

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

*Л.Н. Бердникова*

# **НОКСОЛОГИЯ**

*Курс лекций*

*Рекомендовано учебно-методическим советом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»*

Электронное издание

Красноярск 2019

ББК 20.1я73

Б 48

*Рецензенты:*

*А.А. Шпедт, д-р с.-х. наук, заместитель директора  
по научной работе Красноярского НИИСХ –  
обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН*

*А.И. Карнаухов, канд. техн. наук, доцент кафедры  
ТМП ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет  
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева»*

Б 48 **Бердникова, Л.Н**  
**Ноксология:** курс лекций [Электронный ресурс] / Л.Н. Бердни-  
кова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 321 с.

Рассмотрены опасности, создаваемые избыточными потоками веществ, энергии, информации. Описан современный мир таких опасностей. Сформулированы теоретические основы ноксологии – науки об опасностях.

Предназначено для бакалавров очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» по курсу «Ноксология» Института землеустройства, кадастров и природообустройства.

ББК 20.1я73

© Бердникова Л.Н., 2019

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
МОДУЛЬ 1 .....	8
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЙ МИР ОПАСНОСТЕЙ (НОКСОСФЕРА) ....	8
ЛЕКЦИЯ 1. ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ.....	8
1.1. Взаимодействие человека с окружающей средой .....	8
1.2. Понятие о системах «человек – среда обитания» и «природа – техносфера» .....	17
1.3. Повседневные естественные опасности .....	18
1.4. Опасности стихийных явлений.....	20
1.5. Антропогенные и антропогенно-техногенные опасности.....	32
1.6. Техногенные опасности.....	38
1.7. Влияние на человека опасных и вредных факторов производственной среды .....	40
1.8. Характеристика производственных опасностей и вредностей в сельском хозяйстве .....	43
ЛЕКЦИЯ 2. ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ .....	45
2.1. Воздействие вредных химических веществ на работников .....	46
2.2. Воздействие вибрации на работников .....	49
2.3. Акустический шум .....	52
2.3.1. Инфразвук .....	54
2.3.2. Ультразвук .....	55
2.4. Неионизирующие электромагнитные поля и излучения .....	57
2.4.1. Лазерное излучение .....	59
2.4.2. Ионизирующие излучения .....	61
2.5. Постоянные региональные и глобальные опасности .....	65
2.6. Антропогенное воздействие на атмосферу .....	65
2.6.1. Выбросы в приземный слой атмосферы.....	67
2.6.2. Фотохимический смог .....	69
2.6.3. Кислотные осадки .....	69
2.6.4. Парниковый эффект.....	71
2.6.5. Разрушение озонового слоя .....	73
2.7. Антропогенное воздействие на гидросферу .....	75
2.8. Антропогенное воздействие на литосферу .....	78
ЛЕКЦИЯ 3. ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....	83
3.1. Чрезвычайные локально действующие опасности.....	83
3.2. Электрический ток .....	84

3.3. Механическое травмирование .....	88
3.4. Системы повышенного давления .....	91
3.5. Транспортные аварии .....	92
3.6. Радиационные аварии .....	95
3.7. Химические аварии .....	98
3.8. Пожары и взрывы .....	101
МОДУЛЬ 2 .....	107
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОКСОЛОГИИ .....	107
ЛЕКЦИЯ 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОКСОЛОГИИ .....	107
4.1. Потребность общества в человеко- и природозащитной деятельности .....	107
4.2. Принципы, понятия, цели и задачи ноксологии .....	108
4.3. Параметры состояния жизненного пространства техносферы и представление об опасности .....	111
4.4. Закон толерантности, опасные и чрезвычайно опасные воздействия .....	114
4.5. Поле опасностей в современном мире .....	118
4.6. Качественная классификация (таксономия) опасностей .....	121
ЛЕКЦИЯ 5. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ .....	126
5.1. Количественная оценка и нормирование опасностей .....	126
5.2. Критерии допустимого вредного воздействия потоков .....	127
5.3. Критерии допустимой травмоопасности потоков .....	134
5.4. Концепция приемлемого риска .....	140
5.5. Идентификация опасностей техногенных источников .....	143
5.6. Идентификация выбросов в атмосферный воздух .....	144
5.7. Идентификация энергетических воздействий .....	147
5.8. Идентификация травмоопасных воздействий .....	148
МОДУЛЬ 3. ....	152
ГЛАВА 3. ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОТ ОПАСНОСТИ .....	152
ЛЕКЦИЯ 6. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	152
6.1. Понятие «безопасность объекта защиты» .....	152
6.2. Основные направления достижения техносферной безопасности .....	154
6.3. Опасные зоны на производстве .....	157
6.4. Коллективная и индивидуальная защита работающих и населения от опасностей в техносфере .....	161
6.5. Экобиозащитная техника .....	162

6.6. Устройства для очистки потоков масс от примесей .....	165
6.7. Устройства для защиты от потоков энергии .....	165
6.8. Устройства для защиты от поражения электрическим током.....	167
6.9. Устройства и средства индивидуальной защиты .....	173
<b>ЛЕКЦИЯ 7. ЗАЩИТА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ОТ ОПАСНОСТЕЙ ..</b>	<b>176</b>
7.1. Защита урбанизированных территорий и природных зон от опасного воздействия техносферы (региональная защита) .....	177
7.2. Этапы стратегии по защите от отходов техносферы .....	179
7.2.1. Защита атмосферного воздуха от выбросов.....	182
7.2.2. Защита гидросферы от стоков .....	193
7.2.3. Защита земель и почв от загрязнения .....	197
7.2.4. Защита от энергетических потоков и радиоактивных отходов.....	204
7.2.5. Защита от шума и вибрации.....	208
7.2.6. Защита от теплового загрязнения.....	208
7.2.7. Защита от электромагнитных излучений .....	210
7.3. Защита от чрезвычайных технологических опасностей.....	212
7.4. Экологическая экспертиза.....	221
7.5. Декларация промышленной безопасности.....	224
7.6. Технические регламенты.....	227
7.7. Защита от глобальных опасностей .....	229
7.8. Минимизация антропогенно-техногенных опасностей .....	234
<b>МОДУЛЬ 4 .....</b>	<b>241</b>
<b>ГЛАВА 4. МОНИТОРИНГ ОПАСНОСТЕЙ И ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ РЕАЛИЗОВАННЫХ ОПАСНОСТЕЙ .....</b>	<b>241</b>
<b>ЛЕКЦИЯ 8. МОНИТОРИНГ ОПАСНОСТЕЙ .....</b>	<b>241</b>
8.1. Мониторинг .....	241
8.2. Мониторинг источников опасностей .....	242
8.2.1. Специальная оценка условий труда .....	248
8.2.2. Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний .....	256
8.3. Мониторинг здоровья работающих и населения.....	259
8.4. Мониторинг окружающей среды .....	262
<b>ГЛАВА 5. ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ РЕАЛИЗОВАННЫХ ОПАСНОСТЕЙ .....</b>	<b>269</b>
<b>ЛЕКЦИЯ 9. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКО- И ПРИРОДОЗАЩИТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</b>	<b>269</b>
9.1. Показатели негативного влияния опасностей.....	269
9.2. Потери от опасностей в быту, на производстве и в селитебных зонах.....	273

9.3. Потери от чрезвычайных ситуаций.....	274
9.4. Смертность населения от внешних причин .....	275
9.5. Демографическое состояние России и пути его улучшения .....	278
9.6. Культура безопасности.....	282
9.7. Техносферная безопасность.....	283
9.8. Эра здоровой и продолжительной жизни.....	285
9.9. Стратегия устойчивого развития.....	286
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	291
ТЕСТЫ.....	292
Модуль 1.....	292
Модуль 2.....	296
Модуль 3.....	300
Модуль 4.....	306
ГЛОССАРИЙ.....	312
ЛИТЕРАТУРА.....	319

## ВВЕДЕНИЕ

В XX веке перед человечеством встали задачи повышения уровня безопасности своего существования и сохранения природы в условиях развития техносферы. Это привело к необходимости распознавать, оценивать и прогнозировать опасности, действующие на человека и природу в условиях их непрерывного взаимодействия с техносферой. Стало очевидным, что человеко- и природозащитную деятельность необходимо вести не только в практической области, но и на научной основе, создавая прежде всего теоретические предпосылки к формированию новой области научного знания – ноксологии.

В курсе лекций рассмотрены опасности, создаваемые избыточными потоками веществ, энергии и информации. Описан современный мир таких опасностей. Сформулированы теоретические основы ноксологии – науки об опасностях. Показаны методы и средства защиты от опасностей на местном, региональном и глобальном уровнях. Описаны виды мониторинга опасностей. Дана оценка негативного воздействия реализованных опасностей, сформулированы пути дальнейшего совершенствования человеко- и природозащитной деятельности.

## МОДУЛЬ 1

### ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЙ МИР ОПАСНОСТЕЙ (НОКСОСФЕРА)

#### ЛЕКЦИЯ 1. ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

1.1. Взаимодействие человека с окружающей средой.

1.2. Понятие о системах «человек – среда обитания» и «природа – техносфера».

1.3. Повседневные естественные опасности.

1.4. Опасности стихийных явлений.

1.5. Антропогенные и антропогенно-техногенные опасности.

1.6. Техногенные опасности

1.7. Влияние на человека опасных и вредных факторов производственной среды.

1.8. Характеристика производственных опасностей и вредностей в сельском хозяйстве.

#### **1.1. Взаимодействие человека с окружающей средой**

В истории нашей планеты (со дня ее формирования и до настоящего времени) непрерывно происходили и происходят грандиозные процессы планетарного масштаба, ее преобразующие. С появлением могущественного фактора – человеческого разума – начался качественно новый этап в эволюции органического мира. Благодаря глобальному характеру взаимодействия человека с окружающей средой, он становится крупнейшей геологической силой.

Производственная деятельность человека оказывает влияние не только на направление эволюции биосферы, но определяет и собственную биологическую эволюцию. Специфика среды обитания человека заключается в сложнейшем переплетении социальных и природных факторов. На заре человеческой истории природные факторы играли решающую роль в эволюции. Воздействие природных факторов на современного человека в значительной степени нейтрализуется социальными. В новых природных и производственных условиях человек сегодня нередко испытывает влияние необычных, а иногда

чрезмерных и жестких факторов среды, к которым эволюционно он не готов.

Человек, как и другие виды живых организмов, способен адаптироваться, т. е. приспособливаться к условиям окружающей среды. Адаптацию человека к новым природным и производственным условиям можно охарактеризовать как совокупность социально-биологических свойств и особенностей, необходимых для устойчивого существования организма в конкретной экологической среде.

Жизнь каждого человека можно рассматривать как постоянную адаптацию, но наши способности к этому имеют определенные границы. Также и способность восстанавливать свои физические и душевные силы для человека не бесконечна.

В настоящее время значительная часть болезней человека связана с ухудшением экологической обстановки: загрязнением атмосферы, воды и почвы, недоброкачественными продуктами питания, возрастанием шума.

Приспосабливаясь к неблагоприятным экологическим условиям, организм человека испытывает напряжение, утомление. Напряжение – мобилизация всех механизмов, обеспечивающих определенную деятельность организма человека. В зависимости от величины нагрузки, степени подготовки организма, его функционально-структурных и энергетических ресурсов снижается возможность функционирования организма на заданном уровне, т. е. наступает утомление.

При утомлении здорового человека происходит перераспределение возможных резервных функций организма, и после отдыха вновь появляются силы. Люди способны переносить самые суровые природные условия в течение продолжительного времени. Однако человек, не привыкший к таким условиям, попадающий в них впервые, оказывается в значительно меньшей степени приспособленным к жизни в незнакомой среде, чем ее постоянные обитатели.

Способность адаптироваться к новым условиям у разных людей неодинакова. Так, у многих людей при дальних авиаперелетах, а также при сменной работе возникают такие неблагоприятные симптомы, как нарушение сна, снижение работоспособности. Другие же адаптируются быстро.

Среди людей можно выделить два крайних адаптивных типа. Первый из них – спринтер, характеризующийся высокой устойчивостью к воздействию кратковременных экстремальных факторов

и плохой переносимостью длительных нагрузок. Второй (обратный тип) – стайер.

Интересно, что в северных регионах страны среди населения преобладают люди типа «стайер», что явилось, по-видимому, результатом длительных процессов формирования адаптированной популяции.

Изучение адаптивных возможностей человека и разработка соответствующих рекомендаций имеет в настоящее время важное практическое значение.

Организм человека постоянно находится во взаимодействии с окружающей его средой. Жизнь человека на урбанизированной территории неразрывно связана со следующими этапами деятельности: труд, пребывание в городской среде, использование средств транспорта, пребывание в сфере быта, активный и пассивный отдых.

Совершение всех видов деятельности организма осуществляется за счет потребляемой им химической энергии, содержащейся в биологическом «топливе» – пище.

Совокупность всех химических реакций в организме, необходимых для обеспечения его веществом и энергией, называется обменом веществ. Используют понятия основного обмена и обмена при различных видах деятельности.

Основной обмен характеризуется величиной всех затрат энергии в организме при полном мышечном покое, в стандартных условиях (при комфортной температуре окружающей среды, спустя 12...16 ч после приема пищи, в положении лежа). Эта энергия тратится только на поддержание жизни. Ее расход составляет 4,2 кДж/ч на 1 кг массы тела. Для человека массой 70 кг общие затраты энергии при основном обмене составляют 294 кДж/ч, что соответствует мощности 81,7 Вт. Любое отклонение от этих условий вызывает изменение интенсивности основного обмена. Так, после приема пищи основной обмен возрастает на 10...30 %, а с повышением температуры тела на 1 °С интенсивность основного обмена возрастает в среднем на 5 %. Основной обмен зависит также от эмоционального состояния человека, его пола и возраста.

При напряжении мышц туловища затраты энергии превышают уровень основного обмена на 5...10 %, в положении стоя – на 10...25 %, при вынужденной неудобной позе – на 40...50 %.

Затраты энергии при мышечной работе зависят от ее напряженности и продолжительности. Так, затраты энергии на ходьбу зависят

от скорости передвижения человека и составляют примерно 175, 245 и 315 Вт соответственно при значениях скорости 3, 4 и 5 км/ч. Расход энергии (Вт) при различных видах деятельности (при мышечной работе различной интенсивности):

- сон – от 67,5 до 71,1;
- легкая сидячая работа – от 116,4 до 125;
- легкая физическая работа – от 408,3 до 583,3;
- тяжелая физическая работа – от 583,3 до 875.

При интенсивной интеллектуальной работе потребности мозга в энергии составляют 15...20 % основного обмена. Превышение суммарных энергетических затрат при умственной работе определяется степенью нервно-эмоциональной напряженности. Так, при чтении вслух сидя расход энергии повышается на 48 %, при выступлении с публичной лекцией – на 94 %, у операторов вычислительных машин – на 60...100 %.

Суточные энергозатраты (МДж) зависят от вида деятельности человека:

- работники умственного труда (врачи, педагоги, диспетчеры и др.) – 10,5...11,7;
- работники механизированного труда и сферы обслуживания (медсестры, продавцы, рабочие, обслуживающие автоматы) – 11,3...12,5;
- работники, выполняющие работу средней тяжести (станочники, шоферы, хирурги, полиграфисты, литейщики, сельскохозяйственные рабочие и др.) – 12,5...15,5;
- работники, выполняющие тяжелую работу (лесорубы, грузчики, горнорабочие, металлурги) – 16,3...18.

Отметим, что по закону минимума Ю. Либиха «выносливость организма определяется слабым звеном в цепи его потребностей; его жизненные возможности лимитируются факторами, количество и качество которых близко к необходимому организму минимуму. Дальнейшее снижение или ухудшение этих факторов ведет организм к гибели».

*Теплообразование и температура тела человека.* Нормальная жизнедеятельность человека может осуществляться только при определенных метеорологических условиях: давлении  $P$ , температуре  $T$ , относительной влажности  $\Phi$  ( $\phi$ ) и скорости движения  $W$  окружающего воздуха.

Эти параметры влияют на интенсивность теплообмена тела человека с окружающей средой, в процессе которого отводится вы-

рабатываемая организмом теплота, а температура тела поддерживается на определенном уровне, обеспечивающим нормальное протекание обменных реакций в организме человека. Для человека температурный оптимум близок к температуре тела, составляющей около  $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$ , под которой понимают температуру его внутренних органов или «ядра». Ее величина достаточно стабильна и лишь незначительно изменяется в течение суток и с возрастом. Максимальная величина температуры тела ( $37,0\text{...}37,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) наблюдается в 16–18 часов, минимальная ( $36,0\text{...}36,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) – в 3–4 часа. У пожилых людей температура тела снижается до  $35,0\text{...}36,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Жизнедеятельность организма человека возможна лишь при температуре тела не ниже  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  и не выше  $+43\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Значительная часть энергии, высвобождающейся при окислительно-восстановительном распаде пищи, трансформируется в теплоту, но основное количество теплоты ( $65\text{...}70\text{ }\%$ ) вырабатывается в мышцах. При интенсивной мышечной работе количество выделяемой теплоты повышается до  $90\text{ }\%$  от общей теплопродукции тела человека. Теплопродукция организма зависит не только от интенсивности мышечной работы, но также и от температуры окружающей среды.

В поверхностном слое тела, называемом «оболочкой», толщиной  $2,5\text{ см}$  происходит снижение температуры тканей, вызванное потерей теплоты в окружающую среду. Поэтому температура кожи несколько ниже температуры «ядра». Так, температура кожи лба колеблется в диапазоне  $32,5\text{...}34\text{ }^{\circ}\text{C}$ , груди –  $31\text{...}33,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , кистей рук –  $28,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , пальцев стопы –  $24,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Наибольшее значение температуры кожи наблюдается в подмышечной впадине –  $36,5\text{...}36,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Эту температуру чаще всего и используют для оценки теплового состояния организма человека.

Выделение теплоты в теле человека вызывает нагрев его тканей. Так, количество теплоты, выделяющейся в организме человека, находящегося в состоянии покоя, достаточно для нагрева его тела в течение  $1\text{ ч}$  на  $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а при выполнении им работы средней тяжести – почти на  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ., однако этому препятствует отвод вырабатываемой теплоты в окружающую среду.

Теплообмен тела с окружающей средой осуществляется через кожные покровы, а также в процессе дыхания за счет нагрева вдыхаемого в легкие воздуха и испарения воды с их поверхности. При этом организм использует все существующие в природе механизмы теплообмена: радиационный (лучистый), конвективный и транспи-

рационный (посредством испарения влаги). Поэтому количество отводимой в окружающую среду теплоты можно представить в виде суммы:

$$Q_{\text{отв}} = Q_{\text{к}} + Q_{\text{р}} + Q_{\text{п}} + Q_{\text{д}},$$

где  $Q_{\text{к}}$ ,  $Q_{\text{р}}$ ,  $Q_{\text{п}}$ ,  $Q_{\text{д}}$  – количество теплоты, отводимой за счет конвекции, радиации (излучения), испарения пота и дыхания соответственно, Вт.

Конвективный теплообмен определяется законом Ньютона:

$$Q_{\text{к}} = \alpha_{\text{к}} F_{\text{э}} (t_{\text{пов}} - t_{\text{ос}}),$$

где  $\alpha_{\text{к}}$  – коэффициент теплоотдачи конвекций; при нормальных параметрах микроклимата  $\alpha_{\text{к}} = 4,06 \text{ Вт}/(\text{м} \times ^\circ\text{C})$ ;

$t_{\text{пов}}$  – температура поверхности тела человека (для практических расчетов зимой около  $27,7 \text{ }^\circ\text{C}$ , летом около  $31,5 \text{ }^\circ\text{C}$ );

$t_{\text{ос}}$  – температура воздуха, омывающего тело человека;

$F_{\text{э}}$  – эффективная поверхность тела человека (размер эффективной поверхности тела зависит от положения его в пространстве и составляет приблизительно 50...80 % геометрической внешней поверхности тела человека); для практических расчетов  $F_{\text{э}} = 1,8 \text{ м}^2$ . Значение коэффициента теплоотдачи конвекцией можно определить приближенно как

$$\alpha_{\text{к}} = \lambda / \delta,$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности газа пограничного слоя,  $\text{Вт}/(\text{м} \times ^\circ\text{C})$ ;

$\delta$  – толщина пограничного слоя омывающего газа, м.

Радиационный теплообмен описывается обобщенным законом Стефана-Больцмана:

$$Q_{\text{р}} = C_{\text{пр}} F_{\text{к}} \psi ((T_{\text{к}}/100)^4 - (T_{\text{оп}}/100)^4),$$

где  $C_{\text{пр}}$  – приведенный коэффициент излучения, для практических расчетов  $C_{\text{пр}} \approx 4,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К}^4)$ ;

$F_{\text{к}}$  – площадь поверхности кожи, излучающей лучистый поток,  $\text{м}^2$ ;

$\psi$  – коэффициент облучаемости, зависящий от расположения и размеров поверхностей и показывающий долю лучистого потока, из-

лучаемого поверхностью пламени (на практике применяется равным единице);

$t_K$  – средняя температура кожи, К;

$t_{оп}^{\circ}$  – средняя температура окружающих поверхностей, К.

Количество теплоты, отдаваемое телом человека в окружающую среду при испарении пота, определяется уравнением:

$$Q_{п} = M_{п}r,$$

где  $M_{п}$  – масса испарившегося пота, г/с;

$r$  – скрытая теплота испарения пота, Дж/г (для воды  $r = 2450$  Дж/г).

Данные о потовыделении в зависимости от температуры воздуха и физической нагрузки человека приведены в таблице 1.1.

Количество теплоты, отдаваемой в окружающий воздух с поверхности тела при испарении пота, зависит не только от температуры воздуха и интенсивности работы, выполняемой человеком, но и от скорости движения окружающего воздуха и его относительной влажности, т. е.

$$Q_{п} = f(t_{oc}; V; w; \varphi; J),$$

где  $J$  – интенсивность труда, производимого человеком, Вт.

Таблица 1.1. Количество влаги, выделяемое с поверхности кожи и из легких человека, г/мин

Характеристика выполняемой работы (по Н.К. Витте)	Температура воздуха, °С				
	16	18	28	35	45
Покой, $J = 100$ Вт	0,6	0,74	1,69	3,25	6,2
Легкая, $J = 200$ Вт	1,8	2,4	3,0	5,2	8,8
Средней тяжести, $J = 350$ Вт	2,6	3,0	5,0	7,0	11,3
Тяжелая, $J = 490$ Вт	4,9	6,7	8,9	11,4	18,6
Очень тяжелая, $J = 695$ Вт	6,4	10,4	11,0	16,0	21,0

В процессе дыхания воздух окружающей среды, попадая в легочный аппарат человека, нагревается и одновременно насыщается водяными парами. В технических расчетах можно принимать (с запасом), что выдыхаемый воздух имеет температуру  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  и полностью насыщен.

Испарение пота с поверхности кожи происходит только в том случае, если относительная влажность окружающего воздуха  $\phi < 100\%$ . С уменьшением величины относительной влажности воздуха и с ростом скорости движения воздуха интенсивность испарения пота возрастает.

Таким образом, количество теплоты, отдаваемой телом окружающему воздуху в процессе испарения пота, зависит от температуры  $T_{\text{oc}}$ , его относительной влажности  $\phi$  и скорости движения воздуха  $W$ .

В процессе дыхания окружающий воздух, попадая в легкие человека, нагревается и одновременно насыщается водяными парами. В технических расчетах можно принять, что выдыхаемый воздух имеет температуру  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Объем легочной вентиляции определяется как произведение объема воздуха, вдыхаемого за один вдох,  $\text{м}^3$ .

Частота дыхания человека непостоянна и зависит от состояния организма и его физической нагрузки. В состоянии покоя она составляет 12...15 вдохов-выдохов в минуту, а при тяжелой физической нагрузке – 20...25. Полный объем легких человека составляет 4...4,5 л, однако в процессе жизнедеятельности он не используется полностью, так как это требует больших затрат энергии на работу грудных мышц. Объем легких, используемый при дыхании, зависит от интенсивности выполняемой человеком работы.

В состоянии покоя объем вдыхаемого воздуха составляет около 0,5 л, а при выполнении тяжелой работы он увеличивается до 1,5...1,8 л. Вклад каждого из представленных выше механизмов теплообмена в процесс теплоотдачи от тела человека в окружающую среду зависит от метеорологических условий и интенсивности выполняемой работы. Так, в состоянии покоя при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  на долю излучения приходится 50...65 %, испарения пота – 20...25 %, конвекции – 15 %, дыхания – 5 %. При изменении температуры, относительной влажности и скорости движения окружающего воздуха это соотношение меняется.

Нормальное тепловое состояние организма человека, называемое тепловым комфортом, наблюдается при условии, когда вся выраба-

тываемая организмом теплота  $Q_{\text{выр}}$  передается телом окружающей среде, т. е. выполняется равенство

$$Q_{\text{выр}} = Q_{\text{отв}},$$

где  $Q_{\text{отв}}$  – отводимая теплота.

Нарушение этого равенства вызывает изменение теплового ощущения человека. При  $Q_{\text{выр}} > Q_{\text{отв}}$  теплота накапливается в теле человека, его температура повышается и человеку жарко, при  $Q_{\text{выр}} < Q_{\text{отв}}$  возникает дефицит теплоты в теле человека, его температура падает и человеку холодно.

*Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека.* Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность. Например, понижение температуры и повышение скорости движения воздуха способствуют усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма.

При повышении температуры воздуха возникают обратные явления. Установлено, что при температуре свыше 25 °С работоспособность человека начинает снижаться.

Для человека определены максимальные значения допустимой температуры в зависимости от длительности их воздействия и используемых средств защиты. Переносимость организмом человека высоких температур зависит от влажности и скорости движения воздуха.

Высокая влажность воздуха уменьшает скорость испарения пота, что ухудшает теплоотдачу с поверхности кожи и ведет к перегреву тела человека. Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность воздуха при  $T_{\text{oc}} > 30$  °С, когда практически вся теплота, вырабатываемая в теле человека, отдается в окружающую среду за счет испарения пота.

Интенсивное потовыделение при высоких температурах приводит к обезвоживанию организма. Обезвоживание на 6 % влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения, обезвоживание на 15...20 % приводит к смертельному исходу.

Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей, микроэлементов и водорастворимых витаминов (С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>). При неблагоприятных условиях потери жидкости организмом могут достигать 8...10 л за смену. При этом потери соли NaCl

(ее концентрация в поте составляет 0,3...0,6 %) достигают 40 г, что составляет почти 30 % ее общего количества в организме. Потери соли крайне опасны для организма.

Длительное воздействие высокой температуры особенно в сочетании с повышенной влажностью может привести к значительному накоплению теплоты в организме и развитию его перегревания выше допустимого уровня – гипертермии – состоянию, при котором температура тела поднимается до 38...39 °С.

При гипертермии и, как следствие, тепловом ударе наблюдаются головная боль, головокружение, общая слабость, искажение цветового восприятия, сухость во рту, тошнота, рвота, обильное потовыделение, учащение пульса и дыхания, а также бледность, синюшность, зрачки расширены, временами возникают судороги, потеря сознания. Предельная температура вдыхаемого воздуха, при которой человек в состоянии дышать в течение нескольких минут без специальных средств защиты, около 116 °С.

## **1.2. Понятие о системах «человек – среда обитания» и «природа – техносфера»**

В процессе эволюционного развития мира совершенствовался человек, нарастала численность населения Земли и уровень ее урбанизации, изменялись общественный уклад и социальная основа общества. Увеличивались освоенные территории и степень освоения человеком недр. Естественная природная среда испытывала все возрастающее влияние человеческого сообщества. Появились искусственно созданные человеком бытовая, городская и производственные среды. Человек и среда обитания непрерывно находятся во взаимодействии, образуя постоянно действующую систему «человек – среда обитания». С возникновением техносферы образовалась постоянно действующая система «природа – техносфера».

**Среда обитания** – окружающая человека среда, обусловленная совокупностью факторов (физических, химических, биологических информационных, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье и потомство.

В ноксологии используют ряд установившихся понятий. К ним прежде всего относят понятие совокупности систем «человек – техносфера» и «природа – техносфера». Эти системы используют для

описания процессов негативного взаимодействия человека (коллектива людей, населения города, региона, страны, планеты, (далее – человека) с окружающей его техносферой и для описания взаимодействия природы с техносферой. В современном мире для человека существует два полярных вида среды обитания – природная (биосфера) и техносфера (производственная, селитебная и бытовая). Последняя наиболее характерна. Для описания негативного влияния техносферы на природу используют совокупность систем «природа – техносфера».

Обусловленные техногенными причинами выбросы различных загрязнителей и энергетическое загрязнение окружающей среды (шум, вибрация, электромагнитное излучение, тепловое загрязнение и др.) за несколько лет создают неоаномалии среды обитания человека (природной, городской, промышленной, бытовой) с повышенной частотой заболеваний и смертностью, с деградацией окружающей природной среды. Радиус действия таких неоаномалий может составлять 5–8 км, иногда влияние этой области распространяется на 40–50 км и более.

Для обеспечения безопасности человека и сохранности природной среды устанавливают пороговые или предельно допустимые значения потоков воздействия.

Различают простые и сложные факторы воздействия. К простым относят температуру воздуха, атмосферное давление, температуру нагретых поверхностей, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, магнитное поле, электрический ток, звук, микроорганизмы и т. д. К сложным относят взрывы, пожары, горение, землетрясения, наводнения, вулканы, сели, снежные лавины, туман, осадки, гололед, магнитные бури, оползни, цунами, ураганы, смерчи, панику, суициды и др. Фактор внешней среды может превратиться в опасность в результате роста величины (например, температуры, электрического напряжения), накопления малых воздействий в течение длительного времени – кумулятивный эффект (например, ионизирующее излучение) и совместного воздействия нескольких факторов.

### **1.3. Повседневные естественные опасности**

К повседневным абиотическим факторам относят климатические (атмосферные) факторы (температура и влажность воздуха, скорость ветра, атмосферное давление, газовый состав воздуха, осадки, прозрачность атмосферы, солнечное излучение и др.); факторы водной среды (температура воды, ее состав, кислотность и др.); почвенные

(состав, кислотность, температура и др.) и топографические (высота над уровнем моря, крутизна склона и др.).

Температура воздуха и солнечное излучение – наиболее важные абиотические факторы. От температуры зависят обмен веществ и жизнь организмов, их географическое распространение. Самая низкая температура – минус 89,2 °С зафиксирована 21 июля 1983 г. в Антарктиде. Самым холодным обитаемым местом в мире считается село Оймякон (Якутия, Россия). В 1933 г. здесь фиксировалась температура минус 68 °С. Самая высокая температура в тени – плюс 58 °С зафиксирована 13 сентября 1922 г. в Ливии.

Организм человека имеет ряд естественных систем, обеспечивающих его защиту при воздействии опасных и вредных факторов среды:

1) иммунная система для защиты от болезнетворных микроорганизмов. Она обеспечивает невосприимчивость к воздействию биологических и части химических факторов в результате врожденного или приобретенного (вследствие перенесенной болезни) иммунитета. Введением ослабленных возбудителей (прививками) создают такой же приобретенный иммунитет без существенных проявлений болезни, что широко используется для профилактики ряда опасных инфекций (например, оспы);

2) система покровных тканей, прежде всего, кожа, защищающая внутренние органы от комплекса физических (например, электротока) и химических факторов;

3) система обеспечения постоянства внутренней среды организма – гомеостаза, к которой относится, например, система терморегуляции. Она обеспечивает возможность трудовой деятельности в экстремальных климатических условиях – от экватора до Антарктиды, на что, кстати, не способно ни одно животное.

Реальные температурные условия пребывания человека в атмосферном воздухе могут изменяться в широких пределах: от –30 °С и ниже (работа на открытых площадках в зимних условиях) до +40 °С и выше при пребывании в условиях жаркого климата.

Установлено, что при достижении температурного уровня в 27...28 °С эффективность работы человека снижается, а число ошибок возрастает. Нижняя граница допустимого температурного уровня +18 °С. Известно также, что при температуре +13 °С несчастные случаи на производстве происходят на 34 % чаще, чем при 18 °С.

Солнечное излучение, представляющее собой электромагнитные волны различной длины, также крайне значимо для живой природы и человека. Оно является основным внешним источником энергии, определяет продолжительность светового дня. Его видимый диапазон излучения обеспечивает непосредственную связь организма с окружающим миром, давая до 90 % информации о нем. Но современному человеку не хватает дневного естественного света. Значительная часть работы и отдыха человека протекает при искусственном освещении.

Отклонения температуры атмосферного воздуха от допустимой и недостаточная освещенность поверхностей солнечным излучением сопровождаются возникновением естественных опасностей, действующих на человека. Отклонения иных абиотических факторов также могут стать причиной возникновения естественных опасностей, но их проявление возникает, как правило, реже и менее значимо для жизнедеятельности.

#### **1.4. Опасности стихийных явлений**

В условиях современной техносферы возможно негативное воздействие стихийных явлений. К ним относят землетрясения; наводнения; штормовые ветры, снежные метели и заносы; оползни; карстовые явления; процессы просадки и провалы, грозы и т. п.

*Землетрясения.* Наибольшее воздействие землетрясения оказывают на здания и сооружения, которые подразделяют на три типа:

А – здания из рваного камня, сельские постройки, дома из кирпича сырца, глинобитные дома;

Б – кирпичные дома, здания крупноблочного типа, здания из естественного тесаного камня;

В – здания панельного типа, каркасные железобетонные здания, деревянные дома хорошей постройки.

При этом регламентируют пять степеней повреждения зданий и сооружений:

1 – легкие повреждения: тонкие повреждения в штукатурке и откалывание небольших ее кусков;

2 – умеренные повреждения: небольшие трещины в стенах, откалывание довольно больших кусков штукатурки, падение кровельных черепиц, трещины в дымовых трубах и падение частей дымовых труб;

3 – тяжелые повреждения: глубокие и сквозные трещины в стенах, падение дымовых труб;

4 – разрушения: обрушения внутренних стен и стен заполнения каркаса, проломы в стенах, обрушение частей зданий, разрушение связей между отдельными частями зданий;

5 – обвалы: полное разрушение зданий.

В таблице 1.2 приведена краткая характеристика воздействия землетрясений на объекты техносферы. Интенсивность землетрясений оценивается по 12-балльной шкале.

Таблица 1.2 – Характеристика землетрясений

Балл	Вид землетрясения	Характеристика воздействия землетрясения
1	2	3
1	Незаметное сотрясение почвы	Отмечается только сейсмическими приборами
2	Очень слабые толчки	Отмечаются сейсмическими приборами. Ощущаются отдельными людьми, находящимися в покое
3	Слабое	Легкое раскачивание висячих ламп, открытых дверей
4	Умеренное	Распознается по легкому дребезжанию оконных стекол, скрипу дверей и стен
5	Довольно сильное	Под открытым небом ощущается многими, внутри домов – всеми. Общее сотрясение стен здания, колебание мебели. Маятники часов останавливаются. Появляются трещины в оконных стеклах и штукатурке
6	Сильное	Ощущается всеми. Многие в испуге выбегают на улицу. Висящие на стенах предметы падают. Появляются повреждения 1-й степени в отдельных зданиях типа Б и во многих зданиях типа А; в отдельных зданиях типа А – повреждения 2-й степени
7	Очень сильное	Сильно качаются подвешенные предметы, сдвигается мебель. Во многих зданиях типа В – повреждения 1-й степени и в отдельных – 2-й степени. Во многих зданиях типа А повреждения 3-й степени и в отдельных – 4-й степени. Трещины в каменных оградах. Образуются оползни берегов рек

1	2	3
8	Разрушительное	Сильные повреждения зданий. Во многих зданиях типа В повреждения 2-й степени и в отдельных 4-й степени. Во многих зданиях типа Б повреждения 3-й и в отдельных – 4-й степени. Во многих зданиях типа А повреждения 4-й степени и в отдельных 5-й степени. Памятники и статуи сдвигаются с места и опрокидываются. Возникают трещины на крутых склонах и сырой почве
9	Опустошительное	Всеобщие повреждения зданий. Во многих зданиях типа В – повреждения 3-й, в отдельных – 4-й степени. Во многих зданиях типа Б повреждения 4-й, в отдельных – 5-й степени. В большинстве зданий типа А повреждения 5-й степени. Памятники и колонны опрокидываются
10	Уничтожающее	Всеобщее разрушение зданий. Появляются трещины в почве, иногда до 1 м шириной. Дороги деформируются. Образуются оползни и обвалы со склонов. Разрушаются трубопроводы, ломаются деревья
11	Катастрофическое	Появляются широкие трещины в поверхностных слоях земли, многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома почти разрушаются. Железнодорожные рельсы сильно искривляются и выпучиваются
12	Сильно катастрофическое	Изменения в почве достигают огромных размеров. Образуются многочисленные трещины, обвалы, оползни. Возникают водопады, подпруды на озерах, отклоняются течения рек. Все здания и сооружения полностью разрушаются. Растительность и животные гибнут от обвалов

*Наводнения.* Наводнением называют затопление водой значительной местности в результате подъема уровня воды в реке, водохранилище, озере или море, вызванное обильным притоком воды в период снеготаяния или ливней, «ветровых» нагонов, при заторах, зажорах, прорывах плотин.

В зависимости от причин возникновения различают шесть основных типов наводнений.

*Половодье* – периодически повторяющийся относительно продолжительный подъем уровня воды в реках, вызываемый обычно весенним таянием снега на равнинах или дождевыми осадками, а также весенне-летним таянием снега в горах; его следствием является затопление низких участков местности.

*Паводок* – интенсивный периодический, сравнительно кратковременный подъем уровня воды в реке, вызываемый обильными дождями, ливнями, иногда быстрым таянием снега при зимних оттепелях. *Затор* – нагромождение льдин во время весеннего ледохода в сужениях и излучинах русла реки, стесняющее течение и вызывающее подъем уровня воды в месте скопления льда и некоторых участках выше него.

*Зажор* – скопление рыхлого ледового материала во время ледостава (в начале зимы) в сужениях и излучинах русла реки, вызывающее подъем уровня воды на некоторых участках выше него.

*Ветровой нагон* – подъем уровня воды, вызванный воздействием ветра на водную поверхность, случающийся обычно в морских устьях крупных рек, а также на наветренном берегу больших озер, водохранилищ и морей.

Основным поражающим фактором наводнения является поток воды, характеризующийся высокими уровнями, а при прорывах плотин и паводках – также значительными скоростями течения. Дополнительными поражающими факторами при заторах являются навалы больших масс льда и их давление на береговые сооружения, а также низкая температура воды.

По повторяемости, размерам (масштабам) и наносимому суммарному ущербу наводнения делят на четыре группы: низкие, высокие, выдающиеся и катастрофические. Низкие (малые) наводнения наблюдаются в основном на равнинных реках и имеют повторяемость примерно один раз в 5–10 лет; при их возникновении затопляются сельскохозяйственные угодья, расположенные в поймах. Эти наводнения наносят небольшой материальный ущерб и почти не нарушают ритма жизни населения.

Высокие наводнения сопровождаются значительным затоплением территорий и охватывают большие земельные участки речных долин и низин. Они существенно нарушают хозяйственный и бытовой уклад населения, вызывают необходимость частичной эвакуации людей и животных, наносят ощутимый материальный ущерб. Происходят один раз в 20–25 лет.

Выдающиеся наводнения охватывают целые речные бассейны, парализуют хозяйственную деятельность и нарушают бытовой уклад населения на больших территориях, наносят большой материальный ущерб. Они обычно приводят к необходимости массовой эвакуации населения и материальных средств из зоны затопления и проведения, специальных мер по защите наиболее важных хозяйственных объектов. Происходят один раз в 50–100 лет.

При катастрофических наводнениях затапливаются значительные территории в пределах одной или нескольких речных систем. В зоне затопления полностью парализуется хозяйственная и производственная деятельность населения. Такие наводнения приводят к гибели людей и огромным материальным потерям. Они происходят один раз в 100–200 лет.

Об одном из самых известных наводнений рассказывается в Книге Бытия. Здесь, по-видимому, в гиперболической форме отражены события, произошедшие за 3000 лет до н. э. В то время река Евфрат затопила обширную территорию, включая город Ур, находившийся в южной части Месопотамии. Разрушения, причиненные рекой, были настолько сильными, что память о них передавалась из поколения в поколение и вошла в одну из книг Библии.

Подъем уровня воды в реках, озерах или водохранилищах зависит от условий формирования стока воды при движении ее по поверхности суши или подземным путем в процессе круговорота воды в природе.

*Занос снежный* – это гидрометеорологическое бедствие, связанное с обильным выпадением снега, при скорости ветра свыше 15 м/с и продолжительности снегопада более 12 часов.

Зимой при прохождении циклонов возникают метели. В соответствии с силой ветра метели делят на пять категорий: слабые, обычные, сильные, очень сильные, суперсильные.

*Метель* – перенос снега ветром в приземном слое воздуха. Различают поземку, низовую и общую метель. При поземке и низовой метели происходит перераспределение ранее выпавшего снега, при общей метели, наряду с перераспределением, происходит выпадение снега из облаков. Снежные заносы и метели типичны для Приморского, Хабаровского краев, Сахалина, Камчатки, Курильских островов и других районов России. Их опасность для населения заключается в

заносах дорог, населенных пунктов и отдельных зданий. Высота заноса может быть более 1 м, а в горных районах – до 5–6 м. Возможно снижение видимости на дорогах до 20–50 м, а также частичное разрушение легких зданий и крыш, обрыв воздушных линий электропередачи и связи.

Таблица 1.3 – Интенсивность метели по снегопереносу

Интенсивность	Скорость ветра, м/с	Максимальный снегоперенос, кг/(м с)
Слабая	6–10	До 0,2
Обычная	10–20	До 0,4
Сильная	20–30	До 1,2
Очень сильная	30–40	До 2,0
Сверхсильная	40–90	Более 2,0

В зависимости от того, как снег переносится ветром, различают несколько видов метели: верховая, низовая и общая.

Для людей большую опасность представляют сильные метели в тот момент, когда они находятся вне населенных пунктов на открытой местности.

Для визуальной оценки скорости ветра по его действию на наземные предметы или по волнению на море в 1806 г. английский адмирал Ф. Бофорт разработал условную шкалу. В 1963 г. Всемирная метеорологическая организация уточнила эту шкалу (см. табл. 1.4).

Ветровые движения атмосферного воздуха происходят почти параллельно земной поверхности, поэтому под скоростью ветра подразумевается горизонтальная составляющая ветрового движения.

Воздействие ветра небезопасно, поэтому его приходится учитывать в повседневной жизни. Так, на Камчатке при скорости ветра 30 м/с и более, по распоряжению местных органов, прекращают работу школьные учреждения, детские сады и ясли, а при ветре более 35 м/с не выходят на работу женщины. При проектировании сооружений предусматривают, чтобы они могли противостоять самым сильным ветрам. Для территории России максимальное значение скорости ветра при проектировании зданий и сооружений принято 37,3 м/с или 134 км/ч, что соответствует силе ветра в 12 баллов.

Таблица 1.4. – Шкала для визуальной оценки силы ветра

Балл	Скорость ветра, м/с	Словесная характеристика	Действие ветра
1	2	3	4
0	0...0,2	Штиль	Полное отсутствие ветра. Дым из труб поднимается вертикально. Море зеркально гладкое
1	0,3...1,5	Тихий	Ветер еще не приводит в движение флюгер, но уже относит дым. На море появляется рябь, но пены на гребнях нет
2	1,6...3,3	Легкий	Ветер ощущается лицом. Шелестят листья. Флюгер приходит в движение. Гребни на волнах не опрокидываются
3	3,4...5,4	Слабый	Непрестанно колышутся листья и тонкие ветви деревьев. Развеваются легкие флаги. Гребни волн, уже хорошо выраженных, опрокидываясь, образуют стекловидную пену. Изредка возникают маленькие белые барашки
4	5,5...7,9	Умеренный	Ветер поднимает пыль и бумажки, приводит в движение тонкие ветви деревьев. Волны на море удлиненные, белые барашки видны во многих местах
5	8,0...10,7	Свежий	Качаются тонкие стволы деревьев. Волны на море еще не очень крупные, но повсюду видны белые барашки
6	10,8...13,8	Сильный	Качаются толстые сучья деревьев, гудят телефонные провода. На море образуются крупные волны. Белые пенистые гребни занимают значительные площади
7	13,9...17,1	Крепкий	Качаются стволы деревьев. Идти против ветра трудно. На море волны громоздятся, гребни срываются, пена ложится полосами по ветру
8	17,2...20,7	Очень крепкий	Ветер ломает сучья деревьев, идти против ветра очень трудно. Волны на море – умеренно высокие, длинные
9	20,8...24,4	Шторм	Ветер срывает черепицу и дымовые колпаки. Волны на море высокие и широкими плотными полосами ложатся по ветру. Гребни волн опрокидываются и рассыпаются в брызги. Ухудшается видимость

1	2	3	4
10	24,5...28,4	Сильный шторм	Ветер разрушает строения, с корнем вырывает деревья. Волны очень высокие с загибающимися вниз гребнями. Сильный грохот волн подобен ударам. Поверхность моря белая от пены, которую ветер выдувает большими хлопьями
11	28,5...32,6	Жестокий шторм	Волны на море настолько высоки, что судна среднего размера временами скрываются из вида. Края волн повсюду сдуваются в пену. На суше такой ветер наблюдается редко
12	32,7 и более	Ураган	Море все покрыто полосами пены. Воздух наполнен пеной и брызгами. Видимость очень плохая

*Примечание. Резкое кратковременное усиление ветра до 20 м/с и более называется шквалом.*

Более устойчивы в этом отношении блочные бетонные здания с фундаментом из бетонных и железобетонных блоков и плит. Такие здания с заполненными водой подвалами длительно сохраняют общую устойчивость.

Вторичными последствиями наводнений являются загрязнения воды и местности веществами из разрушенных и затопленных хранилищ, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, массовые заболевания людей и животных, аварии на транспортных и инженерных коммуникациях, оползни, обвалы и даже изменения ландшафта.

*Циклон* – это замкнутая область атмосферного возмущения с пониженным давлением в центре и вихревым движением воздуха. Разрушительное действие циклонов определяется дождевыми осадками (снегом) и скоростным напором ветра. Согласно строительным нормам, максимальное нормативное значение ветрового давления для территории России составляет 0,85 кПа, что при нормальной плотности воздуха 1,22 кг/м<sup>3</sup> соответствует скорости ветра 37,3 м/с. Однако, как показывает практика, далеко не все сооружения выдерживают ветер даже меньшей силы. Велика также разрушительная сила ударов от предметов, уносимых сильными ветрами.

*Оползни.* Смещения на более низкий уровень масс горных пород по склону под воздействием собственного веса и дополнительной

нагрузки называются оползнями. Главными причинами их возникновения являются подмыв склона, его переувлажнение, сейсмические толчки и хозяйственная деятельность человека.

В результате одного или нескольких из указанных факторов нарушается равновесие склона, и он приходит в скользящее движение, которое продолжается до достижения склоном нового равновесного состояния. При этом перемещаются значительные массы пород, что может привести к катастрофическим последствиям и приобрести характер стихийного бедствия.

Оползни могут разрушать отдельные объекты и подвергать опасности целые населенные пункты, выводить из оборота сельскохозяйственные угодья, создавать опасность при эксплуатации карьеров, повреждать транспортные коммуникации, трубопроводы, энергетические сети и угрожать плотинам. Оползни образуются как на естественных склонах, так и в искусственных земляных сооружениях с крутыми откосами.

Большую часть потенциальных оползней можно предотвратить, если своевременно и качественно осуществить комплекс мероприятий, направленных на контроль, прогнозирование и предотвращение возникновения оползневых процессов.

*Карстовые явления.* Они проявляются в процессе растворения, выщелачивания или механического размывания пород грунта подземными водами, в результате чего в толще земли образуются пустоты, пещеры, вертикальные воронки и колодцы, а на поверхности земли создаются просадки и провалы. Карст образуется только при наличии в толще земли легко размываемых пород – известняков, доломитов, мела, гипса, а также некоторых рыхлых пород, как, например, лесса.

Образующиеся вследствие карстовых явлений на поверхности земли просадки и провалы изменяют естественный рельеф, создавая неровности с колодцами и воронками. Просадки и провалы вызывают разрушение зданий, коммуникаций и инженерных сооружений. Наличие карстовых явлений, возможность и вероятность возникновения просадок и провалов на поверхности земли, отсутствие уверенности в стабильности рельефа усложняют градостроительное использование территорий и приводят к планировочным ограничениям в жилой и промышленной застройке.

*Просадки и провалы.* Помимо рассмотренных карстовых явлений, на ряде территорий России и даже в некоторых городах наблюдаются просадки, а иногда провалы грунта.

Просадки представляют собой незначительные вертикальные смещения поверхности территории, возникающие в результате уплотнения грунта. При провалах вертикальные смещения грунта достигают нескольких десятков метров (до 50 м и более). Явление просадочности может быть вызвано двумя факторами: хозяйственная деятельность человека и свойства некоторых горных пород.

Провалы обычно возникают вследствие образовавшихся в земных недрах пустот, нарушивших равновесие окружающих пород (подземные выработки полезных ископаемых). Просадки и провалы в районах горных подземных выработок имеют место в Свердловской области, Кузбассе и других районах России.

Многие города и рабочие поселки расположены на территориях с подземными выработками, осуществляемыми при добыче полезных ископаемых. В своем развитии выработки часто оказываются непосредственно под территорией города. В местах горных выработок равновесие в породах над выработками нарушается, происходит сдвиг и прогиб пластов, их обрушение и, как следствие, поверхность земли над выработками оседает, а иногда даже проваливается. Образование просадок и провалов зависят от геологических условий, глубины и размеров выработок. Так, близость к поверхности земли, большая ширина выработки и малая плотность породы в кровле способствуют быстрому образованию провалов, значительных по площади и глубине. Выработки, пройденные даже на сравнительно большой глубине, не могут считаться безопасными, хотя на поверхности земли просадки проявляются через сравнительно длительный срок.

*Грозы.* Гроза – атмосферное явление, при котором внутри облаков или между облаком и земной поверхностью возникают электрические разряды – молнии, сопровождаемые громом. Как правило, гроза образуется в мощных кучево-дождевых облаках и связана с ливневым дождем, градом и шквальным усилением ветра.

Гроза относится к одним из самых опасных и распространенных для человека природных явлений, по количеству зарегистрированных смертных случаев только наводнения приводят к большим людским потерям. На всей Земле ежегодно проходит порядка 16 млн гроз и

каждую секунду сверкает около 100 молний. Разряд молнии чрезвычайно опасен. Он может вызвать разрушения, пожары и гибель людей.

Одновременно на Земле действует около полутора тысяч гроз, средняя интенсивность разрядов оценивается как 46 молний в секунду. По поверхности планеты грозы распределяются неравномерно. Над океаном гроз наблюдается приблизительно в десять раз меньше, чем над континентами. В тропической и субтропической зоне (от 30° северной широты до 30° южной широты) сосредоточено около 78 % всех молниевых разрядов. Максимум грозовой активности приходится на Центральную Африку. В полярных районах Арктики и Антарктики и над полюсами гроз практически не бывает. Интенсивность гроз следует за солнцем: максимум гроз приходится на лето (в средних широтах) и дневные послеполуденные часы. Минимум зарегистрированных гроз приходится на время перед восходом солнца. На грозы влияют также географические особенности местности: сильные грозовые центры находятся в горных районах Гималаев и Кордильер.

Оценка опасности воздействия молнии основана на статистике частоты гроз с опасными молниями в данном районе и носит вероятностный характер. Такая оценка в середине 1980-х годов была проделана для Москвы по результатам наблюдений 11 метеорологических станций. Для расчетов было введено понятие грозового сезона, в который вошли четыре месяца с мая по август – 123 дня.

Грозу следует ожидать во второй половине дня, скорее всего с 12 до 18 часов местного времени. Немного реже она бывает в 21 час и в 3 часа ночи. С 5 до 8 часов утра гроза маловероятна, но в первой половине дня ее вероятность возрастает в 10 с лишним раз.

Существует два вида воздействия молнии на объекты: воздействие прямого удара молнии и воздействие вторичных проявлений молнии. Прямой удар сопровождается выделением большого количества теплоты и вызывает разрушение объектов и воспламенение паров легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), различных сгораемых материалов, а также сгораемых конструкций зданий и сооружений.

Под вторичным проявлением молнии подразумеваются явления, которые сопровождаются проявлением разности потенциалов на металлических конструкциях, трубах и проводах внутри зданий, не подвергшихся прямому удару молний. Высокие потенциалы, наведенные молнией, создают опасность искрения между конструкциями и оборудованием. При наличии взрывоопасной концентрации паров, газов или пыли сгораемых веществ это приводит к воспламенению или взрыву.

Как следует из рассмотренного выше, многие стихийные процессы и явления, возникающие в природе, часто сопровождаются их негативным взаимодействием с объектами техносферы (разрушение зданий, транспортных магистралей, взрывы и возгорания сооружений, прорыв плотин и т. п.). В этих случаях воздействие естественных опасностей на людей и окружающую среду, как правило, усиливается и поэтому их суммарное влияние целесообразно называть естественно-техногенным, а возникшие при этом опасности – естественно-техногенными.

Следует отметить устойчивую тенденцию к росту количества землетрясений в период 1998–2017 гг. В 1,5–2 раза может возрасти число разрушительных землетрясений уже в 2018 г. Несмотря на то, что, начиная с 1955 г., общее количество тропических ураганов уменьшается, их мощность систематически увеличивается. Так, в период с 1975 по 1989 гг. по всей Земле отмечен 171 ураган максимальной мощности, в то время как в период с 1990 по 2004 гг. их количество увеличилось до 269.

В 2017 г. Землю всколыхнула череда разрушительных землетрясений и ураганов, которые унесли тысячи жизней. Одни регионы страдали от пожаров, которые выжигали даже города, в других регионах люди насмерть замерзли от аномального холода. По словам ученых, так природа реагирует на глобальное потепление.

Статистика ураганов в России сообщает, что подобные стихии здесь случаются не слишком часто. Российские ураганы приводят к значительно меньшим разрушениям, чем, например, в США. Чаще всего подобная стихия обрушивается на северные регионы: Хабаровский край, Сахалин, Камчатку и Чукотку. В 2016 и 2017 гг. произошли ураганы в Оренбургской области. Статистика утверждает, что погибших не было. Повреждениям подверглись девять жилых домов. С них были сорваны крыши. Также произошел обрыв проводов.

В 2014 г. ураган в Башкирии привел к разрушению более сотни домов. Погибло двое мужчин пожилого возраста. В июне 2017 г. прошел ураган в Татарстане. Он нанес большой ущерб Республике. Были повреждены дома, вырваны с корнем деревья и опоры ЛЭП. В 2015 г. прошел разрушительный ураган в Чувашии. Было обесточено несколько населенных пунктов. Повреждено 18 домов и 1 школа. В июне 2017 г. прошел ураган в Крыму. Более 2 тыс. человек остались без электричества.

## 1.5. Антропогенные и антропогенно-техногенные опасности

Антропогенные факторы среды – это внесенные в природу человеческой деятельностью изменения, воздействующие на органический мир. Переделывая природу и приспособлявая ее к своим потребностям, человек изменяет среду обитания животных и растений, влияя тем самым на их жизнь. Воздействие может быть косвенным и прямым. Косвенное воздействие осуществляется путем изменения ландшафтов – климата, физического состояния и химизма атмосферы и водоемов, строения поверхности земли, почв, растительности и животного населения. Большое значение приобретает увеличение радиоактивности в результате развития атомной промышленности и особенно испытаний атомного оружия. Человек сознательно и бессознательно истребляет или вытесняет одни виды растений и животных, распространяет другие или создает для них благоприятные условия. Для культурных растений и домашних животных человек создал в значительной степени новую среду, многократно увеличив продуктивность освоенных земель. Но это исключило возможность существования многих диких видов. Увеличение народонаселения и развитие науки и техники привели к тому, что в современных условиях очень трудно найти участки, не затронутые деятельностью человека (девственные леса, луга, степи и т. д.). Неправильная распашка земель и неумеренный выпас скота не только привели к гибели естественных сообществ, но и усилили водную и ветровую эрозию почв и обмеление рек. Вместе с тем возникновение селений и городов создало благоприятные условия для существования многих видов животных и растений.

Как уже сказано выше, негативные воздействия собственно человека на природу и себе подобных ограничены его низкими энергетическими возможностями. Однако влияние человека на окружающий мир может многократно возрасти, если человек взаимодействует с техническими системами или современными технологиями. В этом случае опасности следует называть антропогенно-техногенными.

