасность для населения:

- на юго-востоке – радиационно опасный объект АНТК «Сосны», на котором находится универсальная гамма-установка УГУ – 420, хранилище обогащенного урана;

- на северо-западе – Заславское водохранилище (объем 108,5 млн. м<sup>3</sup>), при прорыве плотины в Минске в зоне затопления может оказаться территория города, где проживает 25 тысяч человек.

### **3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ОЦЕНКА И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Выживание человечества в чрезвычайных ситуациях возможно только в том случае, если оно сможет их научно прогнозировать, оценивать и по возможности предупреждать, или хотя бы снижать до минимума возможный ущерб. Эти задачи выполняют международные и национальные государственные структуры с участием населения.

Выживание – это искусство остаться в живых. Наука выживания – это совокупность рациональных действий, обеспечивающих существование в экстремальных и чрезвычайных ситуациях без ущерба для здоровья человека.

Проблемы выживания человека в чрезвычайных ситуациях содержат несколько аспектов: философский, психологический, общие и частные правила выживания, способы обучения человека действиям в чрезвычайных ситуациях.

Каждый гражданин должен уметь выживать сам.

Чрезвычайные ситуации надо предупреждать и предотвращать. Но если это не удалось, принимаются меры по самозащите и защите людей и ценностей.

Когда в ЧС попадает большое количество людей, проводится комплекс защитных мероприятий государственными структурами.

Основные способы спасения людей в ЧС:

- поиск пострадавших;

- оказание медицинской помощи;
- эвакуация пострадавших и тех, кто находится под угрозой, в безопасные районы.

При необходимости люди могут быть укрыты в защитные сооружения, им могут быть выданы средства индивидуальной защиты.

В Республике Беларусь значительную угрозу населению и объектам приносят стихийные бедствия. Под ними понимаются разрушительные природные явления, в результате которых возникает угроза жизни и здоровью людей. К стихийным бедствиям обычно относят землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, снежные заносы, извержения вулканов, засухи. К таким бедствиям, в ряде случаев, могут быть отнесены также пожары, особенно массовые лесные и торфяные.

Стихийные бедствия можно встретить по-разному. Растерянно, как веками встречали люди различные бедствия, или спокойно, с верой в собственные силы. Уверенно же принять вызов бедствий могут только те, кто, вооруженный знаниями, как действовать в той или иной обстановке, примет единственно правильное решение: спасет себя, окажет помощь другим, предотвратит, насколько сможет, разрушающее действие стихийных сил.

### 3.1. Критерии безопасности

Для каждого выделяемого объекта или области безопасности можно ввести систему критериев безопасности, которая будет являться основой для суждения о степени безопасности и ее приемлемости для данного объекта или индивидуума. Набор таких критериев в свою очередь будет являться основой для разработки критериев безопасности следующего, более низкого уровня, роль которых в настоящее время выполняют нормы, правила, регламенты. Каждый критерий более низкого уровня является следствием критерия более высокого уровня.

В группу основных критериев безопасности нами выделены следующие:

**Индивидуальные** (медицинские или санитарно-гигиенические) – призваны ограничивать воздействие на любого человека. Если за основу количественного измерения воздействия на индивидуум принимаются показатели индивидуального пожизненного или годового риска, то, согласно данному критерию, следует ограничивать индивидуальный годовой или пожизненный риск смерти или болезней определенных категорий от фактора опасности; для измерения степени безопасности человека должны использоваться показатели, характеризующие состояние здоро-

вья человека. Проблема измерения здоровья давно привлекала внимание медиков. Большинство существующих методов основано на определении функциональных возможностей организма. Однако для всесторонней оценки этого недостаточно. Важно знать не только объем работы, который может выполнить человек (уровень дееспособности), но и насколько хорошо он себя чувствует (качество здоровья), а также, сколько предстоит ему прожить (количество здоровья). Эти показатели и в первую очередь такой, как количество здоровья, т. е. средняя ожидаемая продолжительность жизни при рождении или при том или ином возрасте, и могут служить для количественной оценки уровня безопасности населения. Отметим, что средняя ожидаемая продолжительность жизни, являющаяся интегральным показателем общественного здоровья (или уровня безопасности общества), во многом зависит не только от успехов медицины, но и от уровня социально-экономического развития общества, а также от состояния окружающей среды.

**Генетические** – призваны сохранять генофонд и ограничивают увеличение частоты генетических болезней в первом и/или последующих поколениях потомства (так называемую равновесную частоту). Заметим, что генетические критерии безопасности являются частью индивидуальных, но ввиду их особой важности выделяются нами в особую группу.

**Социальные** – ограничение действия опасного фактора на группы индивидуумов. Подобное ограничение может осуществляться несколькими способами, причем необходимость введения подобного критерия была осознана лишь после возникновения ряда крупных аварий. Поэтому один из предлагаемых способов введения – уменьшение приемлемого уровня допустимого индивидуального воздействия по мере роста масштаба фактора опасности.

**Психологические** – отражают степень неприятия обществом или отдельными индивидуумами уровня техногенного или природно-техногенного риска.

**Экономические** – призваны обеспечивать устойчивое долговременное экономическое развитие. Количественным ограничителем может служить размер экономического ущерба при крупных катастрофах (природных или техногенных), который приводит к дестабилизации экономической системы; некоторые подходы по установлению экономического критерия могут быть использованы из исследований особенностей экономической динамики.

**Технические** – должны накладывать ограничения как на возможность возникновения аварий и катастроф, например жесткое ограничение верхнего уровня вероятности тяжелой аварии или ограничение на пре-

дельно допустимое количество вредных и биологически опасных веществ, участвующих в технологическом процессе, так и на размер длительного непрерывного (в нормальном, т. е. неаварийном, режиме эксплуатации) воздействия на биосферу, например ограничение интенсивности обобщенного риска.

Критерии безопасности природных объектов разделены на биологические, экологические и ландшафтные. При установлении этих критериев должны учитываться природные циклы, критические уровни в развитии природных систем, стихийные явления, экстремальные факторы и реакции на них биообъектов, общие тенденции эволюционных процессов, влияние воздействий на структуру и состав сообществ, энергетические взаимодействия и разработанные методы экологического моделирования. **Биологические** – призваны сохранять многообразие видов. Другим критерием, которым предлагают пользоваться, является ограничение на относительное снижение количества чувствительных к фактору воздействия особей. Насколько применение подобных критериев дает возможность обеспечивать безопасность окружающей среды и сохранение видов как источника генетического материала и в конечном итоге обеспечивать долгосрочное существование цивилизации и способствовать адаптации к изменяющимся условиям существования или противодействовать неблагоприятным факторам, остается до конца неясным; эти критерии необходимо рассматривать как составную часть или совместно с экологическими критериями безопасности.

**Экологические** – призваны обеспечивать сохранение экосистем и поэтому ограничивают воздействия на экологические процессы с целью сохранения структурной устойчивости экосистемы. Одним из способов введения экологического критерия безопасности может быть выявление так называемого слабого звена данной экосистемы и ограничение степени воздействия на него в такой мере, чтобы не нарушать устойчивость экосистемы в целом. Для измерения этого аспекта безопасности необходимы показатели, которые бы количественно определяли состояние окружающей среды. К сожалению, на экосистемном уровне не существует каких-либо жестких внутренних механизмов поддержания строго определенного состояния окружающей среды, так как экосистемы могут отвечать на внешние воздействия изменением своих параметров в широком диапазоне. При этом они не будут утрачивать способности к устойчивому существованию. Например, одни виды могут заместить другие, медленнее (или быстрее) пойти процессы биопродуцирования, экосистема может упроститься и т. д., но образовавшийся новый вариант экосистемы с чисто естественно-научной точки зрения будет не лучше и не хуже ис-

ходного. Вопрос о желательном состоянии тех или иных природных объектов входит в компетенцию социальных наук и политики и отражает лишь характер социально-экономической и политической конъюнктуры. Для количественной оценки уровня безопасности по такому показателю, как состояние окружающей среды, нужно использовать только такие ее характеристики, которые не являются политическими или экономическими категориями. К таким количественным характеристикам можно отнести степень близости состояния экосистемы к границе ее устойчивости.

Сама количественная оценка степени близости состояния экосистемы к границе устойчивости, конечно, имеет большие неопределенности. Тем не менее, в некоторых странах (например, в Нидерландах) такую оценку уже используют для введения в регламентирующую деятельность по безопасности количественных значений для предельно допустимых экологических нагрузок (ПДЭН). Такие ПДЭН должны гарантировать отсутствие неустойчивости и непредсказуемости в состоянии экологических систем при соблюдении ограничений уровня воздействия. *Ландшафтные* и *географические* – ограничительные критерии, которые могут быть введены посредством установления ограничения воздействия на водосборные бассейны, почвы и некоторые другие географические элементы; кроме того, в пространстве климатических параметров можно выделить запретные и приемлемые области. Запретная область характеризует с определенной вероятностью неблагоприятные климатические, возможно необратимые, изменения с точки зрения уровня знаний сегодняшнего дня. Приемлемая область задает диапазон изменений климатических параметров при экономическом развитии мирового сообщества. Между этими областями находится достаточно большая область неопределенности, или условного запрета.

*Демографические* – ограничение на темпы прироста народонаселения может выступать в качестве такого главного критерия, причем подобное ограничение естественно вытекает из уровня экономического развития и неявно уже используется. Другим возможным демографическим критерием может выступать критерий регуляризации, или ограничения темпов урбанизации. При этом, как показывает опыт, принятие любой стратегии урбанизации лучше, чем ее отсутствие. *Ресурсные* – ограничение и регулирование интенсивности использования возобновляемых и невозобновляемых природных ресурсов (в сочетании с правилами оптимальности). *Политико-информационные* – информированность и участие населения в процессе принятия решений по потенциально опасным технологиям, доступность к любой информации по ним. От-

метим, что закрытость определенной информации по последствиям чернобыльской аварии привела к росту радиофобии и тем самым к увеличению размера самих последствий. Поэтому подобный критерий может служить поддержкой других критериев безопасности. Необходимо учесть готовность к международному сотрудничеству по проблемам безопасности, ограничение узковедомственного подхода. **Нравственные и правовые** – формирование новых нравственных категорий и ценностей, связанных с пониманием необходимости долгосрочного существования цивилизации. В правовую практику должны быть внесены некоторые новые права, в частности право на окружающую среду, благоприятную для здоровья и обеспечивающую долговременное существование мирового сообщества. Разработка полной совокупности научно обоснованных критериев безопасности, в особенности количественных, является долгосрочной задачей и требует значительных затрат на проведение обширного комплекса научно-исследовательских работ.

Однако даже в условиях неполноты набора критериев и их недостаточной проработанности или научной обоснованности уже сейчас можно достигнуть определенного эффекта, соблюдая в полном объеме существующие нормы и правила. Эти нормы и правила опираются на имеющийся опыт разработки и эксплуатации потенциально опасных производств, объектов, систем и на научный задел в области теории надежности, исследования развития и протекания аварийных процессов.

### **3.2. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций**

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций возможно только на основе решения задач мониторинга. **Мониторинг окружающей среды** – это система наблюдений и контроля, проводимых регулярно, по определенной программе для оценки состояния окружающей среды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения.

**Прогнозирование чрезвычайных ситуаций** – опережающее отражение вероятности возникновения и развития чрезвычайных ситуаций на основе анализа возможных причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем. Прогнозирование может носить долгосрочный, краткосрочный или оперативный характер.

В зависимости от масштаба чрезвычайных ситуаций различают мониторинг глобальный, региональный, импактный, базовый.

**Глобальный мониторинг** – слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере, их оценка и прогнозирование возможных изме-

нений.

**Региональный мониторинг** – слежение за процессами и явлениями в определенных регионах, в которых эти процессы и явления отличаются по природному характеру или по антропогенным воздействиям от естественных биологических процессов, их оценка и прогнозирование возможных изменений.

**Импактный мониторинг** – слежение за процессами и явлениями в особо опасных зонах и местах, непосредственно примыкающих к источникам загрязняющих веществ, их оценка и прогнозирование возможных изменений.

**Базовый мониторинг** – слежение за состоянием природных систем, на которые практически не влияют региональные антропогенные воздействия, их оценка и прогнозирование возможных изменений. Это, как правило, удаленные от промышленных районов территории, биосферные заповедники.

Функционирование системы мониторинга и прогнозирование чрезвычайных ситуаций обеспечивается министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь при взаимодействии с иными органами исполнительной власти и их территориальными органами.

Основными задачами системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций являются:

- оперативный сбор, обработка и анализ информации о потенциальных источниках ЧС природного и технического характера;
- прогнозирование возможного возникновения ЧС и их последствий на основе оперативной фактической и прогностической информации, поступающей от ведомственных и иных служб наблюдения за состоянием окружающей среды, обстановкой на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях;
- лабораторный контроль, проводимый с целью обнаружения и индикации радиоактивного, химического, биологического (бактериологического) заражения (загрязнения) объектов окружающей среды, продовольствия, питьевой воды, пищевого и фуражного сырья;
- разработка и оценка эффективности реализации мер по предотвращению или устранению ЧС;
- разработка сценариев развития ЧС;
- информационное обеспечение управления и контроля в области предупреждения и ликвидации ЧС;
- создание специализированных геоинформационных систем, банка данных по источникам ЧС и других информационных данных.



### ***Прогнозирование природных чрезвычайных ситуаций***

Стихийные бедствия возникают внезапно, однако, их последствия могут быть предотвращены или существенно уменьшены при осуществлении предупредительных мер:

- заблаговременного прогнозирования бедствий и их последствий;
- своевременное предупреждение населения, а в необходимых случаях организации его эвакуации;
- отгона и укрытия животных;
- вывоза материальных ценностей.

В зависимости от времени упреждения стихийного бедствия прогнозы подразделяются на краткосрочные и долгосрочные.

Краткосрочные прогнозы (менее 12 – 15 дней) стихийных бедствий, таких как наводнения, производятся, как правило, посредством решения уравнений гидродинамики. Исходными данными для прогноза наводнений являются гидрографы (зависимости расходов воды от времени) в различных фиксированных створах рассматриваемого речного бассейна. В результате выдается информация об ожидаемых максимальных расходах и уровнях воды в интересующих пользователя створах.

Долгосрочные гидрологические прогнозы применяются, как правило, для предсказания масштабов действия половодья. Наиболее эффективный метод разработки долгосрочных прогнозов весеннего половодья – водно-балансовый метод, который базируется на установлении закономерности процессов формирования стока в речном бассейне за периоды снеготаяния и половодья.

Прогнозирование бурь, смерчей и ураганов производится на основе синоптического прогноза. Прогнозирование лесных и торфяных пожаров осуществляется на основе оценки синоптического прогноза состояния погоды в определенном районе, степени посещаемости лесных массивов людьми, ведения лесоразработок и т.д.

***Прогнозирование бурь, ураганов, смерчей*** осуществляется на основе изучения перемещения воздушных масс, обнаружения и определения маршрута движения циклона. Признаком, указывающим на приближение циклона является нарушение нормального суточного хода атмосферного давления и его падения на 3 – 3,5 мб/сутки. Признаками возможного шквала или смерча являются мощные кучево-дождевые облака. Смерч прогнозируют также путем обнаружения атмосферных радиопомех, так как обычно вокруг смерчей образуется электромагнитное поле строго определенного диапазона частот. Смерчи прекращают свое существование над лесами, возвышенностями, в городах. Это используется для про-

гнозирования смерчей. Вместе с тем, вероятность определения точного времени и места появления смерча невелика, еще более непредсказуем маршрут движения смерча, в то время как направление движения урагана и бури можно определить достаточно точно. Отдельные граждане могут обнаружить появление смерча, который опускается в виде черного рукава с туч.

**Прогнозирование ливней, затяжных дождей, заморозков и сильных снегопадов** основывается на оценке облачного покрова, атмосферного давления, влажности, температуры воздуха, направления и силы ветра. Обычно такие прогнозы отличаются значительной точностью, и население оповещается о них по средствам массовой информации.

**Прогнозирование грозы, молнии, града** возможно на основе анализа и оценки кучево-дождевых облаков, температуры воздуха на высотах 7 – 15 км. Если на этих высотах температура достигает 15 – 20 °С, то ожидается гроза, а при переохлаждении воды и град.

**Прогнозирование засухи** делают на основе анализа и оценки результатов прогнозирования выпадения дождей, степени увлажнения почвы за счет таяния снега весной, учитывается особенность почвы, ландшафт и др.

**Прогнозирование наводнений** основывается на анализе и оценке количества таящего снега весной, скорости его таяния, глубины промерзания грунта на полях, наличия заторов и зажоров на реках и т. д. Наводнения могут возникнуть и за счет затяжных или ливневых дождей, а также за счет аварий и катастроф на гидротехнических сооружениях. Замечено, что природные наводнения носят циклический характер, что используется для долгосрочного прогнозирования. В связи с потеплением климата на Земле количество наводнений будет возрастать и как за счет увеличения испарений воды в океанах, так и за счет таяния льдов. В результате уровень воды в океанах будет подниматься, затапливая обширные территории.

**Прогнозирование лесных и торфяных пожаров** основывается на оценке состояния погоды, прогнозирования засухи, степени посещаемости леса людьми и т. д. Так, при жаркой погоде, если дождей не бывает 15 – 18 дней, то лес становится настолько сухим, что любое неосторожное обращение с огнем вызывает пожар.

**Прогнозирование землетрясений.** Республика Беларусь находится вне пояса сильных землетрясений. Магнитуда сейсмических волн от землетрясений, эпицентры которых находятся на расстоянии многих сотен и тысяч километров, на территории РБ не превышает 4 баллов по шкале Рихтера. РБ получает информацию для прогнозирования земле-

трясений от других стран. Прогнозирование тектонических и вулканических землетрясений не является точным, в то время как землетрясения от падения на Землю крупных небесных тел определяются относительно точно. За последнее время установлено, что землетрясения стали проявляться и в районах крупных водохранилищ, добычи нефти, газа, угля.

**Прогнозирование некоторых природных процессов и явлений отдельными гражданами.** Граждане должны пользоваться результатами прогнозирования государственных структур. Но в ряде случаев каждый гражданин может сам спрогнозировать некоторые природные процессы и явления на основании личных наблюдений или по народным приметам. Такие прогнозы будут более точными, если учитывается больше различных примет или факторов. Приведем некоторые примеры.

**Землетрясение** человек может спрогнозировать непосредственно перед его началом по следующим признакам: запах газа в местах, где раньше этого не наблюдалось; беспокойство птиц и домашних животных (за 5 – 6 часов); вспышки в виде рассеянного света зарниц; голубоватое свечение внутренней поверхности домов; искрение близко расположенных, но не касающихся электрических проводов; изменение уровня воды в колодцах.

**Возможен дождь**, если: с утра парит, очень жарко и душно; облака идут низко; утром, вечером и днем температура воздуха почти одинаковая; кучевые облака к вечеру опускаются; направление ветра и облаков неодинаково; звезды сильно мерцают; вечернее небо имеет зеленоватый оттенок; Луна мутная и бледная; непрерывный гром к дождю с градом; лес без ветра шумит; утром и ночью нет росы или роса слабая и быстро высыхает; дым в тихую погоду стелется по земле или, чуть поднявшись, опускается; теплым вечером при ясном небе подул сильный восточный ветер; Солнце садится в тучу; радуга с севера на юг; соль сыреет, оконные стекла потеют; собака мало ест, много спит или катается по земле; кошка в теплом месте сворачивается калачиком и спит, прикрыв мордочку лапой, воробьи или купаются в пыли, или сидят нахохлившись, или прячутся под крышу; вороны летают стаями и непрерывно каркают; рыба выскакивает из воды и ловит мошек.

**Вероятны заморозки**, если утром ясно, к полудню появляются кучевые облака, которые к вечеру исчезают. Ветер северный, к концу дня стихает, при ясной погоде вечером и ночью на возвышенностях теплее, чем в низинах; ясным летним вечером температура воздуха опустилась до +10 – +12°C и ниже; при пасмурной погоде к вечеру облачность уменьшается, ветер стихает, видимость улучшается.

***Ожидается мороз зимой***, если: звезды сильно мерцают, яркая Луна, Солнце всходит столбом; вороны и галки садятся на верхушки деревьев; безоблачно, ветер северный - морозы усилятся.

***Ожидается ясная погода летом***, если: днем жарко, к ночи становится прохладно; после дождя похолодало; облака движутся с севера на юг; на небе много звезд; при закате Солнца небо окрашивается в золотистые и розовые тона; вечером и ночью обильная роса, которая утром быстро высыхает; кошка долго умывается; птицы утром весело поют.

### ***Прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера***

***Прогнозирование техногенных ЧС*** – опережающее отражение вероятности появления и развития техногенных ЧС и их последствий на основе оценки риска возникновения пожаров, взрывов, аварий, катастроф.

Прогнозирование техногенных ЧС основано на оценке технического состояния оборудования, техники, оценке человеческого фактора и факторов окружающей среды. Итогом прогнозирования любой техногенной ЧС является определение величины риска ее возникновения, зависящего от многих факторов, а также возможные опасные зоны. Рассмотрим учет этих факторов на примере технологического оборудования, аварии на котором приводят к ЧС.

Известно, что технологическое оборудование имеет свой «жизненный цикл». Он обычно начинается с установки, наладки, иногда доработки технологического оборудования на предприятии. Люди, которые его будут обслуживать, как правило, нуждаются в обучении. С началом эксплуатации этого оборудования вероятность аварий значительна как по вине обслуживающего персонала, не имеющего опыта эксплуатации, так и из-за несовершенства самого оборудования. На этом этапе обычно на оборудовании устраняются недостатки, а обслуживающий персонал приобретает опыт его эксплуатации. Очевидно, что в середине «жизненного цикла» величина риска аварий и катастроф минимальна. В дальнейшем, по мере износа оборудования, величина риска в конце «жизненного цикла» растет. Для более точного прогнозирования величины риска и возможных причин ЧС используют методику прогнозирования, суть которой рассмотрим на примере того же технологического оборудования на предприятии. Она заключается в следующем. Прежде всего, выявляются источники опасности, оборудование, которое может вызвать опасные состояния и исключают из анализа маловероятные случаи. Обычно источниками опасности являются источники энергии, процессы и усло-

вия эксплуатации оборудования.