Взаимосвязь человека с технической системой может быть описана через информационную модель, которая объединяет сенсорное и сенсомоторное поля. К сенсорному (чувствительному) полю информационной модели относят комплекс сигналов, которые воспринимаются человеком непосредственно от системы (шум, вибрация, ЭМП и т. д.) и из ряда сигнальных показаний приборов, индикаторов и т. п.

К сенсомоторному полю относят комплекс сигналов от органов управления – рычагов, ручек, кнопок и т. д.

Совместимость человека и технической системы можно условно разделить на пять видов.

1. Биофизическая совместимость человека и системы состоит в достижении разумного компромисса между физиологическим состоянием и работоспособностью человека, с одной стороны, и различными факторами, характеризующими систему с учетом объема, качества выполняемых им задач, и продолжительности работы, с другой. Здесь должны быть обоснованы и выбраны номинальные и предельные значения отдельных воздействий на организм человека с целью обеспечения минимальной опасности и максимально возможной производительности.

2. Энергетическая совместимость предусматривает создание органов управления системы и выбор оператора так, чтобы они гармонизировали в отношении затрачиваемой мощности, скорости, точности, оптимальной загрузки конечностей оператора.

3. Пространственно-антропометрическая совместимость человека и системы состоит в учете антропометрических характеристик и некоторых физиологических особенностей человека при создании рабочего места.

4. Техничко-эстетическая совместимость состоит в творческой и эстетической удовлетворенности человека от процесса труда как совокупности физических и интеллектуальных сил с элементами творческой целенаправленности.

5. Информационная совместимость означает соответствие возможностям человека по приему и переработке потока закодированной информации и эффективному положению управляющих воздействий в системе.

Реакция человека на любое внешнее воздействие (раздражение) и превращение ее в защитное действие хорошо прослеживаются на рефлекторной дуге.

*Рефлекторная дуга* – это совокупность нервных образований, участвующих в осуществлении рефлекса. Впервые термин «рефлекторная дуга» или «нервная дуга», введен в 1850 г. английским врачом и физиологом М. Холлом при описании анатомических составных частей рефлекса. В рефлекторную дугу входят:

1) нервные окончания, воспринимающие раздражения, – рецепторы;

2) афферентные (центростремительные) нервные волокна – отростки рецепторных нейронов, осуществляющие передачу импульсов от чувствительных нервных окончаний в центральную нервную систему;

3) нервный центр, т. е. нейроны, воспринимающие возбуждение и передающие его эффекторным нейронам через соответствующие синапсы;

4) эфферентные (центробежные) нервные волокна, проводящие возбуждение от центральной нервной системы на периферию;

5) исполнительный орган, деятельность которого изменяется в результате рефлекса.

Энергия раздражителя поступает на рецепторы человека и далее по нервным волокнам в виде нервных импульсов передается в ЦНС. В коре головного мозга – высшем органе ЦНС – информация анализируется и по нервным волокнам передается к исполнительным органам человека для компенсации внешнего воздействия. Результат компенсационного действия передается по обратной связи на рецептор.

Датчиками системы восприятия внешних воздействий являются структурные нервные образования, называемые рецепторами. Они представляют собой окончания чувствительных нервных волокон, способные возбуждаться при действии раздражителя. Часть из них воспринимают изменения в окружающей среде, а часть – во внутренней среде организма. Согласно классификации рецепторов, по характеру ощущений различают зрительные, слуховые, обонятельные, осязательные рецепторы, рецепторы боли, положения тела в пространстве.

При длительном воздействии раздражителя происходит адаптация рецептора и его чувствительность снижается; однако, когда действие раздражителя прекращается, чувствительность рецептора растет снова. Для адаптации рецепторов нет одного общего закона. Различают быстро адаптирующиеся (например, барорецепторы) и медленно адаптирующиеся рецепторы (фоторецепторы).

Полученная рецепторами информация, закодированная в нервных импульсах, передается по нервным путям в центральные отделы и используется для координирующей работы исполнительных органов. Иногда поступающая информация непосредственно переключается на исполнительные органы. Такой принцип переработки информации заложен в основу многих безусловных рефлексов (врожденных, наследственно передающихся). Например, сокращение мышц конечностей, раздражаемых электрическим током, теплотой или химическими веществами, вызывает реакцию удаления конечности от раздражителя.

ля. При длительном воздействии раздражителя на основе приобретенного опыта формируются условные рефлексы.

Человек обладает рядом специализированных периферийных образований – органов чувств, обеспечивающих восприятие действующих на организм внешних раздражителей (из окружающей среды). К ним относят органы слуха, зрения, обоняния, вкуса, осязания. Не следует смешивать понятия «орган чувств» и «рецептор», например, глаз – орган зрения, а сетчатка – фоторецептор, один из компонентов органа зрения. Помимо сетчатки, в состав органа зрения входят преломляющие среды глаза, различные его оболочки, мышечный аппарат.

Понятие «орган чувств» в значительной мере условно, так как сам по себе он не может обеспечить ощущение. Для возникновения субъективного ощущения необходимо, чтобы возбуждение возникло на рецепторах и поступило в центральную нервную систему.

С помощью органов чувств человек получает обширную информацию об окружающем мире. Количество информации принято измерять в двоичных знаках – битах.

Нервная система человека подразделяется на центральную нервную систему (ЦНС), включающую головной и спинной мозг, и периферическую (ПНС), которую составляют нервные волокна и узлы, лежащие вне ЦНС. Нервная система функционирует по принципу рефлекса. Рефлексом называют любую ответную реакцию организма на раздражение из окружающей или внутренней среды, осуществляющуюся с участием ЦНС.

Защитные функции организма, преимущественно двигательные, реализуются через мозг и его память. И только когда там не найдено адекватной программы реакции на сигнал, подключается сознание, прежде всего проявляя стереотипность мышления.

Человек обладает долговременной и кратковременной (оперативной) памятью. Объем долговременной памяти составляет  $10^{21}$  бит, а кратковременная память имеет малую емкость 50 бит. Поскольку воспоминание, т. е. обращение в долговременную и кратковременную память, подвергается воздействию большого числа внешних факторов, то результат его носит во многом случайный характер. Хранение представлений в памяти тоже может видоизменяться вследствие стирания отдельных элементов информации или возникновения новых, отсутствующих в оригинале.

Процесс сознательного поиска решения очень медленный и для обычной жизни малопригодный. В экстремальных быстроразвиваю-

щихся ситуациях вероятность того, что человек найдет нужное решение в процессе мышления, очень мала. Основным путем подготовки человека к действиям в конкретных защитных ситуациях состоит в постоянном обучении и тренировке с целью перевода действий на уровень стереотипов.

*Стереотип* – это устойчиво сформировавшаяся в прежнем осознанном опыте рефлекторная дуга, выводимая в пограничную зону «сознание – подсознание».

Чем чаще идут одинаковые импульсы, тем прочнее становится система их передачи от рецептора к исполнительному органу. При этом вероятность определения двигательной реакции на определенное раздражение нарастает. Однако эта вероятность никогда не сможет достичь единицы в силу существования опасности искажения сигнала в проводящей системе. Следовательно, процесс принятия решения является многовариантным, в том числе и содержащим ошибки.

Любая деятельность человека несет в себе потенциальную опасность, так как вероятность неправильного решения всегда существует. Это обусловлено объективными трудностями вспоминания и выстраивания многовариантных процессов передачи сигналов по рефлекторной дуге. Если в прошлом такого опыта вообще не было, то решения принимаются методом проб и ошибок. Свобода выбора решений таит в себе потенциальную опасность от вмешательства человека в любой процесс. Отсюда следует аксиома о потенциальной опасности деятельности человека: «Реакция человека на внешние раздражения может быть ошибочной и сопровождаться антропогенно-техногенными опасностями».

Серьезную угрозу возникновения антропогенно-техногенных опасностей представляет также внезапное или преднамеренное (из-за применения алкоголя, наркотиков или других токсикантов) нарушение трудоспособности и здоровья работающих и, прежде всего, операторов технических систем. В последние годы эти угрозы значительно возросли. В России, по данным официальной статистики, на 2009 г. число наркоманов составляет 503 000 человек, это те, кто состоит на диспансерном учете, т. е. те, кто официально зарегистрирован и находится под наблюдением в наркологических диспансерах. А по экспертным оценкам, в наркологические учреждения обращается только каждый десятый наркоман. Так что реальная их численность на сегодняшний день – более 5 млн.

Серьезную опасность для человека представляет потребление алкоголя. Систематическое употребление спиртных напитков формирует привычку к алкоголю, которая наряду с похмельным синдромом вызывает болезненное влечение. Как правило, это заканчивается алкоголизмом, т. е. психофизиологической зависимостью организма человека от алкоголя, ведущей к нравственной деградации личности. Разрушительному воздействию алкоголя подвергаются, прежде всего, социально-нравственные регуляторы поведения человека, и потому последствия злоупотребления алкогольными напитками проявляются во всех сферах жизнедеятельности людей: трудовой, семейной, досуговой, познавательной и т. д.

Отрицательные последствия пьянства и алкоголизма становятся особенно ощутимыми на фоне интенсивного научно-технического прогресса, дальнейшего роста культурно-образовательного уровня широких слоев населения. Эти негативные явления несовместимы с высокими требованиями, предъявляемыми к современному работнику, к каждому члену социалистического общества. Ведь сегодня поставлена задача формировать у каждого труженика такие качества, как дисциплинированность, сознательное и творческое отношение к работе, высокий профессионализм, строгое соблюдение норм и принципов коммунистической морали и нравственности.

Обострение проблемы пьянства и алкоголизма, вызывая серьезную озабоченность широкой общественности, побудило к поискам наиболее эффективных путей и средств борьбы с этим социальным злом. Чтобы борьба с ним дала желаемые результаты, чтобы в нее включилось все население, необходимо, прежде всего, широкое разъяснение последствий пьянства и алкоголизма. В общем русле борьбы с пьянством очень важно ознакомление людей с проводимыми социальными и медицинскими мероприятиями.

По данным А. Немцова, в 1994 г. среднегодовое потребление алкоголя россиянами составило 14,5 л 100 %-го спирта на человека (что соответствует 36,2 л водки). По данным НИИ Минздравсоцразвития России, количество проданного в 2008 г. спиртного составляло 18 л чистого алкоголя на душу населения. А между тем, если этот показатель превышает 8 л, начинается угасание этноса. В настоящее время РФ занимает уже не первое место в мире по потреблению алкоголя и на 2016–2017 гг. пришлось 15,1 л алкоголя на душу населения. Для сравнения: потребление в 2016–2017 г. на душу населения в других странах значительно меньше, а именно: Китай – 5 л на 1 чел./год, Тур-

ция – 1,5 л на 1 чел./год. Ранее в России производство алкоголя составляло: в 1950 г. – 4,1 л на 1 чел./год, в 1965 г. – 8,0 л, в 1980 г. – 10,1 л на 1 чел./год.

В 55...60 % случаев россияне пьют крепкие алкогольные напитки (водка, коньяк и т. п.), в 32...35 % – пиво и лишь в 7...8 % – различные вина. Больше всего в стране алкоголем (обычно пивом) злоупотребляют подростки. Из каждых 100 тыс. населения алкоголизмом больны уже 22, а 827 подростков регулярно принимают спиртное без проявления признаков алкогольной зависимости.

Распространенность самоубийств на 12 % зависит от хронического алкоголизма. Алкоголь обнаруживается не менее чем у 30 % самоубийц. Более 30 % дорожно-транспортных происшествий (ДТП) приходится на долю пьяных водителей.

Отметим, что апогеем антропогенно-техногенных опасностей являются опасности, возникающие в результате сознательных действий человека (терроризм, военные конфликты, сознательное нарушение правил поведения и т. п.). Происхождение таких опасностей во многом носит целевой характер и всегда связано с планируемой деятельностью отдельных личностей или группировок, а уровень опасностей, как правило, является крайне высоким. Эта группа опасностей в учебном пособии не анализируется из-за отличий в их происхождении и из-за смены акцентов на противоположные в системе «источник опасности – объект защиты». В обыденной жизни влияние источника опасности всегда нужно уменьшать, а в рассматриваемом случае – всегда усиливать (оружие, бомбы и т. п.); объекты защиты в обычной жизни всегда оберегают, а в рассматриваемом случае – уничтожают.

## **1.6. Техногенные опасности**

Техногенные опасности – самый распространенный вид опасностей в современном мире.

*Техногенная опасность* – состояние, внутренне присущее технической системе, промышленному или транспортному объекту, реализуемое в виде поражающих воздействий источника техногенной чрезвычайной ситуации на человека и окружающую среду при его возникновении, либо в виде прямого или косвенного ущерба для человека и окружающей среды в процессе нормальной эксплуатации этих объектов.

К техногенным относятся чрезвычайные ситуации, происхождение которых связано с производственно-хозяйственной деятельностью человека на объектах техносферы. Как правило, техногенные ЧС возникают вследствие аварий, сопровождающихся самопроизвольным выходом в окружающее пространство вещества и (или) энергии.

Базовая классификация ЧС техногенного характера строится по типам и видам чрезвычайных событий, инициирующих ЧС:

- транспортные аварии (катастрофы);
- пожары, взрывы, угроза взрывов;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) ХОВ;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) РВ;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ;
- внезапное обрушение зданий, сооружений;
- аварии на электроэнергетических системах;
- аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения;
- аварии на очистных сооружениях;
- гидродинамические аварии.

Человек подвергается воздействию опасностей и в своей трудовой деятельности. Эта деятельность осуществляется в пространстве, называемом производственной средой. В условиях производства на человека в основном действуют техногенные опасности, т. е. связанные с техникой.

При анализе техногенные опасности целесообразно классифицировать по времени действия:

- на постоянно (периодически) локально-действующие опасности, как правило, возникают от избыточных материальных или энергетических потоков (выбросы вредных веществ, шумы, вибрации, ЭМП и тому подобных на рабочих местах, в зоне эксплуатации средств транспорта и связи, других объектов экономики). Их влияние характеризуется длительным, а иногда и сочетанным действием различных факторов;
- спонтанно (чрезвычайно) действующие, такие как аварии, взрывы.

По размерам сфер влияния существуют техногенные опасности:

- местные или локальные (человек, группа людей);
- региональные и глобальные.

## 1.7. Влияние на человека опасных и вредных факторов производственной среды

Трудовой процесс осуществляется в определенных условиях производственной среды, которые характеризуются совокупностью элементов и факторов материально-производственной среды, которые влияют на трудоспособность и состояние здоровья человека в процессе работы. Производственная среда и факторы трудового процесса составляют в совокупности условия работы.

На здоровье человека, его жизнеспособность и жизнедеятельность сильно влияют опасные и вредные факторы.

*Опасность* – это следствие такого воздействия некоторых факторов на человека, которая при их несоответствии физиологическим характеристикам человека предопределяет феномен самой опасности.

*Опасный фактор* – это воздействие на человека, что в определенных условиях приводит к травме, а в отдельных случаях – к внезапному ухудшению здоровья или к смерти.

*Вредный фактор* – это фактор действия на человека, который в определенных условиях приводит к заболеваниям или снижению трудоспособности. К отличающим признакам опасных и вредных факторов относят возможность непосредственного отрицательного действия на организм человека; осложнение нормального функционирования органов человека; возможность нарушения нормального состояния элементов производственного процесса, в результате которого могут возникнуть аварии, взрывы, пожара, травмы.

Материальными носителями вредных и опасных факторов являются объекты, которые формируют трудовой процесс и которые входят в него, а также общежизненные факторы окружающей среды; предметы работы; средства работы (машины, станки, инструменты, сооружения, помещение, земля, пути, каналы и т. п.); продукты работы; технология, операции, действия; природно–климатическая среда (гроза, наводнение, атмосферные осадки, солнечная активность, физические параметры атмосферы и т. д.); флора, фауна, люди.

Опасные и вредные факторы по воздействию на человека делят на три группы:

- активные;
- страдательно-активные;
- пассивные.

К активным относят факторы, которые могут повлиять на человека благодаря своей энергии. Их делят на подгруппы:

1) механические, которые характеризуются кинетической и потенциальной энергией и механическим влиянием на человека. К ним относят: кинетическую энергию подвижных элементов; потенциальную энергию; шум; вибрацию; ускорение; гравитационное тяготение; невесомость; статическое напряжение; дым, туман, пыль в воздухе; аномальное барометрическое давление и пр.;

2) термические, которые характеризуются тепловой энергией и аномальной температурой. К ним относят температуру нагретых и охлажденных предметов и поверхностей, температуру открытого огня и пожара, температуру химических реакций и других источников. К этой группе относят также аномальные микроклиматические параметры: влажность, температуру и движение воздуха, которые приводят к нарушению терморегуляции организма;

3) электрические: электрический ток, статический электрический заряд, электрическое поле, аномальная ионизация воздуха;

4) электромагнитные: радиоволны, видимый свет, ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, ионизирующие излучения, магнитные поля;

5) химические: едкие, отравляющие, пожаро-взрывоопасные вещества, а также нарушение естественного газового состояния воздуха, наличие вредных примесей в воздухе;

6) биологические: опасные свойства микро- и макроорганизмов, продукты жизнедеятельности людей и других биологических объектов;

7) психофизиологические: стресс, усталость и прочие.

К страдательно-активной группе принадлежат факторы, которые активизируются за счет энергии, носителями которой является человек или оснащение: острые недвижимые предметы, маленький коэффициент трения, неровность поверхности, по которой перемещается человек и машина, а также наклон и подъем.

К пассивным принадлежат те факторы, которые влияют опосредованно, опасные свойства которых связаны с коррозией материалов, накипью, недостаточной прочностью конструкций, повышенными нагрузками на механизмы и машины и прочее. Формы проявления этих факторов: разрушение, взрывы и прочие виды аварий.

Факторы характеризуются потенциалом, качеством, временем существования или воздействия на человека, вероятностью появления, масштабами зоны действия.

С позиции гигиены работы и производственной санитарии среди химических факторов необходимо выделить вещества с остронаправленным механизмом действия, за концентрацией которых в воздухе должен быть обеспеченный контроль с сигнализацией на превышение ГДК (гранично допустимая концентрация).

В соответствии с классификацией ГОСТ 12.1.007–76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» вещества разделены на четыре класса опасности:

- 1-й класс – чрезвычайно опасные;
- 2-й класс – высокоопасные;
- 3-й класс – умеренно опасные;
- 4-й класс – малоопасные.

Специальными символами маркируют вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе, канцерогены, аллергены и аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. В этих целях использованы следующие обозначения:

О – вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе;

А – вещества, способные вызывать аллергические заболевания работников в производственных условиях;

К – канцерогены;

Ф – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия;

П – пары и (или) газы;

А – аэрозоль;

П+А – смесь паров и аэрозоля;

+ – соединения, при работе с которыми требуется специальная защита кожи и глаз; символ проставлен вслед за наименованием вещества;

++ – вещества, при работе с которыми должен быть исключен контакт с органами дыхания и кожей при обязательном контроле воздуха рабочей зоны на уровне чувствительности не менее 0,001 мг/м. Для таких веществ значения ПДК не приводят, а указывают только класс опасности и агрегатное состояние в воздухе.

Итак, факторы производственной среды качественно разнородные, поскольку часть из них создана человеком, и они отсутствуют среди факторов окружающей естественной среды. К ним относят:

– искусственно синтезированные химические вещества, продукты микробного синтеза, искусственное освещение;

– отдельные факторы производственной сферы, представляющие собой агенты естественного происхождения, интенсивность действия которых в условиях производства приобрела новые качества. Это, например, инфракрасное излучение от расплавленного металла; шум, который генерирует оснащение, или функционирующая вентиляция; повышенное барометрическое давление (водолазные работы); ионизирующее излучение (работы по производству, использование и утилизации радиоактивных веществ и материалов); электрическое и магнитное поля в промышленных условиях;

– факторы производственной среды, действующие на организм работников в очень сложных комбинациях между собой и факторами трудового процесса, который обусловлен, в первую очередь, особенностями технологического процесса и характером трудовых операций, которые выполняются.

Интенсивность действия факторов производственной среды во время рабочего изменения значительно колеблется даже в непрерывном, тем более периодическом технологическом процессе. В особенности выраженная динамичность производственной среды в так называемых «импульсных» технологиях.

## **1.8. Характеристика производственных опасностей и вредностей в сельском хозяйстве**

Опасности, возникающие в производственной обстановке, называются производственными и применительно к условиям сельскохозяйственных работ их делят на следующие виды:

а) технические – связанные с особенностями применяемых машин, оборудования, инструмента (наличием движущихся и вращающихся деталей, режущих аппаратов, нагретых до высоких температур поверхностей и др.);

б) технологические – связанные с особенностями технологии возделывания сельскохозяйственных культур, ухода за животными, обслуживания техники (передвижением агрегатов по полям, прове-

дением техобслуживания, сменой рабочих органов в полевых условиях и др.);

в) местные – связанные с уровнем организации труда, технической оснащённостью и благоустройством отдельных рабочих мест (использованием неисправного оборудования или инструмента, тяжёлой ручной, работой, неудобством рабочего места и другими условиями производства).

Вредности, возникающие при выполнении производственных операций, называются профессиональными и применительно к сельскохозяйственному производству могут быть условно подразделены на четыре вида:

а) технологические – связанные с особенностями производственного процесса (тепловым излучением; пылью, шумом, чрезмерным напряжением органов слуха, зрения и др.);

б) местные – возникающие при нарушении норм и правил по охране труда или технологического процесса (повышении температуры, отсутствии средств защиты и других действиях, направленных на интенсификацию процесса, противоречащего технологии);

в) территориальные – связанные с почвенными и климатическими особенностями различных зон (физико-механическими свойствами почв, уровнем солнечной радиации, интенсивностью ветров, влажностью воздуха и другие).

При современном уровне развития сельскохозяйственного производства неизбежно возникновение территориальных, технических и технологических опасностей и вредностей. Однако совсем не обязательно их отрицательное действие на человека. Как указывалось выше, опасность или вредность может неблагоприятно воздействовать на человека только при возникновении опасных (вредных) условий. Так, работающая цепная или ременная передача является опасностью, однако воздействовать на человека отрицательно она сможет, если будет открыта и расположена в зоне его действия, т. е. при несоблюдении принятых норм и правил эксплуатации передачи.

Концепция ноосферы обедняется, когда ее становление связывается только с фактом превращения человека в геологическую силу, способную принципиально изменить естественную миграцию химических элементов на планете. Этого не достаточно для становления ноосферы. Чтобы материально техническая деятельность по изменению природной среды не приняла угрожающую форму экологического кризиса, она должна сопровождаться коренными социальными

изменениями. Без таких социальных изменений не может быть осуществлен рациональный обмен веществ с природой в интересах всех людей. Ноосфера не совместима с антропогенной деградацией природной среды. Поэтому одним из первых признаков создания ноосферы будет ликвидация опасности глобального экологического кризиса.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключается специфика среды обитания человека?
2. Адаптация человека.
3. Факторы производственной среды.
4. Теплообразование и температура тела человека.
5. Карстовые явления.
6. Совместимость человека и технической системы.
7. Вредности, возникающие при выполнении производственных операций.
8. Опасности, возникающие в производственной обстановке.
9. Техногенные опасности.
10. Классификация и общие требования безопасности вещества.

### **ЛЕКЦИЯ 2. ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

- 2.1. Воздействие вредных химических веществ на работников.
- 2.2. Воздействие вибрации на работников.
- 2.3. Акустический шум.
  - 2.3.1. Инфразвук.
  - 2.3.2. Ультразвук.
- 2.4. Неионизирующие электромагнитные поля и излучения.
  - 2.4.1. Лазерное излучение.
  - 2.4.2. Ионизирующие излучения.
- 2.5. Постоянные региональные и глобальные опасности.
- 2.6. Антропогенное воздействие на атмосферу.
  - 2.6.1. Выбросы в приземный слой атмосферы.
  - 2.6.2. Фотохимический смог.
  - 2.6.3. Кислотные осадки.
  - 2.6.4. Парниковый эффект.
  - 2.6.5. Разрушение озонового слоя.
- 2.7. Антропогенное воздействие на гидросферу.
- 2.8. Антропогенное воздействие на литосферу.

## 2.1. Воздействие вредных химических веществ на работников

Факторы материально-производственной среды влияют на состояние здоровья работников. В каждом случае это влияние на уровень здоровья очень сложно. Тем более что влияние производственного окружения на организм человека, в особенности сегодня, осуществляется на фоне ухудшения качества окружающей среды: загрязнение атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания, неправильный образ жизни, вредные привычки (злоупотребление спиртными напитками, курение, наркомания и др.).

Вредные химические вещества (органические, неорганические, элементоорганические) в зависимости от их практического использования подразделяют на следующие виды:

- промышленные яды, используемые в производстве, например, органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин);

- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве, например, пестициды;

- бытовые химикаты, используемые в виде средств санитарии, личной гигиены;

- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях и грибах, у животных и насекомых (змей, пчел, скорпионов);

- отравляющие вещества (ОВ), например, зарин, иприт, фосген.

Токсическое действие вредных веществ характеризуется показателями токсикометрии, в соответствии с которыми вещества подразделяют на чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные и малотоксичные. Эффект токсического действия различных веществ зависит от количества попавшего в организм вещества, его физических свойств, длительности поступления, химизма взаимодействия с биологическими средами (например, кровью). Кроме того, эффект зависит от пола, возраста, индивидуальной чувствительности, путей поступления и выведения, распределения в организме, а также от метеорологических условий и других сопутствующих факторов окружающей среды.

Яды, наряду с общей, обладают избирательной токсичностью, т. е. они представляют наибольшую опасность для определенного органа или системы организма. По избирательной токсичности выделяют яды:

– сердечные, с преимущественным кардиотоксическим действием. К этой группе относят многие лекарственные препараты, растительные яды, соли металлов (бария, калия, кобальта, кадмия);

– нервные, вызывающие нарушения преимущественно психической активности (угарный газ, фосфорорганические соединения, алкоголь и его суррогаты, наркотики, снотворные лекарственные препараты и др.);

– печеночные, среди которых особо следует выделить хлорированные углеводороды, ядовитые грибы, фенолы и альдегиды;

– почечные – соединения тяжелых металлов, этиленгликоль, щавелевая кислота;

– кровяные – анилин и его производные, нитриты, мышьяковистый водород;

– легочные – оксиды азота, озон, фосген и др.

Показатели токсиметрии и критерии токсичности вредных веществ – это количественные показатели токсичности и опасности вредных веществ. Токсический эффект при действии различных доз и концентраций ядов может проявиться функциональными и структурными (патоморфологическими) изменениями или гибелью организма. В первом случае токсичность принято выражать в виде действующих, пороговых и недействующих доз и концентраций, во втором – в виде смертельных концентраций.

Летальные дозы DL при введении в желудок или в организм другими путями и смертельные концентрации CL могут вызывать единичные случаи гибели (минимальные смертельные) или гибель всех организмов. В качестве показателей токсичности пользуются среднесмертельными дозами и концентрациями:  $DL_{50}$ ,  $CL_{50}$  – это показатели абсолютной токсичности. Среднесмертельная концентрация вещества в воздухе  $CL_{50}$  – это концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при 2...4-часовом ингаляционном воздействии ( $мг/м^3$ ); среднесмертельная доза при введении в желудок ( $мг/кг$ ) обозначается как  $D Lf_0$ , среднесмертельная доза при нанесении на кожу ( $мг/кг$ ) –  $DLjQ$ .

Отравления (интоксикации) протекают в острой, подострой и хронической формах.

Острой называют интоксикацию, развивающуюся в результате однократного или повторного действия веществ в течение ограниченного периода времени (как правило, до нескольких суток).

Подострой называют интоксикацию, развивающуюся в результате непрерывного или прерываемого во времени (интермитирующего) действия токсиканта продолжительностью до 90 суток.

Хронической называется интоксикация, развивающаяся в результате продолжительного (иногда в течение нескольких лет) действия токсиканта.

Отравления протекают в острой, подострой и хронической формах. Острые отравления чаще бывают групповыми и происходят в результате аварий, поломок оборудования и грубых нарушений требований безопасности труда; они характеризуются кратковременностью действия токсичных веществ не более чем в течение одной смены; поступлением в организм вредного вещества в относительно больших количествах – при высоких концентрациях в воздухе; ошибочном приеме внутрь; сильном загрязнении кожных покровов. Например, чрезвычайно быстрое отравление может наступить при воздействии паров бензина, сероводорода высоких концентраций и закончиться гибелью от паралича дыхательного центра, если пострадавшего сразу же не вынести на свежий воздух. Оксиды азота вследствие общетоксического действия в тяжелых случаях могут вызвать кому, судороги, резкое падение артериального давления.

Хронические отравления возникают постепенно, при длительном поступлении яда в организм в относительно небольших количествах. Отравления развиваются вследствие накопления массы вредного вещества в организме (материальной кумуляции) или вызываемых ими нарушений в организме (функциональная кумуляция). Хронические отравления органов дыхания могут быть следствием перенесенной однократной или нескольких повторных острых интоксикаций. К ядам, вызывающим хронические отравления в результате только функциональной кумуляции, относят хлорированные углеводороды, бензол, бензины и др.

При повторном воздействии одного и того же яда в субтоксической дозе может измениться течение отравления и, кроме явления кумуляции, развиться сенсibilизация и привыкание.

*Сенсibilизация* – состояние организма, при котором повторное воздействие вещества вызывает больший эффект, чем предыдущее. Эффект сенсibilизации связан с образованием в крови и других внутренних средах измененных и ставших чужеродными для организма белковых молекул, индуцирующих формирование антител. Повторное, даже более слабое токсическое воздействие с последую-

щей реакцией яда с антителами вызывает извращенный ответ организма в виде явлений сенсibilизации. Более того, в случае предварительной сенсibilизации возможно развитие аллергических реакций, выраженность которых зависит не столько от дозы воздействующего вещества, сколько от состояния организма. Аллергизация значительно осложняет течение острых и хронических интоксикаций, нередко приводя к ограничению трудоспособности. К веществам, вызывающим сенсibilизацию, относятся бериллий и его соединения, карбонилы никеля, железа, кобальта, соединения ванадия и т. д.

При повторяющемся воздействии вредных веществ на организм можно наблюдать и ослабление эффектов вследствие привыкания. Для развития привыкания к хроническому воздействию яда необходимо, чтобы его концентрация (доза) была достаточной для формирования ответной приспособительной реакции и не чрезмерной, приводящей к быстрому и серьезному повреждению организма. При оценке развития привыкания к токсическому воздействию надо учитывать возможное развитие повышенной устойчивости к одним веществам после воздействия других. Это явление называют толерантностью.

## **2.2. Воздействие вибрации на работников**

*Вибрация* – малые механические колебания, возникающие в упругих телах.

По источнику возникновения вибраций различают:

– локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием;

– локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного немеханизированного инструмента (без двигателей), например, рихтовочных молотков разных моделей и обрабатываемых деталей;

– общую вибрацию I категории – транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам (в том числе при их строительстве).

К источникам транспортной вибрации относят тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины (в том числе комбайны); автомобили грузовые (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и т. д.); снегоочистители, самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт;

– общую вибрацию II категории – транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок.

К источникам транспортно-технологической вибрации относят экскаваторы (в том числе роторные), краны промышленные и строительные, машины для загрузки (завалочные) мартеновских печей в металлургическом производстве; горные комбайны, шахтные погрузочные машины, самоходные бурильные каретки; путевые машины, бетоноукладчики, напольный производственный транспорт;

– общую вибрацию III категории – технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

К источникам технологической вибрации относят станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, стационарные электрические установки, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование для бурения скважин, буровые станки, машины для животноводства, очистки и сортировки зерна (в том числе сушилки), оборудование промышленности стройматериалов (кроме бетоноукладчиков), установки химической и нефтехимической промышленности и др.

Общую вибрацию рассматривают в частотном диапазоне со среднегеометрическими частотами 1...63 Гц, а локальную – 8...1000 Гц. По направлению действия общую вибрацию подразделяют:

– на вертикальную, направленную перпендикулярно опорной поверхности;

– горизонтальную, действующую в плоскости, параллельной опорной поверхности.

Вибрация оказывает на организм человека разноплановое действие в зависимости от спектра, направления, места приложения и продолжительности воздействия вибрации, а также от индивидуальных особенностей человека. Например, вибрация с частотами ниже 1 Гц вызывает укачивание (морскую болезнь), а слабая гармоническая вибрация с частотой 1...2 Гц вызывает сонливое состояние.

Во входящих в резонанс органах нередко появляются болезненные ощущения, связанные, в частности, с растягиванием соединительных образований, поддерживающих вибрирующий орган.

Воздействие вибрации на человека имеет негативные последствия. Это послужило основанием для выделения вибрационной болезни в качестве самостоятельного заболевания. Симптомы вибрационной болезни многогранны и проявляются в нарушении работы сердечно-сосудистой и нервной систем, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций опорно-двигательного аппарата.

Колебания частоты в 8...10 Гц являются причиной широкого распространения заболеваний позвоночника. Так, у водителей-профессионалов, трактористов, пилотов грыжи межпозвоночных дисков встречаются в несколько раз чаще, чем у лиц сидячих профессий, не подвергающихся вибрации.

При работе с ручными машинами на тело человека через руки передается локальная вибрация. Локальная вибрация может вызывать в организме человека эффекты общего характера: головную боль, тошноту и др. Она воздействует на процесс кровообращения и на нервные окончания в пальцах рук. Это, в свою очередь, вызывает побеление пальцев, потерю их чувствительности, онемение, ощущение покалывания. Эти явления усиливаются на холоде, но на первых порах относительно быстро проходят. При длительном воздействии вибрации патология может стать необратимой и приводить к необходимости смены профессии. В особо запущенных случаях может иметь место гангрена.

Сроки появления симптомов вибрационной болезни зависят от уровня и времени воздействия вибрации в течение рабочего дня. Так, у формовщиков, бурильщиков, рихтовщиков заболевание начинает развиваться через 8...12 лет работы.

Воздействие ручных машин на человека зависит от многих факторов: типа машины (ударные машины более опасны, чем машины вращательного типа), твердости обрабатываемого материала, направления вибрации, силы обхвата инструмента. Вредное воздействие вибрации усугубляется при мышечной нагрузке, неблагоприятных условиях микроклимата (пониженная температура и повышенная влажность).

С проблемой вибрации сталкиваются и в быту, когда, например, жилой дом располагается у железной дороги, автострады или когда в его подвальных помещениях размещается какое-либо технологическое оборудование.

Механизм, с помощью которого движущийся поезд возбуждает вибрации грунта, основан на возникновении динамических сил между

колесом и рельсом, из-за неровностей на поверхностях качения. В интервале эксплуатационной скорости движения поездов от 30 до 110 км/ч спектр вибрации, передаваемой грунту, сосредоточен в частотном диапазоне 10...250 Гц.

На практике обычно имеют дело со смешанной вибрацией, содержащей как периодические, так и случайные компоненты.

В качестве параметров, оценивающих вибрацию, может служить виброперемещение или его производные: виброскорость и виброускорение ( $\text{м/с}^2$ ).

### 2.3. Акустический шум

*Акустический шум* – беспорядочные звуковые колебания разной физической природы, характеризующиеся случайным изменением амплитуды, частоты и др.

Шум оказывает влияние на весь организм человека. Шум с уровнем звукового давления до 30...35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40...70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума уровнем свыше 75 дБ может привести к потере слуха – профессиональной тугоухости. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонок, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть.

Промышленный шум является не единственной причиной потери слуха. Помимо этого, необратимые потери слуха наступают и с увеличением возраста. Обычно это явление начинается в возрасте около 30 лет у мужчин и 35 лет у женщин с потери чувствительности слуха к высоким частотам. С годами оно распространяется на более низкие частоты, достигая речевого диапазона 500...3000 Гц.

Шумовое воздействие, сопровождающееся повреждением слухового анализатора, проявляется медленно прогрессирующим снижением слуха. У некоторых лиц серьезное шумовое повреждение слуха может наступить в первые месяцы воздействия, у других развивается постепенно. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ – начинает серьезно мешать человеку, так как нарушается способность слышать важные звуковые сигналы, наступает ослабление разборчивости речи.

Акустический шум – один из бичей современной цивилизации. Несмотря на совершенствование техники, уровень шумового воздействия на человека с каждым годом возрастает.

В отличие от многих физических факторов – освещенности, температуры или напряженности поля – звуковое давление может изменяться в десятки и сотни раз в течение долей секунды. На производстве и дома мы сталкиваемся с постоянным и переменным шумом, ударами, широкополосными и тональными шумами и т. д.

Благодаря исследованиям физиков и гигиенистов XX века сегодня мы имеем развитую систему санитарного нормирования шума. Для оценки воздействия шума на человека необходимо измерять большое количество параметров:

- для постоянных шумов – уровни звукового давления в октавных полосах частот 31,5 – 8000 Гц и уровни звука в дБА на характеристике S (медленно);

- непостоянных шумов – эквивалентные (среднеквадратичные с линейным усреднением) и максимальные уровни звука в дБА;

- импульсных шумов необходимо дополнительно измерять максимальные уровни звука на характеристике I (импульс);

- тональных – уровни звукового давления в 1/3-октавных полосах частот.

Отметим, что предельно допустимый уровень (ПДУ) шума на рабочих местах сформулирован в терминах эквивалентных уровней за рабочую смену. То есть для того, чтобы получить значение, которое можно сопоставлять с санитарной нормой, нам необходимо узнать среднеквадратичный уровень звука за полный рабочий день, причем учесть поправки для периодов воздействия импульсного и тонального шума. Задача очень трудоемкая. Стрелочные измерительные приборы поколения 60–70 гг. прошлого столетия не могли одновременно измерять все необходимые параметры. Они, как правило, не имели функции усреднения за большой промежуток времени, а также не обладали встроенной памятью.

Поэтому применявшиеся в те годы методы измерения требовали проведения сотен замеров и их последующую ручную обработку. Роль человеческого фактора и квалификации измерителя в получении достоверного результата была огромной. В 1980–1990-е гг. в измерительную технику пришли микропроцессоры и цифровые технологии.

Цифровые приборы взяли на себя выполнение огромной массы рутинных расчетов. Изменился способ работы с приборами. Сегодня можно за несколько часов измерить весь комплекс нормируемых па-

раметров для нескольких рабочих мест, запомнить результаты в памяти вместе с датой, временем и комментарием, а затем провести дополнительную обработку на компьютере.

### 2.3.1. Инфразвук

*Инфразвук* – упругие волны, аналогичные звуковым, но с частотами ниже области слышимых человеком частот. Обычно за верхнюю границу инфразвуковой области принимают частоты 16, можно 25 гц. Нижняя граница инфразвукового диапазона не определена. Практический интерес могут представлять колебания от десятых и даже сотых долей гц, т. е. с периодами в десяток секунд.

Инфразвук даже небольшой мощности действует болезненно на уши, заставляет колебаться внутренние органы, поэтому человеку кажется, что внутри него все вибрирует. Именно инфразвуки, по всей видимости, являются причиной тяжелой и непреходящей усталости жителей городов и работников шумных предприятий. Воздействие инфразвука приводит к ощущению головокружения, вялости, потери равновесия, тошноты. Было установлено, что летчики и космонавты, подвергнутые действию инфразвука, решали простые арифметические задачи медленнее, чем обычно.

Можно выделить две наиболее опасные для человека зоны воздействия инфразвука, определяемые его уровнем и временем воздействия:

- смертельное воздействие инфразвука при уровнях, превышающих 185 дБ, и экспозицией свыше 10 мин.;
- действие инфразвука с уровнями от 185 до 145 дБ – вызывает эффекты, явно опасные для человека.

Природа возникновения инфразвуковых колебаний такая же, как и у слышимого звука, поэтому инфразвук подчиняется тем же закономерностям, и для его описания используется такой же математический аппарат, как и для обычного слышимого звука (кроме понятий, связанных с уровнем звука). Инфразвук слабо поглощается средой, поэтому может распространяться на значительные расстояния от источника. Из-за очень большой длины волны ярко выражена дифракция – явление, которое можно рассматривать как отклонение от законов геометрической оптики при распространении волн. Первоначально понятие дифракции относилось только к огибанию волнами препятствий, но в современном, более широком толковании, с дифракцией

связывают весьма широкий круг явлений, возникающих при распространении волн в неоднородных средах, а также при распространении ограниченных в пространстве волн.

Инфразвук содержится в шуме атмосферы, леса и моря; его источник – турбулентность атмосферы и ветер (например, так называемый «голос моря» – инфразвуковые колебания, образующиеся от завихрений ветра на гребнях морских волн). Источником инфразвуковых колебаний являются гроззовые разряды (гром), а также взрывы и орудийные выстрелы.

В земной коре наблюдаются сотрясения и вибрации инфразвуковых частот от самых разнообразных источников, в том числе от взрывов обвалов и транспортных возбудителей.

Для инфразвука характерно малое поглощение в различных средах вследствие чего инфразвуковые волны в воздухе, воде и в земной коре могут распространяться на очень далекие расстояния. Это явление находит практическое применение при определении места сильных взрывов или положения стреляющего орудия. Распространение инфразвука на большие расстояния в море дает возможность предсказывать цунами. Звуки взрывов, содержащие большое количество инфразвуковых частот, применяют для исследования верхних слоев атмосферы, свойств водной среды.

### 2.3.2. Ультразвук

*Ультразвук* – упругие звуковые колебания высокой частоты. Человеческое ухо воспринимает распространяющиеся в среде упругие волны частотой приблизительно до 16–20 кГц; колебания с более высокой частотой представляют собой ультразвук (за пределом слышимости). Обычно ультразвуковым диапазоном считают полосу частот от 20 000 до миллиарда Гц. Звуковые колебания с более высокой частотой называют гиперзвуком. В жидкостях и твердых телах звуковые колебания могут достигать 1000 ГГц.

Хотя о существовании ультразвука ученым было известно давно, практическое использование его в науке, технике и промышленности началось сравнительно недавно. Сейчас ультразвук широко применяют в различных областях физики, технологии, химии и медицины.

Частота сверхвысокочастотных ультразвуковых волн, применяемых в промышленности и биологии, лежит в диапазоне порядка нескольких МГц. Фокусировку таких пучков обычно осуществляют с

помощью специальных звуковых линз и зеркал. Ультразвуковой пучок с необходимыми параметрами можно получить с помощью соответствующего преобразователя. Наиболее распространены керамические преобразователи из титанита бария. В тех случаях, когда основное значение имеет мощность ультразвукового пучка, обычно используют механические источники ультразвука. Первоначально все ультразвуковые волны получали механическим путем (камертоны, свистки, сирены).

В природе ультразвук встречается как в качестве компонента многих естественных шумов (в шуме ветра, водопада, дождя, в шуме гальки, перекачиваемой морским прибоем, в звуках, сопровождающих грозовые разряды, и т. д.), так и среди звуков животного мира. Некоторые животные пользуются ультразвуковыми волнами для обнаружения препятствий, ориентировки в пространстве.

Излучатели ультразвука можно подразделить на две большие группы. К первой относят излучатели-генераторы; колебания в них возбуждаются из-за наличия препятствий на пути постоянного потока – струи газа или жидкости. Вторая группа излучателей – электроакустические преобразователи; они преобразуют уже заданные колебания электрического напряжения или тока в механическое колебание твердого тела, которое и излучает в окружающую среду акустические волны.

Для генерирования ультразвуковых колебаний применяют разнообразнейшие устройства, которые могут быть разбиты на 2 основные группы – механические, в которых источником ультразвука является механическая энергия потока газа или жидкости, и электромеханические, в которых ультразвуковая энергия получается преобразованием электрической. Механические излучатели ультразвука – воздушные и жидкостные свистки и сирены – отличаются сравнительной простотой устройства и эксплуатации, не требуют дорогостоящей электрической энергии высокой частоты, КПД их составляет 10–20 %. Основным недостатком всех механических ультразвуковых излучателей – сравнительно широкий спектр излучаемых частот и нестабильность частоты и амплитуды, что не позволяет их использовать для контрольно-измерительных целей; они применяются главным образом в промышленной ультразвуковой технологии и частично – как средства сигнализации.

## 2.4. Неионизирующие электромагнитные поля и излучения

**Электромагнитное поле** – это особая форма материи, посредством которой осуществляется воздействие между электрическими заряженными частицами. Физические причины существования ЭМП связаны с тем, что изменяющееся во времени электрическое поле порождает магнитное поле, а изменяющееся магнитное – вихревое электрическое поле. Обе компоненты, непрерывно изменяясь, возбуждают друг друга.

Электромагнитные волны характеризуются длиной волны  $\lambda$ . Источник, генерирующий излучение, т. е. создающий электромагнитные колебания, характеризуется частотой  $f$ .

С развитием электроэнергетики, радио- и телевизионной техники, средств связи, электронной офисной техники, специального промышленного оборудования появилось большое количество искусственных источников электромагнитных полей, что обусловило интенсивное «электромагнитное загрязнение» среды обитания человека. Значительную опасность представляют магнитные поля, возникающие в зонах, прилегающих к электрифицированным железным дорогам. Магнитные поля высокой интенсивности обнаруживаются даже в зданиях, расположенных в непосредственной близости от этих зон.

Длительное воздействие этих полей на организм человека вызывает нарушение функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, что выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, сильных болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

Электромагнитные поля окружают нас постоянно. Однако человек различает только видимый свет, который занимает лишь узкую полосу спектра электромагнитных волн – ЭМВ. Глаз человека не различает ЭМП, длина волны которых больше или меньше длины световой волны, поэтому мы не видим излучений промышленного оборудования, радаров, радиоантенн, линий электропередач и др. Все эти устройства, как и многие другие, использующие электрическую энергию, излучают так называемые антропогенные ЭМП, которые вместе с естественными полями Земли и Космоса создают сложную и изменчивую электромагнитную обстановку.

Природные источники ЭМП делят на 2 группы:

1. Поле Земли: постоянное магнитное поле. Процессы в магнитосфере вызывают колебания геомагнитного поля в широком диапа-

зоне частот: от  $10^5$  до 102 Гц, амплитуда может достигать сотых долей А/м.;

2. Радиоволны, генерируемые космическими источниками. В силу относительно низкого уровня излучения от космических радиоисточников и нерегулярного характера воздействия их суммарный эффект поражения биообъектов незначителен.

Человеческое тело излучает ЭМП с частотой выше 300 ГГц с плотностью потока энергии порядка  $0,003 \text{ Вт/м}^2$ . Если общая площадь поверхности среднего человеческого тела  $1,8 \text{ м}^2$ , то общая излучаемая энергия составляет около  $0,0054 \text{ Вт}$ .

Антропогенные источники ЭМП в соответствии с международной классификацией также делят на 2 группы:

1. Источники, генерирующие крайне низкие и сверхнизкие частоты от 0 Гц до 3 кГц.

2. Источники, генерирующие от 3 кГц до 300 ГГц, включая микроволны в диапазоне от 300 МГц до 300 ГГц.

К первой группе относятся все системы производства, передачи и распределения электроэнергии.

Источником электрических полей промышленной частоты являются, например, токоведущие части действующих электроустановок: линии электропередач, трансформаторные подстанции, электростанции, индукторы, конденсаторы термических установок, фидерные линии, генераторы, трансформаторы, электромагниты, соленоиды, электро- и кабельная проводки, металлокерамические магниты, офисная электро- и электронная техника, транспорт на электроприводе и др. В различных технологиях электромагнитная энергия высокочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов в основном используется для процессов электротермии, т. е. для нагрева материала в самом ЭМП. Данное направление является перспективным, так как оно обеспечивает большие скорости и качество обработки материалов, экологически и экономически эффективно. Это объясняется тем, что в ЭМП разогрев материала на атомном и молекулярном уровнях происходит во всем объеме сразу за счет электрических потерь, в то время как температура окружающей среды остается практически без изменения.

Вторую группу составляют функциональные передатчики, различное технологическое оборудование, использующее СВЧ-излучение, переменные и импульсные магнитные поля, медицинские терапевтические и диагностические установки, бытовое оборудование, средства визуального отображения информации на электронно-лучевых трубках.

### 2.4.1. Лазерное излучение

*Лазер* – усиление света посредством вынужденного излучения. *Лазерное излучение* – действие на вещество.

Главные компоненты лазера – активная среда и оптический резонатор. Активная среда, преобразующая энергию накачки в когерентное излучение (вынужденное), определяет энергетические характеристики лазера и длину волны излучения, а резонатор – частотные и пространственные характеристики. Резонатор – колебательная система, в которой происходит накопление энергии колебаний за счет резонанса с вынуждающей силой.

Высокая мощность лазерного излучения в сочетании с высокой направленностью позволяет получать с помощью фокусировки световые потоки огромной интенсивности.

Физической основой работы лазера служит явление вынужденного (индуцированного) излучения. Суть явления состоит в том, что возбужденный атом способен излучить фотон под действием другого фотона без его поглощения, если энергия последнего равняется разности энергий уровней атома до и после излучения. При этом излученный фотон когерентен фотону, вызвавшему излучение (является его «точной копией»). Таким образом происходит усиление света. Этим явление отличается от спонтанного излучения, в котором излучаемые фотоны имеют случайные направления распространения, поляризацию и фазу.

Непосредственно на человека оказывают лазерное излучение волны любой длины; однако в связи со спектральными особенностями поражения органов и существенно различными предельно допустимыми дозами облучения обычно различают воздействие на глаза и кожные покровы. Лазерное излучение может представлять опасность для человека, вызывая в его организме патологические изменения, функциональные расстройства органа зрения, центральной нервной и вегетативной систем, а также влияя на внутренние органы: печень, спинной мозг и др. Наибольшую опасность лазерное излучение представляет для органа зрения.

Основное вредное воздействие лазерное излучение оказывает на сетчатку, причем хрусталик и глазное яблоко, действуя как дополнительная фокусирующая оптика, существенно повышают концентрацию энергии на сетчатке.

Лазерное излучение (особенно дальней инфракрасной области спектра) способно проникать через ткани тела и взаимодействовать с биологическими структурами на значительной глубине, поражая внутренние органы.

Наибольшую опасность для внутренних органов представляет сфокусированное лазерное излучение. Степень повреждения внутренних органов в значительной мере определяется интенсивностью потока излучения и цветом окраски органа.

По степени опасности лазерное излучение делят на 4 класса:

1. Полностью безопасное лазерное излучение.

2. Лазерное излучение, представляющее опасность для кожи и глаз при облучении коллимированным пучком (специальное преобразование пучка заряженных частиц, лучей в параллельный), но безопасно при диффузном облучении.

3. Лазерное излучение видимого диапазона, опасное для глаз (коллимированное и диффузное излучение на расстоянии менее 10 см от отражающей поверхности) и кожи (коллимированный пучок).

4. Диффузно отраженное лазерное излучение, опасное для кожи и глаз на расстоянии менее 10 см.

С момента своего изобретения лазеры зарекомендовали себя как «готовые решения еще не известных проблем». В силу уникальных свойств излучения лазеров, их широко применяют во многих отраслях науки и техники, а также в быту (проигрыватели компакт-дисков, лазерные принтеры, считыватели штрих-кодов, лазерные указки и пр.). В промышленности лазеры используют для резки, сварки и пайки деталей из различных материалов. Высокая температура излучения позволяет сваривать материалы, которые невозможно сварить обычными способами (к примеру, керамику и металл). Луч лазера может быть сфокусирован в точку диаметром порядка микрона, что позволяет использовать его в микроэлектронике (так называемое лазерное скрайбирование). Лазеры используют для получения поверхностных покрытий материалов (лазерное легирование, лазерная наплавка, вакуумно-лазерное напыление) с целью повышения их износостойкости. Широкое применение получила также лазерная маркировка промышленных образцов и гравировка изделий из различных материалов. При лазерной обработке материалов на них не оказывается механическое воздействие, поэтому возникают лишь незначительные деформации. Кроме того, весь технологический процесс может быть

полностью автоматизирован. Лазерная обработка поэтому характеризуется высокой точностью и производительностью.

Медицинское применение лазерного излучения обусловлено как термическими, так и нетермическими эффектами. В хирургии лазерное излучение используют в качестве светового скальпеля, который обеспечивает стерильность и бескровность операции, а также возможность варьирования ширины разреза. Бескровность операции связана с коагуляцией белковых молекул и закупоркой сосудов по ходу луча. Этот эффект отмечается даже при операциях на таких органах, как печень, селезенка, почки и др. В офтальмологии с помощью лазерного луча лечат отслоение сетчатки, разрушают внутриглазные опухоли, формируют зрачок.

#### 2.4.2. Ионизирующие излучения

*Ионизирующее излучение* – поток заряженных или нейтральных частиц и квантов электромагнитного излучения, прохождение которых через вещество приводит к ионизации и возбуждению атомов или молекул среды. Они возникают в результате естественных или искусственных радиоактивных распадов веществ, ядерных реакций деления в реакторах, ядерных взрывов и некоторых физических процессов в космосе.

Ионизирующие излучения состоят из прямо или косвенно ионизирующих частиц или смеси тех и других. К прямо ионизирующим частицам относят частицы (электроны,  $\alpha$ -частицы, протоны и др.), которые обладают достаточной кинетической энергией, чтобы осуществить ионизацию атомов путем непосредственного столкновения. К косвенно ионизирующим частицам относятся незаряженные частицы (нейтроны, кванты и т. д.), которые вызывают ионизацию через вторичные объекты.

В настоящее время известно около 40 естественных и более 200 искусственных  $\alpha$ -активных ядер.  $\alpha$ -распад характерен для тяжелых элементов (урана, тория, полония, плутония и др.).  $\alpha$ -частицы – это положительно заряженные ядра гелия. Они обладают большой ионизирующей и малой проникающей способностью и двигаются со скоростью 20000 км/с.

*$\beta$ -излучение* – это поток отрицательно заряженных частиц (электронов), которые выпускаются при  $\beta$ -распаде радиоактивных изотопов. Их скорость приближается к скорости света.  $\beta$ -частицы при

взаимодействии с атомами среды отклоняются от своего первоначального направления. Поэтому путь, проходимый  $\beta$ -частицей в веществе, представляет собой не прямую линию, как у  $\alpha$ -частиц, а ломаную. Наиболее высокоэнергетические  $\beta$ -частицы могут пройти слой алюминия до 5 мм, однако ионизирующая способность их меньше, чем у  $\alpha$ -частицы.

*$\gamma$ -излучение*, испускаемое атомными ядрами при радиоактивных превращениях, обладает энергией от нескольких тысяч до нескольких миллионов электрон-вольт. Распространяется оно, как и рентгеновское, в воздухе со скоростью света. Ионизирующая способность  $\gamma$ -излучения значительно меньше, чем у  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц.  $\gamma$ -излучение – это электромагнитное излучение высокой энергии. Оно обладает большой проникающей способностью, изменяющейся в широких пределах.

Все ионизирующие излучения по своей природе делят на фотонные (квантовые) и корпускулярные. К фотонному (квантовому) ионизирующему излучению относят  $\gamma$ -излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер или аннигиляции частиц; тормозное излучение, возникающее при уменьшении кинетической энергии заряженных частиц, характеристическое излучение с дискретным энергетическим спектром, возникающее при изменении энергетического состояния электронов атома и рентгеновское излучение, состоящее из тормозного и/или характеристического излучений.

*Рентгеновское излучение* – электромагнитные волны, энергия фотонов которых лежит на шкале электромагнитных волн между ультрафиолетовым излучением и  $\gamma$ -излучением, что соответствует длинам волн от 10–2 до 103 Å (от 10–12 до 10–7 м). Рентгеновское излучение является ионизирующим. Оно воздействует на ткани живых организмов и может быть причиной лучевой болезни, лучевых ожогов и злокачественных опухолей. По причине этого при работе с рентгеновским излучением необходимо соблюдать меры защиты. Считается, что поражение прямо пропорционально поглощенной дозе излучения. Рентгеновское излучение является мутагенным фактором.

Рентгеновские лучи способны вызывать у некоторых веществ свечение (флюоресценцию). Этот эффект используется в медицинской диагностике при рентгеноскопии (наблюдение изображения на флюоресцирующем экране) и рентгеновской съемке (рентгенографии). Медицинские фотопленки, как правило, применяются в комбинации с усиливающими экранами, в состав которых входят рентге-

нолюминофоры, которые светятся под действием рентгеновского излучения и засвечивает светочувствительную фотоэмульсию.

*Корпускулярное излучение* – это поток частиц: электронов, тяжелых заряженных частиц (например, протонов,  $\alpha$ -частиц, отрицательных пи-мезонов) или нейтронов. Частицы имеют определенную массу и заряд (кроме нейтронов, которые заряда не имеют). К корпускулярному ионизирующему излучению относят  $\alpha$ -излучение, электронное, протонное, нейтронное и мезонное излучения. Корпускулярное излучение, состоящее из потока заряженных частиц ( $\alpha$ -,  $\beta$ -частиц, протонов, электронов), кинетическая энергия которых достаточна для ионизации атомов при столкновении, относится к классу непосредственно ионизирующего излучения. Нейтроны и другие элементарные частицы непосредственно не производят ионизацию, но в процессе взаимодействия со средой высвобождают заряженные частицы (электроны, протоны), способные ионизировать атомы и молекулы среды, через которую проходят. Соответственно, корпускулярное излучение, состоящее из потока незаряженных частиц, называют косвенно ионизирующим излучением.

Ионизирующие излучения по своему энергетическому составу делят на моноэнергетические (монохроматические) и немонаэнергетические (немонахроматические). Моноэнергетическое (однородное) излучение – это излучение, состоящее из частиц одного вида с одинаковой кинетической энергией или из квантов одинаковой энергии. Немонаэнергетическое (неоднородное) излучение – это излучение, состоящее из частиц одного вида с разной кинетической энергией или из квантов различной энергии. Ионизирующее излучение, состоящее из частиц различного вида или частиц и квантов, называется смешанным излучением.

Нейтронное и гамма-излучение принято называть проникающей радиацией или проникающим излучением. Радиация имеет естественное и техногенное происхождение. Чтобы оценить уровень опасности, которую может представлять радиация, рассмотрим свойства ионизирующих излучений (ИИ) и механизмы взаимодействия их с веществом.

Самопроизвольное превращение неустойчивых атомных ядер в ядра другого типа, сопровождающееся испусканием частиц или  $\gamma$ -квантов, называется радиоактивностью. Известны четыре типа радиоактивности:  $\alpha$ -распад;  $\beta$ -распад; спонтанное деление ядер; протонная радиоактивность.

Испускаемые в процессе ядерных превращений  $\alpha$ - и  $\beta$ -частицы, нейтроны и другие элементарные частицы, а также  $\gamma$ -излучение представляют собой ИИ, которые в процессе взаимодействия со средой производят ионизацию и возбуждение ее атомов и молекул. При этом примерно половина энергии, переданной ионизирующим излучением веществу, расходуется на ионизацию и половина на возбуждение.

*Эквивалентная доза* – основная дозиметрическая величина в области радиационной безопасности, введенная для оценки возможного ущерба здоровью человека от хронического воздействия ионизирующего излучения произвольного состава. Эквивалентная доза может быть использована и при кратковременном воздействии, когда ее значение не превышает 0,5 Зв (50 бэр).

Единицей эквивалентной дозы Международной системой единиц (СИ) установлен зиверт (Зв). Один зиверт равен эквивалентной дозе, при которой произведение поглощенной дозы в биологической ткани на взвешивающий коэффициент равно 1 Дж/кг. Внесистемной единицей эквивалентной дозы является бэр (биологический эквивалент рада): 1 бэр = 0,01 Зв или 1 Зв = 100 бэр.

К техногенным источникам ионизирующих излучений относят совокупность факторов, обусловленных реализацией широкомасштабных программ использования атомной энергии в мирных и военных целях. Данная составляющая радиационного фона образуется и зависит от величины рассеянных в почве, воде, воздухе и других объектах внешней среды техногенных источников радиоактивных загрязнений, образовавшихся при ядерных взрывах, работе предприятий ядерно-топливного и ядерно-оружейного циклов, возникновении радиационно опасных аварий на предприятиях и транспорте, при использовании радиационных технологий и методов в науке, промышленности и медицине, а также при обращении с радиоактивными отходами.

Наибольшую опасность при работе предприятий ядерно-топливного цикла представляют радионуклиды, имеющие большой период полураспада и способные быстро распространяться в окружающей среде. К таким в первую очередь относятся  $^{12}\text{I}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ , которые выделяются из хвостов руд.

## 2.5. Постоянные региональные и глобальные опасности

Постоянные локально-действующие опасности, как правило, возникают от избыточных материальных или энергетических потоков (выбросы вредных веществ, шумы, вибрации, ЭМП и т. п. на рабочих местах, в зоне эксплуатации средств транспорта и связи, других объектов экономики). Их влияние характеризуется длительным, а иногда и сочетанным действием различных факторов.

Отходы промышленности, сельского хозяйства и средств транспорта оказывают значительное негативное влияние на все компоненты природной среды: атмосферу, гидросферу и литосферу. Под воздействием отходов загрязняются воздух, вода, почва, разрушаются и гибнут флора и фауна, при этом в природе возникают значительные несвойственные ей негативные явления и процессы.

В атмосфере образуются кислотные осадки, фотохимический смог, возникает парниковый эффект и разрушается озоновый слой; в гидросфере происходит эвтрофирование водоемов (повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под воздействием антропогенных или естественных (природных) факторов. Процесс эвтрофирования ухудшает физико-химические условия среды обитания рыб и других гидробионтов за счет массового развития микроскопических водорослей и других микроорганизмов.); в литосфере – нарушение кислотности почв, растворение тяжелых металлов, возникновение отвалов и свалок.

Все это существенно снижает качество окружающей человека среды, негативно влияет на его здоровье.

## 2.6. Антропогенное воздействие на атмосферу

Состояние атмосферы определяет тепловой режим земной поверхности, ее озоновый слой защищает живые организмы от жесткого ультрафиолетового излучения.

Под **загрязнением атмосферного воздуха** следует понимать любое изменение его состава и свойств, которое оказывает негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем. Загрязнение атмосферного воздуха воздействует на здоровье человека и на окружающую природную среду различными способами – от прямой и немедленной угрозы (смог и др.) до мед-

ленного и постепенного разрушения различных систем жизнеобеспечения организма. Во многих случаях загрязнение воздушной среды нарушает структурные компоненты экосистемы до такой степени, что регуляторные процессы не в состоянии вернуть их в первоначальное состояние и в результате механизм гомеостаза не срабатывает.

Загрязнение атмосферы может быть естественным (природным) и антропогенным (техногенным).

Естественное загрязнение воздуха вызвано природными процессами. К ним относятся вулканическая деятельность, выветривание горных пород, ветровая эрозия, массовое цветение растений, дым от лесных и степных пожаров и др.

Антропогенное загрязнение связано с выбросом различных загрязняющих веществ в процессе деятельности человека. По своим масштабам оно значительно превосходит природное загрязнение атмосферного воздуха.

В зависимости от масштабов распространения выделяют различные типы загрязнения атмосферы: местное, региональное и глобальное. Местное загрязнение характеризуется повышенным содержанием загрязняющих веществ на небольших территориях (город, промышленный район, сельскохозяйственная зона и др.). При региональном загрязнении в сферу негативного воздействия вовлекаются значительные пространства, но не вся планета. Глобальное загрязнение связано с изменением состояния атмосферы в целом.

По агрегатному состоянию выбросы вредных веществ в атмосферу классифицируют:

- на газообразные (диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, углеводороды и др.);
- жидкие (кислоты, щелочи, растворы солей и др.);
- твердые (канцерогенные вещества, свинец и его соединения, органическая и неорганическая пыль, сажа, смолистые вещества и прочие).

Наиболее опасное загрязнение атмосферы – радиоактивное. В настоящее время оно обусловлено в основном глобально распределенными радиоактивными долгоживущими изотопами – продуктами испытаний ядерного оружия, проводившихся в атмосфере и под землей. Приземный слой атмосферы загрязняют также выбросы в атмосферу радиоактивных веществ с действующих АЭС в процессе их нормальной эксплуатации и другие источники.

Особое место занимают выбросы радиоактивных веществ из четвертого блока Чернобыльской АЭС в апреле – мае 1986 г. Если при взрыве атомной бомбы над Хиросимой (Япония) в атмосферу было выброшено 740 г радионуклидов, то в результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. суммарный выброс радиоактивных веществ в атмосферу составил 77 кг.

Еще одной формой загрязнения атмосферы является локальное избыточное поступление тепла от антропогенных источников. Признаком теплового (термического) загрязнения атмосферы служат так называемые термические юны, например, «остров тепла» в городах, потепление водоемов и т. п.

### **2.6.1. Выбросы в приземный слой атмосферы**

В настоящее время основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха на территории России вносят следующие отрасли: теплоэнергетика (тепловые и атомные электростанции, промышленные и городские котельные и др.), далее предприятия черной металлургии, нефтедобычи и нефтехимии, автотранспорт, предприятия цветной металлургии и производство стройматериалов.

Роль различных отраслей хозяйства в загрязнении атмосферы в развитых промышленных странах Запада несколько иная. Так, например, основное количество выбросов вредных веществ в США, Великобритании и ФРГ приходится на автотранспорт (50–60 %), тогда как на долю теплоэнергетики значительно меньше, всего 16–20 %.

*Тепловые и атомные электростанции. Котельные установки.* В процессе сжигания твердого или жидкого топлива в атмосферу выделяется дым, содержащий продукты полного (диоксид углерода и пары воды) и неполного (оксиды углерода, серы, азота, углеводороды и др.) сгорания. Объем энергетических выбросов очень велик. Так, современная теплоэлектростанция мощностью 2,4 млн кВт расходует до 20 тыс. т. угля в сутки и выбрасывает в атмосферу в сутки 680 т SO<sub>2</sub> и SO<sub>3</sub>, 120–140 т твердых частиц (зола, пыль, сажа), 200 т оксидов азота.

Перевод установок на жидкое топливо (мазут) снижает выбросы золы, но практически не уменьшает выбросы оксидов серы и азота. Наиболее экологичное газовое топливо, которое в три раза меньше загрязняет атмосферный воздух, чем мазут, и в пять раз меньше, чем уголь.

Источники загрязнения воздуха токсичными веществами на атомных электростанциях (АЭС) – радиоактивный йод, радиоактивные инертные газы и аэрозоли. Крупный источник энергетического загрязнения атмосферы – отопительная система жилищ (котельные установки) дает мало оксидов азота, но много продуктов неполного сгорания. Из-за небольшой высоты дымовых труб токсичные вещества в высоких концентрациях рассеиваются вблизи котельных установок.

Загрязнение атмосферного воздуха воздействует на здоровье человека и на окружающую природную среду различными способами: от прямой и немедленной угрозы (смог и др.) до медленного и постепенного разрушения различных систем жизнеобеспечения организма. Во многих случаях загрязнение воздушной среды нарушает структурные компоненты экосистемы до такой степени, что регуляторные процессы не в состоянии вернуть их в первоначальное состояние и в результате механизм гомеостаза не срабатывает.

В мире насчитывается несколько сотен миллионов автомобилей, которые сжигают огромное количество нефтепродуктов, существенно загрязняя атмосферный воздух прежде всего в крупных городах. Выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания (особенно карбюраторных) содержат огромное количество токсичных соединений – бенз(а)пирена, альдегидов, оксидов азота и углерода и особо опасных соединений свинца (в случае применения этилированного бензина).

Наибольшее количество вредных веществ в составе отработавших газов образуется при неотрегулированной топливной системе автомобиля. Правильная ее регулировка позволяет снизить их количество в 1,5 раза, а специальные нейтрализаторы снижают токсичность выхлопных газов в шесть и более раз.

Значительно загрязнен атмосферный воздух тяжелыми металлами (кадмием, ртутью, свинцом). Уровень загрязнения воздуха тяжелыми металлами обычно характеризуют показателем поступления (выпадения) этих веществ в почву. Загрязнение атмосферы в ряде случаев может сопровождаться негативными явлениями на региональном уровне – возникновением в городах фотохимического смога, выпадением кислотных осадков на значительных техносферных и природных территориях, парниковым эффектом и разрушением озонового слоя.

## 2.6.2. Фотохимический смог

*Фотохимический смог* – комплексное загрязнение атмосферы, обусловленное застаиванием масс воздуха в крупных городах с развитой промышленностью и большим количеством транспорта. Произошло слово смог от двух английских слов *smoke* (дым) и *fog* (туман).

Автомобильные двигатели внутреннего сгорания – вот главный источник смога. В выхлопах автомобилей содержатся оксиды азота и углерода, озон, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)... Весь этот «букет» в сырую погоду висит в воздухе в виде аэрозоля, снижая видимость автомобилисту и заставляя пешехода кашлять и задыхаться.

ПАУ и озон – сильные окислители, они пагубно влияют на городскую растительность, ингибируя многие ферментативные реакции в организмах растений. Оксиды азота и углерода тоже отрицательно влияют на живые организмы – под их воздействием обесцвечиваются листья, увядают цветы, прекращается плодоношение и рост. Такое действие объясняется образованием кислот при растворении оксидов в межклеточной и внутриклеточной жидкостях.

Количество выбрасываемых загрязнителей и доля их в выхлопах автомобиля зависят от режима работы двигателя.

В больших городах различные виды хозяйственной деятельности также способствуют образованию смога.

## 2.6.3. Кислотные осадки

*Кислотный дождь* – все виды метеорологических осадков – дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, при которых наблюдается понижение рН дождевых осадков из-за загрязнений воздуха кислотными оксидами (обычно – оксидами серы, оксидами азота)

Впервые термин кислотный дождь был введен в 1872 г. английским ученым Робертом Смитом в книге «Воздух и дождь: начало химической климатологии». Его внимание привлек викторианский смог в Манчестере. И хотя ученые того времени отвергли теорию о существовании кислотных дождей, сегодня уже никто не сомневается, что кислотные дожди являются одной из причин гибели лесов, урожаев и растительности. Кроме того, кислотные дожди разрушают здания и памятники культуры, трубопроводы, приводят в негодность автомо-

били, понижают плодородие почвы и могут приводить к просачиванию токсичных металлов в водоносные слои почвы.

Вода обычного дождя тоже представляет собой слабокислый раствор. Это происходит вследствие того, что природные вещества атмосферы, например, углекислый газ, вступают в реакцию с дождевой водой. При этом образуется слабая угольная кислота, тогда как в идеале рН дождевой воды равняется 5–6,5–7. В реальной жизни показатель кислотности дождевой воды в одной местности может отличаться от показателя кислотности дождевой воды в другой местности. Это, прежде всего, зависит от состава газов, содержащихся в атмосфере той или иной местности, таких как оксид серы и оксиды азота.

Химический анализ кислотных осадков показывает присутствие серной ( $H_2SO_4$ ) и азотной ( $HNO_3$ ) кислот. Наличие серы и азота в этих формулах показывает, что проблема связана с выбросом данных элементов в атмосферу. При сжигании топлива в воздух попадает диоксид серы, также происходит реакция атмосферного азота с атмосферным кислородом и образуются оксиды азота.

Эти газообразные продукты (диоксид серы и оксид азота) реагируют с атмосферной водой с образованием кислот (азотной и серной).

В водных экосистемах кислотные осадки вызывают гибель рыб и других водных обитателей. Подкисление воды рек и озер серьезно влияет и на сухопутных животных, так как многие звери и птицы входят в состав пищевых цепей, начинающихся в водных экосистемах.

Вместе с гибелью озер становится очевидной и деградация лесов. Кислоты нарушают защитный восковой покров листьев, делая растения более уязвимыми для насекомых, грибов и других патогенных микроорганизмов. Во время засухи через поврежденные листья испаряется больше влаги.

Выщелачивание биогенов из почвы и высвобождение токсичных элементов способствует замедлению роста и гибели деревьев. Можно предположить, что происходит и с дикими видами животных, когда погибают леса.

Если разрушается лесная экосистема, то начинается эрозия почвы, засорение водоемов, наводнение и ухудшение запасов воды становятся катастрофическими.

В результате закисления в почве происходит растворение питательных веществ, жизненно необходимых растениям; эти вещества выносятся дождями в грунтовые воды. Одновременно выщелачива-

ются из почвы и тяжелые металлы, которые затем усваиваются растениями, вызывая у них серьезные повреждения. Используя такие растения в пищу, человек также получает вместе с ними повышенную дозу тяжелых металлов.

Когда деградирует почвенная фауна, снижаются урожаи, ухудшается качество сельскохозяйственной продукции, а это, как мы знаем, влечет за собой ухудшение здоровья населения.

Под действием кислот из горных пород и минералов высвобождается алюминий, а также ртуть и свинец, которые затем попадают в поверхностные и грунтовые воды. Алюминий способен вызывать болезнь Альцгеймера, разновидность преждевременного старения. Тяжелые металлы, находящиеся в природных водах, отрицательно влияют на почки, печень, центральную нервную систему, вызывая различные онкологические заболевания. Генетические последствия отравления тяжелыми металлами могут проявиться через 20 лет и не только у тех, кто употребляет грязную воду, но и у их потомков.

#### **2.6.4. Парниковый эффект**

*Парниковый эффект* – повышение температуры нижних слоев атмосферы планеты по сравнению с эффективной температурой, т. е. температурой теплового излучения планеты, наблюдаемого из космоса.

Идея о механизме парникового эффекта была впервые изложена в 1827 г. Жозефом Фурье в статье «Записка о температурах земного шара и других планет», в которой он рассматривал различные механизмы формирования климата Земли, при этом он рассматривал как факторы, влияющие на общий тепловой баланс Земли (нагрев солнечным излучением, охлаждение за счет лучеиспускания, внутреннее тепло Земли), так и факторы, влияющие на теплоперенос и температуры климатических поясов (теплопроводность, атмосферная и океаническая циркуляция).

При рассмотрении влияния атмосферы на радиационный баланс Фурье проанализировал опыт М. де Соссюра с зачерненным изнутри сосудом, накрытым стеклом. Де Соссюр измерял разность температур внутри и снаружи такого сосуда, выставленного на прямой солнечный свет. Фурье объяснил повышение температуры внутри такого мини-парника по сравнению с внешней температурой действием двух факторов: блокированием конвективного теплопереноса (стекло пре-

дотвращает отток нагретого воздуха изнутри и приток прохладного снаружи) и различной прозрачностью стекла в видимом и инфракрасном диапазоне.

Именно последний фактор и получил в позднейшей литературе название парникового эффекта: поглощая видимый свет, поверхность нагревается и испускает тепловые (инфракрасные) лучи; поскольку стекло прозрачно для видимого света и почти непрозрачно для теплового излучения, то накопление тепла ведет к такому росту температуры, при котором количество проходящих через стекло тепловых лучей достаточно для установления теплового равновесия.

По степени влияния на климат парникового эффекта Земля занимает промежуточное положение между Венерой и Марсом: у Венеры повышение температуры приповерхностной атмосферы в ~13 раз выше, чем у Земли, в случае Марса – в ~5 раз ниже, эти различия являются следствием различных плотностей и составов атмосфер этих планет.

При неизменности солнечной постоянной и, соответственно, потока солнечной радиации, среднегодовые приповерхностные температуры и климат, определяются тепловым балансом Земли. Для теплового баланса выполняются условия равенства величин поглощения коротковолновой радиации и излучения длинноволновой радиации в системе Земля – атмосфера. В свою очередь, доля поглощенной коротковолновой солнечной радиации определяется общим (поверхность и атмосфера) альбедо Земли, на величину потока длинноволновой радиации, уходящей в космос, существенное влияние оказывает парниковый эффект, в свою очередь, зависящий от состава и температуры земной атмосферы.

Главный вклад в парниковый эффект земной атмосферы вносит водяной пар или влажность воздуха тропосферы, влияние других газов гораздо менее существенно по причине их малой концентрации. Вместе с тем, концентрация водяного пара в тропосфере зависит от приповерхностной температуры: увеличение суммарной концентрации «парниковых» газов в атмосфере должно привести к усилению влажности и парникового эффекта, который в свою очередь приведет к увеличению приповерхностной температуры.

При понижении приповерхностной температуры концентрация водяных паров падает, что ведет к уменьшению парникового эффекта, и, одновременно с этим при снижении температуры в приполярных районах формируется снежно-ледяной покров, ведущий к повышению

альбедо и, совместно, с уменьшением парникового эффектом, вызывающим понижение средней приповерхностной температуры.

Таким образом, климат на Земле может переходить в стадии потепления и похолодания в зависимости от изменения альбедо системы Земля – атмосфера и парникового эффекта.

Климатические циклы коррелируют (корреляция – взаимная связь, соотношение предметов, явлений или понятий) с концентрацией углекислого газа в атмосфере: в течение среднего и позднего плейстоцена, предшествующих современному времени, концентрация атмосферного углекислого газа снижалась во время длительных ледниковых периодов и резко повышалась во время кратких межледниковий.

### 2.6.5. Разрушение озонового слоя

*Разрушение озонового слоя* – это разделение молекул озона, которое вызывают встречаемые в стратосфере вещества, разрушающие озоновый слой (OSNV), возникающие в результате природных процессов (например, извержения вулканов) или эмитированные (высвобожденные) в результате деятельности человека, содержащие хлор (Cl) или бром (Br); а также метан или оксид азота (I) – ( $N_2O$ ).

Самые существенные этапы разрушения озонового слоя:

– *эмиссия* (в результате деятельности человека, а также в результате природных процессов на Земле эмитируются (высвобождаются) газы, содержащие галогены (бром и хлор), т. е. вещества, разрушающие озоновый слой);

– *аккумуляция* (эмитированные газы, содержащие галогены, аккумулируются (накапливаются) в нижних атмосферных слоях, и под воздействием ветра, а также потоков воздуха перемещаются в регионы, которые не находятся в прямой близости с источниками такой эмиссии газов);

– *перемещение* (аккумуляционные газы, содержащие галогены, с помощью потоков воздуха перемещаются в стратосферу);

– *преобразование* (большая часть газов, содержащих галогены, под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца в стратосфере преобразуется в легко реагирующие галогенные газы, в результате чего в полярных регионах земного шара разрушение озонового слоя происходит сравнительно активнее);

– *химические реакции* (легко реагирующие галогенные газы вызывают разрушение озона стратосферы; фактор, способствующий реакциям – полярные стратосферные облака);

– *удаление* (под воздействием воздушных потоков легко реагирующие галогенные газы возвращаются в тропосферу, где из-за присутствующей в облаках влажности и дождей разделяются, и таким образом из атмосферы полностью удаляются).

Количество веществ, разрушающих озоновый слой, за несколько последних десятилетий значительно изменились. Например, в 2002 г. общее потребление хлорофторуглеродов (НФО) в мире составляло примерно 1 100 000 тонн, а в 2017 г. его общее потребление было только 100 000 тонн. Однако существенно считается с тем, что, учитывая сложность процессов разрушения озонового слоя и уменьшение количества эмиссий веществ, разрушающих озоновый слой, объемы разрушения озонового слоя все еще продолжают расти и ожидается, что в течение нескольких ближайших лет будет достигнуто максимальное разрушение озонового слоя, после которого последует постепенное, более чем 50-летнее обновление озонового слоя (допуская, что эмиссии веществ, разрушающих озоновый слой, не возрастут и продолжат уменьшаться).

*Озоновая дыра* – вызванные разрушением озонового слоя особо низкие концентрации озона на Южном Полюсе во время арктической зимы и весны. Площадь озоновой дыры в последние годы составляла приблизительно 24 000 000 км<sup>2</sup>, и на фотографиях со спутника она выглядит как большая дыра.

В результате разрушения озонового слоя Землю достигает повышенное количество солнечного излучения UV-B, что оказывает негативное воздействие как на живые существа (людей, животных, растительность), так и на предметы. Последствия слишком «тонкого» озонового слоя:

– уменьшается выносливость различных материалов (например, резины) и вместе с тем – длительность пользования этими материалами;

– погибают обитающие в верхних слоях воды организмы (бентос);

– уменьшаются сельскохозяйственные урожаи и рыбные уловы;

– снижается иммунитет населения;

– возрастает заболеваемость раком кожи и катарактой (как у людей, так и у животных), заболеваниями легких и верхних дыхательных путей.

## 2.7. Антропогенное воздействие на гидросферу

Под *загрязнением водоемов* понимают снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ.

Загрязнение вод проявляется в изменении физических и органолептических свойств (нарушение прозрачности, окраски, запахов, вкуса), увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, сокращении растворенного в воде кислорода, появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей.

Основной причиной современной деградации природных вод Земли является антропогенное загрязнение. Главными его источниками служат:

- сточные воды промышленных предприятий;
- сточные воды коммунального хозяйства городов и других населенных пунктов;
- стоки систем орошения, поверхностные стоки с полей и других сельскохозяйственных объектов;
- атмосферные выпадения загрязнителей на поверхность водоемов и водосборных бассейнов. Кроме этого, неорганизованный сток осадков (ливневые стоки, талые воды) загрязняет водоемы техногенными терраполлютантами.

Основными прямыми антропогенными воздействиями на гидросферу являются: строительство крупных водохранилищ, оросительных каналов, систем переброски воды; водозабор поверхностных и подземных вод для промышленного производства, орошения земель, а также для коммунального хозяйства; сбрасывание в реки, моря и океаны сточных вод, содержащих загрязняющие вещества.

Косвенно на водный баланс территории и состояние природных вод влияют: вырубка лесов и повсеместное распаивание земель при сельскохозяйственном освоении территории; применение в земледелии удобрений и ядохимикатов; выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, что приводит к загрязнению атмосферных осадков, а также поверхностных и подземных вод.

За последние сто лет использование поверхностных и подземных вод на хозяйственные нужды увеличилось почти в девять раз. При этом 65 % воды расходуется на сельское хозяйство, т. е. на орошение земель, площадь которых сейчас достигает 340 млн га. Наиболее интенсивно водные ресурсы используются в Азии, где находятся основные площади орошения (60 % мирового водопотребления), а также в Северной Америке (15 %) и Европе (13 %). Общее водопотребление в России составляет 117 км<sup>3</sup>/год. На нужды промышленности приходится 53 % используемой воды, на сельское хозяйство – 20 % и на коммунальное – 15 %.

Преобразование гидросферы осуществляется человеком, прежде всего, путем строительства водохранилищ и оросительных систем. Водоохранилища обычно имеют комплексное назначение, т. е. решают задачи энергетики, промышленного и бытового водоснабжения, судоходства, орошения земель, рыболовства, создания зон отдыха и т. д. Сейчас в мире имеется 30 тысяч водохранилищ общим объемом 6 000 км<sup>3</sup> воды. Из них 2442 – крупных водохранилищ объемом более 100 млн м<sup>3</sup> каждое. Больше всего их в Северной Америке – 887, в том числе в США – 689, а также в Азии – 647, в том числе в Индии – 202, Китае – 147. На территории бывшего СССР – 237 таких водохранилищ. В том числе самое крупное в мире – Братское – объемом 169, 3 км<sup>3</sup>. По площади самым большим является водохранилище Вольта (Гана) – 8480 км<sup>2</sup>. Длина береговой линии этого водохранилища составляет 7 тысяч километров.

Крупные водохранилища оказывают негативное воздействие на природную среду: изменяют режим грунтовых вод, увеличивают потери воды на испарение, приводят к засолению почв. К тому же они занимают большие площади плодородных земель. Так, в России создание крупных ГЭС отрицательно повлияло на режим многих рек. Например, сооружение Волго-Камского и Ангарского каскадов превратило самоочищающиеся реки в непрерывные цепи гниющих водоемов.

Большое влияние на гидросферу оказывает водозабор поверхностных и подземных вод, в результате которого происходит сокращение речного стока. Например, в Центрально-Черноземном регионе за счет этого речной сток сократился на 18 %, а подземный – на 26 %. Безвозвратные потери водных ресурсов в результате хозяйственного использования подземных и поверхностных вод в этом регионе достигает почти 2 км<sup>3</sup>.

Одновременно в реки сбрасываются плохо очищенные промышленно-коммунальные стоки. В нашем регионе их объем составляет  $2,75 \text{ км}^3$  при общем объеме речного стока –  $14 \text{ км}^3$ . Загрязнение природных вод происходит также удобрениями и ядохимикатами, используемыми в земледелии. В воде весеннего стока может содержаться до восьми мг/л растворенных удобрений, пестицидов, гербицидов и т. д. Загрязнение гидросферы отмечается также при выпадении «кислотных дождей».

Косвенно на водный баланс влияет вырубка лесов и повсеместное распаивание земель, которые происходили при сельскохозяйственном освоении территории. По данным, за счет этого количество атмосферных осадков в Центрально-Черноземном регионе за последние три–четыре столетия сократилось на 10 %. При этом изменилось соотношение между поверхностным и подземным стоком, а также произошло сокращение подземного питания некоторых рек почти в 15 раз.

Антропогенное загрязнение гидросферы в настоящее время приобрело глобальный характер и существенно уменьшило доступные эксплуатационные ресурсы пресной воды на планете. Общий объем промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых стоков достигает  $1300 \text{ км}^3$  (по некоторым оценкам до  $1800 \text{ км}^3$ ), для разбавления которых требуется примерно 8,5 тыс.  $\text{км}^3$  воды, т. е. 20 % полного и 60 % устойчивого стока рек мира. Причем по отдельным водным бассейнам антропогенная нагрузка гораздо выше средних значений.

Общая масса загрязнителей гидросферы огромна – около 15 млрд т в год. К наиболее опасным загрязнителям относят соли тяжелых металлов, фенолы, пестициды и другие органические яды, нефтепродукты, насыщенная бактериями биогенная органика, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и минеральные удобрения.

Кроме химического загрязнения водоемов, определенное значение имеют также механическое, термическое и биологическое загрязнение. Для определения опасности нарушений поверхностных природных водоемов важен еще и объем безвозвратного водопотребления. В основе оценки опасности всех видов нарушений лежит общий принцип, основанный на определении объемов загрязненных стоков и размеров превышений их нормативных уровней.

## 2.8. Антропогенное воздействие на литосферу

*Литосфера* – твердая оболочка Земли, толщина которой колеблется в пределах 50–200 км. Верхняя часть литосферы образует земную кору, толщина которой достигает до 50–75 км на континентах и 5–10 км под дном океанов, нижнюю часть литосферы представляет верхняя часть мантии Земли.

Земная кора состоит из более чем 3 тыс. минералов, из которых наиболее распространены только 60, остальные находятся в рассеянном состоянии и встречаются редко. Химический анализ минералогического состава земной коры показывает, что она включает в основном легкие элементы, в том числе железо, а элементы, следующие в периодической системе элементов за ним, составляют в сумме лишь доли процента.

Верхняя часть литосферы, которая непосредственно выступает как минеральная основа биосферы, в настоящее время подвергается все более возрастающему антропогенному воздействию. В эпоху бурного экономического развития, когда в процесс производства вовлечена практически вся биосфера планеты, человек, стал «крупнейшей геологической силой», под действием которой меняется лик Земли.

Сегодня воздействие человека на литосферу приближается к пределам, переход которых может вызвать необратимые процессы почти по всей поверхностной части земной коры. В процессе преобразования литосферы человек (по данным на начало 1990-х гг.) извлек 125 млрд т угля, 32 млрд т нефти, более 100 млрд т других полезных ископаемых. Распахано более 1500 млн га земель, заболочено и засолено 20 млн га. Эрозией за последние сто лет уничтожено 2 млн га, площадь оврагов превысила 25 млн га. Высота терриконов достигает 300 м, горных отвалов – 150 м, глубина шахт, пройденных для добычи золота, превышает 4 км (Южная Африка), нефтяных скважин – 6 км.

Экологическая функция литосферы выражается в том, что она является базовой подсистемой биосферы. Вся континентальная и почти вся морская биота опирается на земную кору. Например, техногенное разрушение минимального слоя горных пород на суше или шельфе автоматически уничтожает биоценоз.

*Почва* – один из важнейших компонентов окружающей природной среды. Все основные ее экологические функции замыкаются на одном обобщающем показателе – почвенном плодородии. Отчуждая с

полей основной (зерно, корнеплоды, овощи и др.) и побочный урожай (солома, листья, ботва и др.), человек размыкает частично или полностью биологический круговорот веществ, нарушает способность почвы к саморегуляции и снижает ее плодородие. Даже частичная потеря гумуса и, как следствие, снижение плодородия, не дает почве возможность выполнять в полной мере свои экологические функции, и она начинает деградировать, т. е. ухудшать свои свойства. К деградации почв (земель) ведут и другие причины, преимущественно антропогенного характера.

Анализ качественного состояния земель показывает, что такие процессы, как опустынивание, переувлажнение, заболачивание, подтопление, затопление, зарастание кустарником и мелколесьем, дегуманизация, засоление и промышленное использование, существенно снижают площади земель сельскохозяйственного назначения, качественное состояние почв. Для урбанизированных территорий наиболее характерными являются такие проявления, как разрушение почвенного покрова, химическое загрязнение и захламление земель промышленными и бытовыми отходами.

Химическое загрязнение почв происходит по следующим причинам:

- атмосферный перенос загрязняющих веществ (тяжелые металлы, кислотные осадения);
- сельскохозяйственное загрязнение (удобрения, пестициды);
- наземное загрязнение (отходы быта и различных производств, отвалы топливно-энергетических комплексов, загрязнение нефтью и нефтепродуктами).

Основные виды антропогенного воздействия на почвы следующие:

- 1) эрозия (ветровая и водная);
- 2) загрязнение;
- 3) вторичное засоление и заболачивание;
- 4) опустынивание;
- 5) отчуждение земель для промышленного и коммунального строительства.

*Эрозия почв* – разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром (ветровая эрозия) или потоками воды (водная эрозия). Земли, подвергшиеся разрушению в процессе эрозии, называют эродированными. К эрозионным процессам относят также промышленную эрозию (разрушение сельскохо-

зьяйственных земель при строительстве и разработке карьеров), военную эрозию (воронки, траншеи), пастбищную эрозию (при интенсивной пастьбе скота), ирригационную (разрушение почв при прокладке каналов и нарушении норм поливов) и др.

Однако настоящим бичом земледелия у нас в стране и в мире остаются водная (ей подвержены 31 % суши) и ветровая эрозии (дефляция), активно действующая на 34 % поверхности суши. В США эродировано 40 % всех сельскохозяйственных земель, а в засушливых районах мира еще больше – 60 % от общей площади, из них 20 % сильно эродированы.

Эрозия оказывает существенное негативное влияние на состояние почвенного покрова, а во многих случаях разрушает его полностью. Падает биологическая продуктивность растений, снижаются урожаи и качество зерновых культур, хлопка, чая и др.

*Ветровая эрозия* (дефляция) почв. Под ветровой эрозией понимают выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц ветром. Интенсивность ветровой эрозии зависит от скорости ветра, устойчивости почвы, наличия растительного покрова, особенностей рельефа и других факторов. Огромное влияние на ее развитие оказывают антропогенные факторы. Например, уничтожение растительности, нерегулируемый выпас скота, неправильное применение агротехнических мер резко активизируют эрозионные процессы.

Различают местную (повседневную) ветровую эрозию и пыльные бури. Первая проявляется в виде поземок и столбов пыли при небольших скоростях ветра.

*Пыльные бури* возникают при очень сильных и продолжительных ветрах. Скорость ветра достигает 20–30 м/с и более. Наиболее часто пыльные бури наблюдаются в засушливых районах (сухие степи, полупустыни, пустыни). Пыльные бури безвозвратно уносят самый плодородный верхний слой почв; они способны развеять за несколько часов до 500 т почвы с 1 га пашни, негативно влияют на все компоненты окружающей природной среды, загрязняют атмосферный воздух, водоемы, отрицательно влияют на здоровье человека. В настоящее время крупнейший источник пыли – Арал. На космических снимках видны шлейфы пыли, которые тянутся в стороны от Арала на многие сотни километров. Общая масса переносимой ветром пыли в районе Арала достигает 90 млн т в год. Другой крупный пылевой очаг в России – Черные земли Калмыкии.

Под *водной эрозией* понимают разрушение почв под действием временных водных потоков. Различают следующие формы водной эрозии: плоскостную, струйчатую, овражную, береговую. Как и в случае *ветровой эрозии*, условия для проявления водной эрозии создают природные факторы, а основной причиной ее развития является производственная и иная деятельность человека.

В частности, появление новой тяжелой почвообрабатывающей техники, разрушающей структуру почвы, – одна из причин активизации водной эрозии в последние десятилетия. Другие негативные антропогенные факторы: уничтожение растительности и лесов, чрезмерный выпас скота, отвальная обработка почв и др.

Среди различных форм проявления водной эрозии значительный вред окружающей природной среде и в первую очередь почвам приносит *овражная эрозия*.

Экологический ущерб от оврагов огромен. Овраги уничтожают ценные сельскохозяйственные земли, способствуют интенсивному смыву почвенного покрова, заиливают малые реки и водохранилища, создают густо расчлененный рельеф. Площадь оврагов только на территории Русской равнины составляет 5 млн га и продолжает увеличиваться. Подсчитано, что ежедневные потери почв из-за развития оврагов достигают 100–200 га

Поверхностные слои почв легко загрязняются. Большие концентрации в почве различных химических соединений – токсикантов пагубно влияют на жизнедеятельность почвенных организмов. При этом теряется способность почвы к самоочищению от болезнетворных и других нежелательных микроорганизмов, что чревато тяжелыми последствиями для человека, растительного и животного мира. Например, в сильно загрязненных почвах возбудители тифа и паратифа могут сохраняться до полутора лет, тогда как в незагрязненных – лишь в течение двух–трех суток.

Основные загрязнители почвы:

- 1) пестициды (ядохимикаты);
- 2) минеральные удобрения;
- 3) отходы и отбросы производства;
- 4) газодымовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу;
- 5) нефть и нефтепродукты.

В мире ежегодно производится более миллиона тонн пестицидов. Только в России используется более 100 индивидуальных пестицидов

при общем годовом объеме их производства – 100 тыс. т. Наиболее загрязненными пестицидами районами являются Краснодарский край и Ростовская область (в среднем около 20 кг. на 1 га). В России на одного жителя в год приходится около 1 кг пестицидов, во многих других развитых промышленных странах мира эта величина существенно выше. Мировое производство пестицидов постоянно растет.

В настоящее время влияние пестицидов на здоровье населения многие ученые приравнивают к воздействию на человека радиоактивных веществ. Достоверно установлено, что при применении пестицидов наряду с некоторым увеличением урожайности отмечается рост видового состава вредителей, ухудшаются пищевые качества и сохранность продукции, утрачивается естественное плодородие и т. д.

Защита населения и территорий являются системой общегосударственных мероприятий, которые реализуются центральными и местными органами исполнительной власти, исполнительными органами советов, органами управления по вопросам чрезвычайных ситуаций и гражданской защиты, подчиненными им силами и средствами предприятий, учреждений, организаций независимо от форм собственности, добровольными формированиями, которые обеспечивают выполнение организационных, инженерно-технических, санитарно-гигиенических, противоэпидемических и других мероприятий в сфере предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

### **Контрольные вопросы**

1. Токсическое действие вредных веществ.
2. Воздействие вибрации на человека.
3. Природа возникновения инфразвуковых колебаний.
4. Загрязнение атмосферного воздуха.
5. Влияния на климат парникового эффекта.
6. Эрозийные процессы почвы.
7. Роль различных отраслей хозяйства в загрязнении атмосферы.
8. Загрязнение поверхностных слоев почвы.
9. Основные виды антропогенного воздействия на почвы.
10. Химическое загрязнение почв.

## ЛЕКЦИЯ 3. ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

- 3.1. Чрезвычайные локально действующие опасности.
- 3.2. Электрический ток.
- 3.3. Механическое травмирование.
- 3.4. Системы повышенного давления.
- 3.5. Транспортные аварии.
- 3.6. Радиационные аварии.
- 3.7. Химические аварии.
- 3.8. Пожары и взрывы.

### 3.1. Чрезвычайные локально действующие опасности

Локальные чрезвычайные опасности возникают на отдельных объектах народного хозяйства (предприятиях, промышленных очистных сооружениях, складах и хранилищах и др.). Последствия чрезвычайных ситуаций на этих объектах устраняются собственными силами и за счет своих ресурсов.

Локальная чрезвычайная опасность при известных условиях вполне может перерасти в региональную, национальную или глобальную. При этом важно установить конкретный тип критерия или параметр, согласно которому возникшая обстановка относится к тому или иному типу чрезвычайной ситуации.

Основными источниками таких опасностей являются:

- пожаро-, взрыво-, химически- и радиационно-опасные производственные объекты (АЭС, ракетные комплексы и т. п.);
- газовые, нефтяные, тепловые, электрические комплексы, их коммуникации и сети;
- новые технологии, направленные на получение энергии, развитие промышленных, транспортных и других комплексов;
- стихийные природные явления, способные вызывать аварии и катастрофы на промышленных и иных объектах.

В качестве примеров рассмотрим две самые крупные техногенные катастрофы за всю мировую историю развития энергетики и промышленности.

Крупнейшая ядерная авария произошла 26 апреля 1986 г. в Чернобыле на Украине. В результате последовательных ошибок, допущенных операторами ядерного реактора, в нем начал накапливаться водяной пар. Он реагировал с находящимся в реакторе горячим цирконием, и образовывался водород. Давление водорода в активной зоне реактора нарастало, что привело к разрушению верхней части реак-

тора. При соприкосновении с воздухом газообразная смесь взорвалась, и от возникшего пламени загорелся графитовый замедлитель. Он продолжал гореть несколько дней. Радиоактивные вещества, находящиеся в реакторе, попали в атмосферу и образовали радиоактивное облако. Размеры этого облака составляли 30 км в ширину и приблизительно 100 км в длину. Распространившись затем на большое расстояние, это облако вызвало радиоактивное заражение местности. Зона существенного загрязнения местности (с уровнем загрязнения более 5 мр/ч) составила около 3000 км<sup>2</sup>. В результате аварии несколько десятков человек погибли. Отмечены также многочисленные случаи лучевой болезни. Свыше 100 000 человек, проживавших в радиусе 30 км от реактора, пришлось эвакуировать.

Крупнейшая химическая авария произошла на заводе по изготовлению пестицидов в г. Бхопале (Индия) 2 декабря 1984 г. Этот завод – дочернее предприятие американской фирмы «Юнион Карбайд» – производил пестицид севин ( $C_{10}H_7OOCNHCH_3$ ). При его производстве использовалось промежуточное ядовитое соединение (полупродукт) – метилизоцианат.

В результате технической неисправности (поломки предохранительного клапана) одного из резервуаров, в котором хранился метилизоцианат, его ядовитые пары попали в атмосферу. По оценкам, в воздух попало приблизительно 3 т газа, от воздействия которого более 2500 человек погибли, а общее число пораженных отравляющим веществом достигло 90000.

Эти техногенные катастрофы в Бхопале и Чернобыле по технико-экономическому критерию можно отнести к локальной чрезвычайной ситуации, по экономическому – к национальной, а по социально-политическому, имея в виду международный резонанс, а также по социально-экологическому (крупнейшие катастрофы за всю мировую историю индустрии и энергетики) – к глобальной чрезвычайной ситуации.

### 3.2. Электрический ток

*Электрический ток* – упорядоченное нескомпенсированное движение свободных электрически заряженных частиц, например, под воздействием электрического поля. Такими частицами могут являться: в проводниках – электроны, в электролитах – ионы (катионы и анионы), в газах – ионы и электроны, в вакууме при определенных условиях – электроны, в полупроводниках – электроны и дырки (электронно-дырочная проводимость).

Опасность поражения людей электрическим током на производстве и в быту появляется при несоблюдении мер безопасности, а также при отказе или неисправности электрического оборудования и бытовых приборов. По сравнению с другими видами производственного травматизма электротравматизм составляет небольшой процент, однако по числу травм с тяжелым и особенно летальным исходом занимает одно из первых мест. На производстве из-за несоблюдения правил электробезопасности происходит 75 % электропоражений.

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое, биологическое, световое воздействие.

Термическое воздействие тока характеризуется нагревом кожи и тканей до высокой температуры вплоть до ожогов.

Электролитическое воздействие заключается в разложении органической жидкости, в том числе крови, и нарушении ее физико-химического состава.

Механическое действие тока приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара из тканевой жидкости и крови. Механическое действие связано с сильным сокращением мышц вплоть до их разрыва.

Биологическое действие проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей и сопровождается судорожными сокращениями мышц.

Световое действие приводит к поражению слизистых оболочек глаз.

Электрический ток широко используется в энергетике для передачи энергии на расстоянии.

В медицине электрический ток используют в реанимации, электростимуляции определенных областей головного мозга. Электрические разряды применяются для лечения таких заболеваний, как болезнь Паркинсона и эпилепсия, также для электрофореза. Водитель ритма, стимулирующий сердечную мышцу импульсным током, используют при брадикардии.

Опасность поражения человека электрическим током зависит от состояния и вида помещения, где применяются электрические сети и электроустановки. По опасности поражения током различают:

– помещения, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность;

– помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих условий:

а) сырости (относительная влажность длительно превышает 75 %) или токопроводящей пыли;

б) токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные и т. п.);

в) высокой температуры, постоянно или периодически (более 1 сут.) превышающей +35 °С;

г) возможности одновременного прикосновения к металлическим корпусам электрооборудования, с одной стороны, и к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, – с другой; сюда можно отнести, например, складские неотапливаемые помещения;

– помещения особо опасные, характеризующиеся одним из следующих признаков:

а) особой сыростью (влажность близка к 100 %);

б) химически активной или органической средой, разрушающей изоляцию и токоведущие части электрооборудования;

в) наличием одновременно двух или более условий повышенной опасности; к таким помещениям относится большая часть производственных помещений;

г) территории размещения наружных электроустановок, которые по опасности поражения током приравниваются к особо опасным помещениям.

Опасность поражения человека электрическим током наступает вследствие:

– напряжения шага, которое равно напряжению между точками земли, обусловленному растеканием тока замыкания на землю, при одновременном касании их ногами человека; численно напряжение шага равно разности потенциалов точек, на которых находятся ноги человека; поле потенциалов на поверхности земли может возникнуть, например, при замыкании провода ЛЭП на землю в результате его обрыва, при стекании тока с заземлителя при ударе молнии и т. п.;

– прикосновения к незаземленным токоведущим частям (прямое прикосновение) или прикосновения к части электрического оборудования, которая находится под напряжением вследствие повреждения изоляции (косвенное прикосновение), когда человек находится в контакте с потенциалом земли или другой проводящей частью оборудования иного потенциала;

– образование электрической дуги между токоведущей частью установки и человеком, что возможно в электрических установках напряжением свыше 1000 В.

*Электротравмы* – это травмы, полученные от воздействия электрического тока на организм, которые условно разделяют на общие (электрический удар), местные и смешанные.

Электрический удар представляет собой возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся резкими судорожными сокращениями мышц, в том числе мышцы сердца, что может привести к его остановке.

Под местными электротравмами понимается повреждение кожи и мышечной ткани, иногда связок и костей. К ним можно отнести электрические ожоги, электрические знаки, металлизацию кожи, механические повреждения.

*Электрические ожоги* – наиболее распространенная электротравма, возникает в результате локального воздействия тока на ткани. Ожоги бывают двух видов – контактный и дуговой.

Контактный ожог является следствием преобразования электрической энергии в тепловую и возникает в основном в электроустановках напряжением до 1 000 В.

Электрический ожог – это словно аварийная система, защита организма, так как обуглившиеся ткани в силу большей сопротивляемости, чем обычная кожа, не позволяют электричеству проникнуть вглубь, к жизненно важным системам и органам. Иначе говоря, благодаря ожогу ток заходит в тупик.

Когда организм и источник напряжения соприкасались неплотно, ожоги образуются на местах входа и выхода тока. Если ток проходит по телу несколько раз разными путями, возникают множественные ожоги.

Множественные ожоги чаще случаются при напряжении до 380 В из-за того, что такое напряжение «примагничивает» человека и требуется время на отсоединение. Высоковольтный ток такой «липучестью» не обладает. Наоборот, он отбрасывает человека, но и такого короткого контакта достаточно для серьезных глубоких ожогов. При напряжении свыше 1 000 В случаются электротравмы с обширными глубокими ожогами, поскольку в этом случае температура поднимается по всему пути следования тока.

При напряжении свыше 1 000 В в результате случайных коротких замыканий может возникнуть и дуговой ожог.

Электрические знаки или электрические метки представляют собой четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи. Обычно электрические знаки имеют круглую или овальную форму с углубленным в центре размером от 1 до 5 мм.

*Металлизация кожи* – это выпадение мельчайших частичек расплавленного металла на открытые поверхности кожи. Обычно такое явление происходит при коротких замыканиях, производстве электросварочных работ. На пораженном участке возникает боль от ожога и наличия инородных тел.

*Механические повреждения* – следствие судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через человека, приводящее к разрыву кожи, мышц, сухожилий. Это происходит при напряжении ниже 380 В, когда человек не теряет сознания и пытается самостоятельно освободиться от источника тока.

### **3.3. Механическое травмирование**

Несоблюдение и явное нарушение мер предосторожности при обслуживании техники, оборудования может привести к большому числу несчастных случаев, иной раз имеющих смертельный исход.

*Травма* (повреждение) – комплекс морфофункциональных и физико-химических нарушений, возникающих в тканях и органах в результате воздействия на эти ткани и органы различных травмирующих факторов. При этом нарушаются целостность структуры на клеточном, тканевом и органном уровнях, энергообмен, обмен веществ. При действии сильных кратковременно травмирующих (повреждающих) факторов возникает острая травма, а при слабых, но длительных или многократных воздействиях – хроническая травма.

Механические травмы могут быть закрытыми и открытыми. Те и другие бывают прямыми и непрямыми, множественными и одиночными. Прямые механические повреждения возникают на месте приложения травмирующей механической силы. Непрямые повреждения появляются на некотором расстоянии от места приложения травмирующего воздействия. В тех случаях, когда механическая травма сопровождается лишь молекулярными изменениями в тканях и органах, ее называют сотрясением, или контузией. Это возникает под влиянием, например, взрывной волны.

Травмы, как правило, следствие не случайного стечения обстоятельств, а имеющихся опасностей, которые не были своевременно устранены. Поэтому каждый начальник участка, цеха и т. д. обязан твердо знать и повседневно разъяснять своим подчиненным правила техники безопасности, показывать личный пример их безукоризненного соблюдения. Он призван неотступно и постоянно требовать от работников точного соблюдения правил техники безопасности.

Механическое травмирование человека в производственных условиях и в быту возможно:

- при несанкционированном взаимодействии с различными устройствами и механизмами (конвейерами, роботами, подъемно-транспортным оборудованием, средствами транспорта, бытовой техникой и т. п.);

- падении человека и различных предметов;

- поражении потоками вещества, ударной волной, фрагментами разрушающихся систем повышенного давления, тепловых и иных сетей и т. п.;

- контакте с режущими и колющими предметами, с шероховатыми и рваными поверхностями.

Ниже перечислены основные опасности, возникающие при эксплуатации подъемно-транспортных машин и устройств:

- падение груза с высоты вследствие разрыва каната или неисправности грузозахватного устройства;

- разрушение металлоконструкции крана, тягового органа в конвейерных установках;

- потеря устойчивости и падение стрелковых самоходных кранов;

- спадание каната или цепи с блока особенно при подъеме груза, кроме того, при раскачке блока возможно соскальзывание каната или цепи с крюка;

- при использовании ручных лебедок возможно травмирование как самим грузом, так и приводными рукоятками из-за самопроизвольного опускания груза;

- срыв винтовых, речных и гидравлических домкратов, если они установлены на неустойчивом и непрочном основании или не вертикально (с наклоном), а также их самопроизвольное опускание;

- при погрузке и разгрузке крупногабаритного груза на ручные безрельсовые тележки.

К средствам защиты рабочих от механического травмирования (физического опасного фактора) относят:

- ограждения (кожухи, козырьки, дверцы, экраны, щиты, барьеры и т. д.);
- предохранительные блокировочные устройства (механические, электрические, электронные, пневматические, гидравлические и т. д.);
- тормозные устройства (рабочие, стояночные, экстренного торможения);
- сигнальные устройства (звуковые, световые), которые могут встраиваться в оборудование или быть составными элементами.

Для обеспечения безопасной эксплуатации производственного оборудования его оснащают надежно работающими тормозными устройствами, гарантирующими в нужный момент остановку машины, сигнализацией, оградительными и блокировочными устройствами, устройствами аварийного отключения, устройствами дистанционного управления, устройствами электробезопасности.

Тормозные устройства могут быть механическими, электромагнитными, пневматическими, гидравлическими и комбинированными. Тормозное устройство считается исправным, если установлено, что после отключения оборудования время выбега опасных органов не превышает указанных в нормативной документации.

Сигнализация является одним из звеньев непосредственной связи между машиной и человеком. Она способствует облегчению труда, рациональной организации рабочего места и безопасности работы. Сигнализация может быть звуковая, световая, цветовая и знаковая. Сигнализация должна быть расположена и выполнена так, чтобы сигналы, предупреждающие об опасности, были хорошо различимы и слышны в производственной обстановке всеми лицами, которым может угрожать опасность.

Блокировочные устройства предназначены для автоматического отключения оборудования, при ошибочных действиях работающего или опасных изменениях режима работы машин, при поступлении информации о наличии опасности травмирования через имеющиеся чувствительные элементы контактным и бесконтактным способом.

Различают следующие типы блокировочных устройств:

1. Механические. Основаны на принципе разрыва кинематической цепи.

2. Струйные. При пересечении рукой работающего струи воздуха, истекающей из управляемого сопла, восстанавливается ламинарная струя между другими соплами, переключающая логический элемент, который передает сигнал на остановку рабочего органа.

3. Электромеханические. Основаны на принципе взаимодействия механического элемента с электрическим в результате чего отключается система управления машиной.

### **3.4. Системы повышенного давления**

Ни одно производство не обходится без использования систем повышенного давления (трубопроводов, баллонов и емкостей для хранения или перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов, газгольдеров и т. д.). Любые системы повышенного давления всегда представляют потенциальную опасность.

Причинами разрушения или разгерметизации систем повышенного давления могут быть: внешние механические воздействия, старение систем (снижение механической прочности); нарушение технологического режима; конструкторские ошибки; изменение состояния герметизируемой среды; неисправности в контрольно-измерительных, регулирующих и предохранительных устройствах; ошибки обслуживающего персонала и т. д.

Взрывозащита систем повышенного давления достигается организационно-техническими мероприятиями; разработкой инструктивных материалов, регламентов, норм и правил ведения технологических процессов; организацией обучения и инструктажа обслуживающего персонала; осуществлением контроля и надзора за соблюдением норм технологического режима, правил и норм техники безопасности, пожарной безопасности и т. п. Кроме того, оборудование повышенного давления должно быть оснащено системами взрывозащиты, которые предполагают:

- применение гидрозатворов, огнепреградителей, инертных газов или паровых завес;
- защиту аппаратов от разрушения при взрыве с помощью устройств аварийного сброса давления (предохранительные мембраны и клапаны, быстродействующие задвижки, обратные клапаны и т. д.).

Рассмотрим средства обеспечения безопасности основных элементов систем повышенного давления.

Чтобы внешний вид трубопровода указывал на свойства транспортируемого вещества, введена их опознавательная окраска (ГОСТ 14202–69):

- вода – зеленый;
- кислоты – оранжевый;

- пар – красный;
- щелочи – фиолетовый;
- воздух – синий;
- горючие и негорючие жидкости – коричневый;
- горючие и негорючие газы – желтый;
- прочие вещества – серый.

Значительную опасность для населения представляют бытовые газовые баллоны и трубы, которые в ряде случаев выведены наружу и расположены по периметру зданий на уровне первого этажа (в Москве таких жилых зданий около 14 %).

Нарушение правил безопасности при эксплуатации газовых систем и их изношенность приводят к взрывам бытового газа, часто сопровождающимся разрушением строительных конструкций и гибелью людей.

### **3.5. Транспортные аварии**

В настоящее время любой вид транспорта представляет потенциальную угрозу здоровью и жизни человека. Технический прогресс одновременно с комфортом и скоростью передвижения принес и значительную степень угрозы. В зависимости от вида транспортной аварии возможно получение множественных травм и ожогов, в том числе опасных для жизни человека.

*Авария* – это повреждение машины, станка, оборудования, здания, сооружения.

#### ***Классификация транспортных аварий и катастроф***

*Транспортная авария* – это авария транспортного средства, повлекшая за собой гибель людей или причинившая пострадавшим тяжелые телесные повреждения, уничтожение и повреждение транспортных сооружений и средств или ущерб окружающей природной среде.

Транспортные аварии разделяют по видам транспорта, на котором они произошли.

#### ***1. Аварии на автомобильном транспорте (ДТП).***

ДТП – это транспортная авария, возникшая в процессе дорожного движения с участием транспортного средства и повлекшая за собой гибель людей и (или) причинения им тяжелых телесных по-

вреждений, повреждения транспортных средств, дорог, сооружений, грузов или иной материальный ущерб.

Различают следующие виды ДТП:

- наезды на людей и другие подвижные объекты, находящиеся в полосе движения автомобиля;
- наезды на неподвижные объекты (в том числе и на стоящие на дороге транспортные средства);
- столкновение автомобилей друг с другом и другими средствами;
- опрокидывание транспортных средств в результате заноса, потери управления, неблагоприятных дорожных условий, применением водителем резких или неправильных приемов управления.

Основными причинами ДТП являются низкий профессиональный уровень отдельных водителей; невоспитанность; беспечность и самонадеянность как водителей, так и пешеходов; управление автомобилем в нетрезвом состоянии, неисправности машины; плохие дороги; неблагоприятные метеорологические условия и др.