**Источники энергии**, представляющие опасность: обычное топливо, взрывчатые вещества, заряженные конденсаторы, емкости под давлением, пружинные механизмы, подвесные устройства, газогенераторы, аккумуляторные батареи, приводные устройства, катапультированные предметы, нагревательные приборы, вращающиеся механизмы, электрические генераторы, статические электрические заряды, насосы, вентиляторы, воздуходувки и др.

**Процессы и условия**, представляющие опасность: разгон, коррозия, нагрев, охлаждение, давление, влажность, радиация, загрязнения, химическая диссоциация, химическое замещение, механические удары, окисление, утечки, электрический пробой, пожары, взрывы и др.

Источники энергии, процессы и условия эксплуатации вызывают различные классы опасности: 1-й класс – пренебрежимые эффекты; 2-й класс – граничные эффекты; 3-й класс – критические ситуации; 4-й класс – катастрофические последствия. Очевидно, что источниками ЧС могут иметь 3-й и 4-й классы опасности, поэтому они должны быть изучены, и на этой основе приняты меры по предупреждению ЧС.

При изучении аварий, их причин и последствий широко используются методы математической статистики, теории надежности, а также логические и описательные приемы. В результате строятся диаграммы, отражающие причинно-следственные связи на морфологическом, логическом или количественном уровне. Можно также построить граф, который носит название «дерево событий». В узлах графа фиксируются события и указывается вероятность их наступления, вычисляемая на основании статистических данных или путем расчета показателей надежности с учетом времени эксплуатации объекта. Связи между узлами графа показывают последовательность наступления событий. Пользуясь «деревом событий», можно вычислить вероятность наступления аварийного отказа.

Для более эффективного анализа причин часто строят и «дерево отказов», т. е. диаграмму, отражающую логическую совокупность и последовательность событий, приводящих к аварии.

Важным элементом анализа безопасности применения технического средства является знание вероятности угрозы аварии, которая определяется двумя категориями влияний – представляющими угрозу событиями и попаданием в опасную среду.

При прогнозировании учитывается и опыт эксплуатации оборудования обслуживающим персоналом. Инженеры знают, что каждое конкретное оборудование имеет свои «болезни», которые часто трудно уст-

ранить до конца эксплуатации. Это могут быть как конструктивные недостатки, так и недостатки технологии производства.

*Типичные причины ЧС техногенного характера:*

события человеческой деятельности (ошибки оператора, водителя, дефекты конструкции, ошибки при обслуживании);

события, относящиеся к оборудованию (отсутствие смазочного материала в механизме, неправильные сигналы чувствительных элементов и др.);

события, связанные с окружающей средой (удары молнии, короткое замыкание от затекания воды, наводнения и др.).

Причинами ЧС техногенного характера все же, в основном, является человек. Так, во второй группе причин, например, отсутствие смазочного материала в механизме виноватым следует считать не столько оборудование, а человека, который не сделал смазку механизма. Вина человека в возникновении ЧС техногенного характера во многом связана с ритмикой психического состояния человека. В *социальной компоненте* выделяется недельная ритмика и ритмика плана. Относительно недельной ритмики статистика показывает, что частота аварий и несчастных случаев повышается в пятницу (усталость) и в понедельник (расслабление). В ритмике плана, например, повышенной недоброкачественностью отличается продукция, выпущенная в последние дни месяца, квартала, года. В условиях рыночной экономики воздействие ритмики плана на возникновение ЧС техногенного характера будет значительно меньше.

Воздействие человеческого фактора на возникновение техногенных ЧС следует рассматривать более подробно, в частности, необходимо учитывать и индивидуальные биологические ритмы, о которых говорилось выше, социально-бытовые условия и т. д.

После определения степени опасности возникновения опасного чрезвычайного события (аварии, катастрофы) возникает проблема прогнозирования и оценки радиуса или территории поражения. Обычно прогнозируют параметры следующих зон: зоны химического заражения, зоны воздействия ударной волны, зоны пожара, зоны наводнения и др.

При авариях на химически опасных объектах обычно прогнозируют глубину распространения зараженного воздуха, площадь фактического и возможного загрязнения территории, время подхода зараженного воздуха к объектам и населенным пунктам.

Прогнозирование взрывных процессов заключается в определении зон разрушений и пожаров, поражения людей. Для этого существуют специальные методики оценки.

Прогнозирование пожароопасных зон для различных случаев достаточно сложная проблема. При этом учитываются пожароопасные объекты, пожаровзрывоопасные объекты, рассматриваются огнестойкость строительных конструкций, классы пожарной опасности конструкций, классы конструктивной пожарной опасности зданий, характеристики групп горючести строительных материалов и др. В процессе прогнозирования обычно определяют: пожароопасные объекты, степени их опасности; возможные границы, протяженность фронта пожара, направления и скорости его распространения; возможные зоны задымления; объекты, которым угрожают пожары; объекты, на которых могут быть в результате пожаров взрывы и отравления вредными химическими веществами; оценка характера местности, наличие водоемов, возможность подъезда к ним; оценка влияния погоды на развитие и тушение пожаров и т. д.

Следует отметить, что методики оценки развития и последствий техногенных ЧС достаточно сложны и разнообразны, некоторые из них будут изучаться в рамках лабораторного практикума. В качестве примера на рис. 3.1 и 3.2 приведены результаты расчетов последствий аварийного выброса хлорциана.

### ***Экологическое прогнозирование***

***Экологическое прогнозирование*** – это научное предвидение возможного состояния природных экологических систем, определяемого естественными и антропогенными экологическими факторами. Чрезвычайные ситуации экологического характера выявляются и прогнозируются при проведении мониторинга окружающей среды государственными структурами.

*Основные задачи мониторинга:*

- текущий учет и измерение происходящих изменений в окружающей среде с точки зрения ее качества;
- оценка измеренных величин и выявление чрезвычайных ситуаций;
- прогноз этих изменений и связанных с ними экологических последствий. Для получения исходной информации, необходимой для оценки состояния природной среды, используют различные методики исследований.

С помощью приборов обычно измеряют физические и химические параметры среды: величины и спектр шумов, температуру, характеристики электромагнитных полей, характеристики радиоактивного загрязнения среды, характеристики геофизических явлений, концентрации химических загрязнений воздуха, воды, почвы и др. Определяют и много-



Рис. 3.1. Максимальная концентрация на оси облака при выбросе хлорциана

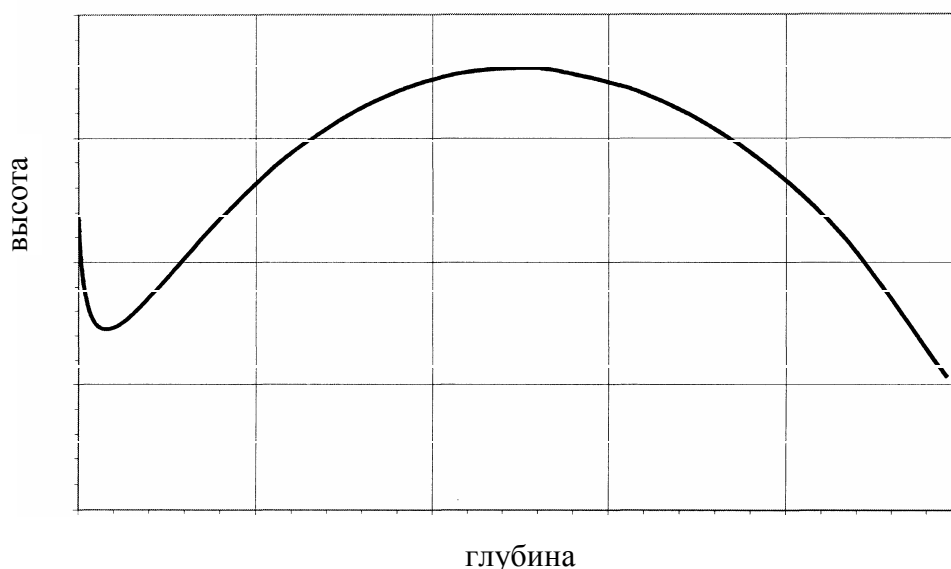


Рис. 3.2. Сечение зоны смертельного поражения (в направлении по ветру) при выбросе хлорциана для смертельного значения токсодозы 11 мг·мин/л

численные характеристики биологических систем. Широко применяется дистанционное исследование экологических систем с самолетов, искусственных спутников Земли, космических кораблей.

В Республике Беларусь законодательно установлены допустимые нормы большинства экологических загрязнений, в частности, для химических загрязнений установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) и предельно допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ отдельными хозяйственными объектами.



Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосфере рассматриваются для двух случаев: среднесуточные (ПДК<sub>сс</sub>) и максимальные разовые (ПДК<sub>мр</sub>). Основным критерием нормальной концентрации вредного химического вещества в воздухе является соотношение:

$$C < \text{ПДК}_{\text{сс}}; \quad C < \text{ПДК}_{\text{мр}} \quad (3.1)$$

В том случае, если в воздухе одновременно присутствует несколько вредных веществ, то должно выполняться условие:

$$C_1/\text{ПДК}_{\text{сс}1} + C_2/\text{ПДК}_{\text{сс}2} + \dots + C_n/\text{ПДК}_{\text{сс}n} < 1, \quad (3.2)$$

где  $C_1, C_2, C_n$  – концентрации соответствующих вредных веществ. На практике используется и такой показатель как индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), который учитывает и класс опасности вещества:

$$\text{ИЗА}_i = \left( C_{\text{ср}} / \text{ПДК}_{\text{сси}} \right)^{K_i}, \quad (3.3)$$

где  $K_i = 0,85; 1; 1,3; 1,7$  – для 4, 3, 2 и 1 классов опасности соответственно;  $\text{ПДК}_{\text{сси}}$  – среднесуточная ПДК данной примеси, мг/м<sup>3</sup>;  $C_{\text{сси}}$  – средняя концентрация примеси за год, мг/м<sup>3</sup>.

Если в атмосфере присутствует несколько загрязняющих веществ, то степень загрязнения воздуха оценивают комплексным индексом загрязнения:

$$\text{ИЗА}(m) = \sum \text{ИЗА}_i. \quad (3.4)$$

Фактическое загрязнение атмосферы населенных пунктов оценивается по 5-ти балльной шкале, показанной в таблице 3.1.

Таблица 3.1

#### Классификация загрязнений атмосферы

Уровень загрязнения	Число загрязнений			
	2 – 3	4 – 9	10 – 20	Более 20
Допустимое загрязнение	2	3	4	5
Умеренное загрязнение	2,1 – 4	3,1 – 6	4,1 – 8	5,1 – 10
Слабое загрязнение	4,1 – 8	6,1 – 12	8,1 – 16	10,1 – 20
Сильное загрязнение	8,1 – 16	12,1 – 24	16,1 – 32	20,1 – 40
Очень сильное загрязнение	16	24	32	40

Для оценки степени загрязнения вод введен также комплексный показатель – индекс загрязнения вод (ИЗВ), который определяется по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \sum (C_i / \text{ПДК}_i) : 6, \quad (3.5)$$

где  $C_i$  – среднее значение концентраций загрязняющих веществ, мг/л; 6 – строго лимитируемое число загрязняющих веществ, включая: растворенный кислород, азот амонийный, азот нитритный, БПК<sub>5</sub> (биологическая потребность в кислороде, усредненная за 5 суток), нефтепродукты, фенолы.

Фактическое загрязнение вод оценивается по классам загрязнения (табл. 3.2).

Таблица 3.2

#### Классы загрязнения вод

Класс загрязнения	Текстовое описание	Величина ИЗВ
1	Очень чистая	Менее 0,3
2	Чистая	0,3 – 1
3	Умеренно загрязненная	1 – 2,5
4	Загрязненная	2,5 – 4
5	Грязная	4 – 6
6	Очень грязная	6 – 10
7	Чрезвычайно грязная	Более 10

Нормирование загрязняющих веществ в почве имеет три направления:

- нормирование содержания ядохимикатов в пахотном (корнеобитаемом) слое почвы сельскохозяйственных угодий;
- нормирование накопления токсичных веществ на территории предприятия;
- нормирование загрязненности почвы в жилых районах, преимущественно в местах временного хранения бытовых отходов.

В пахотном слое вредные вещества нормируются по двум показателям:

- предельно допустимая концентрация (ПДК);
- временная допустимая концентрация (ВДК).

Для установления ПДК используют данные о фоновых концентрациях исследуемых веществ, их физико-химических свойствах, параметрах стойкости, токсичности. Временно допустимые концентрации (ВДК) определяются расчетным путем для тех пестицидов, которые разрешены для использования. Расчет производится по эмпирической формуле, в которой ПДК<sub>пр</sub> касается пищевых продуктов, выращиваемых на данной почве:

$$\text{ВДК} = 1,23 + 0,48 \lg(\text{ПДК}_{\text{пр}}). \quad (3.6)$$

Санитарное состояние почвы оценивается по ряду гигиенических показателей, в том числе по санитарному числу, т.е. по отношению содержания белкового азота к общему органическому. Кроме того, учитывается наличие кишечной палочки (коли-титр), личинок мух, яиц гельминтов. По комплексу этих показателей почва оценивается как чистая или загрязненная. Проводится и нормирование загрязняющих веществ в продуктах питания. Основным ограничительным нормативом является допустимое остаточное количество (ДОК) вредного вещества в продуктах питания или в урожае в период сбора.

Для прогнозирования ЧС экологического характера измерения отдельных параметров приборами недостаточно. Поэтому для прогнозирования, уточнения прогнозов широко используются и биоиндикаторы.

**Биоиндикаторы** – это живые организмы, по наличию, состоянию и поведению которых можно судить о степени изменений окружающей среды, в том числе и о присутствии загрязняющих веществ.

Особенностью биоиндикаторов является то, что они суммируют все без исключения биологически важные данные о загрязнениях, указывают на скорость происходящих изменений, позволяют судить о степени вредности тех или иных веществ для живой природы и человека.

При малейшем загрязнении воздуха диоксидом серы погибают лишайники, кончики игл хвой становятся бурыми. Индикатором повышенного содержания тяжелых металлов в воде является повышенная активность пиявок. У некоторых деревьев под воздействием загрязнений изменяется окраска листьев, форма или листья опадают.

В процессе мониторинга выявляются источники и причины изменения экологической обстановки, тенденции этих изменений. Оценивается экологическая обстановка путем сравнения полученных показателей с принятыми критериями и допустимыми нормами загрязнений. Если загрязнения превышают допустимые пределы, то переходят к оценке состояния экологических систем.

В настоящее время существуют проблемы в оценке экологических систем. Это вызвано тем, что нет универсального критерия оценки. Можно грубо спрогнозировать только состояния экологической системы (критическое, катастрофическое состояние или состояние коллапса). Вместе с тем, на практике отрабатываются многие варианты, в частности применяют экологические законы 1 % и 10 %, в качестве критериев могут быть выбраны средняя продолжительность жизни человека, и скорость самовосстановления экосистем, и высокая биологическая продуктивность и др.

Учитывая сложность решаемых проблем, прогнозирование ЧС возложено на научные государственные структуры и граждане просто должны пользоваться результатами их работы. Вместе с тем, степень опасности для здоровья человека окружающей среды грубо можно оценить и по выше рассмотренным оценкам.

### ***Биологическое прогнозирование***

Для прогнозирования биолого-социальных ЧС обычно проводится биологический мониторинг государственными научно-исследовательскими учреждениями. Он включает: прогнозирование эпидемий, эпизоотии и эпифитотий. Прогнозирование и оценка биологической (бактериологической) обстановки проводятся штабами соединений и частей ГО до и после применения противником бактериологического оружия или при возникновении очагов заражения опасными болезнями в мирное время.

***Прогнозирование эпидемий*** – определение вероятности возникновения, масштабов развития эпидемий и их последствий с целью разработки и обоснования мероприятий по предупреждению распространения инфекционных болезней среди населения, снижению общей инфекционной заболеваемости людей и ликвидации социально-экономических последствий, вызванных эпидемиями.

***Прогнозирование эпизоотии*** – определение вероятности возникновения, масштабов развития эпизоотии и их последствий с целью разработки обоснования мероприятий по предупреждению распространения инфекционных болезней сельскохозяйственных животных, снижению их общей инфекционной заболеваемости и ликвидации социально-экономических последствий, вызванных эпизоотиями.

***Прогнозирование эпифитотий*** – определение вероятности возникновения, масштабов развития эпифитотий и их последствий, а также появления и размножения вредителей сельскохозяйственных структур с целью разработки и обоснования мероприятий по предупреждению распространения инфекционных болезней и вредителей сельскохозяйственных растений и ликвидации социально-экономических последствий, вызванных эпифитотиями. В процессе прогнозирования особое внимание уделяется изучению новых, ранее неизвестных заболеваний, изучается способность микробов видоизменяться при воздействии на них новых медицинских препаратов и т.д. Каждый человек должен знать признаки основных инфекционных болезней, условия их распространения и уметь на этой основе прогнозировать инфекционные заболевания. На практике

о вспышках инфекционных болезней население обычно оповещается по радио, телевидению и в других средствах массовой информации, но возможны случаи, когда такого оповещения не будет.

Для оценки санитарно-эпидемиологического состояния территории проводится ее санитарно-эпидемиологическая разведка.

Санитарно-эпидемиологическое состояние территории оценивается как *благополучное*, если:

- инфекционные заболевания не связаны друг с другом и появились в течение срока, превышающего инкубационный период;
- состояние эпизоотической (энзоотической) обстановки не представляет опасности для населения и спасателей;
- отсутствуют условия для широкого распространения инфекционных заболеваний;
- нет массовых инфекционных заболеваний среди населения соседних районов, а единичные заболевания не представляют непосредственной опасности для людей.

Санитарно-эпидемическое состояние территории оценивается как *неустойчивое*, если:

- возникли отдельные, не регистрировавшиеся ранее, инфекционные заболевания;
- незначительно повысился спорадический уровень инфекционной заболеваемости или отдельных групповых заболеваний;
- нет тенденции к дальнейшему распространению инфекционных заболеваний;
- отсутствуют инфекционные заболевания, за исключением спорадических при наличии эпизоотических (энзоотических) очагов зоонозных инфекций, могущих представлять угрозу для населения и спасателей при неудовлетворительном санитарном состоянии территорий, объектов водоснабжения, некачественном проведении противоэпидемических мероприятий и т.д.;
- имеются очаги инфекционных заболеваний без выраженного развития эпидемии;
- территория расположена в непосредственной близости от очага опасных инфекций.

Санитарно-эпидемическое состояние территории оценивается как *неблагоприятное*, если:

- появились групповые опасные инфекционные заболевания или очаги чумы, холеры, желтой лихорадки и т.д. на соседних территориях при наличии условий для их дальнейшего распространения;

– возникли единичные особо опасные инфекционные заболевания (чума, холера и др.);

Санитарно-эпидемическое состояние территории оценивается как *чрезвычайное*, если:

– в короткий срок нарастает число опасных инфекционных заболеваний среди населения;

– возникли групповые заболевания особо опасными инфекциями;

– активизировались природные очаги чумы, туляремии и появились заболевания среди людей.

### **3.3. Обобщенная оценка чрезвычайных ситуаций**

Обобщенная оценка ЧС включает в себя величины социального, экономического, экологического риска и суммы социального, экономического и экологического ущерба. Обобщенную оценку ЧС можно проводить как до возникновения ЧС, так и после. Если оценка проводится до возникновения ЧС, она носит вероятностный характер и, как правило, используется в целях предупреждения ЧС. Если оценка проводится после возникновения ЧС, она используется для выработки мероприятий, расчета сил и средств, необходимых для ликвидации последствий.

Прогнозирование ЧС обычно имеет цель установить возможный факт ее появления и возможные последствия. Но масштабы и тяжесть последствий таких ситуаций можно определить только после их оценки.

Оценку ЧС можно проводить как до появления ее источников, так и после их появления. Во втором случае оценка будет более точная, в то время как в первом случае оценка носит вероятностный характер. Если оценка последствий ЧС проводится до их появления, то результаты используются для принятия мер по предупреждению ЧС. Если оценка последствий ЧС проводится после появления ее источников, то результаты оценки используются для определения мероприятий, сил и средств, которые необходимы для ликвидации последствий.

Обобщенная оценка годится для всех ЧС, так как обычно определяются обобщенные показатели. Но конкретную оценку проводят по частным методикам, с помощью которых определяют специфические параметры и последствия. Во всех случаях для проведения оценки должны быть известны необходимые исходные данные; критерии оценки; величины и параметры, которые необходимо определить.

#### ***Оценка риска***

***Анализ риска аварии*** – процесс идентификации опасностей и оцен-

ки риска аварии на опасном производственном объекте для отдельных лиц или групп людей, имущества или окружающей природной среды.

**Идентификация опасностей аварии** – процесс выявления и признания, что опасности аварии на опасном производственном объекте существуют, и определения их характеристик.

**Опасность аварии** – угроза, возможность причинения ущерба человеку, имуществу и (или) окружающей среде вследствие аварии на опасном производственном объекте. Опасности аварий на опасных производственных объектах связаны с возможностью разрушения сооружений и (или) технических устройств, взрывом и (или) выбросом опасных веществ с последующим причинением ущерба человеку, имуществу и (или) нанесением вреда окружающей природной среде.

**Опасные вещества** – воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные, высокотоксичные вещества и вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды.

**Оценка риска аварии** – процесс, используемый для определения вероятности (или частоты) и степени тяжести последствий реализации опасностей аварий для здоровья человека, имущества и (или) окружающей природной среды. Оценка риска включает анализ вероятности (или частоты), анализ последствий и их сочетания.

**Приемлемый риск аварии** – риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических соображений. Риск эксплуатации объекта является приемлемым, если ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск.

**Риск аварии** – мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на опасном производственном объекте и тяжесть ее последствий. Основными количественными показателями риска аварии являются:

технический риск – вероятность отказа технических устройств с последствиями определенного уровня (класса) за определенный период функционирования опасного производственного объекта;

индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий;

потенциальный территориальный риск (или потенциальный риск) – частота реализации поражающих факторов аварии в рассматриваемой точке территории;

коллективный риск – ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенное время;

социальный риск, или *F/N-кривая*, – зависимость частоты возникновения событий  $F$ , в которых пострадало на определенном уровне не ме-

нее  $N$  человек, от этого числа  $N$ . Характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей;

ожидаемый ущерб – математическое ожидание величины ущерба от возможной аварии за определенное время.

**Требования промышленной безопасности** – условия, запреты, ограничения и другие обязательные требования, содержащиеся в республиканских законах и иных нормативных правовых актах Республики Беларусь, а также в нормативных технических документах, которые принимаются в установленном порядке и соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность.

**Ущерб от аварии** – потери (убытки) в производственной и непроизводственной сфере жизнедеятельности человека, вред окружающей природной среде, причиненные в результате аварии на опасном производственном объекте и исчисляемые в денежном эквиваленте.

**Риск** – вероятность реализации негативного воздействия на жизнь и здоровье человека, на работу хозяйственного объекта и экологической системы. Вероятность возникновения ЧС различного характера оценивают путем сравнения полученных результатов с принятыми критериями. В качестве критериев риска могут быть приняты:

- величина допустимого риска;
- величина приемлемого риска;
- величина недопустимого риска.

В практике проведения работ в области анализа риска для персонала промышленных объектов и населения пользуются, чаще всего, определениями индивидуального и социального риска.

Под **индивидуальным риском** понимают частоту гибели человека от определенных причин (или их совокупности) в определенной точке пространства. Результаты анализа индивидуального риска отображаются на карте (ситуационном плане) предприятия (территории возможной природной ЧС) и прилегающих районов в виде замкнутых линий равных значений.

Построение линий равного значения индивидуального риска (изолиний индивидуального риска) осуществляется по формуле:

$$R_n(x, y) = \sum_{m \in M} \sum_{l \in L} P_Q(x, y) F(A_m), \quad (3.7)$$

где  $P_Q(x, y)$  – вероятность воздействия на человека в точке с координатами  $(x, y)$   $Q_l$ -го поражающего фактора с интенсивностью, соответствующей гибели (поражению) человека (здорового мужчины 40 лет) при условии реализации  $A_m$ -го события (аварии, опасного природного явле-



ния, катастрофы, стихийного или иного бедствия);  $F(A_m)$  – частота возникновения  $A_m$ -го события в год;  $M$  – множество индексов, которое соответствует рассматриваемым событиям (авариям, опасным природным явлениям, катастрофам, стихийным или иным бедствиям);  $L$  – множество индексов, которые соответствуют перечню всех поражающих факторов, возникающих при рассматриваемых событиях.

**Социальный риск** – зависимость частоты возникновения событий, вызывающих поражение определенного числа людей, от этого числа людей. Результаты анализа изображаются в виде графиков (так называемых  $F/N$ -диаграмм). Социальный риск  $R = F(N)$  характеризует масштаб возможных чрезвычайных ситуаций.

Социальный риск может быть рассчитан по формуле:

$$R_c(N) = \sum_{m \in M} \sum_{l \in L} P(N/Q_m) P(Q_m/A_l) F(A_l), \quad (3.8)$$

где  $P(N/Q_m)$  – вероятность гибели (поражения)  $N$  людей от  $Q_m$ -го поражающего фактора;  $P(Q_m/A_l)$  – вероятность возникновения  $Q_m$ -го поражающего фактора при реализации  $A_l$ -го события (аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия).

В соответствии с приведенными определениями, проблема анализа риска для населения от чрезвычайных ситуаций (в данном случае получение количественных показателей уровней природных и техногенных рисков) включает в себя решение следующих задач:

- оценка вероятности (частоты) реализации нежелательного события (аварии или ЧС природного характера);

- построение полей поражающих факторов, возникающих при различных сценариях развития ЧС;

- оценка последствий воздействия поражающих факторов на человека (или другие материальные объекты).

Вероятность возникновения ЧС применительно к техническим объектам и технологиям оценивают на основе статистических данных или теоретических исследований. При использовании статистических данных величину риска определяют по формуле:

$$R = (N_{\text{ЧС}}/N_0) \leq R_{\text{доп}}, \quad (3.9)$$

где  $R$  – риск;  $N_{\text{ЧС}}$  – число чрезвычайных событий в год;  $N_0$  – общее число событий в год;  $R_{\text{доп}}$  – допустимый риск. При этом в качестве допустимого риска может быть выбран один из трех ранее названных. Чаще всего используется приемлемый риск, хотя в ряде случаев могут быть применены и другие.

На практике достичь абсолютной безопасности в большинстве случаев невозможно. Сущность приемлемого риска поясним рис. 3.3. для социального риска (гибели человека и его продолжительности жизни) на объекте производственной сферы. На графике показана зависимость продолжительности жизни и вероятности гибели от затрат на технические системы безопасности, где  $P$  – вероятность гибели человека за год,  $D$  – затраты на технические системы безопасности,  $T$  – средняя продолжительность жизни (число лет). Кривая 1 – технический риск, кривая 2 – социально-экономический риск, кривая 3 – суммарный риск. Сущность приемлемого риска заключается в следующем. Денежные средства, которые имеются в распоряжении предприятия, могут быть полностью потрачены на технические системы безопасности. Тогда вероятность аварий и катастроф на объекте будет мала, а следовательно и вероятность гибели человека. С другой стороны не остается денег на зарплату рабочим и служащим и тогда ухудшается социальное положение и падает продолжительность жизни. Потратив все денежные средства на зарплату, возрастает вероятность гибели от аварий и катастроф. Очевидно, должна быть «золотая середина» и она определяется минимумом кривой 3. Из графика можно сделать вывод, что достичь приемлемого риска можно только распределив рационально деньги на технические системы безопасности и на зарплату рабочим. Тогда вероятность гибели от аварий и катастроф достигнет  $P_0$  (приемлемый риск), а средняя продолжительность жизни будет  $T_0$  (приемлемая продолжительность жизни).

Величины социального, экономического и экологического рисков в различных ЧС разные. Иногда некоторые из них или очень малы или отсутствуют и наоборот в других ЧС некоторые из них значительны.

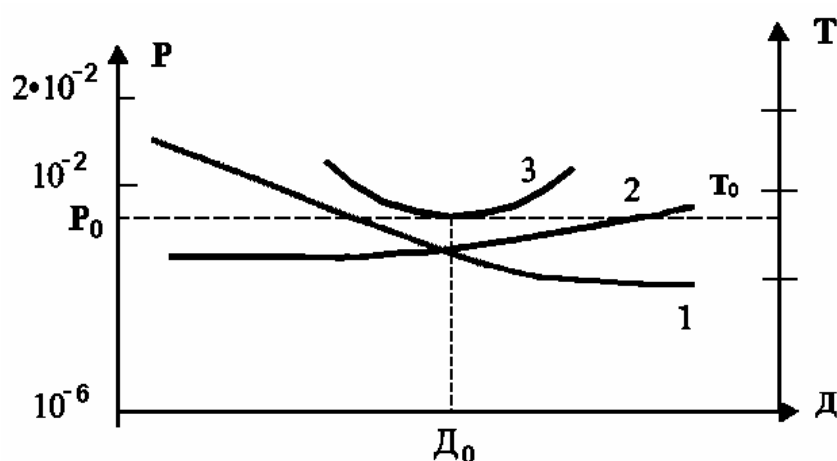


Рис. 3.3. График определения приемлемого риска

Ввиду множества вариантов численного определения социального, экономического и экологического рисков конкретных ЧС рассмотрим способы их определения на конкретных примерах. На практике часто социальный и экономический риски рассматриваются совместно.

В общем случае социальный и экономический риск для различных ЧС определяется по разным методикам. При этом имеется в виду и риск для здоровья, и риск для жизни человека, и риск экономический. Рассмотрим в качестве примера анализ риска при техногенном воздействии.

Следует различать риск при наличии источника опасности и риск при наличии источника, оказывающего вредное воздействие на здоровье.

Источник опасности потенциально обладает повреждающими факторами, которые воздействуют на организм, собственность или окружающую среду в течение относительно короткого отрезка времени. Что касается источника, характеризующегося вредными факторами, то принято считать, что он воздействует на объект в течение достаточно длительного времени.

Для оценки риска используют различные математические соотношения, выбор которых зависит от имеющейся информации.

Когда последствия неизвестны, то под риском обычно понимают просто вероятность наступления определенного сочетания нежелательных событий:

$$R = \sum P_i. \quad (3.10)$$

При необходимости можно использовать определение риска как вероятности превышения предела:

$$R = P\{\xi > x\}, \quad (3.11)$$

где  $\xi$  – случайная величина;  $x$  – некоторое значение.

Риск, связанный с техникой, обычно оценивают по формуле, включающей как вероятность чрезвычайного события  $P$ , так и величину последствий  $U$  (обычно ущерб):

$$R = PU. \quad (3.12)$$

Если каждому  $i$ -тому чрезвычайному событию, происходящему с вероятностью  $P_i$ , может быть поставлен в соответствие ущерб  $U_i$ , то величина риска будет представлять собой ожидаемую величину ущерба  $U^*$ :

$$R = U^* = \sum U_i P_i. \quad (3.13)$$

Если все вероятности наступления чрезвычайного события одинаковы ( $P_i = p, i = 1 \dots n$ ), то из формулы (3.13) следует:

$$R = p \sum U_i, \quad (3.14)$$

Если последствия измерять числом летальных исходов (или) и известна вероятность  $P_M N$  летальных исходов, то риск определяется:

$$R = P_M N^q, \quad (3.15)$$

где  $q$  – положительное число. Если предположить, что одно чрезвычайное событие с большим числом летальных исходов более нежелательно, чем такое же число отдельных исходов, в выражении (3.15) число  $q$  должно быть больше единицы.

**При угрозе собственности** ущерб и риск чаще всего измеряют в денежном выражении. Однако если можно принять, что ущерб при авариях будет одним и тем же, то определение рисков и дальнейшее их сравнение можно проводить, пользуясь вероятностями. В частности, если ущерб трудно рассчитать, то за величину риска принимают вероятность превышения предела (формула 3.11).

**При угрозе здоровью людей** ущерб в денежном выражении можно оценить только частично в виде расходов на оплату листов нетрудоспособности и подмену персонала.

Еще труднее в денежном виде оценить ущерб от летальных исходов. Оценивать его в денежном выражении не этично, так как считается, что жизнь человека бесценна. Поэтому риск, связанный с несчастными случаями, оценивают вероятностями. Таким образом, единицы измерения риска могут быть различными в том случае, когда существует угроза здоровью, и тогда, когда существует угроза собственности (экономический риск). Поэтому, когда одновременно существует угроза здоровью и собственности, риск целесообразно записывать в векторном виде с различными единицами измерения по координатным осям:

$$R = U * P. \quad (3.16)$$

Здесь перемножение в правой части уравнения производится покомпонентно (рис. 3.4), что позволяет сравнить риски.

Принято различать риск *индивидуальный* и *общий*.

**Индивидуальный риск** можно определить как ожидаемое значение ущерба  $U^*$ , причиненного чрезвычайным событием за интервал времени  $T$  и отнесенного к группе людей численностью  $M$  человек (численность людей должна быть указана, если делается ссылка на индивидуальный риск):

$$R = U^* / (T \cdot M). \quad (3.17)$$

**Общий риск для группы людей** (коллективный риск) определяется:

$$R = U^* / T. \quad (3.18)$$

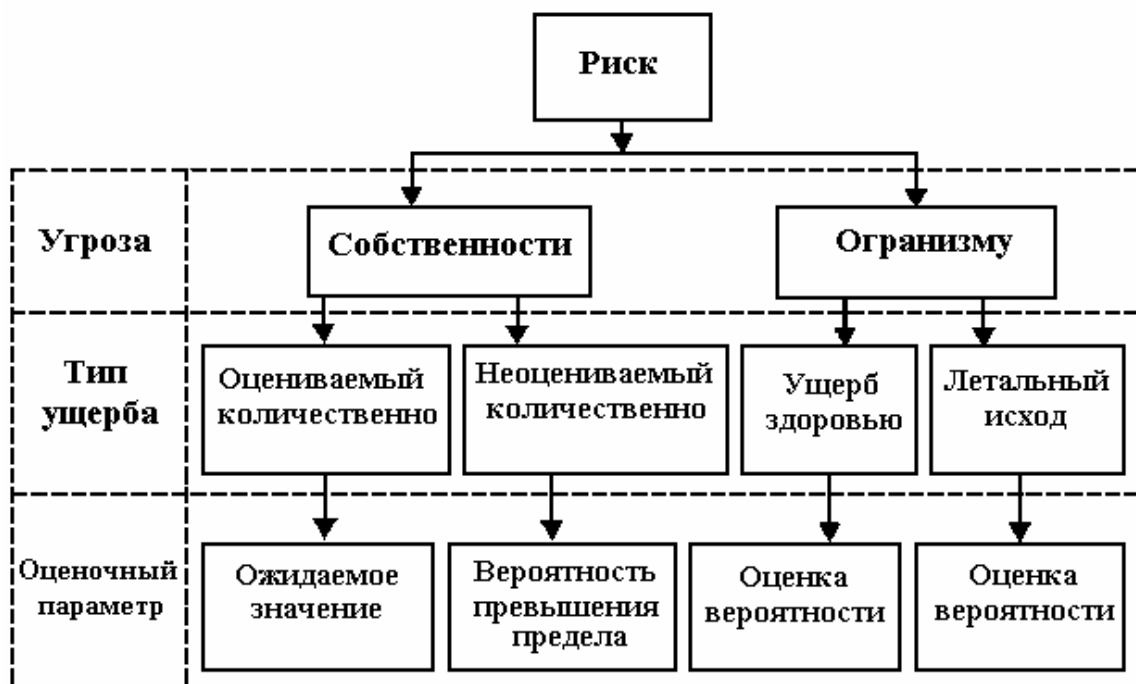


Рис. 3.4. Риск и его оценка

Рассматривая социально приемлемый риск обычно используют данные о естественной смертности людей, которая в индустриально развитых странах практически одинакова и изменяется с течением времени, отражая научно-технический прогресс. Однако риск естественной смерти зависит от возрастной группы людей: в возрасте 5...15 лет, он имеет минимум и равен  $2 \cdot 10^{-4}$  случаев/(чел.·год), при этом на каждый такой случай приходится 20 несчастных случаев постоянной нетрудоспособности (нс пн) и 200 несчастных случаев временной нетрудоспособности (нс вн). Поэтому имеет смысл ввести реперное значение абсолютного риска:

$$R_A = 10^{-4} \text{ ли/}(\text{чел.} \cdot \text{год}). \quad (3.19)$$

Определяя реперное значение допустимого риска  $R_d$  при наличии отдельного источника опасности, следует иметь в виду, что человеку обычно угрожает несколько источников опасности и, следовательно, должно выполняться неравенство:  $R_d < R_A$

Условие безопасности для населения можно сформулировать следующим образом: *величина дополнительного риска, вызванного техническими причинами, для подавляющего большинства людей не должна превосходить реперное значение абсолютного риска  $R_A$*  (рис. 3.5):

$$R < R_A. \quad (3.20)$$

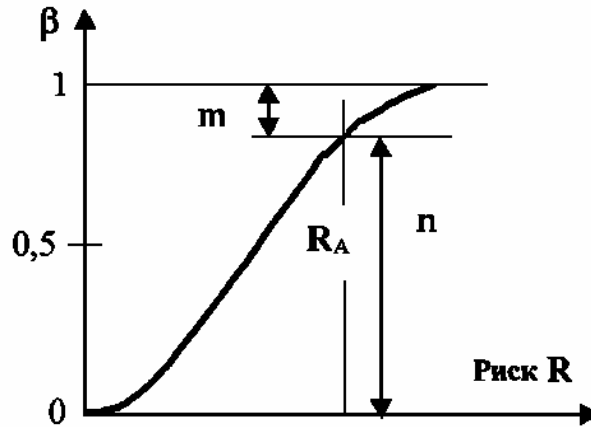


Рис 3.5. Общий характер функции распределения среднегодового риска:  $\beta$  – доля людей с индивидуальным риском меньшим  $R$ ;  $m$  – доля людей с чрезмерно высоким риском;  $n$  – доля людей с приемлемым риском.

Рис. 3.5 показывает как велика доля тех людей, для которых среднегодовые значения риска вследствие присутствия технического фактора выше значения  $R_A$ . Среднегодовое значение риска для конкретного человека зависит от источников опасностей и времени их воздействия. Рассматривая отдельно взятый источник опасности и учитывая, что индивидуальный риск обычно зависит от расстояния  $R=R(r)$ , условие безопасности для всех  $r$  можно записать в виде:

$$R(r) \leq R_d. \quad (3.21)$$

Однако это неравенство нуждается в корректировке, когда последствия чрезвычайных событий являются весьма значительными. В этом случае имеет смысл считать приемлемым критерием максимального числа летальных исходов (ли) в год значение  $N_0=100$ .

Несмотря на то, что потоки масс и энергий при авариях технических систем формируются, как правило, спонтанно, на их величину и вероятность возникновения можно оказывать влияние ограничением запасов масс веществ и энергий в одном объекте, контролем за состоянием объекта, введением защитных зон, использованием предохранительных средств и др. Оценку и управление риском можно проводить в следующем порядке.

Пусть плотность людей на единицу площади, например рабочей зоны, определена как функция  $\rho(r)$ . Тогда общий риск применительно к отдельному источнику:

$$R = \int R(r) \rho(r) dr. \quad (3.22)$$

Один и тот же объект может быть источником разных опасностей. Например, при транспортировании топлива между пунктами А и В можно выделить поле опасности, связанное с токсичностью топлива, и поле опасности, связанное с горючестью топлива, которые в общем случае различны. Далее проверяют выполнение неравенства (3.19). В дополнение к этому неравенству, которое ограничивает индивидуальный риск, следует учесть также условие, вовлекающее в рассмотрение коллективный риск:

$$R = \int R(r)\rho(r)dr \leq N_0 R_d. \quad (3.23)$$

При принятии решений следует иметь в виду, что для ряда источников невозможно достичь уровня «нулевой» опасности. На рис. 3.6 кривая 1 соответствует случаю, когда можно достичь абсолютной безопасности (нулевой опасности). В этом случае при расходах на защиту при необходимом конечном значении  $D=D_0$  риск  $R$  становится равным нулю. Кривая 2 соответствует случаю, когда достичь абсолютной безопасности принципиально невозможно.

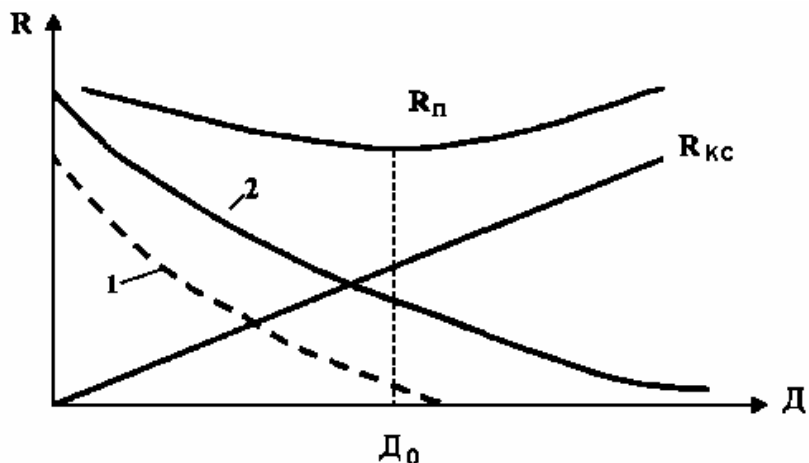


Рис. 3.6. Зависимость риска от расходов на защиту

Такое поведение эффективности затрат на защиту характерно, например для радиационно опасных объектов, транспорта, промышленных предприятий. Если придерживаться принципа абсолютной безопасности, то необходимо применить все меры защиты, которые можно практически осуществить. Однако при этом помимо прямого риска  $R_{пр}$ , создаваемого данной технологией, и на уменьшение которого направлены усилия (меры безопасности), существует еще и косвенный риск  $R_{кс}$ . Он обусловлен, например строительными работами, изготовлением оборудования и материалов для защитных сооружений, их эксплуатацией и т.д.

С ростом расходов  $D$  на безопасность риск  $R_{пр}$  уменьшается, а риск  $R_{кс}$  растет. Уменьшается также эффективность затрат на защиту. Начиная

с некоторого уровня этих расходов, при дальнейшем росте  $D$  будет происходить возрастание полного риска  $R_{\text{п}} = R_{\text{пр}} + R_{\text{кс}}$ . Поэтому при наличии источников, которые не позволяют достичь уровня нулевой опасности, следует применять вариант решения с оптимизацией риска. Для выполнения условий безопасности может потребоваться внесение изменений в следующие компоненты, управляющие риском: конструкторские решения; аварийные методики; учебные, тренировочные программы, программы по переподготовке; руководство по эксплуатации; нормативные документы; программы по безопасности.

На этапе оценки устанавливают, какие последствия вызывают разные дозы и в разных условиях в данной группе людей. На этапе управления риском анализируют разные альтернативы и выбирают наиболее подходящие управляющие воздействия. С целью принятия окончательного решения результаты оценки риска рассматривают с учетом инженерных, экономических, социальных и политических аспектов.

Например, если вероятность взрыва на предприятии емкости с газозвоздушной смесью очень велика, то ее можно уменьшить за счет уменьшения количества хранящегося взрывоопасного вещества, установить приборы, которые автоматически будут стравливать накопившийся газ и др.

### **3.4. Оценка риска для населения от чрезвычайных ситуаций, вызванных авариями на потенциально опасных объектах или стихийными бедствиями**

Ниже приведены формулы для оценки индивидуального риска, конкретизирующие выражения для наиболее распространенных чрезвычайных ситуаций.

#### ***Оценка риска на пожароопасных и взрывоопасных объектах***

После выявления на каждом из принятых к рассмотрению ПВОО всех видов аварий, специфики их возникновения и развития, расчета полей потенциальной опасности этих аварий и определения вероятности реализации их негативного потенциала ( $H_i$ ), оценка индивидуального риска может проводиться по формуле

$$R_e = \frac{\left( \sum_{x,y} R(x,y) \cdot N(x,y) \right)}{\left( \sum_{x,y} N(x,y) \right)}, \quad (3.24)$$



где  $N(x, y)$  – численность людей на площадке с координатами  $(x, y)$ ;  $R(x, y)$  – индивидуальный риск в точке с координатами  $(x, y)$ .

$$R(x, y) = \sum_{ij} H_i \cdot E_{ij}(x, y) \cdot P_j, \quad (3.25)$$

где  $H_i$  – вероятность выброса за год по сценарию  $i$  (в качестве сценариев аварии могут рассматриваться: нарушение герметичности замкнутых объемов за счет коррозии, нарушения за счет технологического режима);  $E_{ij}(x, y)$  – вероятность реализации механизма воздействия  $j$  в точке  $(x, y)$  для сценария выброса  $i$  (в качестве сценариев механизма воздействия могут рассматриваться: тепловые поражения людей, поражения ударной волной, поражение обломками и т.п.);  $P_j$  – вероятность летального исхода при реализации механизма воздействия  $j$ .