### *2. Аварии на железнодорожном транспорте.*

Железнодорожная авария – авария на железной дороге, повлекшая за собой повреждение одной или нескольких единиц подвижного состава железной дороги до степени капитального ремонта и гибель одного или нескольких человек, причинение пострадавшим телесных повреждений различной тяжести либо полный перерыв движения на аварийном участке, превышающий нормативное время.

В зависимости от численности пострадавших различают 5 категорий железнодорожных аварий и катастроф:

- первая – пострадали 1–5 человек;
- вторая – пострадали 6–11 человек;
- третья – пострадали 16–30 человек;
- четвертая – пострадали 31–50 человек;
- пятая – пострадали более 50 человек.

Основными причинами аварий и крушения поездов на железной дороге являются неисправность пути, подвижного состава и технических средств управления; ошибки работников; нарушения правил переезда железнодорожных путей автомобильным транспортом и т. д.

Более 40 % железнодорожных аварий происходят по вине путейских рабочих.

### *3. Аварии на авиационном транспорте.*

*Авиакатастрофа* – опасное происшествие на воздушном судне, в полете или в процессе эвакуации, приведшее к гибели или пропаже

без вести людей, причинению пострадавшим телесных повреждений, разрушению или повреждению судна и перевозимых на нем материальных ценностей.

К тяжелым последствиям приводят разрушения отдельных конструкций самолета, отказ двигателей, нарушение работы систем менеджмента, электропитания, связи, пилотирования, недостаток топлива, перебои в жизнеобеспечении экипажа и пассажиров. На сегодня, пожалуй, наиболее опасной и часто встречающейся трагедией на борту самолета являются пожар и взрыв.

Спасательные аварийные работы можно разделить на два вида:

- 1) проводимые членами экипажа;
- 2) организуемые наземными службами.

Экипажу для принятия мер, как правило, не хватает времени. Все происходит быстро. Экипаж подает сигнал бедствия и приземляется в ближайшем аэропорту. Перед самой посадкой открываются все входные двери и люки, освобождаются проходы к ним. Как только самолет остановился, организуется немедленная эвакуация людей на безопасное расстояние.

Пострадавшим оказывается первая медицинская помощь. Всеми работами руководит командир корабля. Его распоряжения обязательны как для экипажа, так и для всех пассажиров.

Основные причины аварий: ошибки человека – 50–60 %; отказ техники – 15–30 %; воздействие внешней среды – 10–20 %; прочие – 5–10 %. По элементам полета они распределяются: взлет – 30 %, крейсерский полет – 18 %, заход на посадку – 16 %, посадка – 36 %.

Возможны следующие типы аварийных ситуаций в полете:

- разряжение воздуха в салоне;
- пожар в самолете;
- удар при падении или посадке самолета.

#### *4. Аварии на водном транспорте.*

Большинство крупных аварий и катастроф на судах происходят под воздействием ураганов, штормов, туманов, льдов, а также по вине людей: капитанов, лоцманов и членов экипажа. Многие аварии происходят из-за промахов и ошибок при проектировании и строительстве судов. Половина из них является следствием неумелой эксплуатации. Например, часты столкновения и опрокидывание судов, посадка на мель, взрывы и пожары на борту, неправильное расположение грузов и плохое их крепление.

К работе по ликвидации последствий аварий, катастроф и спасению утопающих привлекаются все члены экипажа, при необходимости капитан может обратиться и к другим лицам, находящимся на судне. Общее руководство всеми работами осуществляет капитан, как начальник ГО. Основные задачи: спасение людей, терпящих бедствие, борьба за живучесть корабля, ликвидация пожара, пробоин.

К работам по спасению судна привлекаются специальные суда-спасатели, буксиры, пожарные катера, экипажи других плавсредств, специальные подразделения аварийно-спасательных, судоподъемных и подъемно-технических работ.

Принята следующая классификация аварий и катастроф на водном транспорте:

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

Основной причиной аварий является человек. К наиболее тяжелым последствиям при авариях и катастрофах можно отнести пожары, взрывы, разливы нефтепродуктов и ядовитых веществ.

#### *5. Аварии на трубопроводном транспорте.*

*Авария на трубопроводе* – это авария на трассе трубопровода, связанная с выбросом или выливом под давлением опасных химических или взрывоопасных веществ, приводящая к возникновению техногенной ЧС. Аварии на трубопроводном транспорте могут представлять следующую опасность: гибель людей; экологическое бедствие; нанесения вреда экономики.

### **3.6. Радиационные аварии**

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

В зависимости от характера и масштабов повреждений и разрушений аварии на радиационно-опасных объектах подразделяют на проектные, проектные с наибольшими последствиями (максимально проектные) и запроектные (гипотетические).

Под *проектной аварией* понимается авария, для которой определены в проекте исходные, аварийные события, характерные для того или иного радиационно-опасного узла, конечные состояния (контролируемые состояния элементов и систем после аварии), а также предусмотрены системы безопасности, обеспечивающие ограничение последствий аварий установленными пределами.

*Максимально проектные аварии* характеризуются наиболее тяжелыми исходными событиями, обуславливающими возникновение аварийного процесса на данном объекте. Эти события приводят к максимально возможным в рамках установленных проектных пределов радиационным последствиям.

Под *запроектной (гипотетической) аварией* понимается такая авария, которая вызывается не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями и сопровождается дополнительными, по сравнению с проектными авариями, отказами систем безопасности.

В радиационной аварии различают четыре фазы развития:

1. Начальная фаза аварии является периодом времени, предшествующим началу выброса (сброса) радиоактивности в окружающую среду, или периодом обнаружения возможности облучения населения за пределами санитарно-защитной зоны предприятия. В отдельных случаях подобная фаза может не существовать вследствие своей быстротечности.

2. Ранняя фаза аварии (фаза «острого» облучения) является периодом собственно выброса радиоактивных веществ в окружающую среду или периодом формирования радиационной обстановки непосредственно под влиянием выброса (сброса) в местах проживания или нахождения населения. Продолжительность этого периода может быть от нескольких минут до нескольких часов в случае разового выброса (сброса) и до нескольких суток в случае продолжительного. Для удобства в прогнозах продолжительность ранней фазы аварии в случае разовых выбросов (сбросов) целесообразно принимать равной 1 суткам.

3. Промежуточная фаза аварии охватывает период, в течение которого нет дополнительного поступления радиоактивности из источника выброса в окружающую среду, в течение которого принимаются решения о введении или продолжении ранее принятых мер радиационной защиты на основе проведенных измерений уровней содержания радиоактивных веществ в окружающей среде и вытекающих из них оценок доз внешнего и внутреннего облучения насе-

ления. Промежуточная фаза начинается с нескольких первых часов с момента выброса (сброса) и длится до нескольких суток, недель и больше. Для разовых выбросов (сбросов) длительность промежуточной фазы прогнозируют равной 7–10 суткам.

4. Поздняя фаза (фаза восстановления) характеризуется периодом возврата к условиям нормальной жизнедеятельности населения и может длиться от нескольких недель до нескольких лет в зависимости от мощности и радионуклидного состава выброса, характеристик и размеров загрязненного района, эффективности мер радиационной защиты.

В зависимости от границ зон распространения радиоактивных веществ и радиационных последствий, потенциальные аварии на АЭС делят на 6 типов:

1. *Локальная авария.* Радиационные последствия аварии ограничиваются пределами объекта. При этом возможно облучение персонала и загрязнение зданий и сооружений, находящихся на территории АЭС, выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации.

2. *Местная авария.* Радиационные последствия аварии ограничиваются пределами пристанционного поселка и населенных пунктов в районе расположения АЭС. При этом возможно облучение персонала и населения выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации.

3. *Территориальная авария.* Радиационные последствия аварии ограничиваются пределами субъекта Российской Федерации, на территории которого расположена АЭС, и включают, как правило, две и более административно-территориальные единицы субъекта. При этом возможно облучение персонала и населения нескольких административно-территориальных единиц субъекта Российской Федерации выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации.

4. *Региональная авария.* Радиационные последствия аварии ограничиваются пределами двух и более субъектов Российской Федерации и приводят к облучению населения и загрязнению окружающей среды выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации.

5. *Федеральная авария.* Если при региональной аварии количество людей, получивших дозу облучения выше уровней, установленных для нормальной эксплуатации, может превысить 500 человек или количество людей, у которых могут быть нарушены условия жизнедеятельности, превысит 1000 человек, или материальный ущерб

от аварии превысит 5 млн минимальных размеров оплаты труда, то такая авария будет федеральной.

*6. Трансграничная авария.* Радиационные последствия аварии выходят за территорию Российской Федерации либо данная авария произошла за рубежом и затрагивает территорию Российской Федерации.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды является наиболее важным экологическим последствием радиационных аварий с выбросами радионуклидов, основным фактором, оказывающим влияние на состояние здоровья и условия жизнедеятельности людей на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Из всех объектов, использующих источники ионизирующих излучений, наибольшую опасность, как возможные источники радиоактивных загрязнений окружающей среды и радиационного облучения населения, представляют предприятия ядерного топливного цикла, к ним относят:

- предприятия, осуществляющие добычу ядерного топлива, его переработку, транспортировку топлива и его отходов;
- системы ядерного оружия, заводы по их производству и переработке, склады (базы) такого оружия;
- атомный военный и гражданский флоты;
- предприятия по изготовлению тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ);
- атомные станции;
- хранилища использованного ядерного топлива;
- могильники отработанного ядерного топлива.

### **3.7. Химические аварии**

*Химическая авария* – это нарушение технологических процессов на производстве, повреждение трубопроводов, емкостей, хранилищ, транспортных средств, приводящее к выбросу аварийных химически опасных веществ (АХОВ) в атмосферу в количествах, представляющих опасность для жизни и здоровья людей, функционирования биосферы.

*Химически опасными объектами (ХОО)* называют такие объекты экономики, на которых хранят, перерабатывают и используют или транспортируют опасные химические вещества и при авариях, на которых может произойти гибель или химическое заражение людей,

животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды.

К высокотоксичным и токсичным химическим веществам относят органические и неорганические производные мышьяка, ртути, кадмия, свинца, таллия, минеральные и органические кислоты, щелочи, аммиак, соединения серы, некоторые спирты, хлор, фосген, хлористый и бромистый метил и их производные и др. К малотоксичным и нетоксичным химическим веществам относят основную массу химических соединений. Они, по существу, не представляют особой химической опасности для человека и животных.

Крупными запасами АХОВ, главным образом хлора, аммиака, фосгена, синильной кислоты, сернистого ангидрида и других веществ, располагают химические, целлюлозно-бумажные и перерабатывающие комбинаты, заводы минеральных удобрений, черной и цветной металлургии, а также хладокомбинаты, пивзаводы, кондитерские фабрики, овощные базы и водопроводные станции.

В случае аварии с выбросом АХОВ, население получит сигнал «Химическая тревога» по радио и телевидению. Получив информацию, необходимо:

- надеть средства защиты органов дыхания и кожи;
- закрыть окна;
- отключить газ, электричество, погасить огонь в печи;
- взять необходимые вещи и документы;
- взять продукты питания (на 3 дня);
- укрыться в ближайшем убежище или покинуть район аварии.

Выходить из зоны химического заражения надо в сторону, перпендикулярную направлению ветра.

Опасность химической аварии для людей и животных заключается в нарушении нормальной жизнедеятельности организма и возможности отдаленных генетических последствий, а при определенных обстоятельствах – в летальном исходе при попадании АХОВ в организм через органы дыхания, кожу, слизистые оболочки, раны и вместе с пищей.

В зависимости от поражающего действия на организм человека, все АХОВ подразделяют на шесть групп:

1. Вещества с преимущественным удушающим действием. К ним относят хлор, хлорпикрин, треххлористый фосфор, хлориды серы, фосген и др. Для них главным объектом воздействия являются дыхательные пути. Некоторые агенты этой группы воздействуют на сли-

зистые органов дыхания и глаз, вызывают их сильное раздражение, а вслед за этим воспалительно-некротические изменения слизистых дыхательных путей.

2. Вещества преимущественно общеядовитого действия. К ним относят окись углерода, синильную кислоту, оксиды азота, сероводород, цианиды и др. Они способны вызывать острые нарушения энергетического обмена, что в тяжелых случаях может стать причиной гибели. Для этих веществ характерна сильная интоксикация.

3. Вещества удушающего и общеядовитого действия. К ним относят сернистый ангидрид, сероводород, акрилонитрил, окислы азота и др. Они способны при ингаляционном воздействии вызывать токсический отек легких, а при кожно-резорбтивном воздействии – нарушать энергетический обмен.

4. Нейротропные яды – вещества, действующие на генерацию, проведение и передачу нервного импульса. Типичными их представителями являются сероуглерод и фосфорорганические соединения.

5. Вещества удушающего и нейротропного действия. Типичным и наиболее массовым представителем таких веществ является аммиак. При ингаляционном его воздействии в течение 60 мин с концентрацией  $1,5 \text{ г/м}^3$  возникает токсический отек легких, на фоне которого формируется тяжелое поражение нервной системы. При концентрации  $3,5 \text{ г/м}^3$  в течение нескольких минут может проявиться общее резорбтивное действие (вызывает вещество после всасывания в кровь или непосредственного введения в кровоток и распределения в организме), а в первые же минуты – раздражающее, вызывающее спазмы, угнетение дыхательного центра и сердечной деятельности. В последующем поражение парами аммиака приводит к развитию воспалительных процессов верхних дыхательных путей и токсическому отеку легких. Оказывает выраженное действие на центральную нервную систему – возбуждение, судороги.

6. Метаболические яды (окись этилена, бромистый метил, диоксины, метилхлорид, дихлорэтан и др.). Отравление такими АХОВ характеризуется отсутствием первичной реакции на яд и сопровождается длительным скрытым периодом. Даже при смертельных поражениях от первых проявлений заболевания до летального исхода проходят недели, а иногда месяцы. В патологический процесс постепенно вовлекаются многие органы, но ведущими являются центральная нервная и кровеносная системы, печень, почки.

### 3.8. Пожары и взрывы

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются пожары и взрывы, которые происходят:

- на промышленных объектах;
- объектах добычи, хранения и переработки легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ;
- транспорте;
- в шахтах, горных выработках, метрополитенах;
- зданиях и сооружениях жилого, социально-бытового и культурного назначения.

Для реализации процесса горения необходимо наличие горючего, окислителя и источника воспламенения. Горение возникает при одновременном совпадении в пространстве этих компонентов. Отсутствие одного из этих компонентов делает процесс горения невозможным, если горючее и окислитель не самовоспламеняются.

Все горючие вещества разделяют на твердые, жидкие и газообразные. Пожарная опасность горючего вещества определяется его склонностью к возникновению и развитию пожара и характеризуется температурой вспышки и температурой воспламенения вещества.

Пожар – это вышедший из-под контроля процесс горения, уничтожающий материальные ценности и создающий угрозу жизни и здоровью людей. В России каждые 4–5 минут вспыхивает пожар и ежегодно погибает от пожаров около 12 тысяч человек.

Основными причинами пожара являются неисправности в электрических сетях, нарушение технологического режима и мер пожарной безопасности (курение, разведение открытого огня, применение неисправного оборудования и т. п.).

Основными опасными факторами пожара являются тепловое излучение, высокая температура, отравляющее действие дыма (продуктов сгорания: окиси углерода и др.) и снижение видимости при задымлении. Критическими значениями параметров для человека, при длительном воздействии указанных значений опасных факторов пожара, являются:

- температура – 70 °С;
- плотность теплового излучения – 1,26 кВт/м<sup>2</sup>;
- концентрация окиси углерода – 0,1 % объема;
- видимость в зоне задымления – 6–12 м.

Температурой воспламенения горючего вещества называется его температура, при которой вещество выделяет пары и газы со скоростью, необходимой для поддержания устойчивого горения после удаления источника зажигания.

Температура самовоспламенения – это температура горючего вещества, при которой горение возможно во всем объеме вещества.

Внешними признаками зоны активного горения является наличие пламени, а также тлеющих или раскаленных материалов. Основной характеристикой разрушительного действия пожара является температура, развивающаяся при горении. Для жилых домов и общественных зданий температуры внутри помещения достигают 800–900 °С. Как правило, наиболее высокие температуры возникают при наружных пожарах и в среднем составляют для горючих газов 1200–1350 °С, для жидкостей 1100–1300 °С, для твердых веществ 1000–1250 °С. При горении термита, электрона, магния максимальная температура достигает 2000–3000 °С.

Пространство вокруг зоны горения, в котором температура в результате теплообмена достигает значений, вызывающих разрушающее воздействие на окружающие предметы и опасных для человека, называют зоной теплового воздействия. Принято считать, что в зону теплового воздействия, окружающую зону горения, входит территория, на которой температура смеси воздуха и газообразных продуктов сгорания не меньше 60–80 °С. Во время пожара происходят значительные перемещения воздуха и продуктов сгорания. Нагретые газообразные продукты сгорания устремляются вверх, вызывая приток более плотного холодного воздуха к зоне горения. При пожарах внутри зданий интенсивность газового обмена зависит от размеров и расположения проемов в стенах и перекрытиях, высоты помещений, а также от количества и свойств горящих материалов. Направление движения нагретых продуктов обычно определяет и вероятные пути распространения пожара, так как мощные восходящие тепловые потоки могут переносить искры, горящие угли и головни на значительное расстояние, создавая новые очаги горения. Выделяющиеся при пожаре продукты сгорания (дым) образуют зону задымления. В состав дыма обычно входят азот, кислород, оксид углерода, углекислый газ, пары воды, а также пепел и другие вещества. Многие продукты полного и неполного сгорания, входящие в состав дыма, обладают повышенной токсичностью, особенно токсичны продукты, образующиеся при горении полимеров. В некоторых случаях продукты не-

полного сгорания, например, оксид углерода, могут образовывать с кислородом горючие и взрывоопасные смеси.

Классификация пожаров по типу:

1. Индустриальные пожары (на заводах, фабриках и хранилищах).
2. Бытовые пожары (в жилых домах и на объектах культурно-бытового назначения).
3. Природные пожары (лесные, степные, торфяные и ландшафтные).

Классификация пожаров по плотности застройки:

1. Отдельные пожары (городские пожары) – горение в отдельно взятом здании при невысокой плотности застройки (плотность застройки – процентное соотношение застроенных площадей к общей площади населенного пункта. Безопасной считается плотность застройки до 20 %).
2. Сплошные пожары – вид городского пожара, охватывающий значительную территорию при плотности застройки более 20–30 %.
3. Огненный шторм – редкое, но грозное последствие пожара при плотности застройки более 30 %.
4. Тление в завалах.

Классификация в зависимости от вида горящих веществ и материалов:

1. Пожар класса «А» – горение твердых веществ:
  - А1 – горение твердых веществ, сопровождаемое тлением (уголь, текстиль);
  - А2 – горение твердых веществ, не сопровождаемых тлением (пластмасса).
2. Пожар класса «В» – горение жидких веществ:
  - В1 – горение жидких веществ нерастворимых в воде (бензин, эфир, нефтепродукты). Также горение сжижаемых твердых веществ. (парафин, стеарин);
  - В2 – горение жидких веществ растворимых в воде (спирт, глицерин).
3. Пожар класса «С» – горение газообразных веществ:
  - горение бытового газа, пропана и др.
4. Пожар класса «D» – горение металлов:
  - D1 – горение легких металлов, за исключением щелочных (алюминий, магний и их сплавы);
  - D2 – горение щелочных металлов (натрий, калий);

– D3 – горение металлосодержащих соединений, (например, металлоорганических соединений, гидридов металлов).

5. Пожар класса «E» – горение электроустановок.

6. Пожар класса «F» – горение радиоактивных материалов и отходов.

Классификация материалов по их возгораемости:

– негорючие материалы – материалы, которые не горят под воздействием источника зажигания (естественные и искусственные неорганические материалы – камень, бетон, железобетон);

– трудногорючие материалы – материалы, которые горят под воздействием источников зажигания, но неспособны к самостоятельному горению (асфальтобетон, гипсокартон, пропитанная антипиритическими средствами древесина, стекловолокно или стеклопластик);

– горючие материалы – вещества, которые способны гореть после удаления источника зажигания.

*Взрыв* – это горение, сопровождающееся освобождением большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени. Взрыв приводит к образованию и распространению со сверхзвуковой скоростью взрывной ударной волны (с избыточным давлением более 5 кПа), оказывающей ударное механическое воздействие на окружающие предметы.

Основными поражающими факторами взрыва являются воздушная ударная волна и осколочные поля, образуемые летящими обломками различного рода объектов, технологического оборудования, взрывных устройств.

В число предупредительных мероприятий могут быть включены мероприятия, направленные на устранение причин, которые могут вызвать пожар (взрыв), на ограничение (локализацию) распространения пожаров, создание условий для эвакуации людей и имущества при пожаре, своевременное обнаружение пожара и оповещение о нем, тушение пожара, поддержание сил ликвидации пожаров в постоянной готовности.

Соблюдение технологических режимов производства, содержание оборудования, особенно энергетических сетей, в исправном состоянии позволяет, в большинстве случаев, исключить причину возгорания.

Своевременное обнаружение пожара может достигаться оснащением производственных и бытовых помещений системами авто-

матической пожарной сигнализации или, в отдельных случаях, с помощью организационных мер.

Первоначальное тушение пожара (до прибытия вызванных сил) успешно проводится на тех объектах, которые оснащены автоматическими установками тушения пожара.

При обнаружении возгорания реагируйте на пожар быстро, используя все доступные способы для тушения огня (песок, воду, огнетушители и т. д.). Если потушить огонь в кратчайшее время невозможно, вызовите пожарную охрану предприятия (при ее наличии) или города (по телефону – 101, 112).

При эвакуации горящие помещения и задымленные места проходите быстро, задержав дыхание, защитив нос и рот влажной плотной тканью. В сильно задымленном помещении передвигайтесь ползком или пригнувшись – в прилегающем к полу пространстве чистый воздух сохраняется дольше.

Отыскивая пострадавших, окликните их. Если на человеке загорелась одежда, помогите сбросить ее либо набросьте на горящего любое покрывало и плотно прижмите. Если доступ воздуха ограничен, горение быстро прекратится. Не давайте человеку с горящей одеждой бежать.

Не подходите к взрывоопасным предметам и не трогайте их. При угрозе взрыва ложитесь на живот, защищая голову руками, дальше от окон, застекленных дверей, проходов, лестниц. Если произошел взрыв, примите меры к недопущению пожара и паники, окажите первую медицинскую помощь пострадавшим.

При повреждении здания пожаром или взрывом входите в него осторожно, убедившись в отсутствии значительных повреждений перекрытий, стен, линий электро-, газо- и водоснабжения, утечек газа, очагов пожара.

Если вы проживаете вблизи взрывоопасного объекта, будьте внимательны. Сирены и прерывистые гудки предприятий (транспортных средств) означают сигнал «Внимание всем!» Услышав его, немедленно включите громкоговоритель, радиоприемник или телевизор. Прослушайте информационное сообщение о чрезвычайной ситуации и действуйте согласно указаниям территориального ГОЧС.

Самое ценное в производстве да и вообще – это человеческие жизнь и здоровье. Развитие техносферы ведет к повышению не только качества жизни, но и уровня опасности для жизнедеятельности человека. С развитием орудий труда расширился диапазон воздействия человека на окружающий его мир как по разнообразию, так и по интенсивности. Достижения науки позволяют при разработке техники делать ее менее опасной, создавать соответствующие средства защиты от опасности, выбирать способы действия с учетом опасности.

### **Контрольные вопросы**

1. Локальные чрезвычайные опасности.
2. Опасность поражения человека электрическим током.
3. Средства защиты рабочих от механического травмирования.
4. Взрывозащита системы повышенного давления.
5. Аварии на радиационно-опасных объектах.
6. Классификация пожаров по типу.
7. Опасность поражения людей электрическим током.
8. Предупредительные мероприятия по борьбе с пожаром.
9. Основные причины пожара.
10. Классификация пожаров по плотности застройки.

## МОДУЛЬ 2

### ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОКСОЛОГИИ

#### ЛЕКЦИЯ 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОКСОЛОГИИ

4.1. Потребность общества в человеко- и природозащитной деятельности.

4.2. Принципы, понятия, цели и задачи ноксологии.

4.3. Параметры состояния жизненного пространства техносферы и представление об опасности.

4.4. Закон толерантности, опасные и чрезвычайно опасные воздействия.

4.5. Поле опасностей в современном мире.

4.6. Качественная классификация (таксономия) опасностей.

#### **4.1. Потребность общества в человеко- и природозащитной деятельности**

По мере усложнения и развития технологического потенциала техногенных объектов, роста численности населения и его урбанизации объективно формируется более уязвимая социальная и природная среда, на которую направлено деструктивное влияние чрезвычайных ситуаций (ЧС) и их последствий. Ежегодно число пострадавших от стихийных бедствий на планете увеличивается в среднем на 6 %. Количество катастроф с высоким экономическим ущербом (не менее 1 % от валового годового продукта) возросло с 1960-х до 1990-х гг. более чем в четыре раза.

Каждый год в России происходят сотни техногенных аварий и природных и техногенных катастроф, в которых гибнут тысячи людей. Эти аварии и катастрофы наносят невосполнимый ущерб природной среде.

По данным статистики, количество ЧС в 2015 г.:

- 1) техногенных – 339 (погибли 727 человек);
- 2) природных – 152 (погибли 21 человек);
- 3) биолого-социальных – 36 (погибли 5 человек).

Количество ЧС в 2016 г.:

- 1) техногенных – 265 (погибли 684 человек);
- 2) природных – 139 (погибли 17 человек);
- 3) биолого-социальных – 21 (погибших нет).

Количество ЧС в 2017 г.:

- 1) техногенных – 195 (погибли 641 человек);

- 2) природных – 95 (погибших нет);
- 3) биолого-социальных – 44 (погибших нет).

Количество пожаров (учитываются отдельно):

- 1) в 2015 г. – 202002 (погибли 15301 человек);
- 2) в 2016 г. – 187490 (погибли 13933 человека);
- 3) в 2017 г. – 2141 (погибли 266 человек).

При решении проблем безопасности в новой эпохе необходимо учитывать последствия преобразования человеком окружающей природной среды – появление угроз от созданных им элементов техносферы. Техносферу определяют как район биосферы, в прошлом преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств, с целью наилучшего соответствия людским социально-экономическим потребностям. Для разрешения противоречий технического прогресса стали создаваться программы практических действий, таких, как программы «Римский клуб», «Global change», «Геосфера–биосфера» и др. Каждая из этих программ вне ее зависимости от исходных посылок столкнулась с проблемой соотношения эволюции природной среды и человеческой культуры. Современная жизнедеятельность людей во всех своих проявлениях (социальном, политическом, техническом, экономическом, военном отношениях) не гарантирует выживание человека как биологического вида. Фактически, угроза ЧС в глобальном масштабе стала постоянной. Возникли проблемы глобальной безопасности. Проблемы безопасности общества, и национальные и глобальные, касаются всех. Главная черта новой эпохи состоит в том, что безопасность личности и общества теперь не может быть обеспечена без постоянно поддерживаемой глобальной безопасности.

#### **4.2. Принципы, понятия, цели и задачи ноксологии**

*Ноксология* – наука об опасностях материального мира вселенной.

*Ноксосфера* – сфера опасностей, являющаяся предметом изучения науки ноксологии.

Общей целью изучения ноксологии является углубление и развитие знаний о системе обеспечения безопасности в условиях негативных факторов техносферы, а также формирование навыков практического использования знаний в области обеспечения безопасности при осуществлении организационно-управленческой и эксплуатационной профессиональной деятельности. Задача курса – дать основы

анализа источников опасности и представление о путях и способах защиты человека и природы от опасностей.

При создании любой новой области знаний основным шагом является формирование понятийного аппарата, описывающего эти научные области. Не явилась исключением и ноксология.

*Наука* – особый вид познавательной деятельности, направленный на выработку объективных, системно организованных, логически доказательных и обоснованных знаний, которые позволяют предвидеть процессы и создавать необходимые для общества продукты.

*Мировоззрение* – совокупность устойчивых взглядов, принципов, оценок и убеждений, определяющая отношение к окружающей действительности и характеризующая видение мира в целом и место человека в нем. Мировоззрение придает человеческой деятельности организованный, осмысленный и целенаправленный характер.

По современным представлениям научные знания в ноксологии опираются на следующие принципы:

1) принцип существования внешних негативных воздействий на человека и природу. Человек и природа могут подвергнуться негативным внешним воздействиям. На человека и природу постоянно воздействуют внешние по отношению к ним системы. Вполне вероятно, что некоторые из них будут способны причинять ущерб здоровью человека или угрожать природе;

2) принцип антропоцентризма. Человек есть высшая ценность, сохранение и продление жизни которого является целью его существования. Реализация этого принципа делает приоритетной деятельность, направленную на сохранение здоровья и жизни человека при воздействии на него внешних систем. К ней относятся такие направления исследований как идентификация опасностей и зон их действия, разработка и применение человекозащитных средств, контроль их состояния и т. п.;

3) принцип природоцентризма. Природа – лучшая форма среды обитания биоты, ее сохранение – необходимое условие существования жизни на земле. Реализация этого принципа означает, что защита природы является второй по важности задачей ноксологии. При этом изучается негативное воздействие промышленных и бытовых отходов, техногенных аварий, селитебных и промышленных зон на региональные природные территории и акватории; анализируется воздействие опасных техногенных объектов на природу в межрегиональных, межконтинентальных и глобальных масштабах. Деятельность по

реализации второго и третьего принципов связана с идентификацией опасностей и зон их действия, возникающих при применении техники и технологий; с разработкой и применением экобиозащитных средств; с контролем качества их эксплуатации; с мониторингом опасностей в зоне пребывания людей и в природных зонах, испытывающих негативное влияние техносферы. В то же время такие направления исследования и практические разработки, как достижение высокой надежности технических систем и технологий, создание высокопрочных строительных конструкций и т. п. в ноэсологии имеют прикладное значение, поскольку они реализуются авторами проектов технических объектов для достижения таких показателей, как допустимые отходы и допустимый техногенный риск;

4) принцип возможности создания качественной техносферы. Создание человеком качественной техносферы принципиально возможно и достижимо при соблюдении в ней предельно допустимых уровней воздействия на человека и природу. Этот принцип указывает на возможность достижения качественной техносферы и определяет пути достижения этой цели, основанные на знании человеком необходимости соблюдения нормативных требований по допустимым внешним воздействиям на человека и природу;

5) принцип выбора путей реализации безопасного техносферного пространства. Безопасное техносферное пространство создается за счет снижения значимости опасностей и применения защитных мер. При защите от естественных опасностей воздействие на их источники невозможно, а защита от антропогенных опасностей достигается только за счет совершенствования источника опасностей (человека, его знаний об опасностях);

6) принцип отрицания абсолютной безопасности. Абсолютная безопасность человека и целостность природы – недостижимы. Этот принцип справедлив, поскольку:

– на Земле всегда существуют естественные опасности и процессы потребления ресурсов и захоронения отходов;

– неизбежны антропогенные опасности;

– полностью неустранимы и техногенные опасности;

7) принцип «Эволюция любой системы идет в направлении снижения потенциальной опасности» (принцип Ле Шателье). Рост знаний человека, совершенствование техники и технологии, применение защиты, ослабление социальной напряженности в будущем неизбежно приведут к повышению защищенности человека и природы

от опасностей. Этот принцип указывает на позитивный вектор движения общества к решению проблем удовлетворения потребностей человека в безопасности. Путь движения многовариантен и основан, прежде всего, на росте культуры общества в вопросах безопасности жизнедеятельности человека и защиты окружающей среды.

Цель изучения ноксологии: ознакомление обучаемых с теорией и практикой науки об опасностях.

Задачи ноксологии:

- дать представления об опасностях современного мира и их негативном влиянии на человека и природу;
- описать источники и зоны влияния опасностей;
- сформировать представления об особенностях взаимодействия в системах «человек – среда обитания», «природа – техносфера»;
- сформировать критерии и методы оценки опасностей;
- дать основы анализа источников опасности и представления о путях и способах защиты человека и природы от опасностей.

#### **4.3. Параметры состояния жизненного пространства техносферы и представление об опасности**

Реальность современной жизни такова, что созданная руками человека техносфера, призванная максимально защищать человека от естественных опасностей, превратилась в свою противоположность и стала основным источником опасностей на земле. Происходящие в ней процессы приводят не только к людским жертвам, но и к уничтожению природной среды, ее глобальной деградации, что в свою очередь вызывает необратимые генетические изменения у людей.

Сейчас, как никогда ранее, человеку нужно знать, что же такое техносфера – благо или вред? Ответ очевиден. Конечно – благо, но это справедливо лишь при условии, что создаваемая человеком техносфера обладает высоким качеством и по своим свойствам мало уступает природной среде.

Создание и опыт развития техносферы в XX столетии во многом свидетельствуют о том, что формирование качественной техносферы невозможно без знания и учета законов возникновения, воздействия и смягчения (или полного устранения) опасностей, действующих в ней. Очевидно, что создание качественной техносферы возможно лишь в том случае, если человек на всех этапах деятельности будет постоянно нацелен на разработку и совершенствование техники, технологий и

жизненного пространства, не приносящих ущерба природе и здоровью человека. В связи с этим весьма актуальной задачей мирового сообщества, государств, общественных объединений и каждого человека становятся постоянные и эффективные усилия по противодействию техногенным, антропогенным и природным опасностям и прежде всего по исключению или смягчению побуждающих их причин.

Важным этапом современности является формирование научных основ учения о человеко- и природозащитной деятельности – учений о безопасности жизнедеятельности и защите окружающей природной среды.

В реальных условиях для возникновения и реализации опасностей необходимо соблюдение четырех условий:

- наличие системы «объект защиты – источник воздействия»;
- наличие источника опасности, способного создавать потоки вещества, энергии и информации;
- наличие у защищаемого объекта предельно допустимой величины воздействия каждого из этих потоков;
- совпадение по времени и месту пребывания источника опасности и защищаемого объекта в жизненном пространстве.

Таким образом, понятие *опасность* можно сформулировать как негативное свойство живой и неживой материи, способное причинять ущерб самой материи (людям, природной среде, материальным ценностям). Это свойство человека и компонент окружающей среды, способные причинять ущерб живой и неживой материи. Опасности техносферы возникают при достижении ее внешними потоками вещества, энергии и/или информации значений, превышающими способность к их восприятию любым объектом защиты без нарушения своей функциональной целостности, т. е. без причинения ущерба.

В определении понятия опасности формально отсутствует указание на необходимость совпадения координат и времени передачи опасных потоков от источника к объекту защиты. Но этого и не требуется, так как опасен весь материальный мир, окружающий человека, сообщества людей и т. п. Иными словами, вероятность проявления опасности по отношению к другим материальным объектам существует всегда и везде.

Источник опасности можно определить как компоненты биосферы и техносферы, космическое пространство, социальные и иные системы, излучающие опасность. Для каждого источника опасности характерно наличие уровня, зоны и продолжительности действия. Для

описания источника опасности с позиций его негативного влияния на человека и природу используют величину материальных отходов (выбросов, сбросов и отбросов), интенсивность энергетических излучений и его вероятность воздействия (риск).

Обмен потоками в материальном мире – это естественный процесс существования материи. Закон сохранения жизни Ю.Н. Куражского сформулирован так: «Жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потоков вещества, энергии и информации». Наличие таких потоков характерно и обязательно для существования материи. Источниками (носителями) опасностей являются естественные процессы и явления, техногенная среда и действия людей. Источником опасности может быть все живое и неживое. Опасности не обладают избирательным свойством, при своем возникновении они негативно воздействуют на всю окружающую их материальную среду. Влиянию опасностей подвергается человек, природная среда, материальные ценности.

Потоки в естественной среде:

- солнечное излучение, излучение звезд и планет;
- космические лучи, пыль, астероиды;
- электрическое и магнитное поля Земли;
- круговороты веществ в биосфере, в экосистемах, в биогеоценозах;
- потоки, связанные с атмосферными, гидросферными и литосферными явлениями, в том числе и со стихийными;
- другие.

Потоки в техносфере:

- потоки сырья, энергии;
- потоки продукции отраслей экономики;
- отходы экономики;
- информационные потоки;
- транспортные потоки;
- световые потоки (искусственное освещение);
- потоки при техногенных авариях;
- другие.

Потоки в социальной среде:

- информационные потоки (обучение, государственное управление, международное сотрудничество и т. п.);
- людские потоки (демографический взрыв, урбанизация населения);
- потоки наркотических средств, алкоголя и др.;
- другие.

Потоки, потребляемые и выделяемые человеком в процессе жизнедеятельности:

- потоки кислорода, воды, пищи и иных веществ (алкоголь, табак, наркотики и т. п.);
- потоки энергии (механической, тепловой, солнечной и др.);
- потоки информации;
- потоки отходов процесса жизнедеятельности;
- другие.

Если потоки не приносят ущерба объекту защиты, то идет нормальный жизненный процесс, и такие потоки принято называть допустимыми. Если потоки наносят ущерб (ухудшают здоровье людей, приводят к деградации природы и т. п.), то потоки называют недопустимыми или опасными. Максимальные значения потоков, при которых ущерб еще не возникает, называют предельно допустимыми.

#### **4.4. Закон толерантности, опасные и чрезвычайно опасные воздействия**

*Закон толерантности Шелфорда* – закон, согласно которому существование вида определяется лимитирующими факторами, находящимися не только в минимуме, но и в максимуме. Закон толерантности расширяет закон минимума Либиха.

Формулировка закона Шелфорда: «Лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического влияния, диапазон между которыми определяет степень выносливости (толерантности) организма к данному фактору». Любой фактор, находящийся в избытке или недостатке, ограничивает рост и развитие организмов и популяций.

Закон толерантности гласит, что вещество или любой другой фактор, присутствующий не только в минимуме, но и в избытке по сравнению с требуемым организму уровнем, может приводить к нежелательным последствиям для организма. Например, если поместить какое-либо живое существо в экспериментальную камеру и измерять в ней температуру воздуха, то состояние организма будет меняться. При этом выявляется некоторый наилучший, оптимальный для организма уровень данного фактора, при котором активность (физиологическое состояние) будет максимальна. Если разные факторы будут отклоняться от оптимального в большую или меньшую сторону, то активность будет снижаться. При достижении некоторого максимального

или минимального значения фактор станет несовместимым с жизненными процессами, в организме произойдут изменения, ведущие к смерти.

Чем шире амплитуда колебания фактора, при которой организм может сокращать жизнеспособность, тем выше его устойчивость (толерантность) к тому или иному фактору. Из чего вытекает, что любой живой организм имеет определенные эволюционно унаследованные верхние и нижние пределы толерантности к любому экологическому фактору. Для организма имеет значение не только собственная амплитуда, но и скорость, с которой этот фактор изменяется.

Лимитирующее значение означает, что в этом случае организм может выжить, но в нем произойдут необратимые изменения. Лимитирующим может быть любой экологический фактор (например, количество мест, пригодных для устройства гнезда), но наиболее важным чаще оказываются температура, вода, пища (для растений – наличие биогенных элементов в почве). Поэтому закон Шелфорда называют также *законом лимитирующего фактора*. Закон Шелфорда можно применить к нормированию содержания загрязняющих веществ в воздухе, воде, почве.

Предложен ряд положений, дополняющих закон: диапазоны толерантности к отдельным факторам и их комбинациям различны; организмы с широкими диапазонами толерантности эврибионты (организмы, способные существовать в широком диапазоне природных условий окружающей среды и выдерживать их значительные изменения) широко распространены; если уровень одного фактора выходит за пределы толерантности, сужается диапазон выносливости к другим факторам и т. д.

Зона оптимума с точкой комфорта (точка максимума жизненного потенциала) и зоны допустимых значений фактора воздействия являются областью нормальной жизнедеятельности, а зоны с большими отклонениями фактора от оптимума называются зонами угнетения. Пределы толерантности по фактору воздействия совпадают со значениями минимума и максимума фактора, за пределами которых существование организма невозможно. Это зона гибели.

В естественных условиях поверхности Земли температура атмосферного воздуха изменяется от  $-88$  до  $+60$  °С, в то время как температура внутренних органов человека за счет терморегуляции его организма сохраняется комфортной, близкой к  $+37$  °С. При выполнении тяжелых работ и при высокой температуре окружающего воз-

духа температура тела человека может повышаться на 12 °С. Наивысшая температура внутренних органов, которую выдерживает человек – +43 °С, минимальная – +25 °С.

Температура воздуха в рабочих и жилых помещениях, на улицах и в природных условиях существенно влияет на состояние организма человека, изменяя его жизненный потенциал. При низких температурах нам холодно, при высоких – жарко. При температуре наружного воздуха +30 °С и более работоспособность человека значительно падает. Установлено, что у человека существует зависимость комфортных температур окружающей среды от категории тяжести выполняемых работ (легкая, средняя, тяжелая), от периода года и некоторых других параметров микроклимата. Так, для человека, выполняющего легкую работу, комфортная температура летом составляет от +23 до +25 °С, зимой от – 22 до –24 °С; для человека занимающегося тяжелым физическим трудом, летом от +18 до +20 °С, зимой от –16 до –18 °С.

*Комфорт* – это оптимальное сочетание параметров микроклимата и удобств в зонах деятельности и отдыха человека. Комфортное состояние среды обитания реализуется, когда потоки создают оптимальные условия для деятельности, отдыха и проявления наивысшей работоспособности при сохранении здоровья человека и целостности компонентов среды обитания.

Допустимое состояние реализуется, когда потоки, воздействуя на человека и среду обитания, приводят к дискомфорту, снижают эффективность деятельности человека, но не оказывают негативного влияния на здоровье, не выходя за пределы адаптации организма.

При этом интенсивность негативных воздействий находится в пределах толерантности человеческого организма и окружающей природной среды, когда возможные негативные последствия обратимы.

Результат влияния фактора воздействия потока на объект зависит от свойств и параметров потока, а также от свойств объекта. Изменяя величину любого потока минимально значимой до максимально возможной, можно пройти ряд характерных состояний взаимодействия в системе «человек – среда обитания»:

– комфортное (оптимальное), когда потоки соответствуют оптимальным условиям взаимодействия, создают оптимальные условия деятельности и отдыха; предпосылки для проявления наивысшей ра-

ботоспособности; гарант сохранения здоровья человека и целостности компонентов среды обитания;

– допустимое, когда потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека. Соблюдение условий допустимого взаимодействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания;

– опасное, когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, и или приводят к деградации природной среды;

– чрезвычайно опасное, когда потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в природной среде.

Из четырех характерных состояний взаимодействия человека со средой обитания лишь первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) – недопустимы для процессов жизнедеятельности человека, сохранения и развития природной среды.

Отклонения температуры среды от комфортных значений на  $\pm(2...5\text{ }^{\circ}\text{C})$  считаются допустимыми, поскольку не оказывают влияния на здоровье человека, а лишь уменьшают производительность его деятельности. Дальнейшее отклонение температуры окружающего воздуха от допустимых значений сопровождаются тяжелыми воздействиями на организм человека и ухудшением его здоровья (нарушение дыхания, сердечной деятельности и др.).

При еще больших отклонениях температуры окружающего воздуха от допустимых значений возможен перегрев (гипертермия) или переохлаждение (гипотермия) организма человека, а также получение им тепловых или холодовых травм.

Для современного состояния совокупности системы «человек – техносфера» характерны два вида негативных ситуаций, связанных с воздействием опасностей на человека:

1. Длительное воздействие постоянных или переменных опасностей ограниченной интенсивности в локальных, региональных и глобальных зонах. Сюда относят ситуации, связанные с длительным действием опасностей на производстве, в быту и в городе, а также

действия глобальных опасностей (потепление климата, разрушение озонового слоя, кислотные дожди, повышение радиоактивного фона атмосферы).

2. Кратковременные воздействия импульсных опасностей высокой интенсивности в локальных, максимум в региональных зонах. Сюда относят ситуации, связанные с техногенными авариями, катастрофами и стихийными бедствиями.

#### **4.5. Поле опасностей в современном мире**

Современный мир опасностей (ноксосфера) обширен и весьма значителен. Как правило, в производственных, городских или бытовых условиях на человека воздействуют одновременно несколько негативных факторов. Такой комплекс факторов, одновременно действующих на конкретный объект защиты, зависит от текущего состояния совокупности источников опасности около объекта. Совокупность источников образует около защищаемого объекта так называемое поле опасностей.

Поле опасностей, действующих на объект защиты, можно представить в виде совокупности факторов первого, второго, третьего и иных кругов, расположенных вокруг защищаемого объекта. Считается, что основное влияние на объект защиты (человека) оказывают факторы первого круга. Факторы второго круга влияют в основном на другие объекты защиты (здания и сооружения, промышленные территории и т. п.). Опасности третьего круга оказывают всеобщее влияние на население регионов и крупных городов, континентов и все население Земли. Опасности второго и третьего круга опосредованно могут воздействовать на каждого человека, усиливая влияние первого круга опасностей.

В состав первого круга опасностей, непосредственно действующих на человека, входят:

- опасности, связанные с климатическими и погодными изменениями в атмосфере и гидросфере;
- возникающие из-за отсутствия нормативных условий деятельности по освещенности, по содержанию вредных примесей, по электромагнитному и радиационному излучениям и т. п.;
- возникающие в селитебных зонах и на объектах экономики при реализации технологических процессов и эксплуатации технических средств как за счет несовершенства техники, так и за счет ее нерег-

ламентированного использования операторами технических систем и населением в быту;

– возникающие при стихийных явлениях и техногенных авариях, в селитебных зонах и на объектах экономики;

– возникающие из-за недостаточной подготовки работающих и населения по безопасности жизнедеятельности.

Основные причины возникновения опасностей второго круга, характерных для урбанизированных территорий, обусловлены наличием и нерациональным обращением отходов производства и быта; чрезвычайными опасностями, возникающими при стихийных явлениях и техногенных авариях, в селитебных зонах и на объектах экономики; недостаточным вниманием руководителей производства к вопросам безопасности проведения работ и т. п. Это создает условия для неправильной организации рабочих мест, нарушения условий труда, загрязнения воды, продуктов питания и т. п.

Опасности третьего круга – опасности межрегионального и глобального влияния – не всегда выражены достаточно четко. Однако перечень некоторых из них может быть сформулирован. К ним прежде всего, следует отнести отсутствие необходимых знаний и навыков у разработчиков при проектировании технологических процессов, технических систем, зданий и сооружений; отсутствие эффективной государственной системы руководства вопросами безопасности в масштабах отрасли экономики или всей страны; недостаточное развитие системы подготовки научных и руководящих кадров в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды.

В процессе эволюционного развития мира совершенствовался человек, нарастала численность населения Земли и уровень его урбанизации, изменялся общественный уклад и социальная основа общества. Изменялась и среда обитания: увеличивалась территория поверхности Земли и степень освоения человеком ее недр; естественная природная среда испытывала все возрастающее влияние человеческого сообщества, появились искусственно созданная человеком бытовая, городская и производственные среды. Человек и среда обитания непрерывно находятся во взаимодействии, образуя постоянно действующую систему «человек – среда обитания». С возникновением техносферы образовалась постоянно действующая система «природа – техносфера».

*Среда обитания* – окружающая человека среда, обусловленная совокупностью факторов (физических, химических, биологических

информационных, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье и потомство.

В нокологии используют ряд установившихся понятий. К ним, прежде всего, относятся: понятие совокупности систем «человек – техносфера» и «природа – техносфера». Эти системы используют для описания процессов негативного взаимодействия человека (коллектива людей, населения города, региона, страны, планеты Земля) с окружающей его техносферой и для описания взаимодействия природы с техносферой. В современном мире для человека существует два полярных вида среды обитания – природная (биосфера) и техносфера (производственная, селитебная и бытовая). Последняя наиболее характерна. Для описания негативного влияния техносферы на природу используют совокупность систем «природа – техносфера».

Обусловленные техногенными причинами выбросы различных загрязнителей и энергетическое загрязнение окружающей среды (шум, вибрация, электромагнитное излучение, тепловое загрязнение и др.) за несколько лет создают неоаномалии среды обитания человека (природной, городской, промышленной, бытовой) с повышенной частотой заболеваний и смертностью, с деградацией окружающей природной среды. Радиус действия таких неоаномалий может составлять 5–8 км, иногда влияние этой области распространяется до 40–50 км и более. Для обеспечения безопасности человека и сохранности природной среды устанавливают пороговые или предельно допустимые значения потоков воздействия.

Различают простые и сложные факторы воздействия. К простым факторам могут быть отнесены температура воздуха, атмосферное давление, температура нагретых поверхностей, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, магнитное поле, электрический ток, звук, микроорганизмы и т. д.

К сложным факторам относят: взрыв, пожар, горение, землетрясения, наводнения, вулканы, сели, снежные лавины, туман, осадки, гололед, магнитные бури, оползни, цунами, ураганы, смерчи, паника, суициды и др. Фактор внешней среды может превратиться в опасность в результате роста величины (например, температура, электрическое напряжение), накопления малых воздействий в течение длительного времени – кумулятивный эффект (например, ионизирующее излучение) и совместного воздействия нескольких факторов.

## 4.6. Качественная классификация (таксономия) опасностей

*Таксономия опасностей* – классификация опасностей по различным признакам.

Различают опасности естественного (природного), техногенного и антропогенного происхождения. При этом принято, что естественные опасности создаются природой, а техногенные и антропогенные опасности – человеком. Более внимательное изучение происхождения опасностей позволяет выделить еще две группы опасностей: естественно-техногенные и антропогенно-техногенные.

К естественно-техногенным следует отнести те опасности, которые инициируются естественными процессами (землетрясения, ветры, дожди и т. п.), приводят к разрушению технических объектов (зданий, плотин, дорог и т. п.) и сопровождаются потерей здоровья и жизни людей или разрушениям элементов окружающей среды.

К антропогенно-техногенным относят такие опасности, которые инициируются вследствие ошибок человека (обычно оператора технической системы) и проявляются через несанкционированное действие или разрушение техники или сооружений (аварии на транспорте по вине водителей, пожары и взрывы из-за неправильного обращения с огнем, с электрооборудованием и т. п.).

Таким образом, по происхождению все опасности следует делить на пять групп:

- 1) естественные;
- 2) естественно-техногенные;
- 3) антропогенные;
- 4) антропогенно-техногенные;
- 5) техногенные.

По видам потоков в жизненном пространстве опасности делят:

- на массовые;
- энергетические;
- информационные.

По интенсивности потоков:

- на опасные;
- чрезвычайно опасные.

По длительности воздействия опасности классифицируют:

- на постоянные;
- переменные (в том числе периодические);
- импульсные.

Постоянные (действуют в течение рабочего дня, суток) опасности, как правило, связаны с условиями пребывания человека в производственных или бытовых помещениях, с его нахождением в городской среде или в промышленной зоне. Переменные опасности характерны для условий реализации циклических процессов: шум в зоне аэропорта или около транспортной магистрали; вибрация от средств транспорта и т. п.

По видам зоны воздействия:

- на производственные;
- бытовые;
- городские;
- зоны ЧС.

По размерам:

- на локальные;
- региональные;
- межрегиональные;
- глобальные.

По степени завершенности процесса воздействия опасности на объекты защиты разделяют:

- на потенциальные;
- реальные;
- реализованные.

*Потенциальная опасность* представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Например, в выражениях «шум вреден для человека», «углеводородные топлива – пожаровзрывоопасны» говорится только о потенциальной опасности для человека шума и горючих веществ.

Наличие потенциальных опасностей находит свое отражение в утверждении, что жизнедеятельность человека потенциально опасна. Оно предопределяет, что все действия человека и все компоненты среды обитания, прежде всего технические средства и технологии, кроме позитивных свойств и результатов, обладают способностью генерировать опасности. При этом любое новое позитивное действие человека или его результат неизбежно приводит к возникновению новых негативных факторов.

*Реальная опасность* всегда связана с конкретной угрозой негативного воздействия на объект защиты (человека, природу). Она всегда координирована в пространстве и времени. Например, движущаяся по шоссе автоцистерна с надписью «Огнеопасно», представляет собой

реальную опасность для человека, находящегося около автодороги. Как только автоцистерна ушла из зоны пребывания человека, она превратилась в источник потенциальной опасности по отношению к этому человеку.

*Реализованная опасность* – факт воздействия реальной опасности на человека и/или среду обитания, приведший к потере здоровья или летальному исходу, материальным потерям, разрушению природы. Если взрыв автоцистерны привел к ее разрушению, гибели людей и/или возгоранию строений, то это реализованная опасность.

Ситуации, в которых опасности реализуются, принято разделять на происшествия и чрезвычайные происшествия, а последние – на аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

*Происшествие* – событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным и/или материальным ресурсам.

*Потенциальная опасность* – опасность общего характера, не связанная с координатами пространства и временем воздействия.

*Идентификация опасностей* – процесс распознавания и параметрического описания опасностей в поле их действия.

*Квантификация опасностей* – количественная оценка опасностей.

Понятие *безопасности объекта защиты* – состояние объекта защиты, при котором внешнее воздействие на него потоков вещества, энергии и информации из окружающей среды не превышает максимально допустимых для объекта значений.

Понятие *защиты от опасностей* – способы и методы снижения уровня и продолжительности действия опасностей на человека и природу. Принципиально защиту объекта от опасностей реализуют снижением негативного влияния источников опасности (сокращением значения риска и размеров опасных зон); выведением объекта из опасной зоны; применением экобиозащитной техники и средств индивидуальной защиты.

*Техногенные опасности (ТО)* – это совокупность вредных и травмирующих факторов техносферы, отрицательно воздействующих на человека и окружающую его среду. Источниками ТО являются элементы техносферы, деятельность которых сопровождается выбросами и сбросами загрязнителей, образованием твердых отходов, генерированием энергетических полей и излучений.

*Антропогенные опасности (АО)* возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или групп людей.

В системе «человек – опасность» человек может выполнять следующие роли:

- объект защиты;
- средство защиты;
- источник опасности.

В реальных случаях на объект защиты могут действовать одновременно несколько опасностей или источников опасностей, создавая поле опасностей. Анализ таких систем существенно усложняется.

Для правильного проведения исследований необходимо соблюдать правило единственности объекта защиты в сфере опасностей (ноксосфере). Теоретический анализ и практическую деятельность по обеспечению безопасности необходимо проводить только для одного объекта защиты (человек, сообщество людей, рабочая зона, техносфера, регион и т. п.). Нормативы безопасности также индивидуальны для каждого объекта защиты.

Термин безопасность можно применять только в сочетании с системой «объект защиты – источник(и) опасности». Отсутствие объекта защиты и, тем более, источника опасности переводит обсуждение проблем безопасности в беспредметную область.

Защищая один объект, можно попутно защитить и другие, но такая ситуация возникает не всегда. Большинство негативных факторов техносферы (загрязнители, шум, вибрации) оказывают прямое воздействие на человека и окружающую среду. В последние годы широкое распространение получают вторичные факторы (фотохимический смог, кислотные дожди и др.), возникающие в среде обитания в результате взаимодействия первичных факторов между собой или с компонентами биосферы.

В процессе жизнедеятельности человек потребляет и выделяет потоки кислорода, воды, пищи, потоки механической, тепловой, солнечной, других видов энергии, потоки отходов жизнедеятельности, формирует и потребляет потоки информации и др. В социальной среде (социуме) формируются специфические факторы, которые способны формировать негативные потоки (войны, болезни, страх, эмоции, голод, курение, потребление алкоголя, наркотиков, обман, шантаж, разбой, убийства и др.).

Основные потоки в техносфере:

- 1) потоки сырья, энергии, продукции и отходов в производственной сфере;
- 2) потоки, возникающие при техногенных авариях;

- 3) транспортные потоки;
- 4) световые потоки при искусственном освещении;
- 5) информационные и другие потоки.

Потоки в естественной среде – это:

- 1) солнечное излучение, космическая пыль, излучение звезд, планет, электрическое и магнитное поля Земли;
- 2) круговороты веществ в биосфере;
- 3) пищевые цепи в экосистемах и биогеоценозах;
- 4) атмосферные, гидросферные, литосферные и другие явления создают основные потоки вещества и энергии в естественной среде.

Потоки масс, энергий и информации, распределяясь в земном пространстве, образуют среду обитания человека. Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются лишь в условиях, когда потоки энергии, вещества и информации находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природной средой.

Превышение привычных уровней потоков в естественных условиях может приводить к изменению климата, возникновению стихийных явлений и оказывать негативное воздействие на человека и природную среду. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека, техносферу и или природную среду.