### ***Оценка риска от аварий на химически опасных объектах***

При известной токсодозе  $D$  в точке с координатами  $(x, y)$  математическое ожидание потерь среди населения  $M(N)$  (средневзвешенная по вероятности величина потерь) определяется по формуле

$$M(N) = \iint_{S_r} P[D(x, y)] \cdot \psi(x, y) dx \cdot dy, \quad (3.26)$$

где  $S_r$  – область интегрирования – площадь части города, в пределах которой возможно поражение людей при авариях на заданном объекте;  $\psi(x, y)$  – плотность размещения людей в окрестностях точки с координатами  $(x, y)$ ;  $P[D(x, y)]$  – вероятность поражения людей от величины токсодозы в точке города с координатами  $x, y$ , определяемая из параметрического закона поражения людей сильнодействующими ядовитыми веществами;  $D(x, y)$  – токсодоза, определяемая при переменной во времени концентрации химически опасного вещества для точки с координатами  $(x, y)$  формуле:

$$D(x, y) = \int_{t_n}^{t_k} \Omega(t) dt, \quad (3.27)$$

где  $t_n \dots t_k$  – интервал времени;  $\Omega(x, y, t)$  – концентрация химически опасного вещества в атмосфере для точки с координатами  $(x, y)$ .

По формуле (2.5.3) математическое ожидание потерь определяется для случая, когда исходные данные известны. При заблаговременном определении математического ожидания потерь необходимо учитывать изменчивость направления ( $\theta$ ) и скорости ветра ( $v$ ) в течении года. Тогда потери могут быть определены по формуле:

$$M(N) = \iint_{S_z} \int_0^{2\pi} \int_{v_{\min}}^{v_{\max}} f(\theta, v) \cdot P[D(x, y)] \psi(x, y) dv \cdot d\theta \cdot dx \cdot dy, \quad (3.28)$$

где  $f(\theta, v)$  – функция плотности распределения направления  $\theta$  и скорости  $v$  ветра;  $\pi = 3,14$ ;  $v_{\min}$  и  $v_{\max}$  – минимально и максимально возможные значения скорости ветра.

Остальные обозначения те же, что и в формуле (3.26).

Учитывая выражение (3.28), оценка индивидуального риска на ХОО может проводиться по формуле

$$R_e = \frac{H}{N} \iint_{S_z} \int_0^{2\pi} \int_{v_{\min}}^{v_{\max}} f(\theta, v) P[D(x, y)] \psi(x, y) dv \cdot d\theta \cdot dx \cdot dy, \quad (3.29)$$

где  $H$  – вероятность аварии в течение года;  $N$  – численность населения.

### ***Оценка риска от аварий на радиационно опасных объектах***

Наиболее приемлемым показателем степени риска поражения людей в заданной точке рассматриваемой территории при авариях на радиационно-опасных объектах является вероятность поражения людей (потеря трудоспособности) за год в рассматриваемой точке.

Этот показатель определяется с учетом различной скорости и повторяемости ветра по направлениям по формуле:

$$R_e(x, y) = H \cdot \int_0^{2\pi} \int_{V_{\min}}^{V_{\max}} f(a, V) \cdot P[D(x, y)] \cdot dV da, \quad (3.30)$$

где  $H$  – вероятность аварии за год;  $f(a, V)$  – функция плотности распределения направления  $a$  и скорости ветра  $V$ ;  $P[D(x, y)]$  – вероятность поражения людей от величины дозы радиоактивного заражения в точке с координатами  $x, y$  (определяется из закона поражения людей).

Риск поражения людей в городе при аварии на рядом расположенном радиационно-опасном объекте может быть определен по формуле:

$$R_e = \frac{H}{N} \iint_{S_{\Gamma}} \int_0^{2\pi} \int_{V_{\min}}^{V_{\max}} f(a, V) \cdot P[D(x, y)] \cdot \psi(x, y) \cdot dV \cdot da \cdot dx \cdot dy, \quad (3.31)$$

где  $\psi(x, y)$  – плотность размещения незащищенного населения в пределах элементарной площадки города;  $S_{\Gamma}$  – площадь города;  $N$  – численность населения в городе.

### ***Оценка сейсмического риска***

Для решения этой задачи города разбиваются на элементарные площадки, а небольшие населенные пункты могут быть представлены одной

площадкой.

За координаты площадок принимаются координаты точек, расположенные в центре каждой площадки. Шаг сетки выбирается в зависимости от требуемой точности расчета.

При известной интенсивности землетрясения  $I$  в точке с координатами  $(x, y)$ , математическое ожидание потерь может быть определено по формуле

$$M(N) = \iint_{S_{\text{а}}} P(I) \cdot \psi(x, y) dx \cdot dy, \quad (3.32)$$

где  $S_{\text{г}}$  – площадь города (область интегрирования);  $P(I)$  – параметрический закон поражения людей, размещенных в  $i$ -м типе зданий, от землетрясения с интенсивностью  $I$ ;  $\psi(x, y)$  – плотность размещения людей в пределах элементарной площадки с координатами  $(x, y)$ .

По формуле (3.32) математическое ожидание потерь определяется для случая, когда исходные данные известны. При заблаговременном определении математического ожидания потерь необходимо учитывать, что интенсивность землетрясений в каждой точке – величина случайная.

В этом случае потери могут быть определены по формуле:

$$M(N) = \iint_{S_{\text{г}}} \int_0^{24} \int_{I_{\min}}^{I_{\max}} f(x, y, I) P(I) \cdot f(t) \cdot \psi(x, y) \cdot dI \cdot dt \cdot dx \cdot dy, \quad (3.33)$$

где  $f(x, y, I)$  – плотность вероятности распределения интенсивности землетрясения в пределах площадки с координатами  $(x, y)$ ;  $f(t)$  – функция, учитывающая размещение людей в зданиях в течение суток.

Учитывая выражение (3.33), оценка индивидуального риска в сейсмоопасных районах может проводиться по формуле:

$$R_e = \frac{H}{N} \iint_{S_{\text{г}}} \int_0^{24} \int_{I_{\min}}^{I_{\max}} f(x, y, I) P(I) \cdot f(t) \cdot \psi(x, y) \cdot dI \cdot dt \cdot dx \cdot dy, \quad (3.34)$$

где  $H$  – вероятность землетрясения для рассматриваемого района в течение года, принимаемая по картам общего сейсмического районирования (ОСР-97-А, В, С).

### ***Оценка риска от наводнений или подтоплений***

Проблема анализа риска (то есть получение количественных показателей уровней рисков для населения города) включает в себя решение следующих задач:

оценку вероятности (частоты) реализации нежелательного события (например, затопления города);

построение полей поражающих факторов, возникающих при различных сценариях развития ЧС (то есть очертания и площадей зон затопления с вероятностью 1,4 и 10 % (один раз в 100, 25 и 10 лет) при наводнениях природного характера и при прорыве гидротехнических сооружений (ГТС) с вероятностью в зависимости от класса ГТС;

оценку последствий воздействия поражающих факторов на человека в виде количества населения города, оказавшегося в зоне затопления (то есть – пострадавшего) и количества погибших среди них.

Исходные данные разделены на два вида: *первичные* или «готовые» и *вторичные*, требующие проведения расчетов.

К первичным исходным данным и источникам их получения относятся следующие:

- названия, численность населения городов и их административная принадлежность к территории;
- гидрологически опасные для городов объекты – реки, пруды, водохранилища и другие водоемы – определялись по топографическим картам масштабов 1:200000 и 1:100000, а также по планам некоторых городов или стран масштаба 1:10000, 1:35000, 1:50000.
- изученность степени риска от чрезвычайных ситуаций гидрологического характера определяется по имеющейся теоретической литературе.
- обеспеченность исследований картографическими материалами.

К рассчитываемым (вторичным) исходным данным и источникам их получения относятся следующие:

- урезы воды на реках и водоемах (в метрах Балтийской системы высот);
- нули графиков гидрологических постов (в метрах БСФ) находились или определялись по Каталогу отметок наивысших уровней воды рек и озер СССР и по Каталогам заторно-зажорных участков рек СССР;
- критические уровни над нулем графика гидропостов (с опасными и особо опасными значениями) получались и определялись по материалам Гидрометцентра РБ и НИИ ПБ и ПЧС МЧС РБ;
- уровни подъема воды при наводнениях над нулем графика гидропоста (в сантиметрах) получались и определялись по Каталогам Гидрометцентра РБ и материалам НИИ ПБ и ПЧС МЧС РБ по многолетним наблюдениям по трем позициям (частоте подъема): один раз в 10, 25 и 100 лет (то есть обеспеченностью 10, 4 и 1 %), а также при прорыве гидротехнических сооружений;
- ближайшие горизонталы (изогипсы), вблизи которых могут располагаться границы рассчитываемых зон затопления, определялись по топографическим картам и планам;

– расчетные уровни подъема воды над нулем графиков гидропостов (в метрах БСВ) определялись суммированием высот нулей гидропостов с уровнями подъема воды при наводнениях различной степени обеспеченности (10, 4 и 1 %), а также при прорыве ГТС;

Не всегда рассчитываемые исходные данные можно получить указанными выше способами. В ряде случаев необходимо вычислять их менее точными вспомогательными расчетами с использованием информации от соседних гидропостов, с учетом характера рельефа местности, данных о режиме уровней воды в географических справках на обратной стороне топокарт масштаба 1:200000 и по другим материалам.

### ***Оценка риска от ураганов и сильных ветров***

При известной скорости ветра  $v$  в пределах населенного пункта математическое ожидание потерь среди населения  $M(N)$  определяется по формуле:

$$M(N) = \iint_{S_r} P(v) \cdot \psi(x, y) \cdot dx \cdot dy \quad (3.35)$$

где  $P(v)$  – параметрический закон поражения неукрытого (незащищенного) населения от скорости ветра  $V$ ;  $\psi(x, y)$  – плотность размещения незащищенного населения в пределах элементарной площадки.

Остальные обозначения те же, что и в формуле (3.32).

При заблаговременном определении математического ожидания потерь необходимо учитывать изменчивость направления  $a$  и скорость  $v$  ветра. Эти параметры являются зависимыми случайными величинами. Поэтому закон их распределения за год следует рассматривать как функцию плотности системы случайных величин  $f(a, v)$ .

Тогда потери могут быть определены по формуле:

$$M(N) = \iint_{S_r} \int_0^{2\pi} \int_{v_{\min}}^{v_{\max}} f(\theta, v) P(v) \cdot \psi(x, y) dv \cdot d\theta \cdot dx \cdot dy, \quad (3.36)$$

где обозначения те же, что и в формуле (3.35).

Учитывая выражение (3.36), оценка индивидуального риска в районах воздействия ураганов может проводиться по формуле:

$$R_e = \frac{1}{N} \iint_{S_r} \int_0^{2\pi} \int_{v_{\min}}^{v_{\max}} f(a, v) P(v) \cdot \psi(x, y) da \cdot dv \cdot dx \cdot dy, \quad (3.37)$$

где  $N$  – численность людей в населенном пункте.

### ***Оценка риска от лесных пожаров***

Индивидуальный риск при лесных пожарах может быть определен на основе статистических данных, характерных для рассматриваемого региона

$$R_e = H \cdot P, \quad (3.38)$$

где  $H$  – вероятность наступления чрезвычайной ситуации за год;  $P$  – вероятность смертельного исхода при условии, что случилась чрезвычайная ситуация.

Характерные вероятности  $H$  и  $P$  принимаются по данным многолетних наблюдений.

Риск поражения населения населенных пунктов от лесных пожаров определяется, в первую очередь, возможностью отравления людей продуктами горения лесов. В качестве вещества-загрязнителя окружающей среды при лесных пожарах рассматривался дым.

В качестве расчетного типа пожара был выбран наземный пожар. Расчет рисков поражения населения для конкретного населенного пункта строился по следующей схеме:

1. определялась вероятность возникновения лесного пожара с восемью возможных направлений: севера, северо-востока, востока, юго-востока, юга, юго-запада, запада и северо-запада;
2. рассчитывался риск поражения населения по каждому направлению;
3. рассчитывался суммарный риск поражения населения по трем смежным направлениям для каждого направления;
4. рассчитывался риск поражения человека в городе как максимальное значение от рисков поражения по направлениям.

Определение вероятности возникновения лесного пожара осуществлялось для каждого населенного пункта как частное от деления средней площади лесного пожара на площадь лесного массива субъекта, к которому относится рассматриваемый населенный пункт.

Вероятность поражения населения продуктами горения лесного пожара определялась вероятностью распространения облака с загрязнителем в указанном направлении (повторяемость по направлению и скорости ветра для данного города), и вероятностью образования облака дыма, необходимого размера, захватывающего территорию населенного пункта.

Вероятность образования облака необходимого размера определялась как частное от деления площади лесного массива, прилегающего к населенному пункту по соответствующему направлению, к общей площади района, к которому населенный пункт относится.

Расчет возможной площади лесного массива, возникновение пожара на котором приведет к поражению населения населенного пункта, осуществлялся исходя из дальности расположения леса от границ населенного пункта (наличия леса в рассматриваемых направлениях) с учетом значения максимальной глубины распространения дыма поражающей концентрации. Наличие с анализируемого направления другого населенного пункта или существенного водного источника рассматривалось как отсутствие леса в этом направлении.

Если значение максимальной глубины распространения дыма поражающей концентрации для населенного пункта в конкретном направлении меньше, чем расстояние от населенного пункта до кромки леса в этом же направлении, вероятность поражения населения в этом направлении считается равной нулю.

Риск поражения населения по направлению определялся произведением вероятности поражения населения по данному направлению от воздействия продуктов горения леса и численности населения населенного пункта.

Учитывая тот факт, что на каждую часть населенного пункта может распространяться дым от пожаров по трем смежным направлениям, риск по каждому направлению рассчитывался суммированием рисков по данному направлению и рисков по направлениям, смежных с ним.

Итоговый риск поражения человека в населенном пункте от лесных пожаров определялся выбором максимального значения данного риска по направлениям.

### ***Комплексная оценка риска для населения от чрезвычайных ситуаций***

Поражение людей при чрезвычайных ситуациях природного характера и при авариях на различных объектах будем считать независимыми событиями, поскольку возможность одновременного наступления событий можно пренебречь. Следует отметить, что такая возможность все-таки существует, когда рассматриваются ситуации с учетом вторичных воздействий. В этом случае расчеты значительно усложняются.

Индивидуальный комплексный риск с учетом возможного поражения людей при всех чрезвычайных ситуациях может быть определен по формуле

$$R_e = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_{ei}), \quad (3.39)$$

где  $n$  – число рассматриваемых чрезвычайных ситуаций;  $R_{ei}$  – индивидуальный риск при  $i$ -й чрезвычайной ситуации.

Учитывая, что значения рисков по величине очень малы, можно комплексный риск определить непосредственным суммированием по формуле:

$$R_e = \sum_{i=1}^n R_{ei}. \quad (3.40)$$

### Методика оценки уровня экологической опасности

Оценку экологической опасности предлагается производить на основе учета следующих факторов:

1. Вида и характера экологической опасности, социальных, природных и экономических последствий, которыми чревато нынешнее и перспективное действие антропогенной нагрузки;
2. Сложившегося характера экологической ситуации, глубины ее кризисности, остроты в современный период;
3. Территориальных и временных масштабов проявления экологически опасных явлений;
4. Динамики и тенденций развития экологически опасных явлений;
5. Факторов риска, способствующих созданию опасных явлений, обострению экологически неблагоприятных ситуаций.

При оценке учитываются следующие виды экологической опасности: социально-экологическая, биосферно-экологическая, ресурсно-экологическая. Рассматривая многочисленные способы оценки экологических ситуаций, можно выделить три основных подхода к оценке:

- оценка состояния субъекта;
- оценка состояния среды субъекта;
- оценка риска экологической опасности.

**В первом случае** речь идет о состоянии человека, социума, общества, растений, в том числе сельскохозяйственных культур, животных, биоценозов, ландшафтов. Их состояние сравнивается с нормами, определяемыми теоретически или по аналогии (сравнивается состояние субъекта, находящегося в условиях незначительной техногенной нагрузки).

Степень отклонений от нормы означает степень приближения к экологической опасности. Если состояние соответствует норме, то можно говорить об экологической безопасности. Но этому методу присущи и определенные недостатки. Дело в том, что экологическое состояние любого объекта формируется за длительное время, причем он испытывает



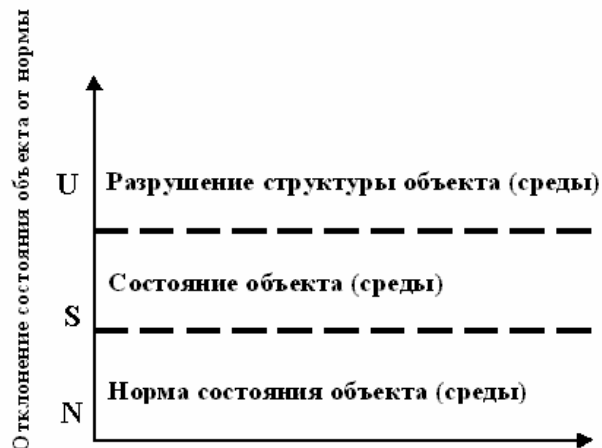
множество типов среды. Речь идет, например, о людях, которые переменили место жительства, а посему их состояние определяется как прежним, так и нынешним местом проживания, то есть в этом случае причины состояния субъекта трудно выявить.

**Во втором случае** оценивается состояние самой среды. Между состоянием среды и состоянием субъекта нет жесткой функциональной связи, поскольку субъекты реагируют на воздействие среды с определенным опозданием в зависимости от свойств инерционности, буферности, автономности, относительной независимости. К тому же, внешние воздействия трансформируются в субъекте, отчего реакции последнего могут быть самыми разными. Таким образом, первый и второй подходы дополняют друг друга.

Для определения остроты экологической ситуации обычно используют степень отклонения субъекта или среды от некой нормы (рис. 3.7). Однако кроме отклонения NS важное значение имеет отклонение SU, показывающее, насколько объект приблизился к уровню разрушения своей структуры. Расстояние N-U фактически соответствует величине устойчивости объекта. Для анализа экологических ситуаций важно оценивать не только актуальное, реальное антропогенное воздействие, но и потенциально возможное, связанное с определенной вероятностью тех или иных антропогенных воздействий.

**Экологический риск** – это вероятность возникновения неблагоприятных экологических ситуаций. Он измеряется:

– возможными натуральными показателями ущерба (число жертв, число разрушенных объектов, величины недополученного урожая и недополученной промышленной продукции и др.);



NS – степень отклонения состояния объекта от нормы, SU – степень приближения объекта к уровню разрушения его структуры

Рис. 3.7. Основные уровни состояния геосистемы

- возможным уровнем загрязнения природной среды;
- возможными размерами ухудшения качества природных ресурсов, деградации природных систем.

*Оценка риска производится следующими путями:*

- по аналогии с другими объектами, сходными с рассматриваемым по основным параметрам;
- по статистическим данным (на основе уже происшедших случаев);
- теоретическим путем.

Оценка экологической опасности с помощью расчета или измерения риска принципиально отличается от оценки экологической опасности на основе реальной ситуации, поскольку оценка риска дает лишь вероятностную картину. Оценка риска производится чаще всего для событий, которые имеют редкую и чаще всего непериодическую повторяемость. В большинстве случаев оценка экологического риска носит прогнозный характер. Воздействия могут быть связаны также с объектами, расположенными за пределами рассматриваемой территории. Поэтому необходимо выявить систему связей региона (участка) с другими территориями, ибо возникновение кризисных и катастрофических ситуаций есть результат деятельности не только местных производств, но и всей системы хозяйственно-экономических и природных связей. Оценка ситуаций должна производиться с учетом характера восприятия ситуации населением. Характер восприятия зависит от этнокультурных традиций, религиозных взглядов, уровня жизни и других факторов. Как показывают социологические опросы, одни группы населения ставят экологические вопросы на первое место, для других они существенными не являются.

### 3.5 Оценка экономического ущерба

#### *Оценка экономического и социального ущерба*

Материальный ущерб складывается из прямого (разрушение промышленных объектов) и косвенного ущерба (недополученный доход, товары, материальные ценности). Для определения прямого ущерба необходимо знать стоимость основных фондов производства до и после наступления ЧС. Их разность и есть размер прямого материального ущерба. Для его определения необходимо располагать данными о степени поражения объекта. Она определяется, исходя из численного значения пораженной площади объекта по отношению к его общей площади, либо числа пораженных элементов к общему числу:

$$Д = S_{\text{пор}}/S_{\text{общ}} = N_{\text{пор}}/N_{\text{общ}}, \quad (3.41)$$

где  $D$  – степень поражения промышленного объекта;  $S_{\text{пор}}$  – площадь объекта, подвергшаяся разрушению;  $S_{\text{общ}}$  – общая площадь объекта;  $N_{\text{пор}}$  – число пораженных элементов объекта;  $N_{\text{общ}}$  – общее число элементов объекта.

Значения  $D$  в зависимости от степени поражения объекта представлены в таблице 3.3. Для определения числа жертв можно использовать следующее выражение:

$$П = S_{\text{пор}}L_c/S_{\text{общ}}, \quad (3.42)$$

где  $П$  – число жертв при внезапном взрыве;  $L_c$  – численность работающих в данной смене или на предприятии.

Ущерб и число жертв подсчитывают, как правило, при проведении комплекса спасательных работ или после них. Имеются особенности оценки экономического ущерба от природных стихийных бедствий. Экономический ущерб также делят на *прямой* и *косвенный*.

Таблица 3.3

**Степень поражения объекта в зависимости от объема разрушений**

Степень поражения $D$	Степень разрушения	Объем разрушений, %
$< 0,2$	Слабая	Отдельные элементы
$< 0,2...0,5$	Средняя	До 30
$< 0,2...0,8$	Сильная	30...50
$> 0,8$	Полная	50....100

*Прямой ущерб* складывается из потерь базиса производства - земли, убытков сельскохозяйственных предприятий и государства из-за потерь базиса производства. Ущерб, наносимый предприятиям и организациям, находящимся вне зоны прямого воздействия стихийных явлений называется *косвенным*. Потери и ущерб рассчитываются отдельно как для земель, пострадавших в результате стихийного бедствия, так и для сельскохозяйственных объектов.