Опасности реализуются в виде потоков энергии, вещества и информации, они существуют в пространстве и во времени. Опасности возникают, если повседневные потоки вещества, энергии и информации в техносфере превышают пороговые значения. Изменяя потоки в среде обитания от минимально значимых до максимально возможных, можно получить ряд характерных состояний в системе «человек – среда обитания», а именно: комфортное (оптимальное), допустимое, опасное, чрезвычайно опасное.

Решение задач современного комплекса проблем безопасности может быть получено на основе общей теории безопасности. Хотя в завершённом виде эта теория еще не оформлена, ее основные подходы и методы сформированы и широко используются для прогнозов развития опасных ситуаций, качественных и количественных оценок мер и систем безопасности. Их разработка осуществлялась в процессе обеспечения эффективности и безопасности сложных технических систем, обеспечения военной безопасности страны, решения проблем

управления экономическими, социальными и экологическими системами, в том числе в глобальном масштабе.

### **Контрольные вопросы**

1. Цель изучения ноксологии.
2. Условия возникновения и реализации опасностей.
3. Потоки в естественной среде.
4. Естественно-техногенные опасности.
5. Потенциальная опасность.
6. Основные потоки в техносфере.
7. Понятие защиты от опасностей.
8. Реализованная опасность.

## **ЛЕКЦИЯ 5. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ**

- 5.1. Количественная оценка и нормирование опасностей.
- 5.2. Критерии допустимого вредного воздействия потоков.
- 5.3. Критерии допустимой травмоопасности потоков.
- 5.4. Концепция приемлемого риска.
- 5.5. Идентификация опасностей техногенных источников.
- 5.6. Идентификация выбросов в атмосферный воздух.
- 5.7. Идентификация энергетических воздействий.
- 5.8. Идентификация травмоопасных воздействий.

### **5.1. Количественная оценка и нормирование опасностей**

Для количественной оценки (квантификации) опасностей жизненных потоков используют критерии допустимого вредного воздействия потоков (веществ, энергии, информации) и критерии допустимой травмоопасности потоков.

Принцип нормирования заключается в установлении таких параметров, соблюдение которых обеспечивает защиту человека от соответствующей опасности. Например, предельно допустимая концентрация (ПДК), предельно допустимый уровень (ПДУ), нормы переноски и подъема тяжести, продолжительность трудовой деятельности и др.

Принцип классификации (категорирования) состоит в делении объектов на классы и категории по признакам, связанным с опасностями. Примеры: санитарно-защитные зоны (5 классов), категории производств (помещений) по взрыво– пожарной опасности (А, Б, В, Г, Д) и др.

Для определения методов обеспечения безопасности дадим определение следующим понятиям:

1. *Ноксосфера* – пространство, в котором постоянно существуют или периодически возникают опасности.

2. *Гомосфера* – пространство (рабочая зона), где находится человек в процессе рассматриваемой деятельности.

Совмещение гомосферы и ноксосферы с позиции безопасности недопустимо, но это не всегда удается.

На основании анализа возможных опасностей и их последствий можно выявить общие закономерности, на базе которых сформулированы три наиболее общих метода защиты от опасностей:

1. Пространственное и (или) временное разделение гомосферы и ноксосферы. Это достигается средствами дистанционного управления, автоматизации, роботизации, специальной организации и др.

2. Нормализация ноксосферы путем исключения или уменьшения количественных характеристик опасности. Это совокупность мероприятий, защищающих человека от шума, газа, пыли средствами коллективной защиты.

3. Адаптация человека к условиям ноксосферы и повышение его защищенности. Метод реализует возможности профессионального отбора, обучения, психологического воздействия, применения средств индивидуальной защиты. В реальных условиях реализуется комбинация всех трех факторов.

## **5.2. Критерии допустимого вредного воздействия потоков**

Воздействие потоков на человека классифицируется следующим образом.

*Комфортное (оптимальное)* – потоки соответствуют оптимальным условиям воздействия: создают оптимальные условия деятельности и отдыха; предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и, как следствие, максимальной продуктивности деятельности; гарантируют сохранение здоровья человека и целостности компонент среды обитания.

*Допустимое* – потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека; соблюдение условий допустимого воздействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания.

*Опасное* – потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, и/или приводят к деградации среды обитания.

*Чрезвычайно опасное* – потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в среде обитания (гибель организма происходит при значениях фактора воздействия, лежащих вне зоны толерантности, ее можно рассматривать как процесс распада организма на простые системы).

Из четырех характерных состояний взаимодействия человека со средой обитания лишь первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) недопустимы для процессов жизнедеятельности человека.

При анализе процесса воздействия опасностей в системе «человек – техносфера» следует учитывать:

- аксиому об одновременном воздействии опасностей;
- наличие совокупного воздействия опасностей на объект защиты.

Основное условие допустимости воздействия потоков в зоне пребывания человека имеет вид:

$$P \leq ПДП,$$

где  $P$  – реальный показатель потока;

ПДП – предельно допустимое значение потока.

Зоны пребывания человека в рабочей и бытовой средах считаются допустимыми, если в них соблюдены нормативные требования по параметрам микроклимата, освещению, предельно допустимым концентрациям загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и предельно допустимым интенсивностям энергетического облучения.

При химическом загрязнении предельным уровнем является ПДК, которую устанавливают отдельно для рабочей зоны и для насе-

ленной местности. Последний норматив всегда меньше ПДК рабочей зоны. Такое различие можно объяснить тремя обстоятельствами:

1) в рабочей зоне заняты люди физически и биологически более подготовленные, чем остальные слои населения (дети, пожилые люди);

2) вредные факторы обычно формируются в рабочей зоне и ослабляются с расстоянием при переходе в окружающую среду, поэтому объективно их содержание можно снизить в зонах вне производства;

3) действие факторов на людей в рабочей зоне продолжается только в течение рабочей смены, а в окружающей среде – круглосуточно, поэтому суммарные дозы вредного воздействия в окружающей среде также могут быть значительными. Аналогичная схема двойного нормирования применяется и для оценки энергетических воздействий.

Для реализации допустимых условий деятельности нормативами по параметрам микроклимата установлены значения температуры воздуха в помещении, его влажности и подвижности. В качестве критериев по освещению установлены нормативные требования к естественному и искусственному освещению помещений.

Разновидности ПДК в зависимости от путей миграции химических веществ в сопредельные среды должны вызывать прямое или косвенное отрицательное влияние на соприкасающиеся с почвой среды и здоровье человека, а также на самоочищающуюся способность почвы.

В зависимости от пути миграции химических веществ в сопредельные среды различают четыре разновидности ПДК:

1. ТВ – транслокационный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы через корневую систему в зеленую массу и плоды растений.

2. МА – миграционный воздушный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы в атмосферу.

3. МВ – миграционный водный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы в подземные грунтовые воды и водные источники.

4. ОС – общесанитарный показатель, характеризующий влияние химического вещества на самоочищающую способность почвы и микробиоценоз.

Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест проводится по методическим указаниям МУ 2.1.7.1287–03. Для оценки содержания вредных веществ в почве проводят отбор проб на участке площадью 25 м<sup>2</sup> в 3...5 точках по диагонали с глубины 0,25 м.

Говоря о нормировании качества воды необходимо, прежде всего, определиться с ее назначением: питьевая (хозяйственно-бытовая, технологическая), сточная, оборотная.

Питьевая вода в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям таким, как термотолерантные колиформные бактерии, колифаги, цисты лямблий и др.

Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по обобщенным показателям и содержанию вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории РФ, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение, а также по содержанию вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения.

Вещества, находящиеся в атмосферном воздухе, попадают в организм человека главным образом через органы дыхания. Вдыхаемый загрязненный воздух через трахею и бронхи попадает в альвеолы, откуда примеси поступают в кровь и лимфу.

В нашей стране проводят работы по гигиенической регламентации (нормированию) допустимого уровня содержания примесей в атмосферном воздухе. Обоснованию гигиенических нормативов предшествуют многоплановые комплексные исследования на лабораторных животных, а в случае оценки ольфакторных реакций организма на действия загрязняющих веществ и на добровольцах. При таких исследованиях используют самые современные методы, разработанные в биологии и медицине.

В настоящее время определены предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе более чем 500 веществ.

Гигиенические нормативы должны обеспечивать физиологический оптимум для жизни человека, и, в связи с этим, к качеству атмосферного воздуха предъявляются высокие требования. В связи с тем, что кратковременные воздействия не обнаруживаемых по запаху

вредных веществ могут вызвать функциональные изменения в коре головного мозга и в зрительном анализаторе, были введены значения максимальных разовых предельно допустимых концентраций (ПДК<sub>мр</sub>.) С учетом вероятности длительного воздействия вредных веществ на организм человека были введены значения среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК<sub>сс</sub>).

Таким образом, для каждого вещества установлено два норматива: ПДК<sub>мр</sub> (осредненная за 20–30 мин) с целью предупреждения рефлекторных реакций у человека и ПДК<sub>сс</sub> с целью предупреждения общетоксического, мутагенного, канцерогенного и другого действия при неограниченно длительном дыхании.

В России был установлен лишь один норматив, определяющий допустимый уровень загрязнения почвы вредными химическими веществами – ПДК для пахотного слоя почвы. Принцип нормирования содержания химических соединений в почве основан на том, что поступление их в организм происходит преимущественно через контактирующие с почвой среды. Основные понятия, касающиеся химического загрязнения почв, определены ГОСТом 17.4.1.03–84 «Охрана природы. Почвы. Термины и определения химического загрязнения».

*Предельно допустимая концентрация в пахотном слое почвы (ПДК<sub>п</sub>)* – это концентрация вредного вещества в верхнем, пахотном слое почвы, которая не должна оказывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и на здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы.

Нормативы ПДК<sub>п</sub> разработаны для веществ, которые могут мигрировать в атмосферный воздух или грунтовые воды, снижать урожайность или ухудшать качество сельскохозяйственной продукции.

Радиационная безопасность питьевой воды определяется ее соответствием нормативам согласно СанПиН.

Под общей или суммарной  $\alpha$ - или  $\beta$ -активностью воды понимается условная активность счетного образца, полученного из контролируемой пробы с помощью регламентированной методики пробоподготовки, численно равная активности назначенного образца сравнения при одинаковых показаниях используемого радиометра.

В качестве методики пробоподготовки рекомендуется использовать методические рекомендации ВИМС «Подготовка проб природных вод для измерения суммарной  $\alpha$ - и  $\beta$ -активности» или другие методики, прошедшие метрологическую аттестацию в органах Гос-

стандарта и утвержденные Минздравом России. Характеристики образцов сравнения используются органами Госстандарта при проверке радиометров, предназначенных для измерения суммарной  $\alpha$ - и  $\beta$ -активности воды в соответствии с утвержденными методиками проверки.

Сточные воды (производственные, бытовые, поверхностные) являются основными источниками загрязнения водоемов. При сбросе сточных вод в гидросферу необходимо рассчитать их допустимый состав, используя «Правила охраны поверхностных вод». Правила устанавливают нормы на ПДК веществ, состав и свойства воды (запах, привкус, водородный показатель, температура и др.) водоемов в зависимости от его назначения хозяйственно–питьевого, коммунально-бытового и рыбохозяйственного.

При определении качества оборотной воды необходимо руководствоваться ее дальнейшим назначением (технологическая, хозяйственная и др.).

Нормируемые параметры шума определены ГОСТ 12.1.003–2014. и СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилой застройки». Документы классифицируют шум по спектру на широкополосные и тональные, а по временным характеристикам – на постоянные и непостоянные. Для нормирования постоянных шумов применяют допустимые уровни звукового давления, дБ, в девяти октавных полосах частот в зависимости от вида производственной деятельности. Для ориентировочной оценки в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах допускается принимать уровень звука, дБА, определяемый по шкале А шумомера.

Нормируемой характеристикой непостоянного шума является эквивалентный по энергии уровень звука.

Нормирование допустимого шума в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки осуществляется в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562–96.

Нормативные требования по защите от вибраций установлены ГОСТ 12.1.012–2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Допустимые уровни вибрации в жилых домах, условия и правила их измерения и оценки регламентируются санитарными нормами.

Необходимо отметить, что при длительном воздействии вредных факторов на человека допустимые пороговые уровни воздействия в виде ПДК и ПДУ требуют коррекции. При короткой экспозиции допустимыми являются более высокие уровни воздействия вредных факторов, а при длительной экспозиции они должны снижаться.

Так сроки развития периферических расстройств зависят не только от уровня, сколько от дозы вибрации в течение рабочей смены. Преимущественное значение имеет время непрерывного контакта с вибрацией и суммарное время воздействия вибрации за смену. У формовщиков, бурильщиков, заточников, рихтовщиков при средне-частотном спектре вибраций заболевание развивается через 8...10 лет работы. Обслуживание инструмента ударного действия (клепка, обрубка), генерирующим вибрацию среднечастотного диапазона (30...125 Гц), приводит к развитию сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений через 12...15 лет. Определенным регулятором дозового воздействия вредных факторов является соблюдение регламента работы: чередование фаз работы с перерывами на отдых.

Электромагнитные излучения имеют волновую природу. Это особый вид материи, обладающий массой и энергией, который перемещается в пространстве в виде электромагнитных волн. Отличаются электромагнитные излучения длиной волны, частотой и энергией, причем чем больше частота колебаний, тем короче длина волны, больше энергия и наоборот.

Применительно к условиям загрязнения производственной и окружающей среды электромагнитными излучениями радиочастотного диапазона действуют Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.3359–16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах», СанПиН 2.2.4/2.1.8.055–96 и ГОСТ 12.1.006–84.

Критерии допустимого воздействия установлены и для случаев возникновения других опасностей: для инфразвука и ультразвука, для лазерного, инфракрасного, ультрафиолетового и радиационного излучений, для случаев загрязнения продуктов питания и т. д. Конкретные значения ПДК и ПДУ установлены санитарными нормами.

### 5.3. Критерии допустимой травмоопасности потоков

Вероятность воздействия травмоопасных потоков на людей оценивают величинами риска принудительной потери жизни. Это происходит в тех случаях, когда потоки масс и или энергий от источника негативного воздействия в жизненном пространстве нарастают стремительно и достигают чрезмерно опасных значений, например, при авариях. Вероятность такого негативного воздействия обычно связана с возникновением чрезвычайных происшествий (событий) природного и/или техногенного характера. Для ее оценки используется понятие риска.

*Риск* – вероятность реализации негативного воздействия за определенный период времени, например, за год.

Риск – это предполагаемое событие, способное принести кому-либо ущерб или убыток, где «предполагаемость» указывает на то, что событие заранее не определено, то есть оно может произойти, а может и не произойти; несет в себе определенную, предполагающей стороной, характеристику вероятности события; свидетельствует о том, что это предположение – результат субъективного мнения мыслящего существа о еще не свершившемся событии будущего периода. «Способное принести ущерб или убыток» помимо неопределенности, указывает на негативность возможных последствий. «Ущерб или убыток» умышлено не заменены в определении «негативными последствиями» только потому, что для рискологии и риск-менеджмента важно наличие субъективной оценки возможных последствий. «Ущерб или убыток» понимаются в самом широком смысле негативных последствий: от потери настроения и материальных издержек, недополученной прибыли, ущерба имиджу, до финансовых потерь и потери здоровья. «Кому-либо» указывает на то, что риск имеет принадлежность. «Предполагаемость» в сочетании с «кому-либо» говорит о том, что предполагающий субъект (субъект, анализирующий, оценивающий риск) и «кто-либо» (субъект, которому принадлежит данный риск и его последствия) не обязательно одно и то же лицо.

Сам риск, как следует из определения, обладает характерными свойствами:

а) неопределенность. Риск существует только, когда возможно не единственное развитие событий;

б) ущерб. Риск существует, когда исход может привести к ущербу (убытку) или другому негативному (только негативному!) последствию;

в) наличие анализа. Риск существует, только когда сформировано субъективное мнение «предполагающего» о ситуации и дана качественная или количественная оценка негативного события будущего периода (в противном случае это угроза или опасность);

г) значимость. Риск существует, когда предполагаемое событие имеет практическое значение и затрагивает интересы хотя бы одного субъекта. Риск без принадлежности не существует.

Риск – возможная опасность какого-либо неблагоприятного исхода.

Риск – сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятного события

Риск – характеристика ситуации, имеющей неопределенность исхода, при обязательном наличии неблагоприятных последствий.

Риск в узком смысле – количественная оценка опасностей, определяется как частота одного события при наступлении другого.

Риск, согласно пункту 8 приложения № 2 к методическим рекомендациям по содействию самозанятости безработных граждан и стимулированию создания безработными гражданами, открывшими собственное дело, дополнительных рабочих мест для трудоустройства безработных граждан, это событие, которое может случиться или не случиться.

*Анализ химического риска* охватывает риски, вызываемые неканцерогенными химическими веществами. Характерная черта химических рисков состоит в том, что они проявляются лишь в тех случаях, когда доза токсиканта превзойдет определенную величину, называемой пороговой. Цель этого анализа – найти значения предельно допустимых концентраций токсических веществ в воде, воздухе и почвах, для чего служат эксперименты, проводимые на животных.

*Анализ канцерогенного риска* рассматривается отдельно от других типов в силу важности и необходимости частого использования. Развитие злокачественных образований может быть вызвано химическими веществами (канцерогенами) или ионизирующими излучениями. Канцерогенное действие ионизирующих излучений считается беспороговым. Анализ канцерогенных рисков основан на использовании вероятностно-статистических представлений.

*Эпидемиологический анализ риска* призван установить корреляции (статистические зависимости) и причинные связи между свойствами источников риска и количеством индуцированных заболеваний.

Этот тип анализа выполняется, как правило, при исследовании профзаболеваний людей, но из-за нехватки данных допускает экстраполяцию результатов, получаемых в процессе опытов с животными.

*Вероятностный анализ риска* предназначен для того, чтобы обеспечить безопасность сложных и потенциально опасных технологических процессов, прежде исторически первым типом анализа риска, после проведенных в США сложных расчетов вероятностей всевозможных аварий на реакторах атомных электростанций. Важная особенность этого типа анализа заключается в использовании так называемого метода деревьев, учитывающего все возможные отказы оборудования, технологических узлов и крупных блоков, причем каждый отказ характеризуется собственной вероятностью. Это позволяет не только рассчитать вероятности сложных событий, но и оценить их конкретные последствия (например, выброс в атмосферу определенного токсиканта или радионуклида).

*Апостериорный анализ риска*, в сферу которого входят как природные катастрофы (землетрясения, наводнения, оползни и т. д.), так и сопряженная с опасностью деятельность людей (аварии на транспорте, острые отравления пестицидами, заболевания раком в результате курения и т.п.). Термин «апостериорный» означает, что данный тип анализа использует результаты статистической обработки проявлений опасных событий и процессов в прошлом.

*Качественный анализ риска* приходится использовать в тех случаях, когда количественное рассмотрение опасного события или процесса оказывается практически невозможным. Например, очень трудно оценить количественным образом риски, обусловленные кислотными дождями или глобальным изменением климата.

Риск всегда обозначает вероятностный характер исхода, при этом в основном под словом риск чаще всего понимают вероятность получения неблагоприятного результата (потерь), хотя его можно описать и как вероятность получить результат, отличный от ожидаемого. В этом смысле становится возможным говорить и о риске убытков, и о риске сверхприбыли.

Риск – это неопределенное событие или условие, которое в случае возникновения имеет позитивное или негативное воздействие на репутацию компании, приводит к приобретениям или потерям в денежном выражении.

В финансовых кругах риск – понятие, имеющее отношение к человеческим ожиданиям наступления событий. Здесь оно может

обозначать потенциально нежелательное воздействие на актив или его характеристики, которое может явиться результатом некоторого прошлого, настоящего или будущего события. В обыденном использовании, риск часто используется синонимично с вероятностью потери или угрозы.

В профессиональных оценках риска, риск обычно комбинирует вероятность наступающего события с воздействием, которое оно могло бы произвести, а также с обстоятельствами, сопровождающими наступление этого события. Однако там, где активы оцениваются рынком, вероятности и воздействия всех событий интегрально отражаются в рыночной цене, и риск поэтому наступает только от изменения этой цены; это – одно из следствий теории оценивания Блэка–Шоулса. С точки зрения RUP (Rational Unified Process), риск – действующий или развивающийся фактор процесса, обладающий потенциалом негативного влияния на ход процесса.

Исторически теория рисков связана с теорией страхования и актуарными расчетами.

В настоящее время теория рисков рассматривается как часть кризисологии – науки о кризисах.

Существует множество определений риска, рожденных в различных ситуационных контекстах и различными особенностями применений. С наиболее распространенной точки зрения, каждый риск (мера риска) в определенном смысле пропорционален как ожидаемым потерям, которые могут быть причинены рисковым событием, так и вероятности этого события.

Различия в определениях риска зависят от контекста потерь, их оценки и измерения, когда же потери являются ясными и фиксированными, например, человеческая жизнь, оценка риска фокусируется только на вероятности события (частоте события) и связанных с ним обстоятельств.

Можно выделить две давно сложившиеся точки зрения на риск – первая основана на научных и технических оценках: теоретический риск и эффективный риск. Эти две точки зрения непрерывно конфликтуют в социальных, гуманитарных и политических науках.

В последние годы в связи с появлением нового направления теории вероятностей – эвентологии – возникло понятие эвентологического риска, которое можно рассматривать как первую серьезную попытку объединить в одном понятии и теоретический, и эффективный риск.

Изучение риска проводится в три стадии.

1. Предварительный анализ опасности. Риск чаще всего связан с бесконтрольным освобождением энергии или утечками

окисческих веществ (факторы мгновенного действия). Обычно одни отделения предприятия представляют большую опасность, чем другие, поэтому в самом начале анализа следует разбить предприятие, для того чтобы выявить такие участки производства или его компоненты, которые являются вероятными источниками бесконтрольных утечек. Поэтому шаги будут следующими:

1) выявление источников опасности (например, возможны ли утечки ядовитых веществ, взрывы, пожары и т. д.);

2) определение частей системы (подсистем), которые могут вызвать эти опасные состояния (химические реакторы, емкости и хранилища, энергетические установки и др.).

Средствами к достижению понимания опасностей в системе являются инженерный анализ и детальное рассмотрение окружающей среды, процесса работы и самого оборудования. При этом очень важно знание степени токсичности, правил безопасности, взрывоопасных условий, прохождения реакций, коррозионных процессов, условий возгораемости и т. д.

Перечень возможных опасностей является основным инструментом в их выявлении. Обычно необходимы определенные ограничения на анализ технических систем и окружающей среды (Например, нерационально в деталях изучать параметры риска, связанного с разрушением механизма или устройства в результате авиакатастрофы, так как это редкое явление, однако нужно предусматривать защиту от таких редких явлений при анализе ядерных электростанций, поскольку это влечет за собой большое количество жертв);

3) введение ограничений на анализ риска (например, нужно решить, будет ли он включать детальное изучение риска в результате диверсий, войны, ошибок людей, поражения молнией, землетрясений и т. д.).

Таким образом, целью первой стадии анализа риска является определение системы и выявление в общих чертах потенциальных опасностей.

2. Выявление последовательности опасных ситуаций. Начинается после того, как определена конфигурация системы и завершен предварительный анализ опасностей. Дальнейшее исследование производят с помощью двух аналитических методов:

1) построения дерева событий;

2) построения дерева отказов.

3. Анализ последствий. При анализе последствий используют данные, полученные на стадии предварительной оценки опасности и на стадии выявления последовательности опасных ситуаций.

Риск оценивают на основе статистических данных или теоретических исследований. При использовании статистических данных величину риска определяют по формуле

$$R = N_{чс}/N_o,$$

где  $N_{чс}$  – число чрезвычайных событий в год;

$N_o$  – общее число событий в год.

Для оценки вероятности реализации чрезвычайно опасных негативных воздействий на людей используют следующие виды риска:

– индивидуальный риск, когда объектом защиты является человек;

– социальный риск, когда объектом защиты является группа людей.

Индивидуальный риск обусловлен вероятностью реализации опасностей с воздействием на человека в конкретных ситуациях.

Социальный риск, характеризующий негативное воздействие чрезвычайных опасностей на группы людей, оценивают по формуле

$$R_c = T / C,$$

где  $T$  – число погибших (пострадавших) за год от определенного фактора или от их совокупного воздействия, например, при работе шахтером, испытателем и т. п.;

$C$  – число людей, подверженных воздействию этих факторов за год.

Причины возникновения индивидуального риска многочисленны и разнообразны. Индивидуальный риск обусловлен вероятностью реализации потенциальных опасностей при возникновении опасных ситуаций. Его можно определить по числу реализовавшихся факторов риска:

$$R_{и} = P(t) / L(t),$$

где  $R_{и}$  – индивидуальный риск;

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

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

К источникам и факторам социального риска прежде всего относят:

- особо опасные объекты, технические средства, склонные к возникновению аварий;
- урбанизированные территории с неустойчивой ситуацией;
- эпидемии;
- стихийные бедствия.

Социальный риск в зоне расположения опасного объекта зависит от величины техногенного риска объекта и показателей количественного распределения людей, находящихся в зоне риска. Местами скопления людей обычно являются производственные и учебные помещения, учреждения, зоны отдыха и т. п.

#### **5.4. Концепция приемлемого риска**

Введение в рассмотрение понятия о предельно допустимых (приемлемых) рисках отражает современный подход к оценке меры травмоопасности. Общество отвергло концепцию абсолютной безопасности и пришло к концепции приемлемого для человека допустимого риска. При реализации этой концепции важнейшей задачей является установление верхней границы допустимого риска. На практике ее рационально находить на основе статистических данных.

Ключевым значением при установлении допустимого риска явилась идея, предложенная Фармером в 1967 г. Смысл идеи заключался в установлении величины допустимого риска, равным риску выхода радиоактивной утечки в атмосферу из ядерного реактора в год.

*Приемлемый (допустимый) 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. Таким образом, приемлемый риск представляет собой некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями его достижения. Величина приемлемого риска для различных обществ, социальных групп и отдельных людей – различная. Например, для европейцев и индусов, женщин и мужчин, богатых и бедных. В настоящее время принято считать, что для действия техногенных

опасностей в целом индивидуальный риск считается приемлемым, если его величина не превышает  $10^{-6}$ .

*Оценка экологических рисков* – это выявление и оценка вероятности наступления событий, имеющих неблагоприятные последствия для состояния окружающей среды, здоровья населения, деятельности предприятия и вызванного загрязнением окружающей среды, нарушением экологических требований, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Оценка экологических рисков помогает:

- выявлять потенциально возможные экологические риски, устранять или минимизировать их;
- прогнозировать наступление неблагоприятных последствий, предупреждать или минимизировать вероятность их наступления;
- получать количественные и качественные показатели неблагоприятных последствий;
- предупреждать аварии, причинение вреда здоровью населения, компонентам окружающей среды, нанесение ущерба репутации субъекту, реализующему проект.

И в связи с этим именно оценка рисков стала инструментом принятия решений.

Оценка экологических рисков включает следующие этапы:

- установление аварийных ситуаций, связанные с загрязнением окружающей среды, которые могут возникнуть вследствие проекта;
- оценка стоимости работ по полному устранению экологически значимых последствий, вызванных аварийной ситуацией каждого вида;
- определение вероятностей аварийных ситуаций каждого вида.

Для выявления и анализа исходных предпосылок возможно использование, как статистического подхода, так и метода экспертных оценок. Статистический подход предполагает использование аппарата теории вероятности и рекомендуется в случаях, когда накоплен значительный опыт реализации проектов данного вида.

Если же проект данного типа реализуется впервые, необходимо пользоваться экспертными оценками. Метод экспертных оценок предполагает, что группа экспертов (инженеров, специалистов в области охраны природы) совместно составляют возможных список аварий. Далее инженеры независимо выносят свои мнения о вероятностях аварий, которые затем усредняются. Эксперты-экологи таким же образом вносят свои мнения о затратах на устранения влияния каждой аварии на состояния окружающей среды. Экологический риск

рассчитывается как чистая текущая стоимость потерь, обусловленных устранением влияния на окружающую среду со стороны возможных аварий. Для этого используется формула

$$\sum C_t / (1+Rt),$$

где  $t$  – номер года;

$C$  – математическое ожидание затрат на ликвидацию экологически значимых последствий аварий;

$r$  – норма дисконтирования (альтернативная стоимость капитала).

Оценка экологических рисков может быть различной в зависимости от того, с позиций чьих интересов производится анализ проекта. Как правило, анализ проекта должен отражать интересы юридического лица, которое его осуществляет. В этом случае в числе затрат, направленных на ликвидацию экологических последствий аварии учитываются лишь те затраты, которые несет непосредственно лишь данное юридическое лицо. Если проект претендует на поддержку со стороны федеральных или местных органов управления, наряду с расчетами традиционных показателей эффективности проекта, анализируют его значение для народного хозяйства, экономики субъекта Федерации или страны в целом.

Анализ риска является частью системного подхода к принятию политических решений, процедур и практических мер в решении задач предупреждения или уменьшения опасности промышленных аварий для жизни человека, заболеваний или травм, ущерба имуществу и окружающей среде, называемого в нашей стране обеспечением промышленной безопасности, а за рубежом – управлением риском.

Управление риском включает сбор и анализ информации о промышленной безопасности, анализ риска (анализ опасности) и контроль (надзор) безопасности. Анализ риска является центральным звеном в обеспечении безопасности, базируется на собранной информации и определяет меры по контролю безопасности промышленных объектов. Процедура анализа риска является составной частью декларирования безопасности промышленного объекта, экспертизы безопасности, экономического анализа безопасности по критериям «стоимость – безопасность – выгода» и других видов анализа и оценки состояния безопасности промышленных объектов и регионов, на территории которых возможны техногенные чрезвычайные ситуации.

## 5.5. Идентификация опасностей техногенных источников

Под идентификацией (лат. *indentifico*) понимается процесс обнаружения и установления количественных, временных, пространственных и иных характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на обеспечение нормального функционирования технических систем и качества жизни. В процессе идентификации выявляются номенклатура опасностей, вероятность их проявления, пространственная локализация (координаты), возможный ущерб и другие параметры, необходимые для решения конкретной задачи.

Методы обнаружения опасностей делятся:

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

Современные источники техногенных опасностей должны обладать минимальным спектром и уровнем вредного воздействия на работающих, селитебные зоны техносферы и природу, а также минимальным техногенным риском, обеспечивая тем самым минимизацию индивидуального, социального и экологического рисков в зонах своего влияния.

Оценка опасностей техногенных источников выполняется на этапах их проектирования (модернизации) и при эксплуатации. Процедуру оценки числа и уровня опасностей на этапе проектирования принято называть «идентификацией опасностей».

Идентификация опасных воздействий предусматривает выявление номенклатуры опасных потоков и расчет параметров их воздействия на работающих, население и природу.

При воздействии потоков вещества вычисляют:

- массы выбросов, сбросов и отбросов веществ, поступающих в помещения, промышленную зону и окружающую среду;
- концентрации веществ в загрязненных ими зонах;
- размеры и конфигурацию загрязненных зон.

При воздействии потоков энергий определяют мощность и интенсивности потоков в зонах их влияния.

## **5.6. Идентификация выбросов в атмосферный воздух**

Выбросы промышленных объектов и технических систем при их работе в штатных режимах состоят:

– из отходящих (отработанных) газов, паров, капель жидкости и твердых частиц, сопровождающих работу технических объектов (на-пример, выбросы цехов промышленных предприятий, отработанных газов двигателя внутреннего сгорания (ДВС), дымовых газов тепловых электрических станций (ТЭС) и т. п.);

– веществ, поступающих в рабочее помещение или в систему вентиляции при проведении технологических операций;

– утечек рабочих сред из технических систем при нарушении их герметичности как в рабочую зону цехов, так и на промышленные площадки.

Масса выбросов  $M$ , возникающих при проведении технологических процессов, обычно рассчитывается по формуле

$$M = m_{уд} \Pi k (1 - n),$$

где  $m_{уд}$  – удельное выделение загрязняющего вещества на единицу характерного показателя  $\Pi$  производственного процесса. Для расчета выбросов из плавильных агрегатов  $\Pi$  – производительность плавильного агрегата, т/ч; для расчета выбросов при электродуговой сварке  $\Pi$  – расход электродов, кг/ч; для расчета выбросов при резке металлов  $\Pi$  – произведение длины реза на толщину разрезаемого металла, м<sup>2</sup>/ч; при окраске  $\Pi$  – расход лакокрасочных материалов, кг/ч;

$k$  – поправочный коэффициент для учета особенностей технологического процесса;

$n$  – эффективность средств очистки выбросов в долях единицы. При их отсутствии  $n = 0$ .

Автомобильный транспорт при сжигании бензина или дизельного топлива выбрасывает отработавшие газы, состоящие из нетоксичных паров воды, диоксида углерода, азота, кислорода и водорода, а также из токсичных веществ: оксида углерода, оксидов азота, углеводородов, альдегидов, сажи, бенз(а)пирена и др. Состав отработавших газов двигателя внутреннего сгорания (ДВС) зависит от режима работы двигателя.

Отработавшие газы ДВС в городах являются основными загрязнителями атмосферного воздуха. По данным обследований, величину концентрации оксида углерода  $CO$ ,  $mg/m^3$ , в воздухе автомагистралей (на краю проезжей части) можно найти по формуле

$$C_{CO} = 1,53N^{0,368},$$

где  $N$  – интенсивность движения автомобилей, авт/ч.

Концентрации оксида углерода и других токсичных компонентов отработавших газов автомобильных двигателей достигают наибольших значений на перекрестках. В этом случае:

$$c_{CO(пер)} = c_{CO} (1 + N_2 / N_1),$$

где  $c_{CO(пер)}$  – концентрация  $CO$  на перекрестке;

$c_{CO}$  – то же на главной магистрали с интенсивностью движения  $N_1$ ;

$N_2$  – интенсивность движения на второстепенной магистрали.

При сжигании топлива (уголь, мазут, природный газ) в котлах ТЭС образуются нетоксичные диоксид углерода и водяной пар. Кроме них, в атмосферу выбрасываются и вредные вещества, такие как оксид углерода, оксиды серы и азота, летучая зола. Для ТЭС мощностью 1000 МВт характерны выбросы углекислого газа – 560 т/ч; паров воды – 105, диоксида серы – 14, оксидов азота – 4 и золы 0,85 т/ч при условии, что эффективность очистки дымовых газов от летучей золы составляет 0,99. Вблизи ТЭС, выбрасывающих такое количество загрязнителей, образуются зоны с повышенными концентрациями вредных веществ протяженностью до 5 км и более.

Рассеивание отходящих газов ТЭС в атмосфере обеспечивается их выбросом через высокие трубы и снижением концентрации вред-

ных веществ в приземном слое атмосферы за счет турбулентной диффузии.

Максимальная концентрация примесей в приземном слое прямо пропорциональна производительности источника и обратно пропорциональна квадрату высоты трубы. Повышение температуры и скорости выхода газов из устья трубы приводит к увеличению температурного и инерционного подъема струи, улучшению рассеивания вредных выбросов и снижению их концентраций в приземном слое атмосферы. В районе источника выброса образуется несколько характерных зон:

А – зона неорганизованного загрязнения;

Б – зона переброса факела;

В – зона задымления;

Г – зона постепенного снижения уровня загрязнения.

Зона Б – переброска факела, включающая зону неорганизованного загрязнения А; зона В – задымления с максимальным содержанием вредных веществ; зона Г характеризуется постепенным снижением концентраций примесей по мере удаления от источника. Зона задымления наиболее опасна и должна исключаться из района жилой застройки.

Концентрация примеси С в приземном слое атмосферы по оси факела выброса на разных расстояниях от источника распределяется следующим образом. Вблизи источника выброса концентрация примеси мала (зона А, зона неорганизованного загрязнения), а затем она увеличивается, достигая максимума на некотором расстоянии от трубы и далее снижается. Это происходит в трех зонах: зоне переброса факела (Б), зоне задымления (В) – зоне максимального содержания загрязняющих веществ и зоне постепенного снижения уровня загрязнения (Г). Зону задымления можно выделить как участок, на котором  $C > 0,5C_{\text{макс}}$ .

Совпадение зоны задымления с местами расположения объектов, требующих повышенной чистоты воздуха, недопустимо.

Наибольшего значения концентрация обычно достигает на расстоянии 10...40 высот труб в случае нагретых выбросов и на расстоянии 5... 10 высот труб в случае холодных выбросов. Так, при высоте труб от 100 до 250 м расстояние от точки выброса (от трубы) до точки максимума концентрации в зоне задымления при нагретых выбросах составляет 1...2,5 км, а при холодных выбросах – 500 м.

В реальных производственных городских, региональных и тому подобных условиях атмосферный воздух практически всегда оказывается одновременно загрязненным несколькими веществами.

При эксплуатации систем с повышенным давлением возможны утечки газов, паров и жидкостей через уплотнения разъемных соединений, трубопроводов, затворы трубопроводной арматуры (клапаны, вентили) и др.

Обычно системы отвода загрязнений в техносферу от мест их образования удаляют из цеха до 97 % вредных веществ, а 3 % веществ все же поступают в помещение цеха.

### 5.7. Идентификация энергетических воздействий

При идентификации энергетических воздействий следует исходить из условия, что наибольшая интенсивность потока энергии всегда существует непосредственно около источника. Интенсивность потока энергии в среде обитания уменьшается обратно пропорционально площади, на которую распределяется энергия, т. е. величине  $r^2$ , где  $r$  – расстояние от источника излучения до рассматриваемой (расчетной) точки в среде обитания. Если источник, излучающий энергию, находится на земной поверхности, то излучение идет в полусферическое пространство ( $S = 2\pi r^2$ ), если же источник, излучающий энергию, находится над земной поверхностью или под ней, то излучение идет в сферическое пространство ( $S = 4\pi r^2$ ).

Расчет амплитуд вертикальных (горизонтальных) колебаний грунта при вертикальных (горизонтальных) вибрациях фундамента машин с динамическими нагрузками производят по формуле

$$A_r = A_0 \left( \frac{1}{r[1+(r-1)^2]} + \frac{r^2-1}{(r^2+1)\sqrt{3r}} \right),$$

где  $A_r$  – амплитуда колебаний грунта в точках, расположенных на расстоянии  $r$  от оси фундамента, являющегося источником волн в грунте;

$A_0$  – амплитуда свободных или вынужденных колебаний фундамента при  $r = r_0$ ;  $r_0 = \sqrt{(F/\pi)}$   $F$  приведенный радиус подошвы фундамента площадью  $F$ ;  $r = r/r_0$ . Частоту волн, распространяющихся в грунте, принимают равной частоте колебаний фундамента.

Для исключения передачи вибрации от фундаментов технологического оборудования предприятий в жилую застройку по пери-

метру фундаментов на всю его высоту предусматривают акустические швы с засыпкой какого-либо рыхлого материала, например, асбестовой крошки. К мероприятиям аналогичного назначения относят устройства акустических щелей, в которых изолирующей прослойкой служит воздух.

Протяженность зоны воздействия вибраций определяется величиной их затухания в грунте, которая, как правило, составляет 1 дБ/м (в водонасыщенных грунтах оно несколько выше). Чаще всего на расстоянии 50...60 м от магистралей рельсового транспорта вибрации затухают. Зоны действия вибраций около строительных площадок, кузнечно-прессовых цехов, оснащенных молотами с облегченными фундаментами, значительно больше и могут иметь радиус до 150...200 м. Значительные вибрации в жилых зданиях могут создавать расположенные в них технические устройства (насосы, лифты и т. п.), а также трассы метрополитена неглубокого залегания.

Интенсивность звука, Вт/м<sup>2</sup>, в расчетной точке окружающей среды при излучении шума источником со звуковой мощностью Р, Вт, рассчитывают по формуле

$$I = P\Phi/S_k,$$

где  $\Phi$  – фактор направленности излучения шума;

$S$  – площадь, на которую распределяется звуковая энергия, м<sup>2</sup>;

$k$  – коэффициент, учитывающий уменьшение интенсивности звука на пути его распространения за счет затухания в воздухе и на различных препятствиях;  $k = 1$  при отсутствии препятствий и при расстояниях до 50 м.

Значительные уровни звука и зоны воздействия шума возникают при эксплуатации средств транспорта.

## **5.8. Идентификация травмоопасных воздействий**

Идентификация травмоопасных воздействий предусматривает прежде всего оценку техногенного риска опасных промышленных объектов (ОПО) при авариях.

Для идентификации опасных объектов в России используют следующую нормативно-правовую базу:

– РД 52.04.253–90 «Методика прогнозирования масштабов загрязнения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте»;

– РД 03–14–2005 «Порядок оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в нее сведений».

Виды травмоопасных факторов при выполнении технологических операций зависят от типа действий механизмов и инструмента, назначения технологического оборудования (резание, пробивка, вырубка, гибка, строгание и др.).

Режущее действие создает опасность, так как в точке выполнения операции могут быть повреждены пальцы, руки или голова, отскочившая стружка может попасть в глаза, лицо. Типичными примерами машин, представляющих опасность режущего действия, являются ленточные и круглые пилы, расточные и сверлильные станки, токарные и фрезерные станки.

Ударное действие (вырубка, штамповка) создает опасность там, где материал вставляется, удерживается, а затем вынимается вручную. Типичными машинами, использующими ударное действие, являются прессы с механическим приводом.

Срезывающее действие создает опасность в точке выполнения операции, где материал вставляется, удерживается, а затем вынимается. Типичными примерами машин и механизмов, используемых для подобных операций, могут служить механические, гидравлические или пневматические ножницы.

Сгибающее действие создает опасность там, где материал вставляется, удерживается и затем вынимается. Оборудование, использующее сгибающее действие, включает прессы с механическим, пневматическим, гидравлическим приводами, станки для сгибания труб и пр.

К реальным травмоопасным источникам относят ручной (отвертки, ножи, напильники, зубила, молотки, пилы, рубанки и др.) и механизированный инструмент (дрели, перфораторы, пилы и др. с электро-, бензо- и пневмоприводом). Основными травмоопасными факторами при этом являются: неисправность инструмента, возможность попадания пальцев или рук в зону обработки материала, возможность повреждения глаз и других частей тела отлетающими из зоны обработки осколками, стружкой, пылью.

Основной подход к оценке техногенного риска ОПО, как правило, опирается на статистику аварий или на вероятный анализ: построение и расчет «деревьев событий» и «деревьев отказов». С помощью первых можно предсказать, во что может развиваться тот или иной отказ техники, а с помощью вторых – проследить все причины, которые способны вызвать отказ техники.

По анализу вероятности рассчитывают риск реализации каждого отказа, а в итоге – общую вероятность (риск) аварии на ОПО.

При оценке негативного влияния чрезвычайных происшествий необходимо понимать, что аварии и стихийные явления, характеризующиеся на их первой стадии значениями риска, в дальнейшем могут создавать в жизненном пространстве чрезвычайные ситуации. Состояние опасностей на таких территориях и акваториях описывают величиной вредных факторов – концентрациями вредных веществ и значениями уровней интенсивности потоков энергии, обычно представленных в безразмерных единицах, кратных ПДК или ПДУ. Характерным примером развития подобных событий является авария на Чернобыльской АЭС.

Определенные шаги по учету влияния запасов вредных веществ на уровень опасности объекта уже сделаны. В соответствии с последними нормативными документами величина предельно допустимого количества вещества может быть уменьшена (вплоть до 0,1), если расстояние от объекта до селитебной зоны или зон большого скопления людей менее 500 м.

При оценке опасности проживания населения в конкретной зоне необходимо учитывать факты взаимного влияния ОПО. Даже если риск одновременного негативного воздействия отдельных объектов является маловероятным, необходимо учитывать их возможное совместное негативное влияние, особенно для условий расположения объектов в плотной жилой застройке. При этом следует учитывать, что радиусы зон поражения при авариях (по РД 52.04.253–90) весьма значительны.

Следует отметить, что принятые рекомендации по учету исходных данных не являются достаточно полными, поэтому и результаты анализа требуют определенного уточнения. На конечный результат определения риска влияют плотность жилой застройки – плотность населения (школ, больниц, кинотеатров, транспортных развязок и т. п.), а также способы использования опасного вещества в технологическом процессе, поэтому расчетные уровни индивидуального риска опасного химического объекта (ОХО) могут существенно измениться. Как правило, многие объекты, отнесенные ранее к неопасным, меняют свой статус и из неопасных становятся опасными.

Эти обстоятельства весьма важны при оценке влияния ОПО на население. Если их учесть, то можно определить расчетные расстояния, на которых возможно нанесение ущерба здоровью населения при хранении предельно допустимых количеств вредных веществ на ОПО.

Расстояние ОПО от селитебной зоны, м, менее, приведены ниже:

- бензозаправочные станции – 50;
- хранилища баллонов – 100;
- хранилища пестицидов 50.

Любая биологическая система, находясь в динамически равновесном взаимодействии с окружающей средой и эволюционно развиваясь, увеличивает свое давление на среду. Это давление либо должно быть ограничено внешними факторами, либо наступит экологическая катастрофа.

Закон максимума биогенной энергии (В.И. Вернадский – Э.С. Бауэр): «Расширение любых действий человека не должно приводить к социально-экономическим и экологическим катастрофам, подрывающим саму основу существования людей».

Принцип разумной достаточности и допустимого риска (Н.Ф. Реймерс).

В настоящее время разработаны сложные комплексы компьютерных программ, способные вычислить вероятность аварии на предприятии, определить величину и характер опасных выбросов, учесть метеорологические условия, рельеф местности, расположение дорог и населенных пунктов и в конечном счете построить карты (изолинии), распределения риска в промышленных и селитебных зонах. Особое внимание при этом уделяют источникам крупных аварий: АЭС, газопроводам, химическим производствам и др. В качестве веществ с негативными свойствами выделяют: оксид бериллия, водород, хлор, аммиак, диоксид серы, легковоспламеняющиеся газы и т. п.

### **Контрольные вопросы**

1. Нормирование качества воды.
2. Критерии допустимого воздействия.
3. Стадии изучения риска.
4. Оценка экологических рисков.
5. Виды травмоопасных факторов.
6. Методы обнаружения опасностей.
7. Разновидности ПДК в зависимости от пути миграции химических веществ.
8. Основной подход к оценке техногенного риска ОПО.
9. Закон максимума биогенной энергии.
10. Виды травмоопасных факторов при выполнении технологических операций.

## МОДУЛЬ 3

### ГЛАВА 3. ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОТ ОПАСНОСТИ

#### ЛЕКЦИЯ 6. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. Понятие «безопасность объекта защиты».

6.2. Основные направления достижения техносферной безопасности.

6.3. Опасные зоны на производстве.

6.4. Коллективная и индивидуальная защита работающих и населения от опасностей в техносфере.

6.5. Экобиозащитная техника.

6.6. Устройства для очистки потоков масс от примесей.

6.7. Устройства для защиты от потоков энергии.

6.8. Устройства для защиты от поражения электрическим током.

6.9. Устройства и средства индивидуальной защиты.

#### **6.1. Понятие «безопасность объекта защиты»**

*Безопасность объекта защиты* – это состояние объекта, при котором воздействие на него всех потоков вещества, энергии и информации не превышает максимально допустимых для объекта значений.

*Пожарная безопасность объекта защиты* – состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара. Пожарная безопасность объектов защиты, для которых федеральными законами о технических регламентах не установлены требования пожарной безопасности, считается обеспеченной, если пожарный риск не превышает соответствующих допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, если пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом. Положения настоящего Федерального закона об обеспечении пожарной безопасности объектов защиты обязательны для исполнения:

1) при проектировании, строительстве, капитальном ремонте, реконструкции, техническом перевооружении, изменении функционального назначения, техническом обслуживании, эксплуатации и утилизации объектов защиты;

2) разработке, принятии, применении и исполнении федеральных законов о технических регламентах, содержащих требования пожарной безопасности, а также нормативных документов по пожарной безопасности;

3) разработке технической документации на объекты защиты.

Термин безопасность широко используют в технике, социологии, в праве и т. д. Словосочетания безопасность труда, безопасность АЭС, безопасность движения, радиационная безопасность, экономическая безопасность и другие привычны для широкого круга читателей, однако они не всегда имеют однозначное толкование и понимание. Например, когда говорят о безопасности труда, имеют в виду безопасное по отношению к человеку проведение производственного процесса. Здесь все однозначно и понятно. Но если говорят о безопасности АЭС, то могут иметь в виду, с одной стороны, безопасность эксплуатации АЭС по отношению к человеку и окружающей среде, когда рассматривают совокупность систем «человек – АЭС», с другой, – обеспечение безопасной эксплуатации АЭС, т. е. регламентированное проведение работ на АЭС, имея в виду совокупность систем «АЭС – внешние факторы».

В первом случае объектом защиты является человек, – это проблема безопасности жизнедеятельности, а во втором – сама АЭС, и это проблема сугубо техническая, связанная с правильным проектированием и эксплуатацией АЭС. Нормативами на обеспечение безопасности в первом случае являются нормы допустимого воздействия АЭС на людей, а во втором – требования к персоналу по соблюдению режимов работы АЭС, устройству АЭС и др. Чтобы правильно оценить принадлежность процесса обеспечения безопасности к его исполнителю, необходимо термин безопасность всегда рассматривать в сочетании с термином объект защиты. Пользуясь этой схемой, можно всегда правильно оценить обязанности исполнителей и служб безопасности.

Термин безопасность имеет практическое значение лишь применительно к совокупности систем «источник опасности – объект защиты». Опираясь на II и III принципы ноксологии, в дальнейшем рассмотрим, в основном, лишь две совокупности систем: «техносфера – человек» применительно к достижению БЖД и «техносфера – природа» для обеспечения ЗОС, принимая, соответственно, в качестве объектов защиты человека и природу.

## 6.2. Основные направления достижения техносферной безопасности

Безопасность объекта защиты – это состояние объекта, при котором воздействие на него всех потоков вещества, энергии и информации не превышает максимально допустимых для объекта значений.

Снижение техногенных рисков любой системы неразрывно связано со значительными материальными затратами.

Связь между величиной техногенного риска и материальными затратами на его реализацию.

В техносфере на человека негативно воздействуют:

- естественные факторы (изменение климата, освещенности земной поверхности, метеоусловия и стихийные явления в природе);
- техника и технологии, управляемые операторами и выделяющие в техносферу различные материальные и энергетические потоки;
- городская среда (транспорт, объекты жилищно–коммунального хозяйства и т. п.);
- среда быта (технические средства, недоброкачественные продукты питания и т. п.).

Минимизация людских потерь в техносфере:

- применение средств защиты от естественных опасностей;
- создание источников опасностей ограниченного влияния на людей;
- максимальное снижение численности лиц, подверженных воздействию источников опасности;
- применение средств и методов коллективной защиты от техногенных опасностей;
- применение устройств и средств индивидуальной защиты.

Защита селитебных и природных зон.

На селитебные и природные зоны негативно воздействуют:

- объекты экономики, выделяющие газообразные, жидкие и твердые отходы, в том числе химические и радиоактивные;
- городская среда, выделяющая отходы жилищно-коммунального хозяйства, отходы транспортных средств, ливневые сточные воды, снежную массу и т. п.;
- бытовая среда, выделяющая жидкие и твердые отходы.

Безопасность работающих и населения. Выражение для определения численности пострадавших в зоне действия источника опасностей  $N_p$  можно записать в общем виде:

$$N_{п} = N_{т}R_{ит} + N_{в}R_{ив},$$

где  $N_{т}$  – численность людей, находящихся в травмоопасных условиях;  
 $N_{в}$  – численность людей, находящихся во вредных условиях;  
 $R_{ит}$  – индивидуальный риск гибели людей от травмоопасных факторов;

$R_{ив}$  – индивидуальный риск гибели людей от вредных факторов.

Из этого соотношения видно, что численность пострадавших можно снижать как за счет снижения индивидуальных рисков  $R_{ит}$  и  $R_{ив}$ , так и за счет уменьшения численности людей, находящихся в опасных зонах.

В первом варианте решения идут по пути совершенствования источника опасности и улучшения его обслуживания: снижают его техногенный риск за счет совершенствования объекта производственного процесса, улучшения подготовки операторов и т. п. Снижение техногенных рисков любой системы неразрывно связано со значительными материальными затратами: чем ниже риск, тем выше затраты.

Во втором варианте обычно используют дистанционное управление; роботизацию производства вплоть до создания безлюдного производства; вывод производственных зон из селитебных районов и т. п.

В реальных условиях возможности снижения техногенного риска бесспорно ограничены, впрочем ограниченным является и второй вариант решения проблем БЖД, так как не все технические системы можно перевести на дистанционное управление, роботизировать и т. п.

Характерное распределение численности лиц, подверженных влиянию риска опасного воздействия в примыкающем к источнику пространстве, как правило, неравномерно. Высоким рискам обычно подвержена лишь малая часть работающих (операторы, обслуживающий персонал и т. п.), находящихся около источника опасностей или на промышленной площадке. В санитарно-защитной или селитебной зоне риск уменьшается по мере удаления от источника.

Из анализа процесса взаимодействия человека с техносферой следует, что в техносфере на человека негативно воздействуют:

– естественные факторы, а именно изменения климата, освещенности земной поверхности, метеоусловия и стихийные явления в природе;

– техника и технологии, управляемые операторами и выделяющие в техносферу различные материальные и энергетические потоки;

- городская среда (транспорт, объекты жилищно-коммунального хозяйства и т. п.);
- среда быта (технические средства, недоброкачественные продукты питания и т. п.).

В современных условиях наиболее доступным решением задачи о минимизации людских потерь в техносфере является:

- применение средств защиты от естественных опасностей;
- создание источников опасностей ограниченного влияния на людей;
- максимальное снижение численности лиц, подверженных воздействию источников опасности;
- применение средств и методов коллективной защиты от техногенных опасностей;
- применение устройств и средств индивидуальной защиты.

Защита селитебных и природных зон. На селитебные и природные зоны негативно воздействуют:

- объекты экономики, выделяющие газообразные, жидкие и твердые отходы, в том числе химические и радиоактивные, при работе в штатных и аварийных ситуациях;
- городская среда, выделяющая отходы жилищно-коммунального хозяйства, отходы транспортных средств, ливневые сточные воды, снежную массу и т. п.;
- бытовая среда, выделяющая жидкие и твердые отходы.

Основное уравнение, связывающее массу  $M$  отходов экономики с численностью  $N$  населения и уровнем ВВП любого сообщества, а также с удельными отходами экономики  $T$ , приходящимися на единицу ВВП, можно записать в виде

$$N = \text{ВВП} \times T.$$

Оценим общую тенденцию изменения массы отходов, поступающих в окружающую среду, на ближайшее будущее:

- общее число людей, живущих на Земле, достигло в июне 2018 г. 7,6 млрд человек, тогда как численность населения Земли в 2006 г. составляла 6,5 млрд человек. Предполагается, что численность населения Земли будет непрерывно нарастать и в дальнейшем (2050 г. – 9 млрд человек);
- ВВП на душу населения практически во всех странах также прирастает в среднем на 2...4 % в год.

– удельные отходы объектов экономики, поступающие в природную среду, зависят во многом от способа их улавливания и переработки.

Анализ тенденции изменения массы отходов, непрерывно поступающих от объектов экономики, свидетельствует о том, что единственным способом уменьшения их массы на перспективу является сокращение приходящихся на единицу ВВП отходов. Предварительная оценка показывает, что необходимое значение величины  $T$  к 2030 г. должно составить 0,2...0,25 от общего количества отходов 1970 г., поскольку к этому времени показатели  $T$  и ВВП неизбежно возрастут по сравнению с их значениями в 2000 г.

В современных условиях основная задача защиты окружающей среды сводится к минимизации отходов техносферы за счет рационального использования природных ресурсов, а также за счет утилизации отходов.

Анализ процессов взаимодействия систем человек, природа, техносфера и совокупностей опасностей, возникающих при этом, а также основ обеспечения безопасности прежде всего человека и природы, позволяет сформировать основные принципы и подходы к реализации человеко- и природозащитной деятельности:

– для реализации защитной деятельности целесообразно выделить следующие совокупности систем: «техносфера – человек» и «техносфера – природа». Последнюю совокупность систем целесообразно рассматривать в двух вариантах: «техносфера – регион» и «техносфера – глобальное пространство земли»;

– при выборе систем защиты от опасностей целесообразно все возможные негативные воздействия разделить на две принципиально отличные группы:

1) постоянные (периодические), повседневно действующие воздействия;

2) чрезвычайные спонтанно действующие воздействия;

По размерам зон воздействия опасности нужно разделить на локальные, региональные и глобальные.

### **6.3. Опасные зоны на производстве**

Поскольку опасная зона – это место, где действуют особые правила по технике безопасности, нужно разобраться с ее разновидностями. Классификация складывается с учетом факторов, влияющих на

безопасность работников. Они бывают двух видов: постоянные; потенциальные.