Виды возможного ущерба от стихийных явлений промышленным, энергетическим и сельскохозяйственным предприятиям (кроме земельных ресурсов): балансовая стоимость разрушенных зданий и сооружений; стоимость посадок леса и других насаждений; балансовая стоимость погибшего скота; стоимость восстановления разрушенных зданий и других построек; стоимость восстановления скота, посадок, насаждений; сокращение срока службы зданий, сооружений в результате повреждений; стоимость испорченной продукции и др.

Республика Беларусь находится на пересечении железнодорожных и автомобильных магистралей, систем нефте-, газо- и продуктопроводов,

систем связи, водных и воздушных путей сообщения между промышленно развитой Западной Европой и богатой природными ресурсами Азией, что содействует развитию различных отраслей промышленности, производственной и социальной инфраструктуры.

Созданная в Беларуси мощная промышленная индустрия представляет собой потенциальную угрозу жизни населения, животного и растительного мира. На территории республики функционирует свыше 500 химически опасных и свыше 400 взрывопожароопасных предприятий с большими запасами токсичных, сильнодействующих ядовитых веществ, более 400 опасных объектов железнодорожного транспорта.

Разработка методов анализа и оценки ущерба ЧС становится сегодня одной из важнейших задач, от решения которой зависит возможность выработки и обоснования стратегии ликвидации последствий ЧС с учетом нанесенного ущерба, а также формирование концепции их предупреждения.

Практическое использование результатов исследований позволит решить следующие задачи:

- оценить экономический ущерб от ЧС, а также вероятный ущерб в случае возникновения ЧС на потенциально опасных техногенных объектах;
- экономически обосновать основные направления ликвидации или минимизации последствий ЧС путем сопоставления затрат на проведение контрмер и величины предотвращаемого ущерба;
- разработать стратегию ликвидации последствий и дальнейшего восстановления пострадавших от ЧС, оценить эффективность произведенных и планируемых затрат;
- определить размеры компенсации за причиненный Беларуси ущерб в результате ЧС на объектах, расположенных на территории республики, а также за ее пределами.

Основными причинами возникновения ЧС природного и техногенного характера являются:

- увеличение антропогенного воздействия на окружающую природную среду;
- аномальные изменения некоторых параметров биосферы, атмосферы, гидросферы и литосферы;
- повышенная урбанизация территорий, размещение объектов хозяйственной деятельности и населенных пунктов в зонах потенциальной природной опасности;
- неразвитость или отсутствие систем мониторинга компонентов природной среды;

- низкая достоверность прогнозирования опасных природных явлений;
- отсутствие или плохое состояние защитных сооружений.

Сохраняется устойчивая тенденция возрастания масштабов природных и особенно техногенных катастроф, тяжести их последствий. Это является серьезной угрозой безопасности личности, общества и окружающей среды, а также стабильности развития экономики страны.

Применительно к конкретному происшествию, ЧС говорят об их последствиях. Понятие последствий носит обобщенный, неэкономический характер, в то время как понятие ущерба есть экономическая количественная величина. Иными словами, ущерб от ЧС – это оцененные тем или иным способом последствия.

Для оценки ущерба на практике применяются две шкалы – естественная и субъективная (абсолютная и относительная). В естественных шкалах, которые, как правило, являются количественными, применяются обычные значения величин. Например, стоимость потери того или иного вида собственности выражается в денежных единицах, несчастные случаи характеризуются их количеством и т.д. Субъективные (большей частью качественные) шкалы создаются в тех случаях, когда возникает необходимость количественной оценки такого вида ущерба, для измерения которого отсутствует естественная шкала (или отсутствует возможность получения численных значений по естественной шкале).

При использовании естественных шкал все составляющие вреда могут оцениваться:

- в натуральных единицах, свойственных рассматриваемому виду вреда;
- стоимостном выражении.

Для сравнения последствий от ЧС различного характера негативных событий с учетом различных составляющих ущерба, выработки рациональных мер защиты, при расчете предотвращенного в результате принятых мер ущерба и экономической эффективности мер по обеспечению безопасности все составляющие ущерба целесообразно оценивать в одних единицах, т.е. давать их стоимостную оценку.

Ущерб имуществу изначально выражается в натуральном виде (так называемый физический или материальный ущерб), т.е. в форме ухудшения или утраты свойств объектов. Далее при помощи определенных методик характеристики ущерба переводятся в денежную форму.

**Экономический ущерб от ЧС** – это совокупность непосредственных и отдаленных потерь общества в результате повреждения и разрушения материальных объектов производственного, социально-

культурного и бытового назначения, культурных ценностей и убыли трудовых ресурсов, ухудшения состояния природных ресурсов, а также недополучения прибыли вследствие непредвиденного изменения условий и целей хозяйственной деятельности, затрат на ликвидацию ЧС и ее последствий, выраженных в стоимостной форме.

Ущерб может классифицироваться по различным признакам. Классификация применительно к последствиям ЧС может быть проведена по месту и времени проявления последствий относительно воздействия негативных факторов в зависимости от решаемой задачи по объектам воздействия негативных факторов ЧС, размеру (рис. 3.8).

По месту и времени наступления ущерба относительно места и времени воздействия негативных факторов ЧС различают **прямой, косвенный, полный и общий** ущерб.

**Прямой ущерб** от ЧС – это непосредственный ущерб здоровью, имуществу или имущественным интересам рассматриваемых объектов. К прямому ущербу относятся потери и убытки всех представляющих ин-

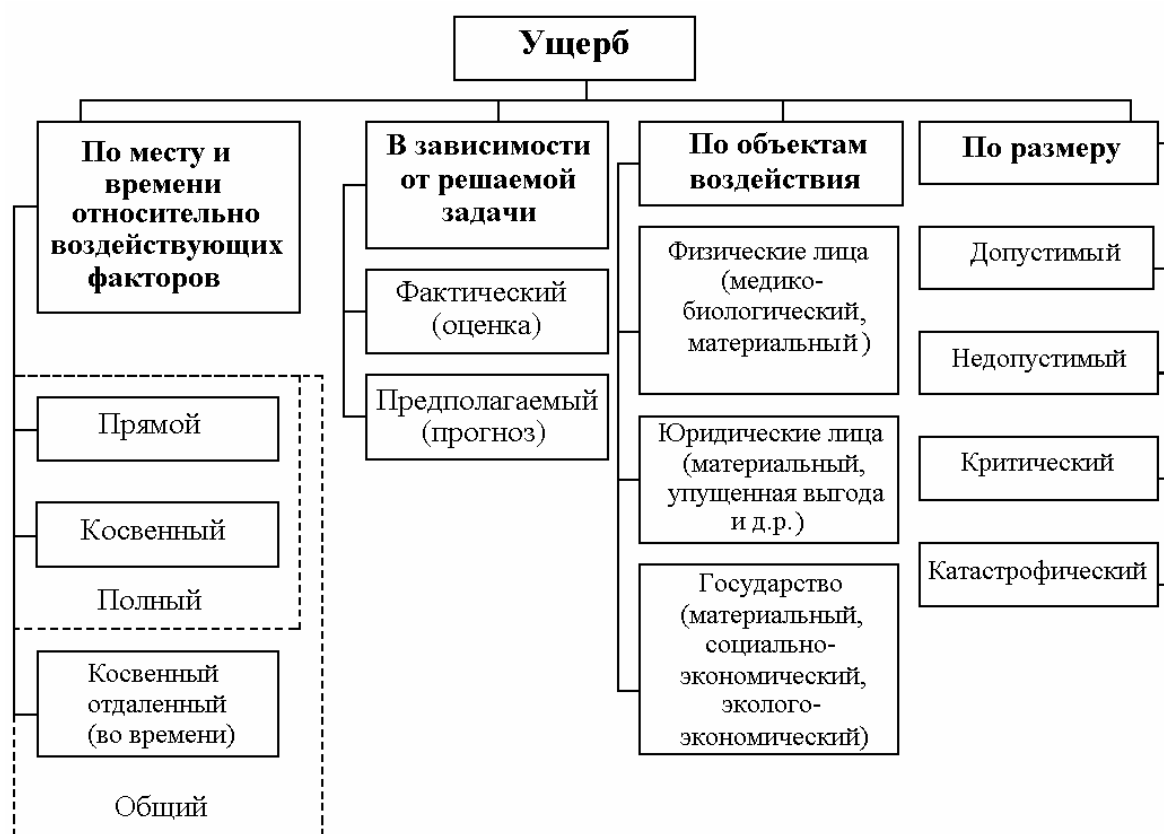


Рис. 3.8. Классификация видов ущерба от ЧС

терес для жизнедеятельности человека объектов, которые попали в зону действия негативных факторов ЧС. К ним относятся: разрушения, повреждения, радиоактивное загрязнение, химическое заражение, негативные последствия негативных факторов на объекты природы и народного хозяйства.

**Косвенный ущерб** от ЧС – это ущерб в форме потерь, убытков, упущенной выгоды и дополнительных затрат, которые понесут объекты, в том числе и не попавшие в зону действия негативных факторов ЧС, вызванные нарушениями и изменениями в сложившейся инфраструктуре, а также дополнительные затраты, вызванные необходимостью проведения мероприятия по ликвидации последствий ЧС. Косвенные убытки возникают как следствие невозможности какое-то время осуществлять нормальную деятельность предприятия. К их числу относятся: упущенная выгода, убытки в виде претензий и исков вследствие невыполнения обязательств перед контрагентами, потеря имиджа организации, расходы на юридическое урегулирование дел и т.д. Как показывает практика, косвенные убытки часто во много раз превышают размер прямых.

**Полный ущерб** является суммой прямого и косвенного ущербов. Он определяется на конкретный момент времени и является промежуточным по сравнению с **общим** ущербом, который определится количественно в отдаленной перспективе. Необходимость рассмотрения распределенных во времени или отдаленных проявлений ущерба особенно важна для аварий, связанных с воздействием радиоактивных материалов. Так, срок проявления ущерба от аварии на АЭС может достигать 100 лет.

В зависимости от решаемой задачи различают ущербы от реального (проводится оценка фактического ущерба) и гипотетического происшествия. Если рассматривается гипотетическая ЧС, то об этих видах ущерба говорят как о предполагаемых. Для различных сценариев развития ЧС расчетным методом прогнозируются различные величины ущерба.

По объекту воздействия ЧС различают следующие виды ущерба:

- физическим лицам (медико-биологический, который определяется конкретными нарушениями здоровья (отклонением здоровья человека от среднестатистического значения), моральный, материальный);
- юридическим лицам (материальный, упущенная выгода и др.);
- государству (материальный, социально-экономический, эколого-экономический).

#### **Ущерб физическому лицу.**

Ущерб для человека в результате происшествий имеет составляющие, обусловленные рассмотрением человека как:

– биологического существа (медико-биологический ущерб для жизни и здоровья человека);

– физического лица с определенными экономическими интересами - субъекта экономических отношений (материальный ущерб).

Медико-биологический ущерб для человека. В результате опасных природных, техногенных ЧС могут иметь место отклонения здоровья человека от среднестатистического значения, т.е. гибель людей, их ранения или заболевания с последующей полной или частичной временной или постоянной потерей трудоспособности. Цена жизни и здоровья как денежного выражения ее стоимости (стоимость – это ценность чего-либо или величина затрат на что-либо)

- с позиций самого человека и его семьи имеет определенную цену, меняющуюся со временем, которая определяется различными способами;

- с позиций человеческого потенциала (по способности физического лица зарабатывать деньги. Мерой стоимости человека является суммарная заработная плата лица, не полученная им по причине преждевременного ухода из жизни). Такой подход придает «большой вес» смерти более молодого человека. Метод может быть реализован путем прямого расчета или оцениванием на основе анализа страховых премий и компенсаций по суду;

- оценивание по готовности физических лиц платить за устранение риска смерти.

Другими источниками количественных оценок могут быть величины бюджетной компенсации родственникам погибших в результате ЧС природного или техногенного характера. Диапазон величин достаточно широк.

Материальный ущерб для физических лиц состоит в утрате собственности, потерях (полных или частичных) движимого или недвижимого имущества.

#### **Ущерб юридическому лицу.**

Основными видами ущербов юридического лица от ЧС являются следующие:

- ущерб имуществу юридического лица (основным и оборотным фондам). Это наиболее распространенный и очевидный вид прямого ущерба (материальный ущерб);

- убытки, связанные с потерей запланированной прибыли, в результате снижения или остановки производства из-за наступления ЧС (упущенная выгода);



– ущерб жизни и здоровью персонала. Необходимость компенсировать его возникает, если по вине предприятия в результате ЧС пострадали его работники. В состав убытков включаются: оплата расходов на лечение травмированных работников, оплата санаторно-курортного лечения, выплаты по нетрудоспособности и инвалидности, компенсации родственникам в случае смерти, компенсации за вынужденные прогулы по болезни и другие виды выплат;

– нанесение в результате деятельности предприятия прямого ущерба третьим лицам, т.е. гражданам и организациям, не связанным с предприятием хозяйственными отношениями. Например, в результате ЧС может быть нанесен ущерб жизни, здоровью и имуществу населения, а также имуществу организаций, размещенных на территории, окружающей место ЧС. Общий размер убытков формируется из выплаченных штрафов и компенсаций по искам государственных органов и пострадавших физических и юридических лиц;

– убытки, связанные с недопоставкой продукции или услуг потребителям. К ним относятся штрафы за невыполнение обязательств по поставкам продукции или услуг, судебные издержки, компенсации за вынужденный простой предприятий-потребителей продукции.

#### **Ущерб государству.**

Можно рассматривать следующие составляющие ущерба для государства:

- материальный;
- социально-экономический;
- эколого-экономический.

*Материальный ущерб* государства состоит в потере того или иного вида собственности, других материальных, культурных, исторических или природных ценностей и т.д., потерях (полных или частичных) движимого или недвижимого имущества, потере сельскохозяйственной или иной продукции.

*Социальные потери для общества.* Социальный ущерб от ЧС обусловлен заболеваниями и гибелью людей, психическими травмами и стрессами, а также различными неудобствами, снижающими качество жизни. Ущерб для жизни и здоровья людей в результате ЧС приводит к социальным потерям для общества, а последние - к экономическому ущербу для социально-экономической системы страны вследствие потери трудовых ресурсов, снижения интеллектуального и инновационного потенциалов.

Социальные потери переводятся в экономический ущерб с помощью цены человеческой жизни, которая с позиции государства опреде-

ляется следующими способами:

- по прибыли, которую могло бы принести продолжение деятельности человека обществу;
- затратам общественно необходимого рабочего времени на содержание, воспитание и образование человека (очевидно, что с возрастом стоимость человеческой жизни, оцененная в соответствии с первым подходом, снижается, а со вторым - возрастает);
- путем оценивания по инвестициям общества, направленным на снижение риска преждевременной опасности отдельного индивидуума (на здравоохранение, повышение безопасности потенциально опасных объектов, снижения загрязнения окружающей среды).

Социально-экономический ущерб для социально-экономической системы в результате возникновения ЧС на территории государства связан с макроэкономическими последствиями. Макроэкономический анализ социально-экономических последствий ЧС требует системного подхода, основанного на учете как прямых, так и косвенных ее последствий, в том числе отдаленных. Косвенный социально-экономический ущерб вызван снижением выпуска продукции, эффективности производства, досрочным выбытием фондов и мощностей, снижением налоговых поступлений в бюджет, необходимостью создания дополнительных резервов и др.

Макроэкономические последствия измеряются как через общепринятые общеэкономические показатели (ВВП, конечный продукт и его основные составляющие, объемы производства и потребления, производственные мощности), так и через частные (объемы душевого потребления, включая обеспечение продуктами питания и другими элементами жизнеобеспечения).

### **Эколого-экономический ущерб**

Антропогенная деятельность, (техногенные ЧС, перманентные выбросы и сбросы химических веществ) приводит к ухудшению состояния окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов, т.е. нанесение экологического вреда.

По долговременности действия экологический вред делят на:

- прямой, обусловленный негативным воздействием на почву, растительный и животный мир, водоемы, атмосферу, экономические оценки которого связаны с оценкой ущерба для нынешнего поколения людей;
- косвенный отдаленный, связанный с глобальными изменениями окружающей среды (например, нарушение климатического баланса, ухудшение качества природных ресурсов). Он следует из негативного влияния

на жизнедеятельность будущих поколений людей, и его экономическая оценка не может быть дана с позиций нынешнего поколения.

Экономические оценки экологического вреда предполагают некую проекцию действительного экологического ущерба на хозяйственные и социальные условия и отношения. Полный (прямой и косвенный) экологический ущерб, определяемый как изменение всей совокупности элементов природы в результате техногенных воздействий как в процессе воздействия, так и с учетом долговременных, отдаленных последствий (изменение развития экосистемы), обычно не рассматривается.

Под *эколого-экономическим ущербом* понимаются выраженные в денежной форме фактические или возможные потери народного хозяйства, обусловленные ухудшением экологической ситуации в результате антропогенной деятельности.

Ущерб, причиненный окружающей природной среде, должен компенсироваться государству как владельцу природных ресурсов. Компенсации рассматриваются в виде возмещения вреда, направляемого на восстановление природной среды, либо в виде меры ответственности, направленной на предупреждение негативного воздействия. Форма компенсации – штрафы, платежи и т.д.

Согласно Закону Республики Беларусь «Об охране окружающей природной среды» вред, причиненный окружающей среде посредством ее загрязнения, истощения, порчи, уничтожения, деградации, разрушения компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также иного вредного воздействия на окружающую среду, подлежит возмещению лицом, его причинившим, добровольно или по решению суда в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь.

Размер возмещения вреда, причиненного окружающей среде, определяется в соответствии с таксами и методиками, установленными законодательством Республики Беларусь, а при их отсутствии – по фактическим затратам на восстановление нарушенного состояния окружающей среды с учетом упущенной выгоды.

По размеру рассматривают следующие виды ущерба:

*допустимый ущерб физическому лицу* – ущерб, вследствие которого не происходит снижения уровня жизни;

*недопустимый ущерб физическому лицу* – ущерб, снижающий уровень жизни ниже приемлемого уровня;

*критический ущерб физическому лицу* – ущерб, снижающий уровень жизни ниже критического уровня;

*катастрофический ущерб физическому лицу* – ущерб, вследствие которого происходит утрата дееспособности физического лица или его смерть;

*допустимый ущерб коммерческой организации* – ущерб, не превышающий средств, имеющихся для возмещения ущерба;

*недопустимый ущерб коммерческой организации* – ущерб, который не может быть возмещен полностью за счет средств, имеющихся для возмещения, а невозмещенная величина не превышает расчетную прибыль организации за время восстановления ее до начальной доходности;

*критический ущерб коммерческой организации* – ущерб, который не может быть возмещен полностью за счет средств, имеющихся для возмещения, а невозмещенная величина превышает расчетную прибыль организации за время восстановления ее до начальной доходности, но не превышает ее рыночную стоимость;

*катастрофический ущерб коммерческой организации* – ущерб, который превышает стоимость средств, имеющихся для возмещения, а также все другие финансовые и имущественные возможности организации по возмещению ущерба вместе взятые, что приводит к банкротству организации;

*допустимый ущерб некоммерческой организации* – ущерб, не превышающий необходимых средств для ее функционирования или вследствие которого не происходит снижения объема своих уставных задач, выполняемых некоммерческой организацией;

*недопустимый ущерб некоммерческой организации* – ущерб, превышающий необходимые средства для ее функционирования или вследствие которого некоммерческая организация не может выполнять свои уставные задачи в полном объеме;

*критический ущерб некоммерческой организации* – ущерб, превышающий необходимые средства для ее функционирования, но не превышающий рыночную стоимость имущества организации или вследствие которого некоммерческая организация не может выполнять все свои уставные задачи и способна выполнять только функцию самообеспечения;

*катастрофический ущерб некоммерческой организации* – ущерб, превышающий рыночную стоимость имущества организации и (или) вследствие которого некоммерческая организация не может выполнять все свои уставные задачи, функцию самообеспечения и фактически прекращает свое существование.

Под коммерческой организацией понимается юридическое лицо, преследующее извлечение прибыли в качестве основной цели своей дея-

тельности и (или) распределяющее полученную прибыль между участниками. Под некоммерческой организацией понимается юридическое лицо, не имеющее извлечение прибыли в качестве основной цели своей деятельности и не распределяющее полученную прибыль между участниками.

### 3.4. Интегральная оценка экологических ЧС

Интегральная оценка экологической ситуации должна учитывать не только экологические показатели, но и оценки, связанные с населением и хозяйством. При определении критерия учитывается экономическая эффективность производства и использования природных ресурсов, отклонение показателей состояния природных ресурсов от принятых в качестве приемлемых (например, существовавшего до вмешательства человека), отклонение показателей здоровья человека от нормы. Критерий качества в этом случае в большей мере опирается на критерии, предъявляемые к качеству среды.

На основании общих представлений о составляющих интегрального критерия используется уравнение, связывающее все обобщенные показатели системы «природа-хозяйство-человек»:

$$H = f(R, F, D), \quad (3.24)$$

где  $H$  – индекс здоровья населения;  $R$  – индекс запаса природных ресурсов;  $F$  – индекс качества среды;  $D$  – индекс уровня жизни.

**Индекс запаса природных ресурсов** определяется по формуле:

$$R = \sum_j \frac{R_{0j} - R_{ij}}{R_{0j}} W_j, \quad (3.25)$$

где  $R_0$  – исходный запас природных ресурсов в регионе в невозмущенном состоянии,  $R_{ij}$  – объем изъятых на момент оценки состояния природных ресурсов,  $W_j$  – весовой коэффициент  $j$ -го ресурса.

Под невозмущенным состоянием  $j$ -го ресурса  $R_{0j}$  понимается некоторое его естественное состояние в среде, изолированной от влияния антропогенных факторов. Невозмущенные состояния ресурсов оцениваются экспертно или за них принимаются такие состояния, которые характеризуются максимальными запасами за анализируемый период.

**Индекс качества среды  $F$**  оценивается на основе данных о загрязнении природной среды с помощью следующего уравнения:

$$F = 1/(1+M), \quad (3.26)$$

где  $M$  – индекс загрязнения среды.

$$M = 1/m \sum_i ((C_i - C_{i\phi}) / \text{ПДК}_i) K_i \quad (3.27)$$

где  $C_i$ ,  $C_{i\phi}$  – соответственно концентрации  $i$ -й примеси в момент оценки и фоновая концентрация,  $m$  – число примесей загрязнителей,  $K_i$  – введенный экспертно вес, характеризующий разницу в характере воздействия различных веществ. Значение индекса  $F$  может изменяться от 0 до 1.