Данная классификация факторов разработана и установлена Минздравом РФ. Кроме того, есть перечень ГОСТов, регламентирующих размеры и условия работы в небезопасной области рабочих площадей. Ответственность за их невыполнение несет работодатель.

Участки с *постоянным влиянием факторов опасности* находятся:

- рядом с неизолированными токопроводящими частями электроустановок;
- с неогороженными перепадами с высотой более 1,3 м;
- с концентрацией вредных веществ, шума, вибрации и других вредных факторов свыше установленных норм.

Данный перечень относят к сферам строительного и ремонтного обслуживания, производству стройматериалов, изготовлению строительных сооружений, конструкций и изделий. Он прописан в строительных нормах и правилах. Подробнее ознакомиться с полным текстом документа можно в СНиП 12–03–2001.

На участки, представляющие потенциальную угрозу, влияют факторы временного характера. Поэтому к ним применяют более лояльные требования для установки ограждений.

К зонам с потенциальным риском относят:

- пространство вблизи возводимых (строящихся) зданий и сооружений;
- участки на этажах зданий и сооружений в одной захватке, над которыми производят строительные и монтажные работы;
- зоны проезда машин и прочего движимого оборудования; участки, над которыми производят перемещение грузов с помощью грузоподъемных кранов.

Предотвращение попадания рабочих в опасные зоны может достигаться различными способами, наибольшее распространение из которых получили следующие:

- 1) удаление рабочих мест за границы опасных зон;
- 2) ограничение возможности проникновения человека или отдельных частей его тела внутрь опасных зон;
- 3) обучение рабочих специальным правилам поведения вблизи опасных зон и особенно внутри внешних опасных зон.

Удаление рабочих мест за границы опасных зон осуществляется применением, системы дистанционного управления машинами, механизмами или отдельными агрегатами. Наибольший эффект при этом

достигается автоматизацией технологических процессов. Так, управление грузоподъемным краном или холодильной установкой со специального пульта исключает непосредственный контакт человека с опасными узлами и механизмами в период выполнения основных технологических операций, а управление тракторными агрегатами по радио позволяет полностью обезопасить оператора от опасного воздействия на него машины.

Ограничение возможности проникновения человека внутрь опасных зон – способ, имеющий наибольшее распространение в сельскохозяйственном производстве. Он предполагает устройство защитных средств в виде ограждений, блокировочных ограждений, защитной блокировки и принудительной защиты.

Защитные ограждения предупреждают проникновение человека в опасную зону и в зависимости от характера самих опасных зон выполняются в виде временных и постоянных, дополнительных и органически связанных с конструкцией машины, глухих и сетчатых, неподвижных и перемещающихся.

Независимо от вида ограждения оно должно быть эстетичным по оформлению, не имеющим заземляющих щелей, режущих кромок или острых углов, удобным при обслуживании и регулировках механизмов, расположенных внутри, а также способствующим достижению наивысшей производительности труда рабочего. Материал, из которого выполняется ограждение, должен обеспечить ему достаточную долговечность, быть коррозионно устойчивым, стойким по отношению к возможным механическим воздействиям (ударам, износу) и несгораемым.

Блокировочные ограждения представляют обычные защитные ограждения, соединенные с исполнительный механизм машины специальной связью (механической, электрической, лучевой и др.). Такие ограждения позволяют выполнять рабочие операции только при установке их в защитное положение. Блокировочные ограждения в связи с усложнением их конструкции и обслуживания применяются преимущественно для защиты операционных опасных зон (область резания металла, заточки инструмента, изменения передаточного числа ременной или цепной передачи и др.).

Защитная блокировка предназначена для быстрой остановки машины или ее рабочего органа при попадании какой-либо части тела человека в опасную зону. Такую блокировку применяют в тех случаях, когда нет возможности установки защитного кожуха или другого ограждения опасной зоны (операционная зона пресса, молота и др.).

Принудительную защиту применяют в виде устройств, вытесняющих части тела рабочего из опасной зоны при включении механизма в работу и не позволяющих проникнуть в нее, пока выполняется рабочая операция. Этот тип защиты ввиду сложности его исполнения распространения в сельскохозяйственном производстве не получил.

Обучение специальным правилам поведения вблизи опасных зон имеет важное значение для предотвращения производственного травматизма в тех случаях, когда технически невозможно или экономически нецелесообразно применять защитные устройства. Например, такие операции, как обслуживание режущего аппарата жатки, сцепка или навешивание сельскохозяйственных машин, горячаяковка металла вручную и других, выполняют при отсутствии каких-либо защитных ограждений, и предупреждение несчастных случаев достигается только благодаря обучению рабочих безопасным действиям. При этом необходимо использовать и дополнительные средства, систематически напоминающие рабочим о наличии опасной зоны, например, предупреждающие или запрещающие знаки и плакаты, цветовую, световую или звуковую сигнализацию и др.

Правильный выбор способа защиты рабочих от воздействия опасных факторов производственной обстановки позволяет гарантировать безопасное выполнение работы и повышение производительности труда.

Принципиальные варианты взаимного расположения опасных зон и зон пребывания человека в условиях производства представлены в 4-х вариантах:

- безопасная ситуация, характерная для условий производства при дистанционном управлении технологическим процессом;

- производственная ситуация, обычно возникающая при ремонте или наладке оборудования, при его периодическом обслуживании и характеризующаяся кратковременным пребыванием человека – оператора (наладчика и т. п.) в опасной зоне.

- наиболее распространенная производственная ситуация, при которой работающий постоянно находится в опасной зоне (металлург у плавильной печи, токарь у станка и т. п.) и использует для своей защиты от опасностей средства индивидуальной защиты.

- условно безопасная ситуация, возникающая при авариях или в условиях ликвидации их последствий. Она характеризуется высоким уровнем опасности и относительной непродолжительностью действия. Работы спасателя в этих условиях, как правило, определяются свойствами непосредственно в опасной зоне и защищен от ее нега-

тивного воздействия изолирующими средствами индивидуальной защиты. Длительность защитных средств.

Принципиальные варианты взаимного положения источников опасностей и опасных зон в природной среде обычно сводится к следующим типовым схемам:

I. Источник опасности расположен в природной среде и негативно воздействует на нее по своему примеру, ослабляя влияние по мере удаления от источника (регионы техносферы, полигоны, свалки, автономные промышленные зоны, зоны аварии на транспорте и т. п.).

II. Сосредоточенный источник опасности (труба ТЭС, место сброса жидких отходов в водоем и т. п.) подает в природную среду отходы, которые рассеиваются в ней в непосредственной близости от источника.

III. Источник опасности выделяет в природную среду отходы, которые взаимодействуя с компонентами природной среды, создают более опасные вещества. Эти вещества образуют в природе опасные зоны, как правило, весьма удаленные от источника поступления отходов в среду (кислотные осадки, смог).

#### **6.4. Коллективная и индивидуальная защита работающих и населения от опасностей в техносфере**

Для реализации такой защиты человека целесообразно рассмотреть опасное взаимодействие систем «техносфера – человек», а также систем «природа – человек» для техносферных условий.

В совокупности систем «природа – человек» определяющим является негативное воздействие на человека естественных абиотических опасностей. По вполне понятным причинам это воздействие нельзя устранить полностью, но можно минимизировать применением защитных мероприятий и технических средств.

Реализация коллективной защиты человека от повседневного воздействия негативных абиотических факторов достигается путем:

- устройства систем искусственного освещения;
- обеспечения допустимых параметров микроклимата;
- применения систем защиты человека от холода и перегрева;
- использования систем воздухо- и водоподготовки;
- контроля качества пищевых продуктов;
- устройства молниезащиты.

В совокупности систем «техносфера – человек» повседневное безопасное взаимодействие достижимо как за счет снижения опасностей техносферы, так и за счет минимизации антропогенного негативного влияния на техносферу.

Реализация коллективной и индивидуальной защиты человека устранением или снижением опасностей технических средств и технологий достигается:

- защитой от вредных веществ;
- вибрации, акустического шума, инфра- и ультразвука;
- ЭМП и ЭМИ, в том числе и от лазерного излучения;
- ионизирующих излучений;
- поражения электрическим током;
- воздействий статического электричества;
- механического травмирования в бытовых и производственных условиях при использовании средств транспорта и т. п.;
- применением средств индивидуальной защиты.

Минимизация антропогенного влияния на техносферу достигается путем:

- организации безопасного трудового процесса;
- обучения работающих и населения безопасным приемам жизнедеятельности;
- реализации требований к безопасной работе операторов технических систем и технологий.

## **6.5. Экобиозащитная техника**

Для обеспечения экологической безопасности технических систем и технологий используют экобиозащитную технику – средства защиты человека и природной среды от опасных и вредных факторов.

*Экобиозащитная техника* – это средства защиты человека и природной среды от опасных и вредных факторов. Защита атмосферы от вредных веществ производится с помощью очистки производственных воздушных выбросов от пыли, тумана, вредных газов и паров.

Защита атмосферы от вредных веществ производится с помощью очистки производственных воздушных выбросов от пыли (сухими и мокрыми методами), тумана электрофильтрами и фильтрами из различных материалов), вредных газов (в адсорберах с химиопрепаратами и без них) и паров (конденсации).

Защита гидросферы осуществляется с помощью очистки сточных вод от загрязняющих их примесей с извлечением из сточных вод всех ценных веществ и их переработкой, или разрушением вредных веществ окислением или восстановлением, а затем удалением их в виде газов и осадков. Для реализации указанных методов используют очистные сооружения, через которые необходимо пропустить все сточные воды промышленных предприятий и городской канализации.

Для защиты человека в условиях производства, а также при взаимодействии с техническими средствами вне производства применяются разнообразные средства, не допускающие или снижающие до допустимого уровня воздействие опасных и вредных факторов.

Загрязнение среды обитания вредными веществами неуклонно снижает качество потребляемых продуктов питания, воды, воздуха, способствует попаданию в организм человека вредных веществ, что, в свою очередь, сопровождается ростом числа отравлений и заболеваний, сокращением продолжительности жизни, ростом детской патологии и младенческой смертности. Загрязнение атмосферы или гидросферы может привести к заболеваниям или смерти значительного числа людей (табл. 6.1).

Таблица 6.1 – Влияние состава атмосферного воздуха на здоровье людей

Группа людей	Средний показатель среднемесячной заболеваемости на 1 тыс. чел.
Злокачественные новообразования	0,25
Болезни эндокринной системы	0,26
Болезни органов пищеварения	1,9
Болезни системы кровообращения	3,06
Болезни органов дыхания	14,7
Болезни кожи	0,76
Болезни органов чувств	1,18

При проектировании техносферы по условиям безопасности должны быть обеспечены:

- комфорт в зонах жизнедеятельности;
- правильное расположение зон пребывания человека и источников опасности;
- сокращение размеров опасных зон;

- применение экибиозащитной техники;
- применение средств индивидуальной защиты.

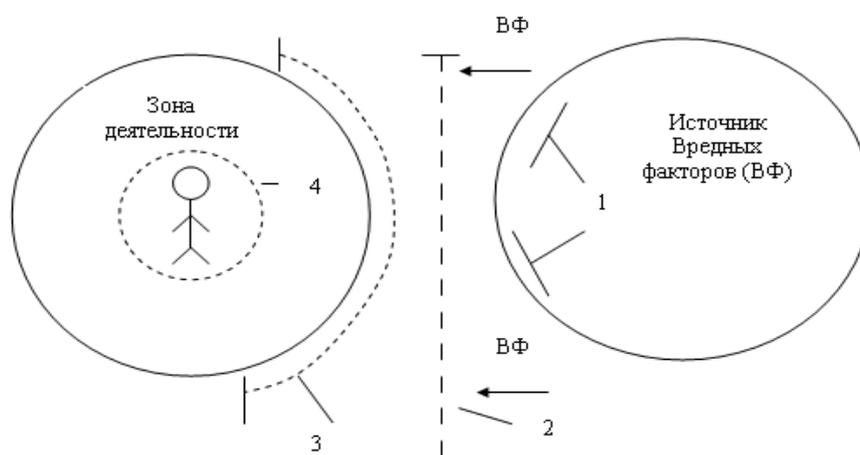
Совершенство технической системы по травмоопасности оценивается величиной допустимого риска, который констатирует факт постоянного присутствия потенциального травмоопасного воздействия.

Для защиты человека и или природы от опасностей широко применяют экибиозащитную технику. Она представляет собой защитные устройства, устанавливаемые на пути опасного потока от источника до защищаемого объекта.

Снижение травмоопасности технических систем достигается их совершенствованием с целью реализации допустимого риска.

Если совершенствованием технических систем не удастся обеспечить предельно допустимые воздействия на человека в зоне его пребывания, то необходимо применять экибиозащитную технику: пылеуловители; водоочистные устройства; экраны; ограждения; защитные боксы и др.

Принципиальная схема использования экибиозащитной техники показана на рисунке 6.1.



*Рисунок 6.1. – Схема использования экибиозащитной техники: 1 – устройства, входящие в состав источника воздействия ВФ; 2 – устройства, устанавливаемые между источником ВФ и зоной деятельности; 3 – устройства для защиты зоны деятельности; 4 – средства индивидуальной защиты*

В тех случаях, когда возможности экибиозащитной техники (1, 2, 3) коллективного пользования ограничены и не обеспечивают ПДК, ПДУ вредных факторов в зоне пребывания людей, используют средства индивидуальной защиты.

Средства коллективной защиты работающих от действия вредных факторов должны удовлетворять следующим требованиям:

- быть достаточно прочными, простыми в изготовлении и применении;
- исключать возможность травмирования;
- не мешать при работе, техническом обслуживании, ремонте;
- иметь надежную фиксацию в заданном положении.

Особый интерес представляют средства защиты от опасных зон. Конструкция защитных устройств должна быть такой, чтобы при отказе его отдельных элементов действие других не прекращалось.

Средства защиты не должны снижать производительность труда, ухудшать условия наблюдения за технологическим процессом. Защитные ограждения, приспособления и устройства должны исключать:

- 1) возможность соприкосновения работника с движущимися частями оборудования;
- 2) выпадение (вылет) деталей, рабочих органов;
- 3) попадания частичек обрабатываемого материала на человека;
- 4) возможность травмирования при смене рабочих органов инструментов.

## **6.6. Устройства для очистки потоков масс от примесей**

Для решения задач очистки потоков масс от вредных примесей используют защитные устройства (ЗУ), работающие по принципу выделения вещества из потока. Их работа характеризуется эффективностью очистки потока, гидравлическим сопротивлением аппаратов очистки, мощностью побудителя движения потоков.

Эффективность очистки потока (отделения примеси) определяют следующим образом: минеральных масел в качестве смазочно–охлаждающих жидкостей. Очищенный фильтром воздух возвращается с концентрацией масла не более  $5 \text{ мг/м}^3$ .

## **6.7. Устройства для защиты от потоков энергии**

При решении задач защиты от энергетических воздействий выделяют источник, приемник энергии и защитное устройство, которое уменьшает до допустимых уровней поток энергии к приемнику.

Защитное устройство обладает способностями отражать, поглощать, быть прозрачным по отношению к потоку энергии и характе-

ризуется энергетически коэффициентами поглощения, отражения, коэффициентом передачи. Поэтому можно выделить следующие принципы защиты:

- 1) за счет отражательной способности защитных устройств;
- 2) поглощательной способности защитного устройства;
- 3) с учетом свойств прозрачности защитных устройств.

На практике принципы обычно комбинируют, получая различные методы защиты (в частности, изоляцией и поглощением).

Методы изоляции используют, когда источник и приемник энергии, являющийся одновременно объектом защиты, располагаются с разных сторон от защитного устройства. В основе этих методов лежит уменьшение прозрачности среды между источником и приемником. При этом можно выделить два основных метода изоляции: уменьшение прозрачности среды достигается за счет поглощения энергии или за счет высокой отражательной способности защитного устройства.

В основе методов поглощения лежит принцип увеличения потока энергии, прошедшего в защитное устройство. Есть два вида поглощения энергии защитным устройством: поглощение энергии самим защитным устройством за счет ее отбора от источника в той или иной форме, в том числе в виде необратимых потерь и поглощение энергии в связи с большой прозрачностью защитного устройства.

Например, при воздействии такого фактора опасности, как вибрация, в вибросистеме действуют силы инерции, трения, упругости и вынуждающие. Для защиты от вибрации используют метод виброизоляции, когда между источником вибрации и ее приемником, являющимся одновременно объектом защиты, устанавливают виброизолятор с малым коэффициентом передачи.

Защита от вибрации методами поглощения осуществляется в виде динамического гашения и вибропоглощения. В первом случае виброэнергия поглощается защитным устройством, отбирающим виброэнергию от источника на себя (есть инерционный динамический виброгаситель). Защитное устройство, увеличивающее рассеяние энергии в результате повышения диссипативных свойств системы, называется поглотителем вибрации. Возможно, комбинирование этих двух свойств одновременно с помощью динамических виброгасителей с трением.

## 6.8. Устройства для защиты от поражения электрическим током

Воздействие электрического тока на человека происходит довольно часто и носит спонтанно-травмирующий характер. Для защиты человека от воздействия электрического тока широко используют различные технические приемы и устройства.

В нормальном режиме работы электрической цепи применяют по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основную изоляцию токоведущих частей;
- защиту расстоянием (ограждения и оболочки; установку барьеров; размещение оборудования вне зоны досягаемости);
- сверхнизкое (малое) напряжение.

Разделение на классы защиты отражает не уровень безопасности оборудования, а лишь указывает на то, каким способом осуществляется защита от поражения электрическим током.

*Электроприборы класса 0* – это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается основной изоляцией, при этом отсутствует электрическое соединение открытых проводящих частей, если таковые имеются, с защитным проводником стационарной проводки. При пробое основной изоляции защита должна обеспечиваться окружающей средой (воздух, изоляция пола и т. п.).

*Электроприборы класса I* – это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается основной изоляцией и соединением открытых проводящих частей, доступных прикосновению, с защитным проводником стационарной проводки. В этом случае открытые проводящие части, доступные прикосновению, не могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции после срабатывания соответствующей защиты. У оборудования, предназначенного для использования с гибким кабелем, к этим средствам относится защитный проводник, являющийся частью гибкого кабеля.

*Электроприборы класса II* – это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается применением двойной или усиленной изоляции. В приборах класса II отсутствуют средства защитного заземления и защитные свойства окружающей среды не используются в качестве меры обеспечения безопасности.

В некоторых специальных случаях (например, для входных клемм электронного оборудования) в оборудовании класса II может быть предусмотрено защитное сопротивление, если оно необходимо и его применение не приводит к снижению уровня безопасности. Оборудование класса II может быть снабжено средствами для обеспечения постоянного контроля целостности защитных цепей при условии, что эти средства составляют неотъемлемую часть оборудования и изолированы от доступных поверхностей в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оборудованию класса II.

В некоторых случаях необходимо различать оборудование класса II «полностью изолированное» и оборудование «с металлической оболочкой». Оборудование класса II с металлической оболочкой может быть снабжено средствами для соединения оболочки с проводником уравнивания потенциала, только если это требование предусмотрено стандартом на соответствующее оборудование. Оборудование класса II в функциональных целях допускается снабжать устройством заземления, отличающимся от устройства заземления, применяемого в защитных целях, при условии, что это требование предусмотрено стандартом на соответствующее оборудование.

*Электроприборы класса III* – это оборудование, в котором защита от поражения электрическим током основана на питании от источника безопасного сверхнизкого напряжения и в котором не возникают напряжения выше безопасного сверхнизкого напряжения. В оборудовании класса III не должно быть заземляющего зажима.

Оборудование класса III с металлической оболочкой допускается снабжать средствами для соединения оболочки с проводником уравнивания потенциала при условии, что это требование предусмотрено стандартом на соответствующее оборудование. Оборудование класса III допускается снабжать устройством заземления в функциональных целях, отличающимся от устройства заземления, применяемого в защитных целях, при условии, что это требование предусмотрено стандартом на соответствующее оборудование.

Автоматические выключатели предназначены для бытового и промышленного применения для защиты однофазных и трехфазных цепей с номинальным током защиты от 0,5 А до 125 А.

Кнопки и кнопочные посты предназначены для дистанционного управления реверсивными и нереверсивными электромагнитными пускателями и контакторами электрических талей с односкоростными и двухскоростными электродвигателями в электрических цепях управления напряжением до 220 В постоянного тока и до 660 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц.

Контакторы предназначены для частых (до нескольких тысяч в час) дистанционных коммутаций электрической цепи при нормальном режиме работы. Маркировка контакторов переменного тока буквенно-цифровая. Первые две буквы КТ обозначают контактор переменного тока, третья буква П – включающая катушка питается постоянным током. Первые две цифры обозначают серию контактора. Третья цифра от 1 до 6 шифрует величину контактора, которая обуславливает его номинальный ток.

Концевые и пакетные выключатели предназначены для установки в электрических цепях управления, в автоматических линиях, станках-автоматах напряжением до 220 В постоянного тока и до 660 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц.

Магнитные пускатели предназначены для дистанционного управления (пуска, останова и реверса) и защиты от перегрузок асинхронных двигателей. Пускатель состоит из контактора и теплового реле. В маркировке пускателя используют буквенные сочетания, обозначающие серию пускателей. Первая цифра от 0 до 6 обозначает величину пускателя и шифрует его номинальный ток. Сочетание остальных цифр указывает на степень защиты от воздействия внешней среды, наличие режима реверса, теплового реле, кнопок управления и др.

Предохранители плавкие предназначены для защиты электрооборудования промышленных установок и электрических сетей от перегрузок и коротких замыканий. Номинальное напряжение – 380 В переменного тока частоты 50, 60 Гц и 220 В постоянного тока.

Рубильники предназначены для включения, пропускания и отключения переменного тока номинальным напряжением до 660 В, номинальной частоты 50 и 60 Гц и постоянного тока номинальным напряжением до 440 В в устройствах распределения электрической энергии.

Устройства защитного отключения (УЗО) предназначены для защиты людей от поражения электрическим током при неисправностях электрооборудования или при непреднамеренном контакте с открытыми токопроводящими частями электроустановок, а также для предотвращения возгораний и пожаров, возникающих вследствие протекания токов утечки и замыканий на землю.

Современные требования безопасности распределения электроэнергии предполагают защиту от утечки тока. При выборе УЗО важно оценить вид утечки тока, возможную величину тока утечки, а также номинальное значение тока нагрузки (до 80 А). УЗО выпускаются в двухполюсном и четырехполюсном исполнении для переменного пульсирующего и переменного тока утечки. Ток утечки 30 мА рекомендуется для защиты от поражения человека электрическим током, ток утечки 100 мА, 300 мА, 500 мА – для отключения при механическом повреждении кабеля электропередачи.

Щиты этажные предназначены для приема, распределения и учета электроэнергии переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц систем с глухозаземленной нейтралью, для защиты линий от перегрузок, токов короткого замыкания и токов утечки, а также для размещения устройств радиотрансляционной, телефонной и телевизионной сетей. Они предназначены для установки в нишах лестничной клетки, и в зависимости от исполнения позволяют подключать 2, 3 или 4 квартиры жилого дома.

Основная изоляция токопроводящих частей надежно их прикрывает и выдерживает все возможные воздействия в процессе эксплуатации. Удаление изоляции возможно только в результате ее разрушения.

В случаях, когда необходима защита от прямого прикосновения к токоведущим частям или приближения к ним на опасное расстояние, применяют оболочки, ограждения, барьеры или размещение вне зоны досягаемости, например, расположением токоведущих частей на недоступной высоте. Ограждения, барьеры и оболочки должны обладать достаточной механической прочностью и надежно закрепляться. Вход за ограждения или вскрытие оболочки могут быть осуществлены при помощи ключа или инструмента либо после снятия напряжения с то-

коведущих частей. Инструменты выполняются из изолирующего материала.

Для размещения оборудования вне зоны досягаемости применяют изолирующие помещения, зоны, площадки (далее «помещения») – такие помещения, в которых защита при прикосновении обеспечивается высоким сопротивлением пола и стен и в которых отсутствуют заземленные проводящие части.

Для защиты от поражения током в случае повреждения изоляции применяют по отдельности или в сочетании следующие меры защиты:

- автоматическое отключение питания;
- уравнивание и выравнивание потенциалов;
- двойную и усиленную изоляцию;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки;
- защитное заземление и зануление;
- устройства защитного отключения.

Автоматическое отключение питания осуществляется посредством автоматического размыкания цепи. В электроустановках, где применено автоматическое отключение питания, выполняют уравнивание потенциалов.

*Уравнивание потенциалов* – это электрическое соединение электропроводящих частей для достижения равенства их потенциалов, выполняемое в целях электробезопасности.

*Выравнивание потенциалов* – снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству.

*Двойная изоляция* – это изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, состоящая из основной и дополнительной изоляции. Дополнительная изоляция независима от основной и служит в случае ее повреждения для защиты при косвенном прикосновении.

*Усиленная изоляция* – это такая изоляция, которая обеспечивает степень защиты от поражения током, равноценную двойной изоляции.

*Защитное электрическое разделение цепей* – это отделение одной электрической цепи от других в электроустановках до 1 кВ с помощью изоляции.

*Защитное заземление* предназначено для устранения опасности поражения электрическим током в случае прикосновения к корпусу и к другим открытым проводящим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам. При этом все электроустановки соединяются с землей с помощью заземляющих проводников, заземлителя, образующих в совокупности заземляющее устройство. Сопротивление заземляющих проводников должно быть малым.

Защитное заземление применяют в сетях напряжением до 1 кВ переменного тока: трехфазных с изолированной нейтралью и однофазных, изолированных от земли, а также в сетях напряжением свыше 1 кВ как с изолированной, так и с заземленной нейтралью.

С помощью защитного заземления уменьшается напряжение на корпусе относительно земли (напряжение прикосновения) до безопасного значения, следовательно, уменьшается и ток, протекающий через тело человека.

*Защитное зануление* применяют в электроустановках напряжением до 1 кВ. Оно представляет собой преднамеренное соединение открытых проводящих частей электроустановок (в том числе их корпусов) с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока; с глухозаземленным выводом источника однофазного тока; с заземленной точкой источника в сетях постоянного тока. Это соединение выполняют посредством нулевого защитного проводника.

Зануление превращает пробой на корпус в короткое замыкание (КЗ) между фазным и нулевым защитным проводниками и способствует протеканию тока большой величины, обеспечивающего срабатывание аппарата защиты, автоматически отключающего поврежденную установку от питающей сети. Такой защитой могут быть плавкие предохранители или автоматические выключатели. Ток короткого замыкания должен быть такой величины, чтобы вызвать перегорание плавкой вставки предохранителя или срабатывание автоматического выключателя за время, не превышающее допустимое.

*Защитное отключение* – это система быстродействующей защиты, автоматически (за 0,2 с и менее) отключающая электроустановку при возникновении в ней опасности поражения человека элек-

трическим током. Защитное отключение применяется в тех случаях, когда невозможно или трудно осуществить защитное заземление или зануление либо когда высока вероятность прикосновения людей к неизолированным токоведущим частям электроустановок.

## **6.9. Устройства и средства индивидуальной защиты**

На ряде объектов экономики существуют такие виды работ или условия труда, при которых работающий может получить травму или иное воздействие, опасное для здоровья. Еще более опасные условия для людей могут возникнуть в чрезвычайных ситуациях и при ликвидации их последствий. В этих случаях для защиты человека необходимо применять средства индивидуальной защиты.

*Средства индивидуальной защиты* – это средства, используемые работником для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения.

Использование СИЗ должно обеспечивать максимальную безопасность, а неудобства, связанные с их применением, должны быть сведены к минимуму. Это достигается соблюдением инструкций по их применению. Последние регламентируют, когда, почему и как должны применяться СИЗ, каков уход за ними.

Номенклатура СИЗ включает обширный перечень средств, применяемых в производственных условиях (СИЗ повседневного использования), а также средств, используемых в чрезвычайных ситуациях (СИЗ кратковременного использования). В последних случаях применяют преимущественно изолирующие средства индивидуальной защиты (ИСИЗ).

Номенклатура таких ИСИЗ постоянно расширяется. Как правило, они обеспечивают комплексную защиту человека от травмоопасных и вредных факторов, создавая одновременно защиту органов зрения, слуха, дыхания, а также отдельных частей тела человека. Для защиты от инфракрасного излучения высоких уровней используют отражающие ткани, на поверхность которых нанесен тонкий слой металла. Для работы в экстремальных условиях (тушение пожаров и др.) используют костюмы с повышенными теплозащитными свойствами.

*Изолирующие электрозащитные средства (ЭЗС) разделяют на основные и дополнительные.*

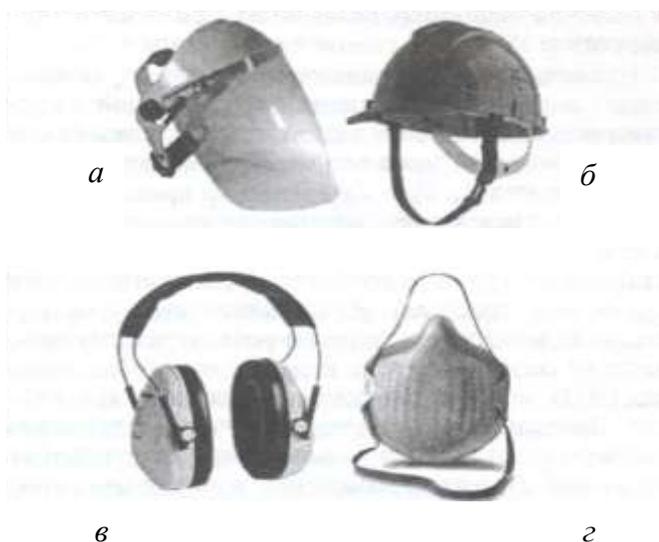
*Основные ЭЗС – это средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок, что позволяет с их помощью работать на токоведущих частях, находящихся под напряжением.*

*Указатели напряжения, изолирующие штанги, электроизмерительные клещи в соответствующем напряжению конструктивном исполнении, являются основными изолирующими ЭЗС в электроустановках.*

Также к основным ЭЗС относят:

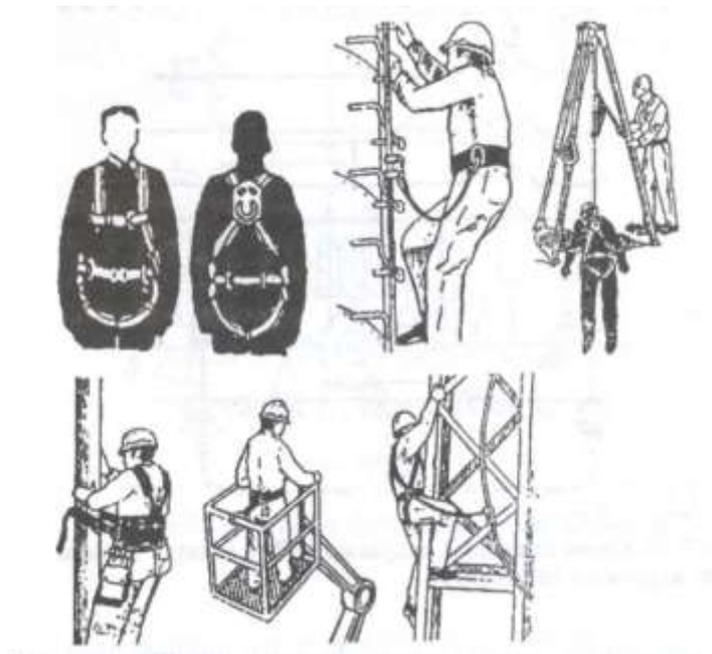
- устройство защитного отключения напряжением до 1 кВ и выше;
- устройства для обеспечения безопасности при проведении испытаний и измерений при напряжении выше 1 кВ;
- средства для выполнения ремонтных работ, а при напряжении до 1 кВ – диэлектрические перчатки и ручные инструменты для работ под этим напряжением.

Средства индивидуальной защиты представлены на рисунке 6.2.



*Рисунок 6.2 – Средства индивидуальной защиты: а – щиток из прозрачного поликарбоната для защиты лица и глаз; б – каска защитная; в – легкие наушники; г – респиратор без клапана*

Применение защитных устройств при работе на высоте и в колодце представлено на рисунке 6.3.



*Рисунок 6.3 – Применение защитных устройств при работе на высоте и в колодце*

Безопасное проведение работ обеспечивается также путем применения индивидуальных защитных устройств. Так, при работе на высоте, в колодцах и других ограниченных объемах необходимо использовать спасательные пояса, страхующие канаты, а также СИЗ.

*Дополнительные ЭЗС* – это средства защиты, которые сами не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения током и применяются исключительно совместно с основными ЭЗС (изолирующие подставки, резиновые коврики и т. д.)

Кроме ЭЗС, при работах с электроустановками применяют следующие средства индивидуальной защиты: очки, каски, противогазы, рукавицы, предохранительные монтерские пояса и страховочные канаты.

Применение СИЗ и ИСИЗ сопровождается определенными неудобствами: ограничением обзора, затруднением дыхания, ограничением в перемещении и т. п. В тех случаях, когда рабочее место постоянно, устранить эти неудобства удастся применением защитных кабин, снабженных системами кондиционирования воздуха, вибро- и шумозащитой, защитой от излучений и энергетических полей. Такие кабины применяют на транспортных средствах, в горячих цехах, машинных залах ТЭС и т. п.

На ряде предприятий существуют такие виды работ или условия труда, при которых работающий может получить травму или иное воздействие, опасное для здоровья. Техногенные опасности возникают

из-за неисправностей и дефектов в технических системах, неправильного их использования, наличия отходов при эксплуатации. Еще более опасные условия для людей могут возникнуть при авариях и ликвидации их последствий. В этих случаях для защиты человека необходимо применять средства индивидуальной защиты (СИЗ). Их использование должно обеспечивать максимальную безопасность, а неудобства, связанные с их применением, должны быть сведены к минимуму. Это достигается соблюдением инструкций по их применению. Последние регламентируют, когда, почему и как должны применяться СИЗ, каков должен быть уход за ними.

### **Контрольные вопросы**

1. Пожарная безопасность объекта защиты.
2. Условия снижения техногенного риска.
3. Требования к средствам коллективной защиты работающих от действия вредных факторов.
4. Защитное заземление.
5. Минимизация людских потерь в техносфере.
6. Защитное зануление.
7. Загрязнение среды обитания вредными веществами.
8. Изолирующие электрозщитные средства.
9. Средства индивидуальной защиты.
10. Защитное отключение.

## **ЛЕКЦИЯ 7. ЗАЩИТА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ОТ ОПАСНОСТЕЙ**

- 7.1. Защита урбанизированных территорий и природных зон от опасного воздействия техносферы (региональная защита).
- 7.2. Этапы стратегии по защите от отходов техносферы.
  - 7.2.1. Защита атмосферного воздуха от выбросов.
  - 7.2.2. Защита гидросферы от стоков.
  - 7.2.3. Защита земель и почв от загрязнения.
  - 7.2.4. Защита от энергетических потоков и радиоактивных отходов.
  - 7.2.5. Защита от шума и вибрации.
  - 7.2.6. Защита от теплового загрязнения.
  - 7.2.7. Защита от электромагнитных излучений.
- 7.3. Защита от чрезвычайных технологических опасностей..
- 7.4. Экологическая экспертиза.
- 7.5. Декларация промышленной безопасности.

- 7.6. Технические регламенты.
- 7.7. Защита от глобальных опасностей.
- 7.8. Минимизация антропогенно-техногенных опасностей.

### **7.1. Защита урбанизированных территорий и природных зон от опасного воздействия техносферы (региональная защита)**

Воздействие человека на среду, согласно законам физики, вызывает ответные противодействия всех ее компонентов. Организм человека безболезненно переносит те или иные воздействия до тех пор, пока они не превышают пределы адаптации. Человек и среда обитания непрерывно находятся во взаимодействии, образуя постоянно действующую систему «человек – среда обитания». В процессе эволюционного развития мира составляющие этой системы непрерывно изменялись.

Совершенствовался человек, нарастала численность населения Земли и уровень ее урбанизации, изменялся общественный уклад и социальная основа общества. Изменялась и среда обитания: увеличивалась территория поверхности Земли и ее недра, освоенные человеком; естественная природная среда испытывала все возрастающее влияние человеческого сообщества, появились искусственно созданная человеком бытовая, городская и производственные среды.

В результате активной преобразовательной деятельности человека им создан новый тип среды обитания – техносфера. При создании техносферы человек стремится к повышению комфортности обитания, обеспечению защиты от внешних естественных воздействий. При этом техносферные условия наряду с положительным оказывают и негативное воздействие на человека и окружающую природную среду. Комплекс негативных факторов, связанных с созданием и развитием техносферы, включает:

- химическое загрязнение – повышение содержания вредных химических веществ в воздухе, воде, почве, продуктах питания;
- физическое (параметрическое) – изменение физических параметров среды обитания (повышение температуры, уровня шума, радиационного и электромагнитного фона);
- биологическое – увеличение содержания болезнетворных микроорганизмов, рост заболеваемости, появление новых опасных инфекций;

– негативные социальные и психологические факторы, обусловленные социальным и информационным стрессом, ведущие к росту психосоматических заболеваний, росту преступности, наркомании, суицидам.

Основными негативными факторами техносферы являются:

– вредный, тяжелый, напряженный труд, связанный с деятельностью человека в производственной среде, обладающей опасными и вредными факторами (работы с химическими веществами, работы с источниками шума, вибрации, электромагнитные и ионизирующие излучения, работа в горячих цехах, работы на высоте, в шахтах, перемещение грузов вручную, работы в замкнутых объемах, работа в неподвижной позе, оценка и переработка большого объема информации и т. п.);

– загрязнение воздуха, воды, почвы и продуктов питания вредными и опасными химическими веществами, вызванное поступлением в окружающую среду токсичных выбросов и сбросов предприятий, а также промышленных и бытовых отходов;

– воздействие на человека шума, вибрации, теплового, электромагнитного и ионизирующего излучений, вызванное эксплуатацией промышленных объектов и технических систем;

– техногенные аварии и катастрофы на транспорте, на объектах энергетики и в промышленности;

– социальная напряженность, конфликты и стрессы, причиной которых является высокая плотность и скученность населения.

*Негативный фактор техносферы* – способность какого-либо элемента техносферы причинять ущерб здоровью человека, материальным и культурным ценностям или природной среде.

В совокупности систем «техносфера – природа» основное негативное влияние оказывают отходы техносферы, приводящие к ухудшению региональной и глобальной природы, снижению качественного состояния селитебных зон.

Совершенствование объектов экономики и сферы быта с целью сокращения их отходов – сложный и довольно длительный процесс. Известно, что модернизация этого процесса активно проводится, начиная со второй половины XX века, поскольку к этому периоду вре-

мени абсорбционный потенциал природной среды во многих ее регионах был уже исчерпан.

## **7.2. Этапы стратегии по защите от отходов техносферы**

*Отходы* – источник негативных факторов техносферы.

Отходы сопровождают работу любого производства (промышленного, сельскохозяйственного и т. п.). Отходы поступают в окружающую среду от работы любого производства в виде:

- выбросов в атмосферу;
- сбросов в водоемы;
- твердых промышленных и бытовых отходов и мусора на поверхность и в недра земли.

На I этапе широко использовали стратегию разбавления загрязнений в атмосферном воздухе и водоемах. Но расчет на то, что рассеянные токсичные вещества превратятся в природной среде в нетоксичные или на то, что их концентрации будут ниже предельно допустимых значений, не оправдался. Самоочищающая способность окружающей среды оказалась исчерпанной уже к началу 1960-х гг.

В 1970-е гг. для борьбы с отходами начали применять концевые технологии (этап II), с помощью которых улавливали выбросы в атмосферу, очищали сточные воды, обезвреживали отходы, идущие на свалку.

Благодаря использованию концевых технологий удалось значительно смягчить влияние объектов экономики и прежде всего промышленности на природную среду. В этот период началось нормирование выбросов и сбросов, возникла промышленная отрасль, производящая оборудование для защиты окружающей среды. Началось производство пылеуловителей, адсорберов и другого очистного оборудования.

Концевые технологии имеют ограниченную эффективность, требуют собственных расходов и не уменьшают производственные и бытовые отходы, а лишь переводят их из одной формы в другую (например, скруббер Вентури переводит пыль в шлам – смесь жидкости и твердых частиц).

Таблица 7.1. Этапы развития стратегий по обращению с отходами

Этап	Стратегия обращения с отходами	Характеристика этапа
I 1950–1960-е гг.	Разбавление загрязнений	Технологии по рассеиванию отходов: строительство высоких труб для выбросов, удаление стоков в водоемы от береговой зоны и пр.
II 1970-е гг.	Концевые технологии	Улавливание загрязнений в пылеуловителях и других очистительных установках, образование свалок и использование мусоросжигательных заводов
III 1980-е гг.	Вторичное использование отходов	Переработка отходов, утилизация промышленных и бытовых отходов
IV 1990-е гг.	Малоотходное производство	Интегрированная система предотвращения возникновения отходов на промышленном предприятии
V Начало XXI в.	Замкнутые промышленные циклы	То же при взаимодействии группы промышленных предприятий с целью уменьшения отходов и потребляемых ресурсов

Поскольку концевые технологии требуют свалочных емкостей, в конце 1970-х гг. начинают развиваться технологии вторичного использования отходов (этап III), направленные на создание малоотходного производства. Технологии вторичного использования снижают общее количество отходов и потребление нового сырья.

В 1990-е гг. берет начало принципиально новая стратегия по совершенствованию промышленных предприятий – стратегия создания малоотходного производства. Цель этой стратегии (этап IV) – экономически выгодное преобразование промышленного производства на основе локализации отходов в месте их образования и их использования с целью минимизации всех отходов. Полностью безотходного производства создать невозможно в принципе.

В результате стратегии малоотходного производства удается уйти от принципа «загрязнитель платит» к принципу «предотвращение загрязнения выгодно». Результаты внедрения малоотходного производства показывают, что в среднем 20...40 % отходов и загрязнений можно избежать с использованием мер, не требующих капиталовложений (организационные меры и рационализация технологии). Снижения отходов еще на 30 % можно достичь за счет капиталовложений в оборудование и технологии.

Кроме сокращения отходов, применение малоотходного производства позволяет сократить расходы на сырье, уменьшить расходы на конечные отходы, улучшить имидж предприятия, уменьшить негативное воздействие предприятия на человека и окружающую среду.

В последние годы возникло и получило признание понятие наилучшие из достигнутых современных технологий (НИДСТ). Это технологии, основанные на последних достижениях науки и техники, направленные на снижение негативного воздействия на ОС и имеющие практическое применение с учетом экономических и социальных факторов.

При определении НИДСТ следует принимать во внимание следующие основные положения:

- наличие сравнимых технологических процессов, производственного оборудования или методов эксплуатации, которые были успешно апробированы на промышленном уровне;
- стимулирование вовлечения в хозяйственный оборот сбросов, выбросов и отходов, образующихся в процессе хозяйственной деятельности;
- исключение использования токсичного сырья;
- использование малоотходной технологии;
- объемы потребления и эффективность использования сырья (включая воду и энергоносители), применяемого в технологическом процессе;
- учет времени, необходимого для внедрения наилучших из доступных современных технологий;
- предотвращение аварий и сведение к минимуму их последствий для населения и ОС.

Вопрос выбора НИДСТ является ключевым для субъекта хозяйственной деятельности и должен соответствовать следующим основным требованиям:

- оправданность применения данной технологии с точки зрения охраны человека и ОС, т. е. минимизация негативного техногенного воздействия;
- соответствие технологии новейшим отечественным и зарубежным разработкам в данной отрасли производства;
- экономическая и практическая приемлемость данной технологии для предприятия.

В России Федеральный закон «Об охране окружающей среды» позволяет наряду со сложившейся практикой установления нормативов допустимых выбросов (ПДВ) и допустимых сбросов (НДС) веществ, проводить техническое внедрение НИДСТ. Законом преду-

смотрено использование технологических нормативов, которые устанавливаются на основе наилучших существующих технологий (НСТ) с учетом экономических и социальных факторов. Терминологическая трактовка термина НИДСТ отличается от термина НСТ, применяемого в Федеральном законе. Наилучшие из разработанных технологий часто могут быть недоступны для пользователей из-за отсутствия полного комплекта необходимого оборудования либо по финансовым причинам. В РФ с 2010 г. приступили к разработке справочников НСТ, которые должны носить «обязательный характер» для бизнеса.

Дальнейшим развитием стратегии малоотходного производства является внедрение замкнутых промышленных циклов (ЗПЦ). Малоотходные производства ориентированы на отдельные предприятия, тогда как стратегия ЗПЦ (этап V) возможна лишь при взаимодействии группы промышленных предприятий. Замкнутые промышленные циклы – подход индустриального развития, основу которого составляют циклы и сети из производителей, потребителей и организаций, занимающихся переработкой отходов, направленные на сохранение ресурсов и предотвращение загрязнений.

Из анализа стратегий ясно, что наилучшим способом защиты территории региона от негативного влияния объектов экономики является минимизация их отходов до нормативно допустимых значений, как за счет улучшения технологий, так и за счет использования внешних средств защиты, встроенных непосредственно в объекты. Внешними средствами защиты принято называть устройства, применяемые только для уменьшения влияния источника опасности на окружающую среду и не имеющие практического значения для технологии основного процесса.

### **7.2.1. Защита атмосферного воздуха от выбросов**

Внешние средства защиты атмосферного воздуха от выбросов объектов экономики включают:

- очистку выбросов стационарных объектов экономики от примесей в специальных аппаратах и устройствах перед их поступлением в атмосферу;
- защитное зонирование территорий около объекта экономики;
- рассеивание очищенных выбросов в атмосферном воздухе;
- снижение и очистку выбросов автотранспорта.

Для очистки отходящих газов от примесей на объектах экономики применяют следующие аппараты и устройства:

– сухие пылеуловители (циклоны, фильтры, электрофильтры, рукавные фильтры, адсорберы);

– аппараты мокрой очистки (скрубберы Вентури, барботажно-пенные пылеуловители, туманоуловители, абсорберы, хемосорберы);

– аппараты термической и каталитической нейтрализации газовых выбросов.

Для высокоэффективной очистки выбросов необходимо применять аппараты многоступенчатой очистки. В этом случае очищаемые газы последовательно проходят несколько автономных аппаратов очистки или один агрегат, включающий несколько ступеней очистки. Такие решения находят применение при высокоэффективной очистке газов от твердых примесей; при одновременной очистке от твердых и газообразных примесей.

*Системы рассеивания выбросов.* Процесс организованного выброса и распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе зависит от ряда факторов. К ним прежде всего относят параметры выбрасываемых газов.

*Мощность выброса.* По мощности выброса источники делят на мощные, крупные и мелкие. К мощным относят, например, металлургические и химические заводы, заводы строительных материалов, тепловые электростанции; к мелким – небольшие котельные, предприятия местной пищевой промышленности, трубы печного отопления.

*Температура выбрасываемых газов.* Источники, у которых температура выбрасываемой газовой смеси выше 50°C, условно называют нагретыми, а у которых более низкая температура – холодными.

Весьма важными являются также геометрические параметры системы выброса и ее расположение в пространстве.

*Высота выброса.* По высоте выбросов источники классифицируются на высокие (выше 50 м), средние (10...50 м), низкие (2...10 м) и наземные (высотой менее 2 м).

*Геометрическая форма источника:* точечная, линейная, плоская. *Точечный источник* выбрасывает загрязняющие вещества в атмосферу из отверстия. *Линейный источник* – из щели или из ряда линейно расположенных отверстий; *плоский источник* – с площади. Точечные источники используют для удаления загрязнений через выбросные

трубы, шахты, крышные вентиляторы и другие при условии, что выделяющиеся из них загрязняющие вещества при рассеивании не накладываются одно на другое на расстоянии двух высот здания. Линейные источники – это аэрационные фонари, открытые окна, близко расположенные вытяжные шахты и крышные вентиляторы.

*Расположение источника выброса.* При расположении источники подразделяют на затененные и незатененные. Затененные, или низкие, расположены в зоне аэродинамической тени, образующейся на здании или за ним на высоте меньше, чем две с половиной высоты здания, в результате обдувания строения ветром. При этом внутри зоны создается область пониженного давления и возникает циркуляция воздуха, вовлекающая в эту зону выбросы. Незатененные, или высокие, свободно расположены в воздушном потоке. К ним относят трубы, удаляющие загрязнения на высоту, превышающую две с половиной высоты здания.

*Степень подвижности.* По степени подвижности источники загрязнения подразделяют на стационарные и подвижные.

К метеорологическим факторам, определяющим величину концентрации примесей в факеле выброса, относят направление господствующих ветров, их скорость, температуру и влажность атмосферного воздуха, наличие инверсии, осадков и др. Влияние метеорологических условий на процесс рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере проявляется по-разному при холодных и нагретых выбросах из высоких и низких труб, а также при наличии различных форм рельефа, создающих локальные микроклиматические особенности территории.

Важным фактором, влияющим на распространение примесей в атмосфере, является ветровой режим рассматриваемой территории. Скорость ветра по-разному влияет на рассеивание примеси, поступающей в атмосферу от различных типов источников выброса примесей. В зоне высоких источников выброса при слабом ветре концентрации примесей у земли уменьшаются за счет подъема факела выброса и уноса примеси вверх. Подъем примеси особенно значителен при нагретых выбросах. При сильном ветре начальный подъем примеси уменьшается, но происходит возрастание скорости переноса загрязняющих веществ по горизонтали.

Быстрому рассеиванию выбросов из низких источников способствуют большие скорости движения воздуха. При штиле и слабом ветре в приземном слое формируются наибольшие концентрации за-

грязняющих веществ. При этом зоны более высоких концентраций примесей создаются в подветренных зонах по отношению к источникам выбросов.

Влияние скорости ветра на загрязнение атмосферы имеет сложный характер, и для каждого источника существует некоторая опасная скорость ветра, при которой наблюдается максимальная концентрация примесей в приземном слое атмосферы.

Опасная скорость ветра, например, для мощных источников выбросов с большим перегревом дымовых газов относительно окружающего воздуха (таких, как ТЭС) составляет 5...7 м/с, для металлургических предприятий – 2...4 м/с. Для низких источников со сравнительно малым объемом выбросов и при низкой температуре отходящих газов она близка к 0,5... 1 м/с.

В реальных условиях поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух может носить и неорганизованный характер. Неорганизованным называется выброс в атмосферу в виде потоков газа, возникающих в результате нарушения герметичности оборудования в местах загрузки, выгрузки, перегрузки или хранения продукта, при работе транспортных средств с ДВС и т. п.

Для предотвращения опасных загрязнений в приземном слое атмосферы определяют предельно допустимый выброс (ПДВ) в атмосферу. Этот норматив устанавливают для каждого источника выброса так, чтобы содержание загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы от данного источника (или от совокупности источников с учетом перспективы их развития) при рассеивании вредных веществ в атмосфере не превышало норм по качеству воздуха. Нормативы предельно допустимых выбросов определяют для каждого вещества отдельно.

Существенно повлиять на величину предельно допустимых выбросов веществ при проектировании источника может высота трубы. Увеличение высоты трубы всегда снижает уровень загрязнения приземного слоя. Однако такие решения допускают только после полного использования всех доступных на современном уровне технических средств по сокращению выбросов. Использование на энергетических объектах труб высотой более 250 м, а на других производствах – более 200 м допускается только по специальному согласованию.

Если значение ПДВ по причинам объективного характера в настоящее время не может быть достигнуто, то вводится поэтапное снижение выбросов загрязняющих веществ от действующих предприятий

до значений, обеспечивающих ПДК. На каждом этапе устанавливаются лимиты на выбросы – временно согласованный выброс (ВСВ).

В результате градостроительного зонирования могут определяться жилые, общественно-деловые, производственные зоны, зоны инженерной и транспортной инфраструктур, зоны сельскохозяйственного использования, зоны рекреационного назначения, зоны особо охраняемых территорий, зоны специального назначения, зоны размещения военных объектов и иные виды территориальных зон.

В состав производственных зон, зон инженерной и транспортной инфраструктур могут включаться:

1) коммунальные – зоны размещения коммунальных и складских объектов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, объектов транспорта, объектов оптовой торговли;

2) производственные – зоны размещения производственных объектов с различными нормативами воздействия на окружающую среду;

3) иные виды производственной, инженерной и транспортной инфраструктур.

Производственные зоны, зоны инженерной и транспортной инфраструктур предназначены для размещения промышленных, коммунальных и складских объектов, объектов инженерной и транспортной инфраструктур, в том числе сооружений и коммуникаций железнодорожного, автомобильного, речного, морского, воздушного и трубопроводного транспорта, связи, а также для установления санитарно-защитных зон таких объектов в соответствии с требованиями технических регламентов.

В состав зон сельскохозяйственного использования могут включаться:

1) зоны сельскохозяйственных угодий – пашни, сенокосы, пастбища, залежи, земли, занятые многолетними насаждениями (садами, виноградниками и другими);

2) зоны, занятые объектами сельскохозяйственного назначения и предназначенные для ведения сельского хозяйства, дачного хозяйства, садоводства, личного подсобного хозяйства, развития объектов сельскохозяйственного назначения.

Санитарно-защитное зонирование предприятий, сооружений и иных объектов в Российской Федерации является важным механизмом территориального и правового регулирования. Тем не менее, в настоящее время состояние дел в этом направлении больше напоминает гор-

диев узел сложных отношений между субъектами: обществом, бизнесом и властью. Защита расстоянием от факторов риска, связанных с эксплуатацией промышленных объектов, не относится к числу современных гигиенических технологий. История данного вопроса уходит корнями к середине XIX в., когда на основе эмпирических данных в России была принята первая санитарная классификация промышленных объектов, в соответствии с которой предприятия делили на 3 класса с возможностью их строительства от жилых построек на расстоянии 2000 м, 250 м или непосредственно в жилых кварталах. Данная норма была зафиксирована в ряде документов: «Уставе строительном» (1857 г; 1900 г; 1912 г), «Уставе о промышленности» (1893 г; 1906 г) и «Циркуляре Наркомздрава, НКВД и ВСНХ РСФСР» (1930 г).

Объекты экономики, являющиеся источниками загрязнения атмосферного воздуха, должны иметь санитарно-защитную зону (СЗЗ), отделяющую предприятие от жилой застройки. Территория СЗЗ предназначена для уменьшения отрицательного влияния предприятий и обеспечения требуемых гигиенических норм содержания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, для создания санитарно-защитного и архитектурно-эстетического барьера между территорией предприятия (группы предприятий) и территорией жилой застройки и др.

Ширина санитарно-защитной зоны от контура промышленной зоны до границы жилой застройки устанавливается в зависимости от класса предприятия, условий осуществления технологического процесса, характера и количества выделяемых в окружающую среду загрязняющих веществ. Размер СЗЗ устанавливается:

- для предприятий с технологическими процессами – источниками загрязнения атмосферного воздуха вредными и неприятнопахнущими веществами – непосредственно от источника загрязнения атмосферы, а также от мест загрузки сырья или открытых складов;
- тепловых электростанций, производственных и отопительных котельных – от дымовых труб.

В зависимости от класса размещаемого производства установлено пять вариантов санитарно-защитных зон.

Санитарно-защитная зона для предприятий и объектов может быть увеличена (но не более чем в три раза):

- в случае использования неэффективных методов очистки выбросов в атмосферу;

- размещения жилой зоны с подветренной стороны по отношению к предприятию, в зоне возможного загрязнения;
- зависимости от розы ветров, неблагоприятных метеорологических условий (частых штилей, туманов и др.);
- строительства новых, еще недостаточно изученных в санитарном отношении производств.

Санитарно-защитные зоны могут быть уменьшены:

- при изменении технологии производства;
- совершенствовании технологического процесса;
- внедрении высокоэффективных и надежных в эксплуатации очистных устройств.

На территории СЗЗ можно размещать предприятия (сооружения) с производствами меньшего класса вредности, чем производство, для которого установлена санитарно-защитная зона, или здания подсобного и обслуживающего назначения, занимающие не более 50 % площади СЗЗ. Это такие предприятия, как пожарное депо, бани, прачечные, гаражи, склады, здания управления, конструкторские бюро, магазины, предприятия общественного питания, научно-исследовательские лаборатории, связанные с обслуживанием данного производства. Остальная территория СЗЗ должна быть озеленена.

Вывод объектов экономики из селитебных зон. На современном этапе развития экономики считается целесообразной защита населения от влияния опасных производственных объектов их выводом из густонаселенных городов и регионов в зоны невысокой плотности населения. Селитебная территория формируется с учетом взаимоувязанного размещения жилых, общественно-деловых зон, отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарно-защитных зон, улично-дорожной сети, озелененных территорий и других территорий общего пользования для создания жилой среды, отвечающей современным социальным, санитарно-гигиеническим и градостроительным требованиям.

Так, в городах давно одобрена идея вывода промышленных предприятий из центральной части города. Однако в настоящее время еще не все производства, которые еще в 1980-е гг. должны были покинуть города, к настоящему времени закрыты.

*Снижение выбросов автотранспорта.* Под загрязнением понимается процесс привнесения в воздух или образование в нем физических агентов, химических веществ или организмов, неблагоприятно

воздействующих на среду жизни или наносящих урон материальным ценностям. В определенном смысле загрязнением можно считать и изъятие из воздуха отдельных газовых ингредиентов (в частности кислорода) крупными технологическими объектами, в данном случае, технологическим объектом является автомобильный транспорт. Загрязняющие и ядовитые вещества переносятся на большие расстояния, попадают с осадками в почву, поверхностные и подземные воды, в океаны, отравляют окружающую среду, отрицательно сказываются на получении растительной биомассы и включаются в круговороты многих элементов биосферы. Циркуляция атмосферных потоков влияет на местные климатические условия, а через них – на режим рек, почвенно-растительный покров и процесс рельефообразования. Следовательно, не смотря на то, что масса внешней оболочки биосферы (атмосферы) ничтожно мала по сравнению с массой планеты, ее роль во всех природных процессах огромна.

Автомобильный транспорт, наряду с промышленностью, является одним из основных источников загрязнения атмосферы. Доля автотранспорта в общих выбросах вредных веществ в городах может достигать 60–80 %. Более 80 % всех выбросов в атмосферу составляют выбросы оксидов углерода, двуокиси серы, азота, углеводородов, твердых веществ. Из газообразных загрязняющих веществ в наибольших количествах выбрасываются окислы углерода, углекислый газ, угарный газ, образующиеся преимущественно при сгорании топлива. В больших количествах в атмосферу выбрасываются и оксиды серы: сернистый газ, сернистый ангидрид, сероуглерод, сероводород и другие. Самый многочисленным классом веществ, загрязняющих воздух крупных городов, являются углеводороды. К числу постоянных ингредиентов газового загрязнения атмосферы относят также свободный хлор его соединения и др.

Для решения проблемы негативного влияния автотранспорта на состав атмосферного воздуха в городах и селитебных зонах используют нормирование и контроль токсичности выбросов.

Россия приняла нормы ЕЭК ООН (Европейская экономическая комиссия ООН) в качестве национальных стандартов. Сертификация Евро 3, Евро 4, Евро 5 позволяет установить экологический класс чистоты двигателя, смонтированного на автотранспортном средстве. Соответственно экологический класс чистоты может быть определен в виде класса автомобиля Евро 3, Евро 4 или Евро 5.

Сертификат соответствия Евро может выдаваться (как это происходит при обращении за сертификацией Евро 4 в орган сертификации, уполномоченный для оформления данного документа), так и может не оформляться в виде отдельного бумажного документа (если еврочертификация проводится при таможенном досмотре на границе РФ). В этом случае установленный класс автомобиля Евро 3, Евро 4 или Евро 5 проставляется в Паспорте Технического Средства (ПТС) в выделенной для этой цели графе.

Если класс автомобиля Евро 3, Евро 4 или Евро 5 устанавливался в рамках оформления Свидетельства ОТТС – Свидетельства Одобрения типа транспортного средства для серийной модели, то определенный показатель класса чистоты двигателя проставляется в данном разрешительном документе подтверждения соответствия. И уже на основе ОТТС класс автомобиля Евро 3, Евро 4 или Евро 5 будет указываться в ПТС конкретного автотранспортного средства.

В настоящее время Евро 4 действует лишь при ввозе легковых автотранспортных средств из-за рубежа. Начиная с 1 января 2010 г., запрещен ввоз в Россию легковых транспортных средств, уровень выбросов которых выше стандарта, установленного для Евро 4 сертификата на автомобиль.

Для реализации нормативных требований используют следующие пути:

- совершенствование конструкции двигательной установки, направленное на увеличение полноты сгорания топлива, на уменьшение расхода топлива, на уменьшение трения в двигателе и т. п.;

- применение дополнительного оборудования для повышения экологических показателей автомобиля (нейтрализаторов, сажеуловителей, поглотителей паров топлива);

- рациональный выбор топлива.

В настоящее время широкое распространение получило внешнее снижение токсичности выбросов автотранспорта за счет применения дополнительных устройств. Рассмотрим некоторые из них.

В 1975 г. на американских машинах появились первые каталитические нейтрализаторы отработавших газов – тогда еще двухкомпонентные, так называемого окислительного типа. Двухкомпонентными они назывались, потому что могли нейтрализовать только два токсичных компонента – СО и СН, а окислительными, потому что происходившие реакции представляли из себя окисление (т. е. фак-

тически дожигание) молекул CO и CH с образованием углекислого газа CO<sub>2</sub> и воды H<sub>2</sub>O.

Современные каталитические нейтрализаторы – это трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы.

Трехкомпонентный каталитический нейтрализатор представляет корпус из нержавеющей стали, включенный в систему выпуска до глушителя. В корпусе располагается блок носителя с многочисленными продольными порами, покрытыми тончайшим слоем вещества катализатора, которое само не вступает в химические реакции, но одним своим присутствием ускоряет их течение.

Химикам известно множество катализаторов: медь, хром, никель, палладий, родий. Но самой стойкой к воздействию сернистых соединений, которые образуются при сгорании содержащейся в бензине серы, оказалась благородная платина. На долю катализаторов приходится до 60 % себестоимости устройства. Именно благодаря им происходят необходимые химические реакции: окисление монооксида углерода (CO) и несгоревших углеводородов (CH), а также сокращение количества окиси азота (NO<sub>x</sub>). В трехкомпонентном нейтрализаторе платина и палладий вызывают окисление CO и CH, а родий «борется» с NO<sub>x</sub>. Родий – субпродукт при получении платины – наиболее ценный в этой троице.

Для улавливания сажи известно несколько конструкций устройств, использующих как принцип электростатической очистки, так и метод фильтрации.

Одним из лучших конструктивных решений для снижения содержания твердых частиц в выхлопе дизелей считается установка фильтров регенеративного типа. Фильтр представляет собой сотовую конструкцию с ячейками прямоугольного сечения. Материал фильтра – пористый кордиерит – обладает достаточной механической прочностью, стойкостью к агрессивным химическим веществам, сопротивлением к оплавлению и образованию трещин при тепловых воздействиях, а также термической стабильностью. Фильтр, выполненный в виде нескольких последовательно расположенных пористых перегородок, обладает повышенной эффективностью очистки.

Эффективность сажеулавливания должна составлять более 0,9 при ресурсе работы уловителя до 10 000 км с периодической их регенерацией.

Для предотвращения выбросов паров бензина из топливной системы, основная часть которых поступает в атмосферу, когда дви-

гатель не работает, на автомобилях устанавливают систему обезвреживания испарений топлива из карбюратора и топливного бака, состоящую из трех основных узлов: герметичного топливного бака со специальной емкостью для компенсации теплового расширения топлива; крышки топливно-заправочной горловины бака с двусторонним предохранительным клапаном для предотвращения чрезмерного давления или разряжения в баке; адсорбера для поглощения паров топлива при выключенном двигателе с системой возврата паров во впускной тракт двигателя во время его работы. В качестве адсорбента используют активированный уголь.

Для защиты от аэродинамического шума двигателей широко используют глушители.

Перспективным направлением в повышении экологических показателей ДВС является рациональный выбор топлива.

Горючие газы, применяемые в настоящее время в качестве топлива, разделяют на два вида: природные и нефтяные. Высокое октановое число и хорошие экологические характеристики определили их преимущественное использование в двигателях с принудительным зажиганием.

Одним из наиболее популярных альтернативных видов топлива являются спирты. Прежде всего метиловый (метанол) и этиловый (этанол). Наиболее перспективным считается метанол, производство которого возможно из любого сырья, содержащего углерод. Наибольшее количество метанола в России производится из природного газа.

Наиболее перспективным по экономическим и экологическим показателям являются метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) и диметиловый эфир (ДМЭ). Первый используют как кислородсодержащий компонент, заменяющий в бензинах тетраэтилсвинец, повышающий их детонационную стойкость и уменьшающий выбросы сажи и монооксида углерода. Диметиловый эфир является простейшим эфиром, имеет формулу состава  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  и может быть получен из природного газа.

Сегодня разработка автомобильных двигателей, работающих на окислении водорода кислородом, считается наиболее перспективным направлением. Однако водород встречается, в основном, в связанном виде. Промышленно водород производится тремя способами: электролизом воды, конверсией метана при температуре 900 °С или пропусканием паров воды над раскаленным углем при температуре более

1000 °С, а это весьма энергоемкие производства. При современных технологических возможностях производства водорода это топливо экономически неконкурентоспособно в качестве топлива для автомобильных поршневых двигателей, несмотря на свои экологические достоинства. Также неперспективен водород из-за своей малой плотности.

Существенно уменьшить выбросы отработавших газов автомобилей можно также за счет совершенствования автотранспортной инфраструктуры.

К наиболее значимым мероприятиям в этой сфере следует отнести:

- выбор рационального парка автомобилей, маршрутов и скоростного режима их движения;
- совершенствование улично-дорожной сети в городах;
- совершенствование методов управления движением.

### **7.2.2. Защита гидросферы от стоков**

Задача очистки вредных сбросов не менее, а даже более сложна и масштабна, чем задача очистки промышленных выбросов.

В отличие от рассеивания выбросов в атмосфере разбавление и снижение концентраций вредных веществ в водоемах происходит хуже, водная среда более ранима и чувствительна к загрязнениям.

Защита гидросферы от вредных сбросов осуществляется применением следующих методов и средств:

- рациональным размещением источников сбросов и организацией водозабора и водоотвода;
- разбавлением вредных веществ в водоемах до допустимых концентраций с применением специально организованных и рассредоточенных выпусков;
- использованием средств очистки стоков.

Для стимулирования предприятий к качественной очистке собственных стоков целесообразно организовывать водозабор на технологические нужды ниже по течению реки, чем сброс сточных вод.

Если при этом для технологических нужд требуется чистая вода, предприятие будет вынуждено осуществлять высокоэффективную очистку собственных стоков.

Рассредоточенные выпуски стоков осуществляют через трубы, проложенные поперек русла реки. Благодаря этому увеличивается интенсивность перемешивания и кратность разбавления стоков.

При выборе схемы и технологического оборудования станций очистки необходимо знать расход сточных вод и концентрацию содержащихся в них примесей, а также допустимый состав сточных вод, сбрасываемых в водоемы. Допустимый состав сточных вод рассчитывают с учетом «Правил охраны поверхностных вод». Правила устанавливают нормы на ПДК веществ, состав и свойства воды водоемов.

Расчет допустимой концентрации примесей  $C$  в сточных водах, сбрасываемых в водоемы, проводят в зависимости от преобладающего вида примесей сточных вод и характеристик водоема. При преобладающем содержании взвешенных веществ их допустимая концентрация:

$$C_0 < C_v + \text{пПДК},$$

где  $C_v$  – концентрация взвешенных веществ в воде водоема до сброса в него сточных вод, кг/м<sup>3</sup>;

$\text{п}$  – кратность разбавления сточных вод в воде водоема, характеризующая часть расхода воды водоема, участвующую в процессе перемешивания и разбавления сточных вод;

ПДК – предельно допустимая концентрация взвешенных веществ в воде водоема, кг/м<sup>3</sup>.

Условия смешения сточных вод с водой озер и водохранилищ существенно отличаются от условий их смешения с водой рек и каналов. Допустимая концентрация примесей сточных вод в начальной зоне смешения в озерах уменьшается более существенно, и их полное перемешивание происходит на значительно больших расстояниях от места выпуска, чем в реках и каналах.

*Очистка стоков* – это целый комплекс мероприятий, направленных на борьбу и обеззараживание патогенных микроорганизмов в промышленных или частных стоках, а также на переработку и утилизацию различных химических веществ, после чего сточная вода не должна представлять опасности для загрязнения окружающей среды. Забота об экологии очень важна в современном мире, этот вопрос касается всех, несмотря на масштабность и уровень.

Все больше людей начинают осознавать серьезность сложившегося неблагоприятного положения: чистой пресной воды на Земле становится меньше год от года, поэтому ее надо беречь и максимально эффективно использовать, возвращая в природу в чистом виде. Поэтому возрастающим спросом начинают пользоваться промышленные и частные станции очистки сточных вод. Многие фирмы предлагают

различное оборудование со своим принципом работы и технологией очистки стоков. Однако к сегодняшнему дню разработаны и эффективно применяются как в комплексе, так и по отдельности три основных метода очистки сточных вод: биологический, механический, химический. Выбор того или иного метода зависит от условий, в которых производят очистку сточных вод.

Методы очистки стоков различают по принципу действия и подходу к этому процессу.

*Механические способы очистки сточных вод.* Наиболее дешевые методы, основанные на процессах фильтрования, процеживания, инерционного деления. Легко справляются с нерастворимыми примесями. Механическую очистку сточных вод применяют в основном как предварительную.

Механический метод, с помощью которого проводят очистку сточных вод, заключен в их фильтрации и отстаивании. Стоит заметить, что основана эта технология на способности сточных вод к самоочищению. Оседание взвешенных частиц, загрязняющих воду, на дно емкости (септика) обеспечивает не очень большая скорость течения стоков в септике. На дне емкости и происходит микробиологический анаэробный процесс полного разложения с выделением специфически пахнущего метана. В слое щебня и прилегающих слоях грунта происходит окончательная очистка стоков. Вода, в зависимости от вида грунта, или уходит вниз, или направляется в природную среду через дренажные трубы. Основные достоинства механического метода очистки – невысокая энергозависимость и стоимость. Тем не менее, данный метод требует промывания или замены щебня в канавах и регулярного удаления осадка из септика. Механический метод используют при небольшой плотности застройки и относительно малых (одного–двух кубометров в сутки) объемах стоков.

*Химические методы очистки сточных вод.* Данные методы позволяют при помощи реагентов выделить из сточных вод растворимые неорганические смеси. В результате происходит их нейтрализация, обеззараживание и обесцвечивание. Часть веществ выпадает в виде осадка. Такой метод очистки сточных вод может быть как окончательным, так и второй ступенью перед биологической очисткой.

Использование различных химических реагентов, которые переводят все растворенные в сточной воде примеси в твердое состояние – именно на этом основан химический способ очистки сточных вод. Осаждение этих веществ – следующий этап химического способа

очистки. Однако используемые химреагенты достаточно дороги и требуют максимально точного соблюдения дозировки. В связи с этим химический способ очистки применяют как правило, на больших производствах.

*Биологическая очистка сточных вод* основывается на способности специально культивированных микроорганизмов поглощать вещества, образующиеся в стоках. Это и биофильтры с пленкой населенной микроорганизмами, и пруды, в которых внедряются культурные бактерии и аэротенки со специально выращенным активным илом.

Способность микроорганизмов к использованию содержащихся в сточной воде органических и неорганических элементов в качестве питательного субстрата – именно на этом основан биологический метод очистки. Биологическую очистку производят в анаэробных и аэробных условиях (как без поступления воздуха, так и при его участии): одну часть веществ, окисляемых микроорганизмами, применяют для образования биомассы (биопленки или же активного ила), другую преобразуют в безопасные соединения (углекислый газ, воду). Получившийся активный ил улучшает и ускоряет процесс очистки сточных вод, собирая загрязнения или же преобразуя их в активные агенты.

Намного реже применяют физико-химические методы очистки стоков. Это дорогостоящий метод, в основу которого положены взаимодействие процессов окисления, коагуляция, экстракция, ионообменная очистка, электролиз и обратный осмос. При таком очищении происходит удаление как мелких, так и грубодисперсных частиц в примесях. Не остаются в конечном продукте и различные растворенные соединения.

При выборе того или иного средства очистки сточных вод, следует учитывать многие параметры от специфичности содержащихся примесей до степени загрязнения стока. Часто используют несколько методов очистки в комбинации или чередуют их использование на различных этапах.

Сегодня очистка стоков является насущной проблемой для многих людей. Современные очистные сооружения, которые разрабатывают с учетом всех недостатков предыдущих моделей и производят на сегодняшний день многими фирмами, решают эту проблему легко. Сейчас без труда можно подобрать и приобрести технические колодцы, септики, жиросъемники, отделители песка и ила и многое другое из того, что необходимо для качественной очистки сточных вод.

Цель применения локальных очистных сооружений состоит в подготовке сточных вод к спуску на общезаводские или городские канализационные системы или к повторному использованию на производстве (оборотное водоснабжение).

*Очистка поверхностных сточных вод.* Для исключения загрязнения почв и грунтов и подземного водоносного горизонта на территории промышленных предприятий, в том числе предприятий энергетики (ТЭЦ, ГРЭС и т. д.) и транспорта (автотранспортные подразделения, мойки автомобилей и др.), должны быть в обязательном порядке сооружены локальные очистные установки поверхностных сточных вод. Такие установки, как правило, включают приемную решетку, песколовку, отстойники, флотатор, фильтры доочистки. Эффективность работы локальных очистных сооружений поверхностных сточных вод во многом зависит от технического уровня устройств, с помощью которых происходит извлечение нефтепродуктов. В настоящее время разработан комбинированный флотатор усовершенствованной конструкции, позволяющий извлечь до 95 % содержащихся в воде нефтепродуктов. Очищенная сточная вода с содержанием нефтепродуктов не более 0,05 мг/л может быть сброшена на рельеф или в расположенный рядом водоем.

### **7.2.3. Защита земель и почв от загрязнения**

Основные источники загрязнения почвы – осаждение выбросов промышленных предприятий и средств транспорта, а также загрязнения от мест ликвидации и захоронения промышленных и бытовых отходов. Защита почв от загрязнения имеет специфические особенности.

При защите почв от загрязнения нужно учитывать, что в ней происходит накопление веществ, поскольку она является малоподвижной средой и миграция загрязнений происходит медленнее, чем в атмосфере и гидросфере. Влияние загрязнения почвы на человека проявляется косвенно через качество сельскохозяйственной продукции, а влияние на фауну и флору – непосредственное. Характер и степень влияния загрязнения почв на человека и биосферу изучено гораздо в меньшей степени, чем влияние загрязнений атмосферы и гидросферы.

Защита почвы достигается путем снижения процессов седиментации веществ из атмосферы и рационального использования удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве.

Внесение удобрений компенсирует изъятие растениями из почвы фосфора, калия и других веществ. Однако вместе с удобрениями, содержащими эти вещества, в почву вносят тяжелые металлы и соединения, которые содержатся в удобрениях как примеси. К ним относят: кадмий, медь, никель, свинец, хром и др. Выведение этих примесей из удобрений – трудоемкий и дорогой процесс. Особую опасность представляет использование в качестве удобрений осадков промышленных сточных вод, как правило, насыщенных отходами гальванического и других производств.

*Защита земель.* Для защиты земель используют сбор отходов, их последующую утилизацию или организованное захоронение. Правовые основы обращения с отходами определяются ФЗ «Об отходах производства и потребления» (1998), который преследует две цели:

- предотвращение вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую природную среду;
- вовлечение отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

Отходы, в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду, подразделяют в соответствии с критериями, установленными федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственное регулирование в области охраны окружающей среды, на пять классов опасности:

- I класс – чрезвычайно опасные отходы;
- II класс – высокоопасные;
- III класс – умеренно опасные;
- IV класс – малоопасные;
- V класс – практически неопасные.

*Отходы* – это остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе или по завершении определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью.

*Отходы* – это вещества или предметы, от которых владелец хочет или должен избавиться.

*Твердые бытовые отходы (ТБО)* – это отходы потребления, образующиеся у населения, в том числе при приготовлении пищи, уборке и ремонте жилых помещений, содержании придомовых территорий и мест общего пользования, содержании в жилых помещениях домашних животных и птиц, а также устаревшие, пришедшие в негодность предметы домашнего обихода.

*Отходы потребления* – это остатки веществ, материалов, предметов, изделий, товаров (продукции или изделий), частично или полностью утративших свои первоначальные потребительские свойства для использования по прямому или косвенному назначению в результате физического или морального износа в процессах общественного или личного потребления (жизнедеятельности), использования или эксплуатации.

*Отходы производства* – это остатки сырья, материалов, веществ, изделий, предметов, образовавшиеся в процессе производства продукции, выполнения работ (услуг) и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства.

*Ликвидация отходов* – это деятельность, связанная с комплексом документированных организационно-технологических процедур по утилизации обезвреженных отходов и сбросов, для получения вторичного сырья, полезной продукции и/или уничтожения и захоронения неиспользуемых в настоящее время опасных и других отходов.

*Обращение с отходами* – это виды деятельности, связанные с документированными (в том числе паспортизированными) организационно-технологическими операциями регулирования работ с отходами, включая предупреждение, минимизацию, учет и контроль образования, накопления отходов, а также их сбор, размещение, утилизацию, обезвреживание, транспортирование, хранение, захоронение, уничтожение и трансграничные перемещения.

Сейчас технически невозможно использовать 2/3 образующихся отходов, причем капитальные вложения при переработке вторичного сырья примерно в 4 раза меньше, чем первичного.

*Твердые промышленные отходы (ТПО)*. Большая доля в общем объеме твердых отходов принадлежит металлическим отходам. Вторичные ресурсы металлов складываются из лома (43 %) и отходов (57 %). Ломом называют изношенные и вышедшие из употребления детали и изделия из металлов. Отходы – металлы, получаемые при механической обработке отливок и других заготовок, а также не поддающийся исправлению брак в процессе производства.

Основные операции первичной переработки металлоотходов – сортировка, разделка и механическая обработка. Сортировка заключается в разделении лома и отходов по видам металлов. Разделка лома состоит в удалении неметаллических включений. Механическая обработка включает рубку, резку, пакетирование и брикетирование на прессах. Брикетированию подвергают сухую неокисленную стружку

одного вида, не содержащую посторонних примесей. Каждая партия металлоотходов должна сопровождаться удостоверением о взрывобезопасности и безвредности.

Отходы древесины широко используют для изготовления древесно-стружечных плит.

В РФ за счет использования вторичного сырья производят 30 % стали, 25 % бумаги, 20 % цветных металлов. Однако существуют пределы в утилизации отходов. По мере увеличения доли вторичного сырья в материальных циклах идет накопление примесного вещества. Например, в стали, выплавленной из металлолома, накапливается медь, цинк, кобальт. При увеличении степени утилизации отходов требуются большие затраты энергии на очистку и сепарацию данного вида отхода. Из этой закономерности следует вывод о принципиальной недостижимости 100 %-й утилизации отходов, создания абсолютно безотходного производства.

На большинстве предприятий пластмассы и древесные отходы входят в состав промышленного мусора, при этом разделение мусора на отдельные компоненты оказывается экономически нецелесообразным. В настоящее время создают новые технологии обработки, утилизации и ликвидации промышленного мусора. Качественный и количественный состав промышленного мусора любого предприятия примерно стабилен, поэтому технологию переработки мусора разрабатывают применительно к конкретному предприятию.

В соответствии с СанПиН 2.1.7.1322–03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления» промышленные отходы подразделяют на четыре класса:

I – класс чрезвычайно опасные (наличие в отходах ртути, хромовокислого калия, оксида мышьяка и других токсичных веществ);

II класс – высоко опасные (наличие хлористой меди и никеля, азотистого свинца, сурьмы и др.);

III класс – умеренно опасные (наличие, например, сернокислой меди, оксида свинца, четыреххлористого углерода);

IV класс – малоопасные.

Руководитель объекта экономики обязан организовать сбор, временное хранение отходов на территории предприятия, рассчитать норматив образования отходов, согласовать лимит на их размещение и составить паспорт опасных отходов.

Обработку твердых отходов целесообразно проводить в местах их образования, что сокращает затраты на погрузочно-разгрузочные

работы, снижает безвозвратные потери при перевалке и транспортировке. Нетоксичные отходы используют для засыпки оврагов, в качестве изолирующего материала на свалках бытовых отходов, при строительстве дорог и дамб. Часть токсичных отходов слаборастворимых в воде III и IV классов опасности допускается для совместного складирования и сжигания с твердыми бытовыми отходами при условии соблюдения санитарно-гигиенических требований.

Токсичные промышленные отходы должны подвергаться обработке на специальном региональном полигоне, где осуществляют прием, учет и сбор токсичных отходов, их обезвреживание и захоронение.

Статистика промышленных стран Европы показала, что подавляющее количество токсичных промышленных отходов (до 80 %) имеет органическое происхождение. По физическому состоянию их делят на следующие виды:

- твердые органического происхождения – 50...60 %;
- пасты и шламы органического происхождения – 10...45 %;
- жидкие органические отходы – 10...15 %;
- шламы, содержащие органические и минеральные загрязнения – 6...8 %;
- отходы неорганические – 8...10 %.

Наиболее распространенными методами обезвреживания отходов в настоящее время являются:

- для отходов органического происхождения – сжигание при высоких температурах 900...1100 °С (при наличии галогеносодержащих соединений до 1200...1400 °С); при этом методе большая часть всех токсичных отходов обезвреживается, а объем несгоревших остатков может быть доведен до 10 % их первоначального объема;

- неорганических веществ – физико-химическая обработка, которая приводит к образованию безвредных, нерастворимых в воде соединений.

*Твердые бытовые отходы (ТБО).* Морфологический состав городских ТБО (%) приведен ниже:

- бумага, картон – 38,2;
- пищевые отходы – 36,5;
- дерево, листья – 1,8;
- текстиль – 4,9;
- кожа, резина – 0,6;
- прочие полимерные материалы – 7,0;

- кости – 1,0;
- металл черный и цветной – 3,7;
- стекло – 4,4;
- камни, керамика – 0,7;
- прочие – 0,2.

В мировой практике известно более 20 методов переработки ТБО. Наибольшее практическое распространение получили следующие: складирование на свалке или полигоне, сжигание, компостирование, комплекс компостирования и сжигания.

Полигон ТБО – наиболее простое и дешевое сооружение – устраивают там, где основанием могут служить глины и тяжелые суглинки. Основную массу ТБО вывозят на такие свалки, которые являются источниками загрязнения почвы, грунтовых вод и атмосферы, служат рассадником мух, птиц и крыс.

Серьезная проблема свалок – это загрязнение грунтовых вод. Вода с растворенными в ней загрязнителями называется фильтратом, в котором наряду с остатками разлагающейся органики, красителей и другими химикатами, присутствуют железо, ртуть, свинец, цинк и другие металлы из ржавеющих консервных банок, разряженных батареек и других электроприборов.

Другая проблема (особенно на полигонах) – образование метана. У захороненного мусора нет доступа к кислороду. Поэтому его разложение идет с образованием биогаза, на 2/3 состоящего из легко воспламеняющегося метана. Образуясь в толще захоронения отходов, он может распространяться в земле горизонтально, проникать в подвалы зданий, тоннели коммуникаций, накапливаться там и взрываться. Метан отравляет корни, губит растительность в местах захоронения отходов.

Современный полигон для захоронения отходов с системой защиты окружающей среды (могильник) расположен значительно выше уровня грунтовых вод. Его дно изолировано уплотненным слоем глины, на котором находится слой щебня для отвода фильтрата и метана. Один слой мусора укладывают на другой, уплотняют, засыпают грунтом так, что получается пирамидообразная насыпь, с которой стекает вода. Могильник окружен скважинами, с помощью которых ведется мониторинг загрязнения грунтовых вод. По периметру всей территории полигона ТБО устраивают легкое ограждение, осушительную траншею глубиной более 2 м или вал высотой не более 2 м.

Мусоросжигательные заводы (МСЗ) получили значительное распространение в странах с высокой плотностью населения и дефицитом свободных площадей.

*Мусоросжигательный завод* – предприятие, использующее технологию переработки твердых бытовых отходов, посредством термического разложения в котлах или печах. После высокотемпературного разложения образуются продукты сгорания: пепел, шлаки и летучие газы. Этот метод позволяет снизить объем бытовых отходов для захоронения примерно в 10 раз, а также использовать дополнительную энергию от горения для производства электроэнергии или теплоснабжения. Однако сжигание хлоросодержащих полимерных материалов ведет к образованию токсичных веществ, диоксинов и фуранов.

Главный недостаток МСЗ – трудность очистки от примесей отходящих в атмосферу газов, особенно от диоксинов. Для снижения экологической опасности приходится предусматривать многоступенчатую газоочистку, что существенно увеличивает капитальные затраты.

Высокая степень очистки дымовых газов полностью достигается за счет установки реактора, в котором активированный уголь улавливает диоксины, фураны и соединения тяжелых металлов; известковое молоко нейтрализует  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ; концентрация  $\text{NO}_x$  существенно снижается за счет системы впрыска карбамида; рукавный фильтр улавливает летучую золу.

Образующиеся при сжигании ТБО шлак, зола и нерастворимые соли кальция из реактора перерабатываются в строительные материалы. Утилизация вырабатываемой теплоты (30 т пара в час) позволяет полностью обеспечить потребности завода в тепловой и электрической энергии.

Мусороперерабатывающие заводы, работающие по технологии компостирования, эксплуатируют во многих европейских странах. При этой технологии ТБО сортируют, обезвреживают и превращают в компост – органическое удобрение, используемое, например, для городского озеленения или в качестве биотоплива для теплиц.

Комплексные заводы включают в себя технологические линии по компостированию влагосодержащих органических фракций, сжиганию сухих фракций и вторичному использованию других фракций ТБО. Такая технология может быть осуществлена только при активном участии всего населения, когда первичная сортировка отходов

ведется населением отдельно в специальные контейнеры для пищевых отходов, стекла, полимеров, макулатуры и т. п.

Одним из перспективных способов переработки ТБО считается технология «гидросепарирования отходов», нашедшая применение в Австралии, Израиле. При этом разделение ТБО на отдельные компоненты осуществляется в водной среде, что экономически (в 3 раза дешевле, чем сжигание) и экологически (в 10 раз меньше загрязнений) оправдано.

В нашей стране в связи с недостаточным количеством полигонов для складирования и захоронения промышленных и бытовых отходов широко распространена практика размещения их в местах неорганизованного складирования, что представляет особую опасность для окружающей среды.

#### **7.2.4. Защита от энергетических потоков и радиоактивных отходов**

Радиоактивные отходы (РАО) – отходы, содержащие радиоактивные изотопы химических элементов и не имеющие практической ценности.

Согласно российскому «Закону об использовании атомной энергии» (от 21 ноября 1995 года № 170–ФЗ) радиоактивные отходы (РАО) – это ядерные материалы и радиоактивные вещества, дальнейшее использование которых не предусматривается. По российскому законодательству, ввоз радиоактивных отходов в страну запрещен.

Изначально считалось, что достаточной мерой является рассеяние радиоактивных изотопов в окружающей среде, как и в других отраслях промышленности. На предприятии «Маяк» в первые годы работы все радиоактивные отходы сбрасывались в близлежащие водоемы. В следствие чего загрязненными оказались Теченский каскад водоемов и сама река Теча.

Позже выяснилось, что за счет естественных природных и биологических процессов радиоактивные изотопы концентрируются в тех или иных подсистемах биосферы (в основном в животных, в их органах и тканях), что повышает риски облучения населения (за счет перемещения больших концентраций радиоактивных элементов и возможного их попадания с пищей в организм человека). Поэтому отношение к радиоактивным отходам было изменено.

На данный момент сформирован ряд принципов, нацеленных на такое обращение с радиоактивными отходами, которое обеспечит защиту здоровья человека и охрану окружающей среды сейчас и в будущем, не налагая чрезмерного бремени на будущие поколения.

Основополагающие принципы обращения с радиоактивными отходами:

1) защита здоровья человека. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы обеспечить приемлемый уровень защиты здоровья человека;

2) охрана окружающей среды. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы обеспечить приемлемый уровень охраны окружающей среды;

3) защита за пределами национальных границ. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы учитывались возможные последствия для здоровья человека и окружающей среды за пределами национальных границ;

4) защита будущих поколений. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы предсказуемые последствия для здоровья будущих поколений не превышали соответствующие уровни последствий, которые приемлемы в наши дни;

5) бремя для будущих поколений. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы не налагать чрезмерного бремени на будущие поколения;

6) национальная правовая структура. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется в рамках соответствующей национальной правовой структуры, предусматривающей четкое распределение обязанностей и обеспечение независимых регулирующих функций;

7) контроль за образованием радиоактивных отходов. Образование радиоактивных отходов удерживается на минимальном практически осуществимом уровне;

8) взаимозависимости образования радиоактивных отходов и обращения с ними. Надлежащим образом учитываются взаимозависимости между всеми стадиями образования радиоактивных отходов и обращения с ними;

9) безопасность установок. Безопасность установок для обращения с радиоактивными отходами надлежащим образом обеспечивается на протяжении всего срока их службы.

По агрегатному состоянию радиоактивные отходы подразделяют на жидкие, твердые и газообразные.

К жидким радиоактивным отходам относят не подлежащие дальнейшему использованию органические и неорганические жидкости, пульпы и шламы, в которых удельная активность радионуклидов более чем в 10 раз превышает значения уровней вмешательства при поступлении с водой, приведенные в НРБ–99/2009.

К твердым радиоактивным отходам относят отработавшие свой ресурс радионуклидные источники, не предназначенные для дальнейшего использования материалы, изделия, оборудование, биологические объекты, грунт, а также отвержденные жидкие радиоактивные отходы, в которых удельная активность радионуклидов больше значений, приведенных в приложении к НРБ–99/2009, а при неизвестном радионуклидном составе удельная активность, кБк/кг, больше: 100 – для источников  $\beta$ -излучения; 10 – для источников  $\alpha$ -излучения; 1,0 – для трансурановых радионуклидов.

К газообразным радиоактивным отходам относят не подлежащие использованию радиоактивные газы и аэрозоли, образующиеся при производственных процессах с объемной активностью, превышающей допустимую объемную активность, значения которой приведены в НРБ–99/2009.

Радиоактивные отходы подразделяют по удельной активности на три категории: низкоактивные, среднеактивные и высокоактивные.

Газообразные радиоактивные отходы подлежат выдержке и (или) очистке на фильтрах с целью снижения их активности до уровней, регламентируемых допустимым выбросом, после чего могут быть удалены в атмосферу.

Система обращения с жидкими и твердыми радиоактивными отходами включает их сбор, сортировку, упаковку, временное хранение, кондиционирование (концентрирование, отверждение, прессование, сжигание), транспортирование, длительное хранение и (или) захоронение.

Сбор радиоактивных отходов должен производиться в специальные сборники непосредственно в местах их образования отдельно от обычных отходов с учетом категории отходов; агрегатного состояния (твердые, жидкие); физических и химических характеристик; природы (органические и неорганические); периода полураспада радионуклидов, находящихся в отходах (менее 15 суток, более 15 суток); взрыво- и огнеопасности; принятых методов переработки отходов.

Для первичного сбора твердых радиоактивных отходов могут быть использованы пластиковые или бумажные мешки, которые затем загружаются в сборники-контейнеры. Для временного хранения и выдержки сборников с радиоактивными отходами, создающими у поверхности дозу  $\gamma$ -излучения, должны быть специальные защитные колодцы или ниши. Извлечение сборников отходов из колодцев и ниш необходимо производить с помощью специальных устройств, исключающих переоблучение обслуживающего персонала.

Жидкие радиоактивные отходы должны собираться в специальные емкости. Их следует, по возможности, концентрировать и отверждать там, где они образуются или в специализированной организации по обращению с радиоактивными отходами, после чего направлять на захоронение.

Запрещается сброс жидких радиоактивных отходов в хозяйственно-бытовую и ливневую канализации, водоемы, поглощающие ямы, колодцы, скважины, на поля орошения, поля фильтрации, в системы подземного орошения и на поверхность земли.

Временное хранение радиоактивных отходов различных категорий должно осуществляться в отдельном помещении, либо на специально выделенном участке, оборудованном в соответствии с требованиями, предъявляемыми к таким помещениям. Хранение радиоактивных отходов следует осуществлять в специальных контейнерах.

Радиоактивные отходы, содержащие радионуклиды с периодом полураспада менее 15 суток, собирают отдельно от других радиоактивных отходов и выдерживают в местах временного хранения для снижения активности до уровней, не превышающих допустимых значений. После такой выдержки твердые отходы удаляются, как обычные промышленные отходы, а жидкие – можно использовать в системе оборотного хозяйственно-технического водоснабжения или сливать в хозяйственно-бытовую канализацию.

Самовоспламеняющиеся и взрывоопасные радиоактивные отходы должны быть переведены в неопасное состояние до отправки на захоронение, при этом необходимо предусмотреть меры радиационной и пожарной безопасности. Передача радиоактивных отходов на переработку или захоронение должна производиться в специальных контейнерах.

Эффективная доза облучения населения, обусловленная наличием радиоактивных отходов, включая этапы хранения и захоронения, не должна превышать 10 мкЗв/год.

### **7.2.5. Защита от шума и вибрации**

Для защиты от шума широкое распространение получили экраны, устанавливаемые на местности, и глушители шума систем выбросов газов в окружающую среду. Эффективны также лесопосадки, рельеф местности и т. п.

Защита от вибраций достигается в основном путем виброизоляции и вибродемпфирования источников вибрации, а также путем применения на местности виброзащитных экранов.

### **7.2.6. Защита от теплового загрязнения**

Тепловое загрязнение – тип физического (чаще антропогенного) загрязнения окружающей среды, характеризующийся увеличением температуры выше естественного уровня. Основные источники теплового загрязнения – выбросы в атмосферу нагретых отработанных газов и воздуха, сброс в водоемы нагретых сточных вод.

В большинстве промышленных стран установлены пределы теплового загрязнения. Они относятся, как правило, к режимам водоемов, так как по сложившейся технологии отвода «тепловых отходов» водоемы (реки, озера, моря) принимают основную часть сбросной теплоты и наиболее страдают от теплового загрязнения. В Европе принято, что вода водоема после сброса в нее сточных вод не должна подогреваться больше, чем на 3 °С по сравнению с естественной температурой водоема. В США нагрев воды в реках не должен превышать 3 °С, а в озерах – 1,6 °С, в прибрежных водах морей и океанов – 0,8 °С и летом 2 °С в остальное время.

В России согласно СанПиН 2.1.5.980–00 «Гигиенические требования к охране поверхностных» вод летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет. Для водоемов, в которых обитают холодноводные рыбы (лососевые и сиговые), температура не должна повышаться более чем на 5 °С с общим повышением не более, чем до 20 °С летом и 5 °С зимой.

Для каждого вида существует свой интервал температур, благоприятный для обитания (диапазон толерантности по фактору температуры). Для любого конкретного вида диапазон переносимых температур относительно узок, в некоторых случаях крайне узок – до

нескольких градусов по Цельсию. У теплокровных животных развит набор механизмов для поддержания тела в требуемых температурных пределах, в том числе, механизм поведенческого регулирования температуры: например, рыба, перемещаясь, находит место с оптимальной для нее температурой. Организмы же, не способные перемещаться (укорененные растения, взрослые устрицы) находятся в полной зависимости от температуры окружающей воды, и таких организмов много, если не большинство. Но даже рыбы могут стать жертвой теплового загрязнения: привыкнув к подогретой воде, они оказываются беззащитными перед водой с естественной температурой, например, зимой, когда ТЭС по каким-либо причинам временно прекращает тепловые сбросы в реку (ремонт и т. п.).

Однако менее очевидные эффекты могут иметь более серьезные последствия, например, влияние температуры на репродуктивную функцию организмов. Так, форели необходимы низкие температуры воды летом для формирования нормальных, жизнеспособных икринок. Взрослые особи способны выжить в теплой воде, но они не смогут размножаться. Другой пример: повышение температуры может вызвать раннее вылупление насекомых из яиц – раньше, чем в обычных, без нагрева воды, условиях. Затем они погибают, так как в это время года пища для них не готова. В перспективе такие и подобные эффекты могут стать более губительными для популяции, чем непосредственная гибель от перегрева воды. Температура может оказывать воздействие на структуру всего водного сообщества. Например, изменение температуры ведет к изменению конкурентных позиций различных видов. В целом, повышение температуры ведет к упрощению водных сообществ, т. е. число различных видов уменьшается, хотя количество представителей отдельных видов может быть велико. В исследованиях показано, что при 31 °С число видов уменьшалось вдвое по сравнению с исчезновением видов при температуре 26 °С. При повышении температуры до 34 °С исчезли еще 24 % видов. По-видимому, такие экосистемы гораздо менее устойчивы, чем исходная, более сложная экосистема

Если говорить о масштабах теплового загрязнения атмосферы, то показательны такие оценки: от промышленного центра с населением 2 млн человек с электростанциями суммарной мощностью 4600 МВт и нефтехимическими заводами шлейф тепловых загрязнений распространяется на 80... 120 км при ширине зоны загрязнения 50 км и высоте около 1 км.

Борьба с тепловым загрязнением с инженерной точки зрения идентична работе по энергосбережению. Чем на более высоком уровне находится энергосберегающая работа, тем более эффективно ведется борьба с тепловым загрязнением.

В проблеме теплового загрязнения присутствует и, по-видимому, будет присутствовать такой момент: необходимо не просто сбрасывать теплоту, а всегда стремиться найти полезное применение тепловым отходам, например, для орошения сельскохозяйственных земель, использования в тепличном хозяйстве, подогрева свежей воды, поступающей на электростанцию и т. д.

### **7.2.7. Защита от электромагнитных излучений**

Источниками электромагнитных полей (ЭМП) являются атмосферное электричество, радиоизлучения, электрические и магнитные поля Земли, искусственные источники (установки ТВЧ, радиовещание и телевидение, радиолокация, радионавигация и др.). Источниками излучения электромагнитной энергии являются мощные телевизионные и радиовещательные станции, промышленные установки высокочастотного нагрева, а также многие измерительные, лабораторные приборы. Источниками излучения могут быть любые элементы, включенные в высокочастотную цепь.

Основные меры защиты от воздействия электромагнитных излучений:

- уменьшение излучения непосредственно у источника (достигается увеличением расстояния между источником направленного действия и рабочим местом, уменьшением мощности излучения генератора);

- рациональное размещение СВЧ- и УВЧ-установок (действующие установки мощностью более 10 Вт следует размещать в помещениях с капитальными стенами и перекрытиями, покрытыми радиопоглощающими материалами: кирпичом, шлакобетоном, а также материалами, обладающими отражающей способностью: масляными красками и др.);

- дистанционный контроль и управление передатчиками в экранированном помещении (для визуального наблюдения за передатчиками оборудуют смотровые окна, защищенные металлической сеткой); экранирование источников излучения и рабочих мест (применение отражающих заземленных экранов в виде листа или сетки из

металла, обладающего высокой электропроводностью: алюминия, меди, латуни, стали);

– организационные меры (проведение дозиметрического контроля интенсивности электромагнитных излучений – не реже одного раза в 6 месяцев);

– медосмотр – не реже одного раза в год;

– дополнительный отпуск, сокращенный рабочий день, допуск лиц не моложе 18 лет, не имеющих заболеваний центральной нервной системы, сердца, глаз;

– применение средств индивидуальной защиты (спецодежда, защитные очки и др.).

У индукционных плавильных печей и нагревательных индукторов (высокие частоты) допускается напряженность поля до 20 В/м. Предел для магнитной составляющей напряженности поля должен быть 5 А/м. Напряженность ультравысокочастотных электромагнитных полей (средние и длинные волны) на рабочих местах не должна превышать 5 В/м. Каждая промышленная установка снабжается техническим паспортом, в котором указаны электрическая схема, защитные приспособления, место применения, диапазон волн, допустимая мощность и т. д. По каждой установке ведут эксплуатационный журнал, в котором фиксируют состояние установки, режим работы, исправления, замену деталей, изменения напряженности поля. Пребывание персонала в зоне воздействия электромагнитных полей ограничивается минимально необходимым для проведения операций временем.

Новые установки вводят в эксплуатацию после их приемки, при которой устанавливаются выполнение требований и норм охраны труда, норм по ограничению полей и радиопомех, а также регистрации их в государственных контролирующих органах. Генераторы токов высокой частоты устанавливают в отдельных огнестойких помещениях, машинные генераторы – в звуконепроходимых кабинах. Для установок мощностью до 30 кВт отводят площадь не менее 40 кв. м, большей мощности – не менее 70 кв. м. Расстояние между установками должно быть не менее 2 м, помещения экранируют, в общих помещениях установки размещают в экранированных боксах. Обязательна общая вентиляция помещений, а при наличии вредных выделений и местная. Помещения высокочастотных установок запрещается загромождать металлическими предметами. Наиболее простым и

эффективным методом защиты от электромагнитных полей является защита расстоянием.

*Экранирование* – наиболее эффективный способ защиты. Электромагнитное поле ослабляется экраном вследствие создания в толще его поля противоположного направления. Степень ослабления электромагнитного поля зависит от глубины проникновения высокочастотного тока в толщу экрана. Чем больше магнитная проницаемость экрана и выше частота экранируемого поля, тем меньше глубина проникновения и необходимая толщина экрана. Экранируют либо источник излучений, либо рабочее место. Экраны бывают отражающие и поглощающие. Для защиты работающих от электромагнитных излучений применяют заземленные экраны, кожухи, защитные козырьки, устанавливаемые на пути излучения. Средства защиты (экраны, кожухи) из радиопоглощающих материалов выполняют в виде тонких резиновых ковриков, гибких или жестких листов поролона, ферромагнитных пластин.

Для защиты от электрических полей сверхвысокого напряжения (50 Гц) необходимо увеличивать высоту подвеса фазных проводов ЛЭП. Для открытых распределительных устройств рекомендуются заземленные экраны (стационарные или временные) в виде козырьков, навесов и перегородок из металлической сетки возле коммутационных аппаратов, шкафов управления и контроля. К средствам индивидуальной защиты от электромагнитных излучений относят переносные зонты, комбинезоны и халаты из металлизированной ткани, осуществляющие защиту организма человека по принципу заземленного сетчатого экрана.

### **7.3. Защита от чрезвычайных техногенных опасностей**

К техногенным относят опасности, которые возникают в процессе функционирования технических объектов по причинам, связанным с деятельностью человека, обслуживающего эти объекты.

Техногенные чрезвычайные ситуации связаны с производственной деятельностью человека и могут протекать с загрязнением и без загрязнения окружающей среды. Наибольшую опасность в техногенной сфере представляют транспортные аварии, взрывы и пожары, радиационные аварии, аварии с выбросом химически опасных веществ и др.

Наращение риска возникновения техногенных чрезвычайных ситуаций в России обусловлено тем, что в последние годы в наиболее

ответственных отраслях потенциально опасные объекты имеют выработку проектного ресурса на уровне 50–70 %, иногда достигая предаварийного уровня. В техногенной безопасности есть и другие общие черты неблагополучия: снижение уровня профессиональной подготовки персонала предприятий промышленности, производственной и технологической дисциплины; распространены технологическая отсталость производства и низкие темпы внедрения безопасных технологий. Показатели риска возникновения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах в России превышают показатели приемлемых рисков, достигнутых в мировой практике.

При чрезвычайных ситуациях на первое место выходят задачи защиты населения и территорий от чрезвычайно высоких уровней потоков негативного воздействия, ликвидации последствий ЧС, реабилитации пострадавших и восстановления повседневной жизнедеятельности.

К чрезвычайным техногенным опасностям регионального масштаба относят:

- аварии на радиационно-опасных объектах с выбросом радиоактивных веществ;
- взрывы и пожары;
- аварии на химически опасных объектах;
- аварии в топливно-энергетических системах;
- аварии на очистных сооружениях;
- аварии в системах ЖКХ;
- обрушение зданий и сооружений;
- гидродинамические аварии;
- крупные транспортные аварии.

Особенности загрязнения окружающей среды при авариях на радиационно-опасных объектах. Ввиду того, что аварийные ситуации являются максимально опасными на АЭС, рассмотрим особенности загрязнений местности в случае аварий на объектах с ядерными компонентами на примере атомных станций.

Выбросы и истечения радиоактивных веществ из реактора характеризуются следующим:

- газо-аэрозольная смесь радионуклидов распространяется в виде облака на сотни километров и испускает мощный поток ионизирующих излучений;
- радиоактивное загрязнение местности имеет длительный характер в результате разброса высокоактивных осколков ядерного то-

плива на территории АЭС и осадения радиоактивных частиц из газоаэрозольного облака.

При авариях на АЭС радиоактивное загрязнение имеет следующие особенности:

- радиоактивное загрязнение местности и атмосферы имеет сложную зависимость от исходных параметров (типа и мощности реактора, времени его работы, характера аварии и т. д.) и метеоусловий, вследствие чего прогнозирование его возможных масштабов весьма затруднительно и носит ориентировочный характер;

- смесь выбрасываемых из реактора радиоактивных веществ обогащена долгоживущими радионуклидами (плутоний – 239, стронций – 90, цезий – 137 и др.), причем относительный вклад в общую активность излучающих изотопов с течением времени увеличивается. В результате большие площади на длительное время окажутся загрязненными опасными радионуклидами, которые в последующем могут быть вовлечены в миграционные процессы на местности.

- малые размеры радиоактивных частиц (средний размер около 2 мкм) способствуют их глубокому проникновению в микротрещины и краску, что затрудняет проведение работ по дезактивации;

- пылеобразование приводит к поступлению в организм через органы дыхания мелкодисперсных продуктов деления;

- осадение высокоактивных осколков конструкций реактора и графита происходит как на территории АЭС, так и в виде пятен по следу облака;

- стационарный характер источника загрязнения, продолжительность выбросов во времени на небольшую высоту (до 1,5...2 км) и частые изменения метеоусловий приводят к азимутальной неравномерности загрязнения местности, изменению уровней радиации в отдельных районах во времени и образованию радиоактивных зон загрязнения в виде пятен.

*Защита от химического загрязнения.* Основными особенностями химических аварий является их непредсказуемость и внезапность, быстрое формирование облака АХОВ, распространяющегося на окружающую территорию, недостаточная контролируемость или полная неконтролируемость возникающих и протекающих при аварии процессов и сложность обстановки, в которой должны проводиться аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСиДНР). Кроме того, в зависимости от типа АХОВ загрязненный воздух или проникает в подвальные и другие заглубленные помещения и первые этажи

зданий, или поднимается в верхние этажи зданий и верхние слои атмосферы. В связи с этим могут пострадать не только персонал аварийного объекта, но и население, проживающее по соседству с ним, а также окружающая природная среда. С другой стороны, поведение АХОВ при авариях во многом зависит от способа их хранения или транспортирования.

На химически опасном объекте обычно сосредоточено и значительное количество различных легковоспламеняющихся химически опасных веществ. Кроме того, многие АХОВ относят к легковоспламеняющимся веществам (аммиак, оксид этилена, синильная кислота, оксид углерода и др.). Некоторые из них взрывоопасны (гидразин, оксиды азота и др.), а некоторые хотя и негорючие, представляют значительную опасность в пожарном отношении (хлор, фосген, диоксид серы и др.). Эти обстоятельства следует учитывать при возникновении аварий и пожаров на предприятиях. Более того, сам пожар может способствовать выделению различных ядовитых веществ. Например, горение полиуретана и других пластмасс приводит к выделению синильной кислоты, фосгена, оксида углерода, различных изоцианатов, иногда диоксида и других в опасных концентрациях, особенно в закрытых помещениях.

Таким образом, объекты с химически опасными компонентами могут быть источниками залповых выбросов АХОВ в атмосферу, сброса АХОВ в водоемы; химического пожара с поступлением токсических веществ в окружающую среду; разрушительных взрывов; химического заражения объектов и местности в районе аварии и на следе распространения облака АХОВ; обширных зон задымления в сочетании с токсичными продуктами.

Последствия химических аварий представляют собой совокупность результатов поражающего воздействия АХОВ и других сопутствующих поражающих факторов на объекты, население и окружающую природную среду. В результате химической аварии образуется зона химического заражения. Это территория, в пределах которой распространены или привнесены химически опасные вещества в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, животных и растений в течение определенного времени. Размеры этой зоны зависят от типа АХОВ, их выброшенного количества, метеоусловий и топографической особенности местности. Внешние границы зоны химического заражения обычно соответст-

вуют пороговому значению токсодозы при ингаляционном воздействии на человека.

По тяжести последствий и масштабу распространения ЧС подразделяют на локальные, объектовые, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные.

К **локальной** (частной) относят ЧС, в результате которой пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более 1 тыс. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации, и зона чрезвычайной ситуации не выходит территориально и организационно за пределы территории производственного объекта или объекта социального назначения.

**Объектовые ЧС** ограничиваются пределами производственного или иного объекта и могут быть ликвидированы его силами и ресурсами (в том числе силами специализированных формирований).

К **местной** относят чрезвычайную ситуацию, 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 1 тыс., но не более 5 тыс. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы населенного пункта, города, района, области, края, республики и устраняется их силами, средствами и другими ресурсами.

К **территориальной** относят чрезвычайную ситуацию, 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 5 тыс., но не более 0,5 млн минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуаций и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы субъекта РФ.

К **региональной** относят чрезвычайную ситуацию, в результате которой пострадало свыше 50, но не более 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 500, но не более 1000 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 0,5 млн, но не более 5 млн минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона ЧС распространяется на несколько областей (краев, республик) или экономических районов.

К **федеральной** (национальной) относят чрезвычайную ситуацию, в результате которой пострадало свыше 500 человек, либо на-

рушены условия жизнедеятельности свыше 1000 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 5 млн минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации охватывает обширную территорию страны, но не выходит за ее границы.

К **трансграничной** (глобальной) относят чрезвычайную ситуацию, поражающие факторы которой выходят за пределы Российской Федерации, либо чрезвычайную ситуацию, которая произошла за рубежом и затрагивает территорию РФ.

В 1995 г. Постановлением Правительства РФ образована Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС) для защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера.

В зависимости от обстановки, масштаба прогнозируемой или возникшей ЧС решением соответствующих органов исполнительной власти в пределах конкретной территории устанавливается один из перечисленных ниже режимов функционирования РСЧС.

**Режим повседневной деятельности** – при нормальной производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической; сейсмической и гидрометеорологической обстановке, при отсутствии эпидемий, эпизоотии.

**Режим повышенной готовности** – при ухудшении производственно-промышленной, радиационной, химической и других обстановок, при получении прогноза о возможности возникновения ЧС.

**Режим чрезвычайной ситуации** – при возникновении и во время ликвидации ЧС.

Основными мероприятиями, осуществляемыми при функционировании РСЧС в различных режимах, являются:

– **в режиме повседневной деятельности:** осуществление наблюдения и контроля за состоянием окружающей природной среды, обстановки на потенциально опасных объектах; выполнение программ и превентивных мер по предупреждению и ликвидации ЧС, повышение безопасности жизнедеятельности населения; поддержание готовности органов управления, сил и средств к действиям в ЧС; организация обучения населения способам защиты и действиям в ЧС; создание и пополнение резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС и др.;

– **в режиме повышенной готовности:** выявление причин ухудшения обстановки и выработка предложений по ее нормализации;

усиление дежурно-диспетчерской службы наблюдения и контроля за обстановкой; прогнозирование вероятного времени возникновения ЧС и ее масштабов; принятие превентивных мер по защите населения, природной среды и повышению устойчивости функционирования объектов экономики; повышение готовности сил и средств РСЧС, уточнение планов их действий и выдвижение при необходимости в предполагаемый район ЧС;

– **в режиме чрезвычайной ситуации:** организация защиты населения; выдвижение оперативных групп в район ЧС; выдвижение сил и средств, для организации ликвидации ЧС; определение границ зоны ЧС; первоочередное жизнеобеспечение пострадавшего населения; осуществление непрерывного контроля за состоянием окружающей природной среды в районе ЧС.

Большинство ЧС характеризуется внезапностью возникновения и скоротечностью развития, а следовательно, крайне ограниченным временем на организацию и проведение мероприятий по защите. С целью максимального снижения людских и материальных потерь в любых условиях обстановки, на предприятиях, в учреждениях и организациях (далее – объект) независимо от их организационно-правовой формы, заблаговременно разрабатывается «План действий по предупреждению и ликвидации ЧС в мирное время».

План действий определяет объем, сроки, организацию и порядок выполнения мероприятий по предупреждению ЧС или снижению размеров ущерба и потерь от ЧС, выполнение неотложных мероприятий по защите работников, населения, сельскохозяйственных животных, растений, материальных ценностей от последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, а также организацию и ведение АСиДНР (аварийно-спасательные и другие неотложные работы) – совокупность первоочередных работ в зоне чрезвычайной ситуации, заключающихся в спасении и оказании помощи людям, локализации и подавлении очагов поражающих воздействий, предотвращении возникновения вторичных поражающих факторов, защите и спасении материальных и культурных ценностей.

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы проводятся аварийно-спасательными службами с целью:

- спасения людей и оказания помощи пораженным;
- локализации аварий и устранения повреждений, препятствующих проведению спасательных работ;
- создания условий для последующего проведения восстановительных работ.