**Индекс уровня жизни** оценивается по формуле:

$$D = D_t/D_0, \quad (3.28)$$

где  $D_t$  – валовой доход на одного человека для данного региона в момент оценки ситуации,  $D_0$  – максимальный доход на одного человека для всех регионов страны.

**Величина индекса здоровья** населения  $H$  определяется по формуле:

$$H = (X_t - X\delta_t)/X_t, \quad (3.29)$$

где  $X_t$  – численность населения в регионе на момент оценки состояния,  $X\delta_t$  – средняя численность больного населения за выбранный год, которая может быть вычислена по следующей формуле:

$$X\delta_t = 1/365 \sum_{i=1}^n N_{ti} \sum_{j=1}^m A_{ij} t_{ij}, \quad (3.30)$$

где  $I$  – номер возрастной группы,  $j$  – номер нозологической единицы или группы болезней,  $N_{ti}$  – численность населения возрастной группы,  $A_{ij}$  – число случаев болезни на 1000 человек населения региона,  $t_{ij}$  – длительность  $j$ -й болезни. Значения индекса здоровья может изменяться от 0 до 1.

Отнеся  $H$  к  $R+F+D$ , получим величину  $b$ , являющуюся показателем чувствительности здоровья населения к изменению качества среды и уровня жизни. При оценке экологического ущерба учитываются и другие показатели. Единой общей методики оценки ущерба не существует. Ниже приводится одна из методик оценки экологического ущерба.

### ***Оценка экологической обстановки территории для выявления зон чрезвычайной ситуации и экологического бедствия***

Для выявления зон экологической опасности в первую очередь определяют зоны экологической чрезвычайной ситуации и экологического бедствия. Оценка экологического неблагополучия производится по признакам, приведенным в таблице 3.4. Глубокие необратимые изменения должны рассматриваться за период, составляющий не менее продолжительности жизни одного поколения людей.

Таблица 3.4

**Признаки территорий крайних степеней экологического неблагополучия**

Положения	Степень неблагополучия	
	Экологическое бедствие	Экологическая ЧС
Окружающая природная среда	Глубокие необратимые изменения	Устойчивые отрицательные изменения
Здоровье населения	Существенное ухудшение здоровья населения	Угроза здоровью населения
Естественные экосистемы	Разрушение естественных экосистем (нарушение природного равновесия, деградация флоры и фауны, потеря генофонда)	Устойчивые отрицательные изменения состояния естественных экосистем (уменьшение видового разнообразия, исчезновение отдельных видов растений и животных, нарушение генофонда)

**Под существенным ухудшением здоровья населения** понимаются увеличение необратимых, несовместимых с жизнью нарушений здоровья, изменение структуры причин смерти (онкологические заболевания, врожденные пороки развития, гибель плода) и появление специфических заболеваний, вызванных загрязнением окружающей среды, а также увеличение частоты обратимых нарушений здоровья (неспецифические заболевания, отклонения физического и нервно-психического развития, нарушение течения и исходов беременности и родов и т.п.), связанных с загрязнением окружающей среды.

**Под угрозой здоровью населения** понимается существенное увеличение частоты обратимых нарушений здоровья (неспецифические заболевания, отклонения физического и нервно-психического развития, нарушения или осложнения течения и исходов беременности и родов и т.п.), связанных с загрязнением окружающей среды.

Приведенные в таблице 3.4. признаки позволяют оценивать экологическую обстановку как на этапе прогнозирования, так и после наступления чрезвычайной ситуации или экологического бедствия. При этом в обоих случаях имеются в виду лишь такие территории, где воздействие антропогенных факторов имеет длительный, хронический характер с периодом воздействия не менее года.

В оценку среды обитания и здоровья населения включены: атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания, а также ионизирующее излучение. Качество среды обитания человека оценивается системой совокупных требований: санитарно-гигиенических, рыбохозяйственных

и общеэкологических. Степень ухудшения здоровья человека характеризуют медикодемографические критерии: степень изменения среды обитания – критерии загрязнения атмосферного воздуха, воды, почвы, а также ионизирующее излучение. Состояние природной среды, растительного и животного мира характеризуют критерии загрязнения воздушной среды, воды, почв, истощения природных ресурсов и деградация экосистем. Качество природной среды также совокупно оценивается с позиции как общеэкологических, так и санитарно-гигиенических требований.

**Под критерием** подразумевается описание совокупности показателей, позволяющих охарактеризовать ухудшение состояния здоровья населения и окружающей среды, как «кризисное» или «бедственное». Показатели означают меру, а параметры – границы интервалов, соответствующих степеням экологического неблагополучия территорий. Параметры приняты либо на базе научных, экспериментальных данных, либо на основании экспертных оценок специалистов. Пока параметры следует рассматривать как временные. В большинстве случаев показатели разделены на основные и дополнительные. Состояние территории оценивают по основным показателям с учетом дополнительных показателей.

Из поставленных задач вытекает необходимость оценки территорий по четырем основным составляющим: медико-демографической, экологической, социальной и экономической. Основное внимание будет уделено медико-демографической и экологической. Экономическая оценка представлена в частных методиках.

### **3.5 Основные мероприятия по предупреждению ЧС различного характера**

#### ***Организация и принципы предупреждения чрезвычайных ситуаций***

Конституция и законодательство Республики Беларусь предусматривают проведение мероприятий по защите жизни и здоровья граждан, в первую очередь путем предупреждения ЧС.

**Предупреждение ЧС** – совокупность мер законодательного, экономического, административного, технического и иного характера, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения ЧС, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, осуществляемых в рамках единой государственной политики на республиканском, областном и местном уровнях, направ-



ленных на выявление и изучение причин возникновения ЧС и условий, им способствующих, на разработку и реализацию мер, обеспечивающих их устранение или нейтрализацию

Существующая Государственная система предупреждения и ликвидации ЧС (ГСЧС) подразделяется на территориальную и объектовую.

Руководство территориальной системой на данной территории осуществляет глава исполнительной власти через создаваемую им комиссию по ЧС, основу которой составляют Управление (отделы) по ЧС МЧС.

Руководителем объектовой системы является руководитель объекта. Он подчиняется по вопросам предупреждения ЧС с одной стороны вышестоящему органу отраслевой подсистемы, а с другой - руководителю исполнительной власти города, района.

Руководитель объектовой системы осуществляет руководство через комиссию по ЧС, основу которой составляют отделы, сектора или работники по ГО и ЧС.

Конституция и законодательство предусматривают безусловное выполнение каждым гражданином Республики Беларусь этих правовых актов в части обеспечения безопасности в повседневной жизни и деятельности.

Основными направлениями предупреждения, уменьшения ущерба в возникших ЧС являются:

- мониторинг окружающей среды и состояния потенциально опасных объектов;
- прогнозирование ЧС и оценка их риска;
- рациональное размещение производительных сил по территории страны с точки зрения природной, техногенной, экологической и национальной безопасности;
- предотвращение в возможных пределах некоторых опасных природных явлений.

На основании прогнозирования и оценки возможных последствий ЧС, при необходимости в определенное время производится оповещение населения о надвигающейся опасности стихийного бедствия, о случившейся аварии или катастрофе, представляющих опасность для населения.

### ***Мероприятия по предупреждению или уменьшению последствий природных чрезвычайных ситуаций***

Оповещение населения о возможном стихийном бедствии позволяет людям принять меры защиты. Вместе с тем, современная наука и технические возможности позволяют если не исключить, то хотя бы уменьшить силу и масштабы стихийных бедствий. Вот некоторые примеры.

**Для недопущения града** в облака вводится твердая углекислота или другие химические вещества с самолетов или путем обстрела из орудий.

**Для ослабления ураганов, смерчей, шквалов и бурь** в кучево-дождевые облака вводят йодистое серебро или другие химические вещества. Для засева урагана йодистым серебром используют реактивные самолеты. Пройдя на высоте 10 – 12 км к центру урагана самолет врезается в стену облаков и сбрасывает «бомбы» с йодистым серебром, которые взрываются и разбрасывают его. Вес каждой бомбы до 300 кг, таких бомб на самолете несколько. В результате центральная часть урагана искусственно расширяется и сила урагана уменьшается.

**Для ослабления наводнений** ликвидируют заторы и зажоры на реках весной с помощью взрывов, задерживают влагу на полях, применяя различные способы (полосное земледелие, контурная пахота, глубокая вспашка, кротование, устройство дренажей и т. п.), строят дамбы и плотины, спрямляют русла рек, углубляют отдельные участки рек. Все это снижает масштабы возможных наводнений. В весенний период года в таких районах устанавливается наблюдение за уровнем воды в реках. одновременно подготавливаются плавсредства: катера, лодки, плоты, средства спасения на воде – спасательные жилеты, круги и т. д. При необходимости приводится в готовности авиатехника.

**Во время засухи** можно вызвать над полями искусственный дождь при наличии облаков, вводя в облака некоторые химические вещества, проводить искусственное орошение полей и др.

**Для предупреждения лесных пожаров** делают просеки, строят лесные дороги, оборудуют минерализованные полосы, заполняют их водой. Также строят наблюдательные мачты, производят патрулирование самолетами и вертолетами, выявленные возгорания немедленно ликвидируются.

Важными мерами по предупреждению пожаров в опасный период являются полное запрещение разведения костров, временное прекращение доступа людей в лес, приостановка работ на территориях лесохозяйственных участков, лесничеств, лесхозов.

В этот период при выездах в лес выставляются контрольные посты из работников лесной охраны и автоинспекторов, которые должны предупреждать граждан о правилах поведения в лесу. В целях локализации и эффективной борьбы с пожарами проводится разбивка лесных массивов на квадраты с разрывами между ними. С этой целью прокладываются также просеки, лесные дороги, рвы, канавы и т. д. При повышении опасности возгорания торфяников, а также в случае пожаров на них производится окапывание места горения с выемкой торфа на них производится

окапывание места горения с выемкой торфа до минерального слоя грунта, прокладываются рвы, канавы, препятствующие распространению огня, переносе его с одного участка на другой.

В пожароопасный сезон в лесу запрещается:

- бросать горящие спички, окурки; курить;
- употреблять при охоте пыжи из легковоспламеняющихся или тлеющих материалов;
- оставлять в лесу (кроме специально отведенных мест) промасленный или пропитанный бензином, керосином или иными горючими веществами обтирочный материал;
- заправлять топливом баки работающих двигателей, пользоваться открытым огнем вблизи машин, заправляемых топливом;
- оставлять на освещенной солнцем лесной поляне бутылки или осколки стекла;
- выжигать траву, а также стерню на полях;
- разводить костры.

**Для ослабления заморозков и обледенения** в летнее время разжигают на отдельных участках костры, создают дымовые завесы. В случае обледенения воздушных линий электропередач и связи используют механические, тепловые или химические способы борьбы. При гололеде участки оледенения посыпают песчано-солевым составом, гравием.

**Для предотвращения падения на Землю небесных тел** можно использовать подрыв ядерных боеприпасов в космосе на пути движения космических тел, разрушать космические тела солнечной энергией, сфокусированной с помощью зеркал и др.

### ***Основные мероприятия по предупреждению техногенных чрезвычайных ситуаций***

Для предупреждения ЧС техногенного характера проводится комплекс мероприятий организационного, технического, правового характера, направленных на недопущение аварий и катастроф, прежде всего на потенциально опасных объектах и на транспорте. В 1993 году Международной организацией труда принята Конвенция по предотвращению промышленных катастроф. Этой Конвенцией руководствуется и Республика Беларусь.

Назовем только *основные мероприятия по предупреждению аварий и катастроф на потенциально опасных объектах хозяйствования:*

- размещение потенциально опасных объектов на безопасном удалении от жилой застройки и других объектов;
- разработка, производство и применение надежных потенциально

опасных промышленных установок;

- внедрение автоматических и автоматизированных систем контроля безопасности производства;
- повышение надежности самих систем контроля;
- своевременная замена устаревшего оборудования;
- своевременная профилактика и техническое обслуживание техники и оборудования;
- соблюдение обслуживающим персоналом правил эксплуатации оборудования;
- совершенствование противопожарной защиты и контроль системы пожарной безопасности;
- снижение опасных веществ на объектах до необходимого количества;
- соблюдение правил безопасности при транспортировке опасных веществ;
- использование результатов прогнозирования чрезвычайных ситуаций для совершенствования систем безопасности.

**Для предупреждения пожаров** проводят профилактические, организационные, технические, режимные и эксплуатационные мероприятия. Система водоснабжения должна иметь возможность использования ее для тушения пожаров. Газовые сети должны иметь запорную арматуру с дистанционным управлением для прекращения подачи газа в случае аварии.

**К организационным относятся:** инструктирование и обучение работающих требованиям безопасности при организации работ, правильная эксплуатация машин и транспорта, правильное содержание зданий, территорий, своевременный инструктаж людей по пожарной безопасности, организация добровольных пожарных дружин, издание приказов по обеспечению пожарной безопасности.

**К техническим мероприятиям относятся:** соблюдение норм и правил при проектировании зданий, сооружений, устройстве электропроводки, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования, применение автоматической пожарной сигнализации, размещение в установленных местах средств пожаротушения и др.

**К режимным мероприятиям относятся:** запрет курения в неустановленных местах, запрет производства огневых и сварочных работ в пожароопасных местах.

**К эксплуатационным мероприятиям относятся:** своевременная подготовка ремонта и испытания оборудования, профилактические осмотры, внедрение систем автоматического контроля, замена морально

устаревшего, физически изношенного, не отвечающего требованиям безопасности оборудования на новое, более совершенное.

**К психофизиологическим мероприятиям относятся:** учет психологических факторов человеческой деятельности в системе “человек-машина”, проектирование рабочих мест и оборудования с учетом эргономических требований, обеспечение информационной, биофизической, энергетической, пространственно-антропометрической, технико-эстетической совместимости человека с техникой с целью повышения безопасности, точности, качества эксплуатации и управления системами, не следует допускать превышения предельных уровней психического напряжения, критического уровня активизации, физического переутомления.

**Для предупреждения аварий и катастроф на транспорте** проводят комплекс мероприятий организационного, технического и социального характера. *Основными мероприятиями являются:*

- контроль технического состояния транспортных средств, их своевременный профилактический ремонт и техническое обслуживание;
- выбор времени наиболее безопасного использования транспорта;
- выбор наиболее безопасных маршрутов движения транспорта;
- соблюдение водителями правил дорожного движения;
- выбор транспортных средств для перевозки наиболее опасных грузов;
- контроль состояния здоровья водителей и лиц, ответственных за безопасность дорожного движения;
- поддержание удовлетворительного состояния автомобильных и железных дорог;
- учет водителями автотранспорта состояния дорог в различные времена года и состояние погоды;
- соблюдение правил безопасности пассажирами различных видов транспорта.

Пассажиры различных видов транспорта часто являются также причиной аварий и катастроф. Для предупреждения железнодорожных аварий и катастроф и предупреждения гибели самих пассажиров, последние должны соблюдать следующие правила, не открывать при движении поезда наружные двери, не стоять во время движения на подножках и не высовываться из окон; не срывать при крайней необходимости стоп-кран; необходимо помнить, что даже при пожаре останавливать поезд нельзя на мосту и в других местах, где осложнится эвакуация; не возить с собой горючие и взрывоопасные вещества; при запахе горелой резины или появления дыма необходимо поставить в известность проводника;

курить только в установленных местах.

**Для предупреждения гибели в автомобильных катастрофах,** обеспечения своей безопасности и выживания в случае катастрофы пассажиры должны предпринять следующие меры предосторожности:

- по возможности сесть на заднее сидение;
- по возможности сесть на середину заднего сидения;
- сидя на переднем сиденье обязательно пристегнуть ремень безопасности;
- не отвлекать водителя во время движения;
- во время движения постоянно следить за дорожной обстановкой, чтобы катастрофа не оказалась для вас внезапной;
- если вы сели в автомобиль в головном уборе, то не снимайте его, а натяните потуже, это может уменьшить при катастрофе травму головы;
- нельзя садиться боком по направлению движения так как при резком торможении можете получить травму;
- детям нельзя вставать на колени и смотреть в заднее окно, при торможении можно разбить голову;
- не садитесь в автомобиль с пьяным водителем.

**Пассажир автобуса, троллейбуса, трамвая** после посадки должен принять следующие меры безопасности, помня, что:

- середина салона - самое безопасное место;
- лучше сидеть спиной вперед - меньше риска в случае резкого торможения;
- если сидите на сиденье лицом вперед, то держитесь руками за спинку переднего кресла;
- сидеть по правому борту безопаснее, чем по левому – подальше от встречного потока автотранспорта;
- если стоите, то размещайте точки опоры (две ноги, руку на поручне) так, чтобы их вертикальная проекция на пол образовала треугольник большей площади;
- заранее посмотрите куда вы будете падать в случае резкого торможения и кто будет падать на вас;
- держаться за поручни требуется всегда обязательно.

**Пассажир самолета** после посадки в самолет должен принять следующие меры безопасности: быть в верхней одежде (она может спасти вас от ожогов); оставайтесь в обуви (возможно вам придется идти по осколкам); необходимо снять галстук, шарф, очки, заколки, не держать в карманах авторучки; тщательно подогнать ремень безопасности; поинтересуйтесь, где находится кислородная маска.

### ***Основные мероприятия по предупреждению биолого-социальных чрезвычайных ситуаций***

Проблемами предупреждения инфекционных и других заболеваний населения обычно занимаются соответствующие государственные структуры путем проведения следующих основных мероприятий на основе постоянного мониторинга и научных исследований: проведение комплекса санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий среди населения при угрозе инфекционных заболеваний; совершенствование медицинского оборудования и методик диагностики; вакцинация, синтез новых лекарств и препаратов; разъяснительная работа среди населения; оповещение населения об эпидемиях инфекционных болезней; объявление карантина или обсервации.

Наиболее эффективными способами не допустить распространения эпидемии являются карантин и обсервация.

**Карантин** объявляется, если вид возбудителя особо опасен. В этом случае проводятся следующие мероприятия:

- организуется полная изоляция очага заражения с вооруженной охраной;
- выход и выезд людей, вывоз животных, а также имущества запрещается;
- прекращается работа предприятий и учреждений за исключением крайне необходимых;
- проводится комплекс медицинских мероприятий;
- снабжение продуктами осуществляется через перегрузочные пункты;
- организуется максимальная разобщенность людей;
- запрещается транзитный проезд через очаг заражения.

**Обсервация** объявляется, если вид возбудителя не особо опасен. В этом случае проводятся следующие мероприятия:

- ограничивается въезд и выезд на территорию;
- вывоз имущества разрешается только после дезинфекции;
- усиливается медицинский контроль за качеством продуктов;
- проводится медицинская профилактика населения;
- выявленные больные своевременно изолируются и направляются в лечебные учреждения.

Срок карантина и обсервации зависит от длительности инкубационного периода заболевания и исчисляется с момента изоляции (госпитализации) последнего больного и завершается дезинфекционной обработкой очага.

Население также самостоятельно может применить средства неспецифической и специфической профилактики. *К средствам неспецифической профилактики* относятся антибиотики и интерфероны, а *к средствам специфической профилактики* – сыворотки, вакцины, анатоксины, бактериофаги. Неспецифическая экстренная профилактика проводится с момента заражения территории бактериальными средствами до момента индикации вида возбудителя, специфическая – с момента установления вида возбудителя.

Для предупреждения инфекционных заболеваний домашних животных обычно проводят вакцинацию, ветеринарную обработку животных и дезинфекцию мест нахождения животных. Для обработки используются различные дезинфицирующие растворы и приборы. В ряде случаев производят вынужденный убой скота и птицы в очагах особо опасных инфекционных заболеваний с последующим сжиганием трупов или их утилизацией. Для предупреждения поражения растений болезнями и вредителями проводят комплекс мероприятий с применением химических, биологических и агротехнических способов. Приведем примеры только некоторых из них. Чтобы уменьшить количество болезней и вредителей растений проводят: обязательное чередование культур в севообороте; глубокую зяблевую вспашку; очистку полей от послеуборочных остатков; правильный выбор сроков сева; сжатые сроки уборки урожая; внесение в почву микроэлементов и минеральных удобрений; известкование кислых почв; применение химических препаратов, уничтожающих возбудителей болезней и насекомых-вредителей; выведение и возделывание устойчивых к болезням сортов сельскохозяйственных культур; проведение карантинных мероприятий и др. Кроме общих мер предупреждения инфекционных заболеваний растений применяют и специфические меры по предупреждению заболеваний для каждого вида растений. Например, для борьбы с фитофторозом картофеля принимают следующие меры:

- во время цветения картофеля его опрыскивают одним из препаратов, в который входят медный купорос, известь, хлорокись меди и вода;
- чтобы предупредить возможность заражения клубней перед смыканием ботвы высоко окучивают куст;
- убирают картофель в сухую погоду;
- ботву сжигают или закапывают, бросив туда немного извести.

### ***Основные мероприятия по предупреждению экологических чрезвычайных ситуаций***

Масштабы экологического кризиса, угроза гибели человеческой ци-



визации, многообразие экологических факторов вынуждают проводить целый комплекс мероприятий по предупреждению ЧС экологического характера. Такой комплекс мероприятий обычно проводится государственными структурами по следующим направлениям:

- мероприятия по овладению населением экологического мировоззрения;
- комплекс мероприятий по обеспечению экологической безопасности, по защите природной среды вследствие различных видов человеческой деятельности;
- комплекс мероприятий по повышению устойчивости организма человека при выживании в условиях экологических загрязнений;
- мероприятия по предупреждению отдельных экологических ЧС.

Мероприятия по овладению населением экологического мировоззрения являются составной частью государственной политики по обеспечению безопасности населения и в настоящем пособии не рассматривается.

Кратко остановимся только на общих и некоторых частных мероприятиях государственных структур по предупреждению экологических ЧС, вызванных хозяйственной и социальной деятельностью человека.

К общим мероприятиям относят: экологическая экспертиза всех видов производств; проведение экологических аудитов; рациональное размещение объектов, имеющих источники вредных выбросов в атмосферу, почву и гидросферу; установление санитарно-защитных зон вокруг некоторых промышленных объектов; принятие правовых актов по защите природной среды; принятие мер организационного, правового и технического характера по снижению загрязнения природной среды транспортом; проведение комплекса мероприятий по сохранению здоровья и продолжительности жизни человека в условиях экологических загрязнений; выполнение международных соглашений по экологическим проблемам.

Назовем основные мероприятия, проводимые государством по предупреждению загрязнений окружающей среды.

**Механическое загрязнение** природной среды можно уменьшить за счет переработки отходов на товары народного потребления, на удобрения, использовать органические отходы для откорма скота, за счет создания новых упаковочных материалов, легко поддающихся разрушению, за счет нейтрализации особо опасных отходов, их компостирования и дальнейшего захоронения, за счет применения безотходных технологий и безотходного потребления.

**Тепловое загрязнение** можно уменьшить за счет сокращения выбросов парниковых газов, увеличения потребления углекислого газа рас-

тительным миром при дополнительной посадке растений, за счет уменьшения вырубки лесов и замены древесины синтетическими и другими материалами. Например, в настоящее время фитопланктон в океанах потребляет только 30 % углекислого газа, а можно увеличить его потребление, если искусственно внести железо в океаны. В промышленности необходимо внедрять технологии по холодной обработке материалов, по миниатюризации выпускаемой продукции и др.

**Электромагнитное загрязнение** можно уменьшить за счет снижения мощностей передатчиков, замены передатчиков с непрерывным излучением на импульсное, за счет применения радиорелейных и кабельных линий связи, применения диапазонов частот менее опасных для здоровья, уменьшения частоты вращения некоторых промышленных установок, за счет переноса объектов с передающими системами на безопасное расстояние от жилых домов, за счет установки отражающих экранов или использования поглощающих покрытий и др.

**Шумовое загрязнение.** Для борьбы с шумом в помещениях и вне их проводятся мероприятия технического, организационного и медицинского характера.

*Основными из них являются:*

- устранение причины шума или существенное его ослабление в самом источнике при разработке, проектировании и эксплуатации оборудования (замена металлов на пластмассы, смолы; совершенствование смазочных материалов и др.);
- изоляция источника шума от окружающей среды средствами звуко- и виброзащиты, звуко- и вибропоглощения;
- уменьшение плотности звуковой энергии, отраженной от стен, перекрытий и зданий;
- применение шумопоглощающего асфальта (за счет пористости);
- рациональная планировка помещений, зданий, жилой застройки и городов с точки зрения минимизации шумов;
- посадка кустарниковых и древесных насаждений вдоль дорог, особенно состоящих из клена, тополя, липы и ели;
- применение средств индивидуальной защиты от шума;
- рационализация режима труда, проживания в условиях шума;
- профилактические мероприятия медицинского характера;
- организационные мероприятия по сокращению времени шумового загрязнения и его интенсивности.

Наиболее эффективными являются мероприятия по подавлению шумов в источнике и на пути их распространения. К таким мероприятиям можно отнести: уменьшение частоты вращения систем вентиляции;

своевременная смазка двигающихся и вращающихся частей оборудования; установка фундаментов с амортизаторами; установка глушителей, кожухов, экранов на вызывающее шум оборудовании; использование звукопоглощающих покрытий и материалов; замена металлических материалов на пластмассовые; использование косозубых и шевронных шестерен; размещение источников шума в изолированных помещениях; строительство подземных переходов; проведение зеленых насаждений вдоль дорог; использование санитарно-защитных зон вокруг предприятий; запрещение подачи звуковых сигналов автотранспортом; организация движения автомобилей «зеленая волна» и др.

**Вибрации** в источнике и на пути распространения можно уменьшить за счет средств и систем вибродемфирования (вибропоглощения), виброгашения и виброизоляции. Хорошей вибродемфирующей способностью обладают отдельные сплавы металлов, двухслойные материалы, пластмассы, дерево, резина, различные мастики.

Виброгашение достигается установкой вибрирующих машин и механизмов на прочные массивные фундаменты. Виброизоляция достигается за счет установки между вибрирующим устройством и объектом упругих устройств, пружин, прокладок и т.п.

**Химическое загрязнение воздуха** можно уменьшить за счет использования фильтров (золоуловителей) на предприятиях с очисткой от угарного и сернистого газов, оксидов азота, за счет переработки сернистых топлив перед сжиганием, снижения температурного уровня в топках, ступенчатой подачи топлива в топки, отказа от этилированного бензина, нейтрализации вредных газов перед выбросом в атмосферу; за счет выноса предприятий за пределы жилых массивов, применения высоких труб, обеспечивающих рассеивание примесей на большей площади, но с меньшими концентрациями; замена «горячих» технологий на «холодные»; ограничение движения транспорта на улицах и площадях, введение одностороннего движения, что сокращает число торможений и наборов скоростей, способствующих загрязнению атмосферы; продуманные проектно-планировочные решения городов с учетом розы ветров; закрытие вредных производств; профилактика лесных, луговых и других пожаров.

**Химическое загрязнение водоемов** можно уменьшить за счет очистки сточных вод (механической, физико-химической, химической, биохимической), их обезвреживания (осаждения примесей, сорбции примесей на сорбентах и т. д.), разбавления и других мероприятий. Отдельные граждане также должны предупреждать отравления грязными водами, для чего применять водоочистители, отстаивание воды, кипяче-

ние и другие способы.

**Химическое загрязнение почв** можно уменьшить за счет сбора, утилизации и переработки мусора, захоронения отходов промышленных предприятий, замены ядохимикатов биологическими способами защиты растений, за счет соблюдения научных способов применения удобрений, пестицидов, за счет применения безотходных технологий на производстве и др. *Основными мероприятиями по сохранению почв и предупреждению их деградации являются:*

- запрещение распашки земель при крутизне склонов более 6°;
- поперечная вспашка на склонах крутизной более 1,5°;
- устройство приовражных лесных полос шириной 12 – 20 метров;
- мульчирование почвы на склонах некондиционной соломой из расчета 1 – 3 т/га, что снижает водную эрозию на 300 – 500 %;
- увеличение глубины вспашки на 3 – 5 см, что уменьшает объем талых весенних вод на 10 %;
- правильное хранение удобрений и ядохимикатов на специально оборудованных площадях и складах;
- строительство оросительных систем с коллекторно-дренажной сетью;
- строгое нормирование удобрений;
- использование биологических методов борьбы с сорной растительностью;
- применение фильтров на ГРЭС и промышленных предприятиях во избежание химического загрязнения промышленными отходами;
- закладка системы лесных полос для предупреждения ветровой эрозии;
- разработка более совершенной, более легкой сельскохозяйственной техники, не нарушающих почвенную структуру.

Кроме мер, принимаемых государственными структурами по обеспечению экологической безопасности каждый гражданин также должен принимать меры безопасности в быту и при поездке на транспорте.

В быту необходимо соблюдать меры безопасности при использовании бытовой техники: микроволновых печей, телевизоров, компьютеров, холодильников, радиотелефонов, стиральных машин и других электробытовых приборов. При поездке на транспорте избегать мест, где имеют место максимальные вибрации, избегать дыхания выхлопными газами автомобилей и т. д.

### ***Предупреждение некоторых экстремальных и чрезвычайных ситуаций социального характера***

**Войны, локальные и региональные конфликты** предупреждают государственные исполнительные и законодательные органы власти путем укрепления обороноспособности страны, вступления в военные союзы с другими государствами, дипломатическими и политическими путями.

**Голод** предупреждают комплексом мер экономического и политического характера, предпринимаемых государством, в частности, расширением торговли со странами, обладающими избытками продуктов питания, расширением использования международных займов. Не исключается гуманитарная помощь от международных и национальных организаций.

**Диверсии, террористические акты, чрезвычайные ситуации криминального характера** способны предупредить органы безопасности и правоохранительные органы при активном участии населения. Вместе с тем, обеспечение личной безопасности и безопасности личной собственности это прежде всего, забота каждого гражданина при поддержке государства

**Квартирную кражу можно предупредить**, если выполнить следующие рекомендации:

- сделать дверь из прочного материала, толщиной не менее 70 мм, чтобы после врезки замка остались прочными стенки двери;
- дверь должна открываться наружу, тогда ее труднее взломать;
- на двери должно стоять не менее двух замков разной конструкции и расстояние между ними должно быть не менее 350 мм;
- усилить створ двери и коробки угольником из стали, чтобы вор не имел возможности вставить в щель ломик;
- возможно укрепление двери металлическим листом, но затем его надо закамуфлировать, чтобы не привлекать внимание преступника;
- звонок в квартиру лучше сделать отключающимся на день, чтобы вор при стуке в дверь «сообщал» тем самым соседям о своем прибытии;
- на окнах должны быть установлены решетки, если вы живете на первом или последнем этаже или рядом с окнами пожарная лестница;
- входную дверь оборудуют штырями против съема петель;
- при уходе из квартиры отключать или уменьшать громкость телефонного звонка;
- при отсутствии в квартире длительное время используют таймеры, чтобы включать радио и освещение каждый вечер;
- никогда не открывать двери незнакомому человеку и др.

**Опасность для личной собственности также представляют:** карманная кража, угон автомобиля, мошенники, шантаж и др.

Опасность для жизни и здоровья можно предупредить, если соблюдать рекомендации, в частности, при поездке в общественном транспорте, правила уличного движения, при ходьбе и поездке на транспорте во время гололеда, при купании в водоемах, при пользовании лифтом, во время массовых спортивных и других мероприятий, во время митингов и демонстраций, во время драк, при угрозе изнасилования и др.

#### **4. ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ И ДЕЙСТВИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

##### **4.1. Оповещение населения об авариях, стихийных бедствиях и других ЧС**

С целью предупреждения населения о возникновении непосредственной опасности возникновения ядерной, химической, бактериологических или других ЧС органами гражданской обороны подаются специальные сигналы. Основной способ оповещения населения о действиях при возникновении опасных ситуаций – передача сообщения по сетям проводного вещания (через квартирные и наружные громкоговорители), а также через местные радиовещательные станции, по телевидению. Для привлечения внимания населения в экстремальных случаях перед передачей информации включаются сирены, а также другие сигнальные средства. Сирены и прерывистые гудки предприятий и транспортных средств означают сигнал гражданской обороны **"Внимание всем!"**. Услышав его, немедленно включите громкоговоритель, радио- и телеприемник, прослушайте сообщение штаба гражданской обороны.

Сигнал **«Воздушная тревога»** подается для всего населения с помощью технических средств связи и автоматизированных систем. Сигнал предупреждает о непосредственной опасности поражения противником города (района), объекта. По радиотрансляционной и телевизионной сети передается: *«Внимание! Внимание! Граждане! Воздушная тревога!»*. Он повторяется несколько раз. Одновременно с этим включаются сирены, гудки заводов, тепловозов, электровозов, речных судов. На объектах народного хозяйства сигнал дублируется всеми имеющими в их распоряжении средствами. Продолжительность сигнала 2 – 3 мин.

Сигнал **«Отбой воздушной тревоги»** передается по радиотрансляционной и телевизионной сети и другими способами, которые можно использовать в конкретной обстановке (телефон, громкоговорители) в

форме: *«Внимание! Внимание! Граждане! Отбой воздушной тревоги! Отбой воздушной тревоги!»*.

В городах (районах), на которые противник осуществил нападение, передается информация о принимаемых мерах по ликвидации его последствий, о режиме поведения населения в сложившейся обстановке и другие необходимые сведения.

Сигнал **«Радиационная опасность»** подается в населенных пунктах, по направлению к которому движется радиоактивное облако, образовавшееся при взрыве или аварии. Он передается с помощью всех местных технических средств связи и оповещения, а на местах дублируется звуковыми и световыми средствами. Текст *«Внимание! Внимание! Радиационная опасность!»* повторяется несколько раз в течение 2–3 мин.

Сигнал **«Химическая тревога»** подается с помощью технических средств связи и оповещения при угрозе и непосредственном обнаружении химического или биологического заражения. Несколько раз повторяется текст сигнала: *«Внимание! Внимание! Граждане! Химическая тревога! Химическая тревога!»*. Продолжительность сигнала 2–3 мин.

Аналогичные сообщения будут передаваться и при других авариях и стихийных бедствиях. После объявления тревоги будут передаваться инструкции и указания, какие действия населению необходимо предпринять.

## **4.2. Правила поведения населения при различных чрезвычайных ситуациях**

### ***Общие правила выживания***

Выживание – искусство оставаться в живых.

Искусство выживания можно представить в виде пирамиды:

- в основании – желание остаться в живых;
- далее - знания, которые развивают чувство уверенности в себе и рассеивают страх;
- подготовка (оттачивание навыков и их закрепление);
- наличие снаряжения, подручных средств и помощников и др.

Проблемы выживания содержат несколько аспектов:

- философский;
- психологический;
- общие и частные правила;
- способы обучения действиям в ЧС.

### ***Действия населения и правила поведения при авариях на химически опасных объектах***

Широкое использование продукции химической промышленности на предприятиях и в быту всегда несет потенциальную опасность для населения.

Особенно это касается так называемых сильнодействующих ядовитых веществ, которые представляют опасность для здоровья людей, а в больших концентрациях могут вызвать массовое смертельное поражение.

Проживая в зонах возможного химического заражения, каждый житель г. Минска по возможности должен знать:

химически опасные объекты, находящиеся рядом с домом, местом работы, школой и детским садом;

сильнодействующие ядовитые вещества, используемые в производстве данного предприятия;

вредное воздействие, оказываемое данным веществом на организм человека;

границу зоны возможного заражения в случае аварии на объекте; порядок оповещения в случае возникновения чрезвычайных ситуаций;

способы защиты, локализации, нейтрализации СДЯВ;

порядок действия в чрезвычайных ситуациях (то ли оставаться на рабочем месте, дома и принять меры защиты или эвакуироваться по заранее известному маршруту в указанный пункт назначения).

Получив информацию о выбросе в атмосферу СДЯВ и об опасности химического заражения, необходимо надеть средство индивидуальной защиты органов дыхания, простейшие средства защиты кожи (плащи, накидки) и покинуть район аварии.

Если отсутствуют средства индивидуальной защиты, нет поблизости убежища и выйти из района аварии невозможно, необходимо оставаться в помещении, включить радиоточку и ждать сообщений штаба гражданской обороны. При этом следует плотно закрыть окна и двери, дымоходы, вентиляционные каналы (люки). Входные двери зашторить, используя одеяла и любые плотные ткани. Заклеить щели в окнах и стыки рам пленкой, лейкопластырем или бумагой. Надежная герметизация жилища практически полностью исключает проникновение СДЯВ в помещение.

Нельзя укрываться на первых этажах многоэтажных зданий, в подвальных и полуподвальных помещениях.

Покидая квартиру, выключить источники электроэнергии, взять с собой личные документы, необходимые вещи, надеть противогаз или



ватно-марлевую повязку, накидку или плащ, резиновые сапоги.

Выходить из зоны химического заражения в сторону, перпендикулярную направлению ветра. Избегать переходов через тоннели, овраги, лощины – в низких местах концентрация СДЯВ выше.

Авария может застать Вас на улице, в транспорте. Поэтому, услышав распоряжение об эвакуации, будьте внимательны к указаниям штаба гражданской обороны.

**Дегазация** – разложение ядовитых веществ до нетоксичных продуктов и удаление их с зараженных поверхностей с целью снижения зараженности до допустимых норм.

К *дегазирующим веществам* относят химические соединения, которые вступают в реакцию с СДЯВ и превращают их в нетоксичные соединения.

Различают дегазирующие вещества *окислительно-хлорирующего действия* и *щелочные*, которые применяются в виде растворов.

В качестве растворителей используются вода или органические жидкости (бензин, дихлорэтан).

Простейший дегазирующий состав можно приготовить перед употреблением из смеси 3 %-ного раствора перекиси водорода с 3 %-ным раствором едкого натрия, взятых в равных объемах или 3 %-ного раствора перекиси водорода и 150 г силикатного клея (из расчета на 1 л). Для этих целей можно использовать нашатырный спирт.

Для дегазации в качестве вспомогательных веществ могут быть использованы стиральные порошки и другие моющие средства. Однако следует помнить, что моющие растворы не обезвреживают СДЯВ, а только способствуют более быстрому удалению их с зараженной поверхности.

При отсутствии дегазирующих растворов СДЯВ смывают растворителями (бензином, керосином, дизтопливом).

Дегазация территории может проводиться *химическим* или *механическим способами*.

*Химический способ* – поливка дегазирующими растворами или рассыпание сухих дегазирующих веществ.

*Механический способ* – срезание и удаление верхнего зараженного слоя почвы или снега или изоляция зараженной поверхности с помощью настилов из соломы, веток, досок и т.д.

### ***Действия населения и правила поведения при пожаре***

***Обнаруживший пожар или загорание обязан:***

– немедленно сообщить об этом в пожарную охрану;

- приступить к тушению очага пожара имеющимися средствами пожаротушения (огнетушитель, внутренний пожарный кран, вода, песок, покрывало и др.);

- в случае угрозы для жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого все имеющиеся силы и средства;

- при необходимости вызвать газоспасательную, медицинскую и другие службы;

- организовать по возможности отключение электроэнергии, остановить транспортирующие средства, агрегаты, аппараты, перекрыть газовые коммуникации, остановить системы вентиляции, чтобы предотвратить распространение пожара.

Опасно входить в зону задымления, если видимость менее 10 м.

При спасении пострадавших из горящих зданий и тушении пожара необходимо:

- прежде чем войти в горящее помещение, накрыться с головой мокрым покрывалом, пальто, плащом и т. д.;

- дверь в задымленное помещение открывать осторожно, чтобы избежать вспышки пламени от быстрого притока свежего воздуха;

- для защиты от угарного газа дышать через увлажненную ткань,

- если на Вас загорелась одежда, лечь на землю и, перекатываясь, сбить пламя; не бежать – это еще больше раздует пламя;

- увидев человека в горящей одежде, набросить на него пальто, плащ или какое-нибудь покрывало и плотно прижать. На место ожогов наложить повязки и отправить пострадавшего в ближайший медицинский пункт;

- огнегасящие вещества направлять в места наиболее интенсивного горения, но не на пламя, а на горящую поверхность;

- в задымленном помещении применять распыленную струю, что будет способствовать осаждению дыма и снижению температуры;

- горючие жидкости тушить пенообразующими составами, засыпать песком или землей, а также накрывать небольшие очаги покрывалом, одеждой, брезентом и т.п.;

- если горит электропроводка, сначала вывернуть пробки или выключить рубильник, а потом приступить к тушению;

- выходить из зоны пожара в сторону, откуда дует ветер.

При возгорании в телевизоре надо сразу же отключить его от сети, а затем тушить водой через верхние вентиляционные отверстия задней стенки (стоять сбоку). Можно вначале набросить на телевизор плотное одеяло, чтобы огонь не переметнулся, например, на шторы, а затем тушить огонь водой или домашним огнетушителем. Надо помнить, что

важно не количество использованной воды, а правильное ее применение.

При пожаре в квартире, если отсутствует огнетушитель, подручными средствами могут быть: плотная ткань (лучше мокрая) и вода. Загоревшиеся шторы нужно сорвать и затоптать или бросить в ванну, заливая водой. Также можно тушить одеяла, подушки. Нельзя открывать окна, так как огонь с поступлением кислорода вспыхивает сильнее. По этой же причине надо очень осторожно открывать комнату, в которой начался пожар.

Когда есть возможность затушить пламя, лучше двигаться против огня, стараясь ограничить его распространение и толкая огонь к выходу или туда, где нет горючих материалов. Наиболее эффективное тушение пламени осуществляется с высоты на уровне огня. Необходимо страховаться веревкой, когда надо идти вдоль коридоров, на крыши, в подвалы и другие опасные места, так как в сильном дыму трудно отыскать дорогу обратно.

Нельзя позволять бежать человеку, на котором загорелась одежда. Его нужно повалить на землю, закутать в покрывало и обильно полить водой. При тушении одежды огнетушители не используются, так как может произойти химический ожог. Необходимо всеми способами защищаться от дыма, являющегося основной причиной гибели людей. Уменьшает задымленность струя распыленной воды, которая охлаждает дым и одновременно осаждает его твердые частицы. В первую очередь это нужно делать там, где могут быть дети. Если это невозможно, нужно уйти из квартиры, закрывая дверь в горящую комнату и квартиру (пламя не только уменьшится без кислорода, но может вовсе погаснуть). Уходя из квартиры надо убедиться в том, что в ней никого не осталось. Дышать нужно через мокрую тряпку. Если есть возможность, легкие надо защищать противогазом или респиратором. По задымленным коридорам передвигаться можно, пригнувшись или ползком, так как внизу меньше дыма. Отправляясь на поиски людей, надо обязательно обвязаться веревкой: кто-то должен страховать спасателя.

*Правильно применяйте средства пожаротушения:*

– для приведения в действие пенного огнетушителя поднимите ручку вверх и доведите ее до отказа, затем переверните огнетушитель. Образовавшуюся струю пены направьте на горящую поверхность (при отсутствии струи встряхните огнетушитель и прочистите спрыск);

– углекислотный огнетушитель направьте раструбом на горящую поверхность, вращая маховичок против часовой стрелки до отказа, откройте запорный вентиль. Выбрасываемой снегообразной массой покры-

вайте горящую поверхность до прекращения горения. Не держите рас-  
труб голой рукой – можно обморозиться;

– для приведения в действие имеющихся в зданиях пожарных кра-  
нов откройте шкафчик, раскатайте в направлении очага пожара рукав,  
соединенный с краном и стволом;

– откройте вентиль поворотом маховичка против часовой стрелки и  
направьте струю воды в очаг горения.

### ***Действия населения и правила поведения при авариях на атомных энергетических установках***

Возникновение аварий на атомных энергетических установках мо-  
жет привести к радиоактивному заражению воздуха и местности, выбро-  
су в атмосферу радиоактивного йода, который представляет серьезную  
опасность для людей и животных. Облако радиоактивного йода может  
распространяться на глубину от 25 до 50 км.

**При оповещении о радиоактивном заражении.** Получив сообще-  
ние об опасности радиоактивного заражения, немедленно наденьте про-  
тивогаз, детей до полутора лет поместите в камеры защитные детские и  
идите в защитное сооружение. Если оно находится далеко и у Вас нет  
противогаза (камеры защитной детской для ребенка), оставайтесь дома.

Включите радиоточку для прослушивания информационных сооб-  
щений штаба гражданской обороны, закройте окна, двери, зашторьте их  
плотной тканью или одеялом, закройте вентиляционные люки, отдуши-  
ны, заклейте щели в оконных рамах.

В течение семи дней ежедневно принимайте по одной таблетке  
(0,125 г) йодистого калия и давайте детям до двух лет 1/4 часть таблетки.  
Таблетки выдаются лечебно-профилактическими учреждениями в пер-  
вые часы после аварии. Можно использовать йодистый калий из аптечки  
индивидуальной АИ-2.

Йодистую настойку можно приготовить самому: 3 – 5 капель 5 %-  
ного раствора йода на стакан воды, детям до двух лет – 1 – 2 капли.

Если по условиям радиационной обстановки дальнейшее пребыва-  
ние людей в данной местности небезопасно, проводится эвакуация насе-  
ления. Следите за сообщениями штаба гражданской обороны. Уточните  
время начала эвакуации, место подачи транспорта. Покиньте квартиру,  
выключите источники электроэнергии, возьмите с собой документы,  
деньги, необходимые вещи, наденьте противогаз или увлажненную ват-  
но-марлевую повязку, накидку или плащ, резиновые сапоги. Предупре-  
дите соседей о начале эвакуации.

Прибыв в безопасный район, пройдите санитарную обработку:

снимите верхнюю одежду, обувь и головной убор, сложите все в полиэтиленовые мешки и сдайте на пункт приема грязного белья, примите душ. Дозиметрический контроль пройдите в начале санитарной обработки и после нее. Незараженные одежду и обувь получите на пункте выдачи чистого белья.

**При проживании на местности с повышенным радиационным фоном.** При авариях на атомных энергетических установках часть населенных пунктов может оказаться в условиях повышенного радиационного фона.

В этой обстановке строго соблюдайте меры радиационной безопасности и санитарной гигиены.

Главную опасность для людей на местности, загрязненной радиоактивными веществами, представляет внутреннее облучение – попадание радиоактивных веществ вовнутрь организма с воздухом при приеме пищи и воды.

Поэтому необходимо защитить органы дыхания от радиационных веществ, подготовить жилище, соблюдать правила поведения.

### ***Правила поведения населения при землетрясениях***

Землетрясения – специфические явления, происходящие в определенных участках земной коры. Они могут происходить как на суше, так и под водой. Для человека очень важно знать, где и когда будет землетрясение. Современная наука располагает сведениями о том, где может быть такое стихийное бедствие той или иной силы, но точно предсказать день и час пока еще не может.

Предвестниками землетрясений, как это уже установлено, могут являться ряд косвенных признаков. В период, предшествующий землетрясению, например, изменяются параметры физико-химического состава подземных вод, что регистрируется специальными приборами геофизических станций. К предвестникам возможных землетрясений следует отнести следующие признаки, которые особенно должно знать население сейсмически опасных районов:

- появление запаха газа в районах, где до этого воздух был чист, и ранее подобное явление не отмечалось;
- беспокойство птиц и домашних животных;
- вспышки в виде рассеянного света зарниц, искрения близко расположенных, но не касающихся друг друга электрических проводов, голубоватое свечение внутренней поверхности стен домов, самопроизвольное загорание люминесцентных ламп незадолго до подземных толчков.

Все эти признаки могут являться основанием для оповещения населения о возможном землетрясении.

Как же нужно действовать в случае оповещения об угрозе землетрясения или появлении его признаков? Прежде всего, необходимо действовать быстро, но спокойно, уверенно и без паники.

При заблаговременном оповещении об угрозе землетрясения, прежде чем покинуть квартиру (дом), необходимо выключить нагревательные приборы и газ, если топились печь – затушить ее; затем нужно одеть детей, стариков и одеться самим, взять необходимые вещи, небольшой запас продуктов питания, документы и выйти на улицу. На улице следует как можно быстрее отойти от зданий и сооружений в направлении площадей, незастроенных участков, строго соблюдая установленный общественный порядок.

Если землетрясение началось неожиданно, когда собраться и выйти из квартиры (дома) не успел, необходимо занять место (встать) в дверном или оконном проеме, а как только стихнут первые толчки землетрясения, следует быстро выйти на улицу.

На предприятиях и учреждениях во время землетрясения все работы прекращаются, производственное и технологическое оборудование останавливается, принимаются меры к отключению тока, снижению давления воздуха, кислорода, пара, воды, газа и т.п.; рабочие и служащие, состоящие в формированиях гражданской обороны немедленно направляются в районы их сбора, остальные рабочие и служащие занимают безопасные места. Если по условиям производства остановить агрегат, печь, технологическую линию, турбину и т.п. в короткое время невозможно, то осуществляется перевод их на щадящий режим работы.

При нахождении во время землетрясения вне квартиры (дома) или места работы, например, в магазине, театре или просто на улице, не следует спешить домой, надо спокойно выслушать указание соответствующих должностных лиц по действиям в создавшейся ситуации и поступать в соответствии с таким указанием. В случае нахождения в общественном транспорте нельзя покидать его на ходу, нужно дожидаться полной остановки транспорта и выходить из него спокойно, пропуская вперед детей, инвалидов, престарелых. Учащиеся старших классов должны помочь дирекции и учителям в поддержании порядка среди школьников младших классов.

Землетрясение может длиться от нескольких мгновений до нескольких суток (периодически повторяющимися подземными толчками). Примерная периодичность толчков и время их возникновения, возможно, будут сообщаться по радио или другими доступными

способами. Следует свои действия соотносить с этими сообщениями.

После землетрясения или даже в процессе его будут вестись работы по оказанию помощи пострадавшим, по ликвидации последствий землетрясения. В первую очередь такие работы будут проводить лица, состоящие в формировании гражданской обороны. Но и остальное население по призыву органов местной власти и органов управления ГО должно принимать участие в первоочередных спасательных и аварийно-восстановительных работах в районах разрушений. При проведении таких работ прежде всего извлекают из-под завалов, из полуразрушенных и горящих зданий людей, которым оказывают первую медицинскую помощь; устраивают в завалах проезды; локализуют и устраняют аварии на инженерных сетях, которые угрожают жизни людей или препятствуют проведению спасательных работ; обрушивают или укрепляют конструкции зданий и сооружений, находящихся в аварийном состоянии; оборудуют пункты сбора пострадавших и медицинские пункты; организуют водоснабжение. Последовательность и сроки выполнения работ устанавливает начальник гражданской обороны объекта, оказавшегося в зоне землетрясения.

Большая помощь со стороны населения может быть оказана медицинским учреждениям и медицинской службе гражданской обороны в поддержании нормальных санитарно-бытовых условий жизни в местах временного расселения (в палаточных городах, антисейсмических зданиях) пострадавшего в результате землетрясения населения. Надо способствовать предупреждению вспышек в таких местах инфекционных заболеваний, являющихся, как правило, спутниками стихийных бедствий. В целях предупреждения возникновения и распространения эпидемий следует строго выполнять все противоэпидемические мероприятия, не уклоняться от прививок и принятия лекарств, предупреждающих заболевания. Необходимо тщательно соблюдать правила личной гигиены и следить за тем, чтобы их выполняли все члены семьи; нужно напоминать об этом соседям, товарищам по работе.

### ***Правила поведения населения при наводнениях***

Тяжелыми стихийными бедствиями являются наводнения. Основными причинами большинства наводнений являются: сильные ливни, интенсивное таяние снегов, речные паводки в результате приливной волны или изменения ветра в устье реки. Особую опасность представляют наводнения, возникающие вследствие оползней и обвалов горных пород, внезапного прорыва дамб или вод озер; они, как правило, сопровож-

даются переносом не только воды, но и практически всех обломочных и рыхлых материалов, и поэтому часто принимают катастрофический характер.

Действия населения при наводнениях осуществляются с учетом времени упреждения наводнения, а также опыта наблюдений прошлых лет за проявлениями этой стихии. Масштабы наводнений, например, вызываемых весенними, летними или осенними паводками, могут прогнозироваться за месяц и более, нагонные наводнения – за несколько часов (до суток).

При значительном времени упреждения наводнения осуществляются мероприятия по возведению соответствующих гидротехнических сооружений на реках и в других местах предполагаемого наводнения, по подготовке и проведению заблаговременной эвакуации населения и сельскохозяйственных животных, по вывозу материальных ценностей из районов возможного затопления.

Об эвакуации на случай наводнения, как правило, объявляется специальным распоряжением комиссии по борьбе с наводнением. Население о начале и порядке эвакуации оповещается по местным радиотрансляционным сетям и местному телевидению; работающие, кроме того оповещаются через администрацию предприятий, учреждений и учебных заведений. Населению сообщаются места развертывания сборных эвакуопунктов, сроки явки на эти пункты, маршруты следования при эвакуации пешим порядком, а также другие сведения, соотносящиеся с местной обстановкой, ожидаемым масштабом бедствия и временем его упреждения.

При наличии достаточного времени население из угрожаемых районов эвакуируется вместе с имуществом.

Эвакуация производится в ближайшие населенные пункты, находящиеся вне зон затопления. Расселение населения осуществляется в общественных зданиях или на жилой площади местных жителей.

На предприятиях и в учреждениях при угрозе затопления изменяется режим работы, а в некоторых случаях работа прекращается. Защита некоторой части материальных ценностей иногда предусматривается на месте, для чего заделываются входы и оконные проемы подвалов и нижних этажей зданий.

В зоне возможных затоплений временно прекращают работу школы и дошкольные учреждения; детей переводят в школы и учреждения, которые находятся в безопасных местах.

В случае внезапных наводнений предупреждение населения производится всеми имеющимися техническими средствами оповещения, в



том числе и с помощью громкоговорящих подвижных установок.

Внезапность возникновения наводнения вызывает необходимость особого поведения и действий населения. Если люди проживают на первом этаже или других нижних этажах, а на улице наблюдается подъем воды, необходимо покинуть квартиры, подняться на верхние этажи, если дом одноэтажный – занять чердачные помещения.

Поиск людей на затопленной территории организуется и осуществляется немедленно, для этого привлекаются экипажи плавающих средств формирований гражданской обороны и все другие имеющиеся силы и средства.

При спасательных работах спасаемым необходимо проявлять выдержку и самообладание, строго выполнять требования спасателей. Нельзя переполнять спасательные средства (катера, лодки, плоты и т.п.), поскольку это угрожает безопасности и спасаемых и спасателей. Попав в воду, следует сбросить с себя тяжёлую одежду и обувь, отыскать поблизости плавающие или возвышающиеся над водой предметы и воспользоваться ими до получения помощи.

Обстановка в районе наводнения может резко осложниться в результате разрушения гидротехнических сооружений. Работы в этом случае проводятся с целью повышения защитных свойств существующих дамб, плотин и насыпей; предупреждения или ликвидации подмыва водой земляных сооружений и наращивания их высоты.

Борьбу с наводнением в период ледохода ведут путём устранения заторов и зажоров, образующихся на реках.

### ***Правила поведения населения при снежных заносах***

Зимнее проявление стихийных сил природы нередко выражается снежными заносами в результате снегопадов и метелей.

Снегопады, продолжительность которых может быть от 1 до 24 часов, сильно влияют на хозяйственную деятельность населения, особенно в сельской местности. Отрицательное влияние этого явления усугубляется метелями (пургой, снежными буранами) при которых резко ухудшается видимость, прерывается транспортное сообщение, как и междугороднее. Выпадение снега с дождем при пониженной температуре и ураганном ветре создает условие для обледенения линий электропередач, связи, контактных сетей, электротранспорта, кровли зданий, различного вида опор и конструкций, вызывая их разрушение.

С объявлением штормового предупреждения-предупреждения о возможных снежных заносах – необходимо ограничить передвижение, особенно в сельской местности, создать дома необходимый запас про-

дуктов, воды и топлива. В отдельных районах с наступлением зимнего периода по улицам, между домами, необходимо натянуть канаты, помогающие в сильную пургу ориентироваться пешеходам и преодолевать сильный ветер.

Особенную опасность снежные заносы представляют для людей, застигнутых в пути, далеко от человеческого жилья. Занесенные снегом дороги, потеря видимости вызывают полную дезориентацию на местности. При следовании автомобильным транспортом не следует пытаться преодолеть снежные заносы, необходимо остановиться, полностью закрыть жалюзи машины, укрыть двигатель со стороны радиатора. Если есть возможность, автомобиль нужно устанавливать двигателем в наветренную сторону. Периодически нужно выходить из автомобиля, разгребать снег, чтобы не оказаться погребенным под ним. Кроме того, не занесенный снегом автомобиль – хороший ориентир для поисковой группы. Двигатель автомобиля необходимо периодически прогревать во избежание его «размерзания». При прогревании автомобиля важно не допустить затекания в кабину (кузов, салон) выхлопных газов, с этой целью важно следить, чтобы выхлопная труба не заваливалась снегом. Если в пути вместе окажется несколько человек (на нескольких автомобилях) целесообразно собраться всем вместе и использовать один автомобиль в качестве укрытия; из двигателей остальных автомобилей необходимо слить воду. Ни в коем случае нельзя покидать укрытие – автомобиль: в сильный снегопад (пургу) ориентиры с первого взгляда, казалось бы надежные, через несколько десятков метров могут быть потеряны.

В сельской местности с получением штормового предупреждения нужно заготовить в необходимом количестве корм и воду для животных, содержащихся на фермах. Скот, содержащийся на отгонных пастбищах, в срочном порядке перегоняется в ближайшие укрытия, заранее оборудованные в складках местности или на стационарные стойбища.

С образованием гололеда масштабы бедствия увеличиваются. Гололедные образования на дорогах затрудняют, а на сильно пересеченной местности и совсем останавливают работу автомобильного транспорта. Передвижения пешеходов затрудняются, а обрушения различных конструкций и предметов под нагрузкой становятся реальной опасностью. В этих условиях необходимо избегать нахождения в ветхих строениях, под линиями электропередач и связи и вблизи их опор, под деревьями.

В горных районах после сильных снегопадов возрастает опасность схода снежных лавин. Об этой опасности население извещается различными предупредительными сигналами, устанавливаемыми в местах

возможного схода снежных лавин и возможных снежных обвалов. Не следует пренебрегать этими предупреждениями, надо строго выполнять их рекомендации.

Для борьбы со снежными заносами и обледенением привлекаются формирования и службы гражданской обороны, а также все трудоспособное население данного района, а при необходимости и соседних районов.

Снегоочистительные работы в городах в первую очередь проводятся на основных транспортных магистралях, восстанавливается работа жизнеобеспечивающих объектов энерго-, тепло-, и водоснабжения. Снег с дорожного полотна удаляют в подветренную сторону. Широко используют инженерную технику, находящуюся на оснащении формирований ГО, а также снегоочистительную технику объектов. Для проведения работ привлекается весь наличный транспорт, погрузочная техника и население.

### *Действия населения при взрывах*

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

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

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

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

Необходимо оказать помощь тем, кто оказался придавлен обломками конструкций. Помочь извлечь людей из завалов. При спасении пострадавших следует соблюдать меры предосторожности от возможного обвала, пожара и других опасностей, осторожно вывести и оказать пострадавшим первую медицинскую помощь, потушить горящую одежду, прекратить действие электрического тока, остановить кровотечение, перевязать раны, наложить шины при переломе конечностей.

#### *При заминировании объектов*

Услышав сообщение об опасности, необходимо отключить свет, газ, воду. Взять с собой документы, деньги, ценные вещи, питание, необхо-

димую одежду. Закрывать окна, двери, об услышанном сигнале сообщить соседям и немедленно покинуть здание – уйти в безопасное место. Следить за дальнейшей информацией органов власти, штаба гражданской обороны.

### ***При бурях, ураганах***

В домах закрыть окна и двери, утеплить помещение в зимнее время, подготовить фонарь, керосиновую лампу или свечи, противопожарные средства, создать запасы продовольствия, воды и топлива. Если стихия застала Вас на улице, искать убежища, оставаться в нем до конца шторма, экономно расходовать силы и тепло, обозначить место своего нахождения. Оказавшись во время стихии и автомобиле, не выходить наружу, если нет уверенности, что рядом находится надежное укрытие.

### ***При смерчах***

Получив предупреждение или заметив резкое усиление ветра, закрепить или убрать в дом или подвал имущество и предметы, находящиеся во дворе. Укрыться в прочных помещениях, не находиться возле окон, выключить электричество, погасить огонь в печах. Находясь на открытом месте, двигайтесь перпендикулярно направлению ветра. Если смерч застал Вас в лесу, в автомобиле – остановитесь и укройтесь в канаве, кювете, прикрыв голову руками, лицом вниз. Опасно укрываться в зоне мостов, различных опор и столбов, легких строений.

### ***При тепловых и солнечных ударах***

При появлении первых признаков перегрева необходимо прекратить работу и перейти в прохладное место или принять душ, умыться, смочить виски и волосы холодной водой, сделать прохладный компресс на лоб и височные части головы, прополоскать рот и горло водой. Обильное употребление воды не рекомендуется. В случае потери сознания проводить реанимационные мероприятия. Симптомы: резкое покраснение кожи, особенно надлобной части, ощущение сухости слизистых оболочек, жажда. Возможна потеря сознания, остановка сердца и прекращение дыхания.

### ***При спасении человека на воде***

Бросить тонущему все, что позволит удержаться на воде: спасательный круг, мяч, палку, доску. Постараться его успокоить, позвать помощь. При оказании помощи учитывать течение воды, направление ветра, расстояние до берега. Прежде чем подплыть к утопающему, Вы должны

убедиться, контролирует ли он свои действия, сможет ли он держаться за Вас, не мешая Вам плыть (держать он должен Вас за плечи, стараясь лежать на спине или животе горизонтально). Если тонущий не контролирует свои действия, то необходимо подплыть к нему сзади, поднырнуть и взять его за волосы, буксировать к берегу, стараясь держать его по возможности на спине для облегчения и исключения возможности утопающему схватить Вас за руки, ноги. Но если такое произошло, то нырните, тонущий инстинктивно Вас отпустит.

### ***Если заблудились в лесу***

Надо немедленно остановиться и обдумать, как выбрать к тому месту, откуда начинался знакомый путь, вспомнить ориентиры: дорогу, реку, озеро, шоссе. Прислушайтесь: шум машины, лай собак, запах дыма помогут Вам найти направление к населенным пунктам или к проезжей части дороги. Вдоль реки необходимо идти по течению, ручей выведет к реке, река – к людям. Если есть возможность, влезть на самое высокое дерево и осмотреть место с высоты. Вспомнить расположение населенного пункта от леса и определить север – юг по приметам, выйти в нужном направлении. Так, муравейники всегда располагаются с южной стороны деревьев, мох – с северной стороны, годовые кольца на спиле пня с южной стороны обычно толще. Ночью можно ориентироваться по Полярной звезде, она всегда «висит» над северным полюсом. По часам и солнцу легко определить направление север – юг. Для этого расстояние между цифрой 12 и часовой стрелкой, направленной в сторону солнца, делят пополам, и если через эту точку и центр часов провести прямую, то ее конец, направленный в сторону солнца, будет показывать юг.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности / Авт.-сост. И.Н.Кузнецов.– М: Изд-во деловой и учебной лит-ры; Мн.: Амалфея, 2002. – 464 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. Э.А. Арустамова.– М.: Дашков и К, 2003. – 496 с.
3. *Борчук Н.И.* Медицина экстремальных ситуаций.– Мн.: Вышэйшая школа, 1998. – 240 с.
4. *Герасимова Т.Ю.* Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. Пособие. – Могилев: Изд-во УО "МГУ им. А.А.Кулешова", 2003. – 123 с.
5. Гражданская оборона. Учебное пособие / Под ред. В.Н. Завьялова. – М.: Медицина, 1989. – 272 с.
6. *Дорошко С.В., Пустовит В.Т., Морзак Г.И.* Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. Учебное пособие в 3-х частях. Ч. 1 Чрезвычайные ситуации и их предупреждение– Мн.: Технопринт, 2005. – 216 с.
7. *Жалковский В.И., Ковалевич З.С.* Защита населения в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие. – Мн.: Мисанта, 1998. – 112 с.
8. *Зазулинский В.Д.* Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях. – М.: Изд. "Экзамен", 2006. – 254 с.
9. *Ковалев В.Н., Самойлов М.В., Кохно Н.П.* Чрезвычайные ситуации и правила поведения населения при их возникновении. Учебное пособие. – Мн.: БГЭУ, 1998. – 157 с.
10. *Маркоцкий Я.Л.* Основы защиты населения в чрезвычайных ситуациях. – Мн.: Вышэйшая школа, 2004. – 206 с.
11. *Постник М.И.* Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях: Учебник. – Мн.: Выш.шк., 2003. – 398 с.
12. *Репин Ю.В.* Безопасность и защита человека в чрезвычайных ситуациях. – М.: Дрофа, 2005. – 191 с.
13. *Савенков В.С.* Радиация. Физические и психологические аспекты. – Мн.: Дизайн-ПРО, 1996. – 176 с.
14. *Саечников В.А., Зеленкевич В.М.* Основы радиационной безопасности. Учебное пособие.– Мн.:БГУ, 2002.– 183 с.
15. *Сантарович В.М.* Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. – Мозырь: Белый Ветер, 2005. – 372 с.
16. *Цибулько В.А., Дайлид Т.В.* Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность: Учебно-методический комплекс. – Мн.: Изд-во МИУ, 2006. – 240 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	5
1.1. Основные определения и термины.....	5
1.2. Классификация ЧС.....	6
2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.....	11
2.1. ЧС природного характера.....	11
2.2. ЧС биологического характера.....	21
2.3. ЧС техногенного характера.....	23
2.4. ЧС экологического характера.....	43
2.5. ЧС социального характера.....	50
2.6. Характеристика возможных ЧС на территории Республики Беларусь и г.Минска.....	57
3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ОЦЕНКА И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.....	66
3.1. Критерии безопасности.....	67
3.2. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций...	71
3.3. Обобщенная оценка чрезвычайных ситуаций.....	86
3.4. Оценка риска для населения от чрезвычайных ситуаций, вызванных авариями на потенциально опасных объектах или стихийными бедствиями.....	96
3.5. Оценка экономического ущерба.....	106
3.6. Интегральная оценка экологических ЧС.....	117
3.7. Основные мероприятия по предупреждению ЧС различного характера.....	120
4. ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ И ДЕЙСТВИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	134
4.1. Оповещение населения об авариях, стихийных бедствиях и других ЧС.....	134
4.2. Правила поведения населения при различных чрезвычайных ситуациях.....	135
ЛИТЕРАТУРА.....	150