План действий по предупреждению и ликвидации ЧС в мирное время включает два раздела.

**Раздел 1.** Краткая оценка возможной обстановки на объекте при возникновении аварий, катастроф и стихийных бедствий. Раздел 1 обычно разделяют на два подраздела:

1.1. Перечень потенциальных опасностей на территории объекта и прилегающей к нему местности.

В этом подразделе указывают: краткую характеристику объекта; предприятия, на которых возможны крупные аварии, производственные катастрофы, создающие опасность для объекта; железнодорожные узлы, станции, где грузятся и через которые транзитом следуют вагоны с АХОВ и другими опасными грузами; территорию, неблагополучную в эпидемиологическом, эпизоотическом отношении; численность работников, попадающих в зоны поражения, и ориентировочные потери; возможный ущерб промышленного и сельскохозяйственного производства.

1.2. Перечень мероприятий, осуществляемых на объекте по предупреждению и снижению последствий крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий и их ориентировочный объем.

Здесь указывают мероприятия сил объектового звена и их ориентировочный объем по предупреждению или снижению последствий крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий, по защите населения, сельскохозяйственных животных и растений, материальных ценностей, а также проведению АСиДНР.

**Раздел 2.** Выполнение мероприятий при угрозе и возникновении крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий. Раздел 2 условно можно разделить на шесть подразделов:

2.1. Мероприятия при угрозе возникновения крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий (режим повышенной готовности).

В этом подразделе определяют: порядок оповещения органов управления, руководящего состава, работников и населения об угрозе возникновения ЧС; объем, сроки, привлекаемые силы и средства, порядок осуществления мероприятий по предупреждению или снижению воздействия ЧС; приведение в готовность сил и средств, имеющихся защитных сооружений, других заглубленных помещений, герметизация наземных зданий и сооружений с целью подготовки к укрытию в них работников; подготовку к выдаче и выдача работникам

средств индивидуальной защиты; приведение в готовность автотранспорта и загородной зоны для эвакуации или отведения работников объекта; проведение мероприятий по медицинской и противоэпидемиологической защите; проведение профилактических противопожарных мероприятий и подготовку к безаварийной остановке производства.

2.2. Мероприятия при возникновении крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий (чрезвычайный режим).

Этот подраздел должен включать в себя следующее: порядок оповещения органов управления, руководящего состава, работников и населения, проживающего на прилегающей к объекту территории, о возникновении ЧС; организация разведки в зоне ЧС и прогнозирование обстановки; приведение в готовность и развертывание сил и средств, привлекаемых к АСидНР, их состав, сроки готовности и предназначение, организация работ; защита работников; защита сельскохозяйственных животных, продукции животноводства и растениеводства и другие мероприятия, их объемы, сроки, порядок осуществления и привлекаемые силы и средства.

2.3. Обеспечение действий сил и средств, привлекаемых для проведения АСидНР, а также для осуществления мероприятий по защите работников объекта, сельскохозяйственных животных, продукции животноводства и растениеводства, материальных ценностей.

В этом подразделе указываются мероприятия по всестороннему обеспечению лиц, привлекаемых для проведения АСидНР.

2.4. Проведение АСидНР по устранению непосредственной опасности для жизни и здоровья людей, восстановлению жизнеобеспечения работников объекта.

В подразделе предусматривают: какие силы привлекаются для проведения АСидНР, восстановления жизнеобеспечения помимо объектовых формирований, кто ответственный за приведение их в готовность.

2.5. Взаимодействие с органами военного командования.

2.6. Управление проводимыми мероприятиями и действиями в ЧС. Определяется порядок занятия комиссией по ЧС пункта управления, организация доведения информации до органов управления ГО и ЧС города (района). Доведение обстановки до работников и определение порядка их действий и правил поведения в очаге ЧС, организация связи со своими формированиями, а также с прибывшими с других объектов.

## 7.4. Экологическая экспертиза

Для оценки процесса взаимодействия проектируемого техногенного объекта с человеком, селитебной зоной и природой необходима его экспертная оценка. Процедура экспертизы проектов вновь создаваемых или реконструируемых объектов состоит из экологической экспертизы, декларации промышленной безопасности и соблюдения технических регламентов.

*Экологическая экспертиза* – это установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

Закон «Об экологической экспертизе» разделяет объекты государственной экологической экспертизы на два уровня: федеральный и региональный. На территории Красноярского края экологическая экспертиза объектов федерального уровня организуется и проводится Управлением Росприроднадзора по Красноярскому краю, а объектов регионального уровня – министерством охраны окружающей среды Красноярского края.

ФЗ «Об экологической экспертизе» различает 2 вида экологической экспертизы:

- государственная экологическая экспертиза;
- общественная экологическая экспертиза.

Проведение первой обязательно для всех строительных объектов и проводится экспертной комиссией (экспертная комиссия), которая формируется федеральным органом исполнительной власти в области экологической экспертизы. Вторую организуют и проводят по инициативе граждан и общественных организаций (объединений), а также по инициативе органов местного самоуправления общественными организациями (объединениями).

Экологическая экспертиза основывается на принципах:

- презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности;
- обязательности проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений реализации объекта экологической экспертизы;

- комплексности оценки воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности и ее последствий;
- обязательности учета требований экологической безопасности при проведении экологической экспертизы;
- достоверности и полноты информации, представляемой на экологическую экспертизу;
- независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий в области экологической экспертизы;
- научной обоснованности, объективности и законности заключений экологической экспертизы;
- гласности, участия общественных организаций (объединений), учета общественного мнения;
- ответственности участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, качество, проведение экологической экспертизы.

Для проведения государственной экологической экспертизы установлен определенный срок, который составляет:

- для простых объектов – до 30 дней;
- объектов средней сложности – до 60 дней;
- сложных объектов – 120 дней.

Срок проведения государственной экологической экспертизы может быть продлен, но не должен превышать шести месяцев для сложных объектов.

Широкое распространение получила так называемая экологическая оценка проектов, основополагающие требования которой содержатся в Федеральном законе «Об охране окружающей среды».

В главе 5 ФЗ указано несколько видов экологических нормативных требований, а именно:

- нормативы ПДК вредных химических и биологических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, воды, почвы;
- нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов вредных химических веществ, а также вредных биологических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, воды, почвы.
- нормативы предельно допустимых уровней шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий, обеспечивающих сохранение здоровья и трудоспособности людей, охрану растительного и животного мира, благоприятную для жизни окружающую природную среду;

– нормативы предельно допустимого содержания радиоактивных веществ в окружающей природной среде и продуктах питания, предельно допустимого уровня радиационного облучения населения, не представляющих опасности для здоровья и генетического фонда человека;

– предельно допустимые нормы применения агрохимикатов в сельском хозяйстве, обеспечивающие соблюдение нормативов предельно допустимых остаточных количеств химических веществ в продуктах питания;

– экологические требования к продукции, устанавливаемые на новую технику, технологии, материалы, вещества и другую продукцию, способную оказать вредное воздействие на человека и окружающую природную среду; нормативы предельно допустимых воздействий должны быть соблюдены в процессе производства, хранения, транспортировки и использования продукции;

– предельно допустимые нормы нагрузки на окружающую природную среду, устанавливаемые при формировании территориально-производственных комплексов, развитии промышленности, сельского хозяйства, строительстве и реконструкции городов с учетом потенциальных возможностей окружающей среды, необходимости рационального использования территориальных и природных ресурсов;

– нормативы санитарных и защитных зон, устанавливаемые для охраны водоемов и иных источников водоснабжения, курортных, лечебно-оздоровительных зон, населенных пунктов и других территорий от загрязнения и других вредных воздействий.

Нормативными документами для проведения экологической экспертизы являются ГОСТ, ОСТ, СП, СН, СНиП, СанПиН и др.

Экологическая экспертиза должна установить:

– соответствие намечаемой деятельности требованиям нормативных актов по вопросам охраны окружающей среды;

– полноту оценки масштабов воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду;

– допустимость намечаемой деятельности с точки зрения безопасности окружающей среды;

– достаточность предусмотренных мер по охране окружающей среды.

При этом достаточность и объективность оценки воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду и принятие необходимых мер по защите окружающей среды является обязанностью за-

казчика намечаемой деятельности. Такие обоснования должны входить в состав документации, предъявляемой на экспертизу. В соответствии с законом «Об экологической экспертизе» необходимым условием приема документации на государственную экспертизу намечаемой деятельности является наличие в ее составе материалов (тома) по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Федеральный закон «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и некоторые другие законодательные акты Российской Федерации», принятый Государственной Думой в 2006 г., установил, что строительство любых объектов, в том числе атомных станций, металлургических заводов или нефтепроводов, может производиться без предварительной оценки их экологической опасности.

Фактически он отменил государственную экологическую экспертизу и оценку воздействия на окружающую среду строительных и хозяйственных мероприятий, никак не связанных с жилищным строительством. Государственную экологическую экспертизу закон заменил экспертизой проектной документации, предусмотренной Градостроительным кодексом и оценивающей соответствие проектной документации требованиям технических регламентов (отсутствующих до настоящего время).

Однако уже в мае 2010 г. на заседании Президиума Госсовета, посвященном охране окружающей среды, вновь рассматривался вопрос об экологической экспертизе с целью возврата к ней. Д.А. Медведев высказал мнение: «Если мы считаем, что утрата (экологической экспертизы – авт.) привела к тяжелым последствиям, то... давайте ее возродим».

## **7.5. Декларация промышленной безопасности**

*Декларация промышленной безопасности опасного производственного объекта (ОПО)* – документ, в котором представлены результаты всесторонней оценки риска аварии, анализа достаточности принятых мер по предупреждению аварий и по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями норм и правил промышленной безопасности, а также к локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте.

Разработка декларации промышленной безопасности предполагает всестороннюю оценку риска аварии и связанной с нею угрозы; анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий, по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями промышленной безопасности, а также к локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте; разработку мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварии и размера ущерба, нанесенного в случае аварии на опасном производственном объекте.

Перечень сведений, содержащихся в декларации промышленной безопасности, и порядок ее оформления определяются федеральным органом исполнительной власти в области промышленной безопасности.

Федеральным законом от 21.07.1997 № 116–ФЗ (ред. от 07.03.2017) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изм. и доп., вступ. в силу с 25.03.2017) устанавливается обязательность разработки деклараций промышленной безопасности опасных производственных объектов I и II классов опасности, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества в количествах, указанных в Приложении 2 к настоящему Федеральному закону (за исключением использования взрывчатых веществ при проведении взрывных работ).

Декларация промышленной безопасности разрабатывается в составе проектной документации на строительство, реконструкцию опасного производственного объекта, а также документации на техническое перевооружение, консервацию, ликвидацию опасного производственного объекта.

Декларация промышленной безопасности находящегося в эксплуатации опасного производственного объекта разрабатывается вновь:

- в случае истечения десяти лет со дня внесения в реестр деклараций промышленной безопасности последней декларации промышленной безопасности;

- изменения технологических процессов на опасном производственном объекте либо увеличения более чем на двадцать процентов количества опасных веществ, которые находятся или могут находиться на опасном производственном объекте;

- изменения требований промышленной безопасности;
- по предписанию федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности или его территориального органа в случае выявления несоответствия сведений, содержащихся в декларации промышленной безопасности, сведениям, полученным в ходе осуществления федерального государственного надзора в области промышленной безопасности.

Декларация промышленной безопасности утверждается руководителем организации, эксплуатирующей опасный производственный объект.

Руководитель организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, несет ответственность за полноту и достоверность сведений, содержащихся в декларации промышленной безопасности, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Декларация промышленной безопасности, разрабатываемая в составе документации на техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта, и декларация промышленной безопасности, разрабатываемая вновь, проходят экспертизу промышленной безопасности в установленном порядке. Проектная документация на строительство, реконструкцию опасного производственного объекта, содержащая декларацию промышленной безопасности, подлежит экспертизе в соответствии с законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности.

Декларацию промышленной безопасности представляют органам государственной власти, органам местного самоуправления, общественным объединениям и гражданам в порядке, который установлен Правительством Российской Федерации.

Декларация промышленной безопасности, представленная в федеральный орган исполнительной власти в области промышленной безопасности или его территориальный орган, вносится в реестр деклараций промышленной безопасности в течение пяти рабочих дней со дня поступления соответствующих документов.

Ведение реестра деклараций промышленной безопасности осуществляется федеральным органом исполнительной власти в области промышленной безопасности в соответствии с административным регламентом.

## 7.6. Технические регламенты

*Технические регламент* – документ, который принят международным договором РФ, ратифицированным в порядке, установленном законодательством РФ, или федеральным законом, или указом Президента РФ, или постановлением Правительства РФ, и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

Под техническим регламентом понимается документ, устанавливающий обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования.

Технический регламент может быть принят:

- международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством;
- межправительственным соглашением;
- федеральным законом;
- указом Президента Российской Федерации;
- постановлением Правительства Российской Федерации.

Технические регламенты принимаются в целях:

- обеспечения безопасности жизни, здоровья и имущества граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Принятие технических регламентов в иных целях не допускается.

Объектами технических регламентов являются:

- продукция;
- связанные с требованиями безопасности к продукции процессы ее проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Технический регламент должен содержать необходимые требования к указанным объектам, обеспечивающие выполнение целей технического регламента. Состав этих требований является исчерпывающим, и они имеют прямое действие на всей территории Россий-

ской Федерации. Требования, не включенные в технические регламенты, не являются обязательными для исполнения и применения. Иными словами, в технических регламентах концентрируются все требования, обеспечивающие безопасность и направленные на защиту прав приобретателей.

Признаками классификации, по которым могут подразделяться технические регламенты, являются:

- способ установления требований;
- область распространения.

По первому признаку – способу установления требований – технические регламенты подразделяют на предписывающие и основополагающие.

*Предписывающие технические регламенты* содержат конкретные требования к продукции. При установлении требований в предписывающих технических регламентах непосредственно в виде конкретных характеристик может возникнуть ряд проблем: перегруженность деталями, уязвимость при пересмотре международных требований, сложность и длительность внесения изменений.

В международной практике широкое применение нашел второй способ задания требований в технических регламентах – в виде общих требований, выраженных в том числе и качественными характеристиками. Конкретные числовые характеристики устанавливаются путем ссылок на стандарт или свод правил. Такие технические регламенты получили название *основополагающих*. Они являются наименее ограничительной формой регулирования торговли и наиболее эффективны в формировании единого рыночного пространства, о чем свидетельствует опыт стран – участников ЕС и АТЭС.

Указанный подход обеспечивает гибкость технических регламентов, с одной стороны, и возможность реализации субъектами регулирования конкретных апробированных решений – с другой. Пример таких регламентов – европейские директивы, разрабатываемые в рамках нового и глобального подходов.

Основное преимущество основополагающих технических регламентов заключается в возможности принятия разных технических решений при условии, что результаты оценки соответствия будут эквивалентными, обеспечивая тем самым гибкость для изготовителей, которые могут демонстрировать соответствие достигнутых результатов и внедрять новые технологии.

По второму классификационному признаку, т. е. в зависимости от области распространения, технические регламенты условно могут быть подразделены:

- на общие (горизонтальные);
- специальные (вертикальные);
- макроотраслевые.

Общие (горизонтальные) технические регламенты разрабатываются на широкие группы продукции по вопросам обеспечения одного или нескольких видов безопасности. Иногда, имея в виду, что общие технические регламенты охватывают широкие группы продукции, их называют горизонтальными.

Общие технические регламенты принимаются, в частности, по вопросам пожарной, биологической, экологической, ядерной и радиационной безопасности, электромагнитной совместимости и др.

Специальные (вертикальные) технические регламенты разрабатывают по отдельным видам продукции, для которых существуют специфические виды риска причинения вреда, превышающего степень риска, учтенной общим техническим регламентом.

Кроме того, в практике технического регулирования выделяют макроотраслевые технические регламенты, которые связывают общие технические регламенты и специальные.

## **7.7. Защита от глобальных опасностей**

Защита человека и природы от глобального негативного воздействия техносферы носит во многом правовой характер. Она основана, прежде всего, на принятии различных международных соглашений, протоколов и конвенций, направленных на регламентацию деятельности мирового содружества по снижению негативного влияния техносферы на природу и человека.

Начиная с 1970-х гг., в мире развернулось движение, направленное на решение проблем защиты (охраны) окружающей среды. К основным направлениям защиты ОС от глобального воздействия техносферы относят следующие процессы:

- перенос загрязнений атмосферного воздуха на большие расстояния;
- закисление окружающей среды, обусловленное кислотными осадками;
- парниковый эффект и потепление климата;

- разрушение озонового слоя;
- воздействие тропосферного озона;
- радиоактивное загрязнение атмосферы, гидросферы и литосферы;
- загрязнение околоземного космического пространства.

#### *Перенос загрязнений на большие расстояния*

Загрязнение воздуха означает введение человеком, прямо или косвенно, веществ или энергии в воздушную среду, влекущее за собой вредные последствия такого характера, как угроза здоровью людей, нанесение вреда живым ресурсам, экосистемам и материальным ценностям, а также нанесение ущерба ценности ландшафта или помехи другим законным видам использования окружающей среды. Определение *загрязнители воздуха* понимается соответствующим образом.

Многие загрязняющие вещества (аэрозоли, оксиды серы, ДДТ и др.) могут переноситься в атмосфере на большие расстояния.

После Чернобыльской катастрофы, показавшей практическую необходимость использования прогностических методов, которые учитывают процессы переноса, миграции и накопления в континентальном и глобальном масштабах, в исследованиях по переносу участвуют МАГАТЭ и Европейская экономическая комиссия (ЕЭК) ООН.

Для оценки этих событий используются математические модели переноса, трансформации, циркуляции потенциально опасных веществ в атмосфере и их последующего выпадения на поверхность Земли.

С целью наведения международного порядка в 1979 г. под эгидой ЕЭК разработана и принята Конвенция «О трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния». Конвенция имеет чрезвычайное значение для улучшения экологической обстановки на европейском континенте.

*Трансграничное загрязнение воздуха на большие расстояния* означает загрязнение воздуха, физический источник которого находится полностью или частично в пределах территории, находящейся под национальной юрисдикцией одного государства, и отрицательное влияние которого проявляется на территории, находящейся под юрисдикцией другого на таком расстоянии, что в целом невозможно определить долю отдельных источников или групп источников выбросов.

*Кислотный дождь* – все виды метеорологических осадков – дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, при которых наблюдается понижение рН дождевых осадков из-за загрязнений воздуха кислотными оксидами (обычно – оксидами серы и азота).

Даже нормальная дождевая вода имеет слабокислую реакцию из-за наличия в воздухе диоксида углерода. А кислотный дождь образуется в результате реакции между водой и такими загрязняющими веществами, как оксид серы и различными оксидами азота. Эти вещества выбрасываются в атмосферу автомобильным транспортом, в результате деятельности металлургических предприятий, тепловых электростанций.

Соединения серы, сульфид, самородная сера и другие содержатся в углях и в руде (особенно много сульфидов в бурых углях, при сжигании или обжиге которых образуются летучие соединения – оксид серы IV (сернистый ангидрид), оксид серы VI (серный ангидрид), сероводород – образуется в малых количествах при недостаточном обжиге или неполном сгорании, при низкой температуре. Различные соединения азота содержатся в углях, особенно в торфе, так как азот, как и сера, входит в состав биологических структур, из которых образовались эти полезные ископаемые.

При сжигании таких ископаемых образуются оксиды азота. Вступая в реакцию с водой атмосферы (часто под воздействием солнечного излучения, так называемые «фотохимические реакции»), они превращаются в растворы кислот – серной, сернистой, азотистой и азотной. Затем вместе со снегом или дождем они выпадают на землю.

В 1985 г. подписан Протокол по сокращению выбросов соединений серы или их трансграничных потоков. Обязательства России по Протоколу должны были быть выполнены к 1993 г. Россия выполнила их досрочно к 1989 г. благодаря переводу топливно-энергетического комплекса на природный газ.

В 1994 г. Россия подписала еще один Протокол относительно дальнейшего сокращения выбросов серы. Обязательства по этому Протоколу предусматривали уменьшение выбросов серы на Европейскую территорию России по отношению к уровню 1980 г. на 38 % к 2000 г. и на 40 % – к 2005–2010 гг. Эти обязательства были фактически выполнены раньше, чем планировалось, – уже к 1991 г.

В 1988 г. подписан Протокол об ограничении выбросов оксидов азота или их трансграничных потоков. Согласно Протоколу, не позднее 31 декабря 1994 г. эти выбросы не должны были превышать уровень го-

довых национальных выбросов за 1987 г. Это обязательство также выполнено Россией досрочно к 1991 г. за счет спада производства.

*Парниковый эффект* (оранжерейный эффект) атмосферы – свойство атмосферы пропускать солнечную радиацию, но задерживать земное излучение и тем самым способствовать аккумуляции тепла Землей. Земная атмосфера сравнительно хорошо пропускает коротковолновую солнечную радиацию, которая почти полностью поглощается земной поверхностью, так как альbedo (характеристика отражательной (рассеивающей) способности поверхности) земной поверхности в общем мало. Нагреваясь за счет поглощения солнечной радиации, земная поверхность становится источником земного, в основном длинноволнового, излучения, прозрачность атмосферы для которого мала и которое почти полностью поглощается в атмосфере. Благодаря парниковому эффекту при ясном небе только 10–20 % земного излучения может, проникая сквозь атмосферу, уходить в космическое пространство.

Важной вехой в мировой экологической политике, направленной на стабилизацию выбросов парниковых газов была третья сессия Конференции сторон – участников рамочной конвенции по изменению климата ООН в Киото (Япония) в 1997 г. Протокол, подписанный в Киото (Киотский протокол), явился, несомненно, событием в мировой экологической политике. Основные предпосылки и позиции Протокола сводятся к следующему.

Поскольку использование невозобновляемых ресурсов, которые являются ограниченными, растет экспоненциально, так же как и население Земли, их использование должно находиться в состоянии равновесия с возможностями воспроизводства и переработки отходов экосистем. Для большинства малых газовых составляющих в атмосфере возможность переработки уже сейчас меньше желаемой.

*Загрязнение околоземного космического пространства* (ОКП). К настоящему времени бесконтрольное использование ОКП привело к его загрязнению огромным количеством мусора, состоящего из используемых технических средств. Под космическим мусором подразумеваются все искусственные объекты и их фрагменты в космосе, которые уже неисправны, не функционируют и никогда более не смогут служить никаким полезным целям, но являющиеся опасным фактором воздействия на функционирующие космические аппараты, особенно пилотируемые.

В некоторых случаях, крупные или содержащиеся на борту опасные (ядерные, токсичные и т. п.) материалы объекты космического мусора могут представлять прямую опасность и для Земли – при их неконтролируемом сходе с орбиты, неполном сгорании при прохождении плотных слоев атмосферы Земли и выпадении обломков на населенные пункты, промышленные объекты, транспортные коммуникации и т. п.

Опасность этого мусора уже начали осознавать специалисты в области космических аппаратов, поскольку столкновение с ним в космосе стало реальной угрозой. Фрагменты космического мусора накапливаются на высотах более 400 км; они занесены в соответствующий каталог и за ними ведется постоянное слежение. Сейчас в ОКП находится (по данным из разных источников) от 6 до 8 тыс. каталогизированных объектов искусственного происхождения размером более 10 см, наблюдаемых с Земли. Более половины каталогизированных объектов в ОКП являются следствием взрывов космических аппаратов и ступеней ракетносителей.

Существует, однако, большое количество мелких осколков (менее 10 см), поток которых на много порядков превышает поток естественных метеорных тел. Это десятки тысяч фрагментов менее 10 см и сотни тысяч более мелких (менее 1 см) осколков космического мусора. Согласно прогнозам, при нынешних темпах загрязнения суммарное количество твердых частиц размером более 1 см вырастет за 100 лет более чем в 2 раза.

Знание свойств ОКП необходимо для обеспечения надежной работы космических систем и безопасности космонавтов.

Выделяют следующие виды воздействия человека на ОКП:

- выброс химических веществ в результате работы ракетных двигателей;
- загрязнение твердыми фрагментами, космическим мусором (отработавшими спутниками, элементами стыковочных узлов, разгонными блоками и т. п.);
- проникновение загрязняющих веществ из приземной атмосферы;
- радиоактивное загрязнение и жесткое излучение от ядерных энергетических установок, используемых на космических аппаратах.

Наиболее опасным, с точки зрения изменения свойств ОКП, считают выброс химических веществ. Специалисты считают, что сохранение ОКП как внешней защиты оболочки Земли возможно только

при ограничении числа пусков и принципиального изменения конструкций технических средств и методов выведений космических аппаратов на орбиту.

В число мер по снижению техногенного воздействия на ОКП входят:

- полный отказ от санкционированного подрыва отработавших космических аппаратов на орбите;

- оптимизация схем выведения на орбиту космических аппаратов с использованием промежуточных орбит, снижающих негативные последствия запуска;

- повышение сроков активного существования и точности стабилизации космических аппаратов;

- перевод отработавших космических аппаратов на орбиты «захоронения», расположенные выше области геостационара и др.

Есть основания считать, что при несоблюдении этих мер ОКП может оказаться полностью разрушенным.

## **7.8. Минимизация антропогенно-техногенных опасностей**

При анализе воздействий потоков, создаваемых человеком как личностью, следует иметь в виду, что негативное влияние собственно человека на природу и общество ограничено потреблением природных ресурсов, его незначительной физической силой и естественными отходами. Даже в условии демографического взрыва это влияние не представляет пока серьезной угрозы для человечества и природы нашей планеты.

Однако антропогенное негативное воздействие, возникающее из-за вероятных ошибочных действий операторов технических систем или из-за преднамеренных отрицательных действий человека, обычно многократно усиливается компонентами техносферы, что и приводит к серьезным авариям и катастрофам (ЧАЭС, крушение танкеров, разрушение зданий торгового центра в Нью-Йорке в 2001 г. и т. п.).

Длительное влияние антропогенного загрязнения может быть бессимптомным, но тем не менее приводит к раннему возникновению процессов старения и сокращению продолжительности жизни. Длительное бессимптомное влияние антропогенного загрязнения в конечном счете может закончиться выраженной клинической картиной заболевания или состояния (онкологическими заболеваниями).

Но более заметна и достаточно ущербна негативная антропогенная деятельность при обращении с огнем и химическими веществами, бытовыми отходами. Место возникновения и время реализации антропогенных и антропогенно-техногенных опасностей, как правило, предопределить довольно трудно. Очевидно только одно: там, где есть человек, там может возникнуть опасная ситуация.

Минимально опасное взаимодействие человека с техникой достигается как за счет совершенствования техники, так и за счет учета антропометрических особенностей человека, сохранения его работоспособности правильным выбором режимов труда и отдыха; обучения и профессионального отбора.

В соответствии с законодательством РФ работодатель обязан обеспечить инструктаж, обучение и проверку знаний работником норм, правил и инструкции по охране труда. Предусмотрено проведение пяти видов инструктажа.

При поступлении на работу отдел охраны труда проводит вводный инструктаж.

Перед первичным допуском к работе все принятые (в том числе учащиеся, проходящие производственную практику) непосредственно на рабочем месте проходят первичный инструктаж по охране труда. Рабочие допускаются к самостоятельной работе только после проверки теоретических знаний и приобретенных навыков безопасных способов работы.

После начала самостоятельной работы все работники не реже чем раз в полгода проходят повторный инструктаж.

Внеплановый инструктаж проводят в следующих случаях:

- при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;
- изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- нарушении работающими или учащимися требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению;
- перерывах в работе – для работ, к которым предъявляют дополнительные (повышенные) требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ – 60 дней;
- по требованию органов надзора.

Целевой инструктаж проводят при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовых работы вне предприятия, цеха и т. п.); при ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; производстве работ, на которые оформляются наряд-допуск, разрешение и другие документы; проведении экскурсий на предприятии, организации массовых мероприятий с учащимися (экскурсии, походы, спортивные соревнования и др.).

Минимизация антропогенно-техногенных опасностей достигается, если на объектах экономики используется только квалифицированный персонал. С этой целью на предприятиях создается специальная система обучения работников. Обучению и проверке знаний подлежат:

– руководители и специалисты предприятий, а также лица, занимающиеся предпринимательской деятельностью, связанные с организацией, руководством и проведением работы непосредственно на рабочих местах и производственных участках с осуществлением надзора и технического контроля за проведением работ;

– инженеры и педагогические работники профессиональных образовательных учреждений.

Отдельными нормативно-правовыми актами по охране труда предусмотрены дополнительные требования к обеспечению безопасности для работ, к которым предъявляются повышенные требования безопасности и установлен особый порядок допуска работников к их выполнению. К таким работам относят эксплуатацию и ремонт электроустановок, котлов, сосудов, работающих под давлением, обслуживание газового хозяйства, грузоподъемных машин и лифтов, выполнение верхолазных, электрогазосварочных, погрузочно-разгрузочных операций, деятельность, связанная с применением радиоактивных веществ, взрывчатых материалов, пиротехнических средств. Работники, которые допускаются к работам повышенной опасности, должны проходить предварительный и периодический медицинские осмотры в медицинском учреждении.

Профессиональный отбор операторов во многом связан с оценкой их профессиональной совместимости с технической системой. К операторам технических систем предъявляются особые требования.

Основными характеристиками человека-оператора являются *быстродействие, точность, надежность*. Оценкой быстродействия оператора является время решения задачи, т. е. время от момента по-

явления сигнала до момента окончания управляющих воздействий. Вместе с показателями быстродействия технических элементов системы «человек – машина» этот показатель определяет быстродействие всей системы. Оценкой его является время прохождения информации по замкнутому кругу человек – машина.

Общими качествами в деятельности всех операторов являются:

– сбор, оценка и переработка информации о технических средствах, технологических и других процессах, динамических (изменяющихся) объектах;

– принятие на основе оценки информации соответствующих операторских решений; действия по реализации операторских решений;

– контроль результативности.

Для характеристики надежности человека-оператора рекомендуется использовать такие свойства системы: безотказность, безошибочность, своевременность, готовность, восстанавливаемость.

Показатель *безотказности* определяет свойства оператора сохранять заданный уровень работоспособности в течение некоторого времени до наступления устойчивого его отказа в продолжение деятельности. *Безошибочность* характеризуется мерой устойчивой работоспособности на протяжении заданного рабочего цикла и выражается на уровне как отдельной операции, так и алгоритма в целом. *Восстанавливаемость* отражает скорость и полноту восстановления требуемого уровня работоспособности при наступлении временных отказов в деятельности. Введение этого показателя связано также с возможностью самоконтроля оператором своих действий и исправлением допущенных ошибок.

Показатель *своевременности* действия оператора основан на оценке продолжительности, скорости достижения определенной цели, нарушение которых рассматривается как ошибка. Но в ряде случаев, например, при выполнении циклических заданий, показатель продолжительности или количества рабочих циклов в единицу времени имеет самостоятельное значение. Несвоевременное решение задачи может иметь место также при исправлении допущенных ошибок.

*Готовность*, т. е. способность переходить в рабочее состояние в нужный момент, рассматривается как самостоятельный компонент надежности. В психологическом плане состояние готовности отражает процесс осознания целей деятельности, осмысливания и оценки условий предстоящих действий, актуализации опыта в решении анало-

гичных задач, прогнозирования собственных возможностей, мобилизации сил в соответствии с условиями и целями деятельности.

Одним из наиболее важных и сложных является вопрос о критериях *надежности* человека. Поиск этих критериев предполагает изучение не только задействованных, но и потенциальных качеств человека, анализ его резервов, которые изменяются в процессе жизни и деятельности. Сложности обуславливаются ограниченной возможностью использования для этой цели аналитических данных и необходимостью учета динамического взаимодействия ансамбля функций. Чрезвычайно трудным является также выявление степени устойчивости той или иной функции, качества, свойства человека-оператора.

Надежность человека-оператора нельзя охарактеризовать на основе количественных показателей, которые используются для оценки технических систем. Только после качественного анализа трудового процесса, выявления его наиболее сложных и «ранимых» этапов, изучения структуры деятельности и отдельных действий представляется возможным произвести количественную оценку надежности. Для этого используются следующие критерии:

- число заданий, выполняемых без ошибок;
- число ошибок за определенный промежуток времени или отрезок деятельности;
- среднее рабочее время между двумя ошибками;
- вероятность работы без ошибок в течение определенного промежутка времени или отрезка деятельности.

Возрастающее значение особенностей функциональных состояний человека в обеспечении успешности операторской деятельности обуславливают необходимость использования понятия функциональной надежности при изучении и оценке роли человека в системах управления.

*Функциональная надежность* – это свойство функциональных систем человека-оператора обеспечивать его динамическую устойчивость в выполнении профессиональной задачи в течение определенного времени с заданным качеством. Данное свойство проявляется в адекватном требованиям деятельности уровне развития профессионально значимых психических и физиологических функций и механизмов их регуляции в нормальных и экстремальных условиях.

Функциональная надежность имеет двойное смысловое содержание:

1) с помощью этого понятия определяется относительно самостоятельная и важная роль в обеспечении профессиональной надежности состояния функциональных систем организма, его профессионально важных функций;

2) это понятие отражает значение надежности, устойчивости функций организма в условиях профессиональной деятельности, степени адекватности их реагирования на условия и содержание рабочего процесса, уровня гомеостатической и адаптивной регуляции организма в условиях воздействия внешних и внутренних факторов деятельности. Иначе говоря, понятие функциональной надежности отражает характер энергетического и информационного приспособления человека к процессу управления объектом.

Проблема функциональной надежности человека-оператора основывается на изучении таких аспектов, как устойчивость профессионально значимых психологических и физиологических качеств и функций человека, его работоспособности, влияния измененных функциональных состояний и организации деятельности (режимов, нагрузок и т. п.) на рабочие показатели оператора, значение индивидуально-психологических характеристик личности на формирование и сохранение профессиональной надежности и т. д.

Таким образом, разделение надежности по производственному и функциональному признаку обеспечивает целостный подход к анализу эффективности деятельности человека-оператора.

*Подготовка инженерно-технических работников (ИТР).* Для успешной реализации мер по сохранению жизни и здоровья людей, работающих и проживающих в условиях техносферы, значительную роль, если не сказать определяющую, играет уровень знаний каждого человека об опасностях окружающего мира и способах защиты от них.

Ныне действующая система подготовки учащихся средних школ, обучающихся в вузах, а также специалистов в области безопасности и защиты окружающей среды создана в России в 1990-е гг. XX в. Сегодня она включает изучение курса «Основы безопасности жизнедеятельности» (ОБЖ) учащимися средней школы и дисциплин «Безопасность жизнедеятельности» и «Экология» учащимися вузов, а также подготовки ИТР по направлениям «Безопасность жизнедеятельности» и «Защита окружающей среды». В настоящее время она ведется в более чем 200 вузах страны. В вузах педагогического профиля ведут подготовку учителей курса ОБЖ.

*Подготовка научных работников.* Научные организации и высшие учебные заведения страны постоянно ведут подготовку кандидатов и докторов наук для человеко-природозащитной деятельности. В номенклатуре научных специальностей высшей аттестационной комиссии есть две группы: 03.00.15 «Экология» и 05.26.00 «Безопасность деятельности человека».

В последнее десятилетие только по группе специальностей 05.26.00, включающей специальности: 05.26.01 «Охрана труда», 05.26.02 «Безопасность в ЧС», 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность», были успешно выполнены, защищены и утверждены ВАК более 120 диссертаций на соискание степени доктора наук.

В настоящее время в России организованы и ведут работу более 60 диссертационных Советов по направлению 05.26.00 «Безопасность деятельности человека» и около 30 Советов по направлению 03.00.15 «Экология».

Защита здоровья и окружающей среды – острый вопрос нашей повседневной жизни. Из-за чрезмерной загазованности разрушается озоновый слой и возникает парниковый эффект. А это несет за собой очень масштабные проблемы в виде глобального потепления, а последствия просто неисправимы и очень страшны. А проблемы со здоровьем есть почти у каждого, и мало кто задумывается над истинной причиной своих заболеваний. А ведь нужно устранять причину их появления, а не последствия. Помимо этого, существует немало травмоопасных и опасных для здоровья профессий, и необходимо знать меры предосторожности и технику безопасности, чтобы обезопасить себя.

### **Контрольные вопросы**

1. Наилучшие из достигнутых современных технологий (НИДСТ).
2. Стратегия малоотходного производства.
3. Системы рассеивания выбросов.
4. Методы очистки стоков.
5. Принципы обращения с радиоактивными отходами.
6. Функционирования РСЧС.
7. Защита гидросферы от вредных сбросов.
8. Критерий надежности человека.
9. Основными характеристиками человека-оператора.
10. Минимизация антропогенно-техногенных опасностей.

## МОДУЛЬ 4

### ГЛАВА 4. МОНИТОРИНГ ОПАСНОСТЕЙ И ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ РЕАЛИЗОВАННЫХ ОПАСНОСТЕЙ

#### ЛЕКЦИЯ 8. МОНИТОРИНГ ОПАСНОСТЕЙ

8.1. Мониторинг.

8.2. Мониторинг источников опасностей.

8.2.1. Специальная оценка условий труда.

8.2.2. Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

8.3. Мониторинг здоровья работающих и населения.

8.4. Мониторинг окружающей среды.

#### 8.1. Мониторинг

*Мониторинг* – систематический сбор и обработка информации, которая может быть использована для улучшения процесса принятия решения, а также косвенно для информирования общественности или прямо как инструмент обратной связи в целях осуществления проектов, оценки программ или выработки политики. Он несет одну или более из трех организационных функций:

– выявляет состояние критических или находящихся в состоянии изменения явлений окружающей среды, в отношении которых будет выработан курс действий на будущее;

– устанавливает отношения со своим окружением, обеспечивая обратную связь, в отношении предыдущих удач и неудач определенной политики или программ;

– устанавливает соответствия правилам и контрактным обязательствам.

В международных отношениях под мониторингом понимают деятельность международных организаций по контролю за исполнением государствами своих обязательств по международным договорам. Мониторинговые механизмы могут быть различного характера: к ним относятся, например, Европейский суд по правам человека, международное наблюдение за выборами и т. д.

Наиболее близкий русский эквивалент слова мониторинг – отслеживание. Термины контроль, надзор, присмотр, пригляд, которые иногда указывают в качестве синонимов, имеют несколько другое значение.

В технической диагностике под мониторингом понимают непрерывный процесс сбора и анализа информации о значении диагностических параметров состояния объекта.

### *Системы мониторинга*

Система наблюдения и оценки состояния опасностей, их влияния на человека и природу весьма многообразна. Она включает:

- объектовый и аэрокосмический мониторинг источников опасностей; контроль безопасности оборудования и продукции, неразрушающий технический контроль, аттестацию рабочих мест;
- мониторинг здоровья работающих и населения (оценка воздействия на человека опасных факторов техносферы, таких как вибрация, шум, ЭМП и ЭМИ, радиация и др.);
- мониторинг окружающей среды (глобальный, государственный, региональный, локальный, фоновый).

## **8.2. Мониторинг источников опасностей**

Организация мониторинга источников (МИ) загрязнения на объектах осуществляется с целью получения оперативной и систематической информации о состоянии окружающей среды, а также для обеспечения технологической и экологической безопасности на самих контролируемых объектах. По данным МИ, можно оценивать не только собственно параметры окружающей среды, но и косвенно судить по их характеристикам о работоспособности, а также о характере режима функционирования (штатный или аварийный) технологического оборудования на объекте, являющегося главным источником опасности для его персонала и проживающего вокруг населения.

Мониторинг выбросов промышленных предприятий и транспортных средств сводится к определению их фактической величины и сопоставлению ее с величиной предельно допустимого выброса (ПДВ). Применительно к промышленным предприятиям правила установления ПДВ определены ГОСТ 17.2.3.02–2014 «Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промыш-

ленными предприятиями» контролю подлежат выбросы, поступающие от дымовых труб, вытяжных систем плавильных и разливных агрегатов, сушильных установок, нагревательных и электротермических печей кузнечно-прессовых и термических цехов, шихтовых дворов, участков очистки и обрубки отливок, участков приготовления формовочных и стержневых смесей, цехов механической обработки материалов, сварочных постов и оборудования для резки металлов и сплавов, отделений для нанесения химических, электрохимических и лакокрасочных покрытий и др.

Организация МИ наиболее наглядно может быть показана на примерах опасных промышленных объектов (ОПО).

Категория опасности предприятия (КОП) имеет первостепенное значение для организации мониторинга источников загрязнения и во многом определяет его задачи.

Категория опасности предприятия оценивается суммой категорий опасности загрязняющих веществ. Предприятия при этом делятся на четыре категории опасности:

- особо опасные (1-я категория) – при КОП  $> 1\,000\,000$ ;
- опасные (2-я категория) – при КОП от 10 000 до 1 000 000;
- малоопасные (3-я категория) – при КОП от 1000 до 10 000;
- практически безопасные (4-я категория) – при КОП  $< 1000$ .

Предприятия 1-й категории опасности относительно малочисленны. Но они имеют или высокие значения массы выбросов и/или выбросы загрязняющих веществ 1-го класса опасности. К ним, в первую очередь, относят объекты, связанные с производством, хранением, переработкой и уничтожением АХОВ, высокотоксичных промышленных отходов и отравляющих веществ.

Для повышения надежности система мониторинга ОПО обычно дублируется:

- на подсистему автоматических приборов контроля загрязняющих веществ;
- подсистему пробоотбора и лабораторного анализа проб, взятых вблизи источника загрязнения.

Обе подсистемы работают во взаимодействии, дополняя друг друга и увеличивая эффективность и надежность всей системы в целом.

Характерной особенностью мониторинга источников загрязнения на особо опасном объекте является сочетание двух одновременно решаемых задач: обеспечение безопасности персонала и окружающей среды.

*Мониторинг источников опасности* имеет широкое распространение, поскольку Ростехнадзором в Едином государственном реестре ОПО (опасных производственных объектов) зарегистрировано свыше 233 000 опасных производственных объектов, 29 000 гидротехнических сооружений, 40 000 – АЗС, в том числе около 8 000 взрывоопасных и пожароопасных объектов, 150 000 км магистральных газопроводов, 62 000 км нефтепроводов, 25 000 км продуктопроводов, 30 000 водохранилищ, несколько сотен накопителей промышленных стоков и отходов, 60 крупных водохранилищ емкостью более 1 млрд м.

В отдельных случаях мониторинг источников проводят с применением аэрокосмической техники и методов неразрушающего контроля технических систем.

*Аэрокосмический мониторинг.* Для мониторинга протяженных объектов (так называемых линейных объектов, у которых размеры по одной координате значительно больше, чем по другой, – трасс железных и шоссейных дорог, нефте-, газопроводов) и объектов, занимающих большие площади, применение методов наземного мониторинга требует слишком большого числа участников и аппаратуры, что усложняет систему временной синхронизации измерений и требует больших материальных затрат. Поэтому для проведения мониторинга таких объектов используют систему комплексов дистанционного зондирования. К ней относят:

- искусственные спутники Земли (ИСЗ);
- высотные самолеты-лаборатории (высоты полетов  $H > 1...2$  км);
- низколетающие самолеты-лаборатории ( $H \gg 50...100$  м);
- вертолетные лаборатории.

Фотографические снимки объектов и территорий с космических аппаратов дистанционного зондирования Земли являются одним из наиболее эффективных источников информации об объектах и территориях.

Для решения задач аэрокосмического мониторинга могут использоваться космические снимки с различных космических аппаратов ДЗЗ, различного спектрального диапазона и разрешения. Выбор необходимых снимков определяется особенностями решаемых тематических задач.

Для исследования состояния природных ресурсов и решения экологических задач в России и за рубежом используется ИСЗ (искусственный спутник земли) и большое число различных типов самолетов-лабораторий.

Использование ИСЗ, летающих на высотах 300...600 км, для экологического контроля имеет определенные ограничения из-за наличия облачности над снимаемым районом и узкой полосы съемки с высоким разрешением относительно межвиткового расстояния (150 км). Для большинства ИСЗ проход над одним и тем же районом занимает обычно двухнедельный период, в течение которого могут существенно измениться состояние облачности и наземная ситуация (например, в случае наводнения). Поэтому при проведении дистанционного мониторинга следует опираться на аэромониторинг и привлекать материалы космической съемки, когда она позволяет дополнительно получить необходимую информацию.

**Самолетные средства дистанционного зондирования** более мобильны по сравнению с ИСЗ. Они также дают больший объем информации и в целом ряде случаев позволяют получить данные с высоким пространственным разрешением. Следует отметить, что аппаратура дистанционного зондирования предназначена в основном для картирования характеристик подстилающей поверхности и редко используется для так называемых трассовых измерений, которые дают информацию о поверхности только по одной координате – вдоль линии полета и в фиксированной полосе сбора информации по другой координате.

По разрешающей способности съемки с ИСЗ приближаются к съемкам с борта высотных самолетов – лабораторий: черно-белые снимки высокого разрешения (2 м) в полосе 18 км, а с разрешением 3...5 м – в полосе 37,5 км (ИСЗ серии «Космос»).

Съемки с вертолетов имеют ограничения из-за сильных колебаний, что не позволяет проводить качественную фотосъемку. Вертолеты используются обычно для проведения телевизионной съемки. Таким образом, дистанционная съемка с борта самолетов-лабораторий является в большинстве случаев основным вариантом для целей мониторинга.

Высотная аэрокосмическая съемка позволяет определить и картографировать следующие явления:

- загрязнение нефтепродуктами и некоторыми цветоконтрастными веществами (торф, взвеси почвы и грунта, буровые растворы для нефте- и газодобычи и др.) водных акваторий;
- разлив нефти по поверхности;
- заболевание деревьев в лесах;

- территории лесных пожаров с выделением выгоревших зон и зон горения;
- затопления и подтопления.

*Линейные объекты* – трассы железных и шоссейных дорог, трассы нефте-, газо- и других продуктопроводов, каналы, ЛЭП требуют систематического наблюдения и контроля для обеспечения их безопасной эксплуатации. Для контроля трасс нефте- и газопроводов и дорог с целью определения их безопасности и экологических характеристик контроль следует проводить 2–3 раза в год – в период наиболее сильных деформаций грунта во время весеннего и осеннего оттаивания и замерзания, а также летнего паводка.

*Неразрушающий контроль.* Для наблюдения за состоянием сложных и энергоемких технических систем (элементы конструкции атомных реакторов, подземные нефте- и газопроводы и т. п.) активно разрабатывают и применяют средства неразрушающей диагностики. Основное преимущество такого метода контроля состоит в возможности выявления дефектов конструкций непосредственно в процессе их эксплуатации и при профилактических осмотрах. Средства и методы неразрушающего контроля весьма эффективны и экономически целесообразны.

*Неразрушающий контроль (НК)* – контроль надежности и основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов/узлов, не требующий выведение объекта из работы либо его демонтажа.

Основными методами неразрушающего контроля являются:

- магнитный;
- электрический;
- вихретоковый;
- акустический;
- радиационный;
- тепловой;
- радиоволновой;
- оптический;
- проникающими веществами.

Существует также и понятие разрушающего контроля. Например, точно измерить прочность на разрыв какого-то объекта можно только путем приложения разрушающей нагрузки, после чего объект уже не будет пригоден к использованию. Такой контроль обычно применяют только к нескольким объектам из партии, чтобы опреде-

лить отсутствие в партии нарушения технологий, влияющих на проверяемые параметры. Такой контроль весьма затратен экономически. К разрушающему контролю можно отнести краш-тесты автомобилей.

Для наблюдения за состоянием сложных и энергоемких технических систем (элементы конструкции атомных реакторов, подземные нефте- и газопроводы и т. п.) активно разрабатываются и применяются средства неразрушающей диагностики. Основное преимущество такого метода контроля состоит в возможности выявления дефектов конструкций непосредственно в процессе их эксплуатации и при профилактических осмотрах. Средства и методы неразрушающего контроля весьма эффективны и экономически целесообразны.

*Контроль безопасности оборудования и продукции.* Для исключения эксплуатации оборудования, не соответствующего требованиям безопасности, производится соответствующая проверка оборудования как перед его первичным задействованием, так и в процессе эксплуатации. Применительно к оборудованию повышенной опасности проводят специальные освидетельствования и испытания.

При поступлении нового оборудования и машин на предприятие они проходят входную экспертизу на соответствие требованиям безопасности. Экспертизу проводят с привлечением механика того подразделения (цеха), где оборудование планируют использовать. В проверке энергетических систем участвуют также главный энергетик и энергетик указанного выше подразделения. В случае если оборудование не соответствует предъявляемым требованиям, оно не допускается к использованию, при этом составляется рекламация в адрес завода-изготовителя.

Ежегодно главный механик проверяет состояние всего парка станков, машин и агрегатов цеха. Особое внимание уделяется компрессорным устройствам, грузоподъемному оборудованию, лифтам, газопроводам и т. п.

При постановке новой продукции на производство устанавливают режим, позволяющий обеспечить выполнение всех действующих требований безопасности и экологичности.

Проверка новых технических решений, обеспечивающих достижение новых потребительских свойств продукции, должна осуществляться при помощи лабораторных, стендовых и других исследовательских испытаний моделей, макетов, натуральных составных частей изделий и экспериментальных образцов продукции в целом в условиях, имитирующих реальные условия эксплуатации.

Опытные образцы (опытную партию) или единичную продукцию (головной образец) подвергают приемочным испытаниям в соответствии с действующими стандартами или типовыми программами и методиками испытаний, относящихся к данному виду продукции. При отсутствии стандартов или недостаточной их полноте испытания проводят по программе и методике, подготовленными разработчиком и согласованными с заказчиком или одобренными приемочной комиссией. В приемочных испытаниях вправе принять участие изготовитель и органы, осуществляющие надзор за безопасностью, охраной здоровья и природы, которые должны быть заблаговременно информированы о предстоящих испытаниях.

Оценку выполненной разработки и принятие решения о производстве и (или) применении продукции проводит приемочная комиссия, в состав которой входят представители заказчика (основного потребителя), разработчика, изготовителя. При необходимости к работе комиссии могут быть привлечены эксперты сторонних организаций, а также органы, осуществляющие надзор за безопасностью техники, охраной здоровья и природы.

### **8.2.1. Специальная оценка условий труда**

С 1 января 2014 года работодатели обязаны проводить специальную оценку условий труда (Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. № 426–ФЗ «О специальной оценке условий труда»; далее – Закон № 426–ФЗ). Эта процедура введена вместо аттестации рабочих мест и во многом ее повторяет. Тем не менее есть и ряд особенностей, которые необходимо учитывать работодателю, чтобы избежать административной ответственности (ч. 2 ст. 5.27.1 КоАП РФ).

Рассмотрим порядок проведения спецоценки подробнее.

*Шаг 1.* Издать приказ об образовании комиссии по проведению специальной оценки условий труда

Приняв решение о проведении специальной оценки условий труда, руководитель организации должен издать соответствующий приказ, определив в нем состав комиссии по проведению такой спецоценки, включая руководителя, а также порядок ее деятельности. При этом число членов комиссии должно быть нечетным, а в ее состав обязательно следует включить специалиста по охране труда (ч. 1–2 ст. 9 Закона № 426–ФЗ). Главой комиссии, как правило, назначается генеральный директор (ч. 4 ст. 9 Закона № 426–ФЗ).

*Шаг 2.* Утвердить перечень рабочих мест для проведения специальной оценки

Перечень рабочих мест, в отношении которых должна быть проведена спецоценка, в том числе и аналогичных, определяется созданной работодателем комиссией.

Специальная оценка при наличии аналогичных рабочих мест проводится только в отношении 20 % от их общего числа, но в любом случае их должно быть больше двух (ч. 1 ст. 16 Закона № 426–ФЗ). Результаты спецоценки при этом применяются ко всем аналогичным рабочим местам.

*Аналогичные рабочие места* – рабочие места, которые расположены в одном или нескольких однотипных производственных помещениях, оборудованных одинаковыми или однотипными системами вентиляции, кондиционирования воздуха, отопления и освещения, на которых работники работают по одной и той же профессии, должности, специальности, осуществляют одинаковые трудовые функции в одинаковом режиме рабочего времени при ведении однотипного технологического процесса с использованием одинаковых производственного оборудования, инструментов, приспособлений, материалов и сырья и обеспечены одинаковыми средствами индивидуальной защиты (ч. 6 ст. 9 Закона № 426–ФЗ).

*Шаг 3.* Издать приказ об утверждении графика проведения специальной оценки условий труда

Одновременно с определением перечня рабочих мест, в отношении которых должна быть проведена специальная оценка условий труда, комиссия составляет график проведения спецоценки. Он должен быть утвержден соответствующим приказом руководителя организации.

При составлении данного графика следует учесть следующее.

По общему правилу, спецоценка проводится в отношении каждого рабочего места, включая офисные помещения, не реже чем один раз в пять лет (ч. 4 ст. 8 Закона № 426–ФЗ).

Если ранее специальная оценка условий труда работодателем не проводилась, ее необходимо провести не позднее 31 декабря 2018 г. (ч. 6 ст. 27 Закона 426–ФЗ). При этом закон позволяет делать это поэтапно.

Исключение составляют рабочие места:

– тех сотрудников, чья профессия, должность или специальность дает им право на досрочное назначение страховой пенсии по старости;

– работа на которых дает право на гарантии и компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;

– на которых по результатам ранее проведенных аттестаций рабочих мест по условиям труда или специальной оценки условий труда были установлены вредные и/или опасные условия труда (ч. 6 ст. 10 Закона № 426–ФЗ).

Специальную оценку этих рабочих мест нужно провести первоочередно, без разделения на этапы (письмо Минтруда России от 8 декабря 2014 г. № 15–1/В–1829). За неисполнение этой обязанности работодателю грозит административная ответственность, в том числе штраф в размере до 10 тыс. руб – для должностных лиц и индивидуальных предпринимателей, до 80 тыс. руб. – для юридических лиц (ч. 2 ст. 5.27.1 КоАП РФ).

Если же до 31 декабря 2013 года работодателем была проведена аттестация рабочих мест по условиям труда, специальную оценку в отношении этих рабочих мест можно не проводить в течение пяти лет со дня завершения аттестации (ч. 4 ст. 27 Закона № 426–ФЗ).

Помимо плановой спецоценки рабочих мест, работодатель обязан проводить и внеплановую, например, при вводе в эксплуатацию вновь организованных рабочих мест, изменении технологического процесса, получении соответствующего предписания от ГИТ и др. (ч. 1 ст. 17 Закона № 426–ФЗ). Срок, в течение которого должна быть проведена внеплановая спецоценка условий труда, составляет от 6 до 12 месяцев в зависимости от основания для ее проведения (ч. 2 ст. 17 Закона № 426–ФЗ).

Подготавливают следующие бланки:

1. Приказ о проведении специальной оценки условий труда и образовании комиссии по ее проведению.

2. Перечень рабочих мест для проведения специальной оценки условий труда.

3. Приказ об утверждении графика проведения специальной оценки условий труда.

4. Договор на проведение специальной оценки условий труда.

5. Декларация соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда.

6. Дополнительное соглашение к трудовому договору об условиях труда на рабочем месте.

7. Другие бланки.

*Шаг 4.* Заключить со специализированной организацией договор на проведение специальной оценки условий труда

Чтобы провести специальную оценку условий труда, работодатель должен заключить с выбранной специализированной организацией соответствующий договор (ч. 2 ст. 8, ст. 19–21 Закона № 426–ФЗ). С реестром аккредитованных организаций можно ознакомиться на сайте Минтруда России (<http://akot.rosmintrud.ru/>).

*Шаг 5.* Передать организации, проводящей специальную оценку условий труда, необходимые сведения, документы и информацию

Как только договор со специализированной организацией будет заключен, работодатель обязан предоставить ей сведения, документы и информацию, характеризующие условия труда на рабочих местах (например, технологическую документацию, проекты строительства зданий и др.).

*Шаг 6.* Утвердить результаты идентификации потенциально вредных и/или опасных производственных факторов.

При проведении специальной оценки условий труда специализированная организация первым делом осуществляет идентификацию потенциально вредных и/или опасных производственных факторов. Результаты этой идентификации, по ее завершении, утверждают созданной работодателем комиссией (ч. 2 ст. 10 Закона № 426–ФЗ).

Затем организация приступает к измерению фактических значений вредных и/или опасных факторов, если таковые были выявлены (ч. 5 ст. 10 Закона № 426–ФЗ). По итогам исследования эксперт специализированной организации классифицирует условия труда на рабочих местах по степени вредности и/или опасности на оптимальные, допустимые, вредные и опасные (ч. 8 ст. 12, ст. 14 Закона № 426–ФЗ).

*Шаг 7.* Утвердить отчет о проведении специальной оценки условий труда.

По итогам проведения спецоценки организация составляет отчет, который должен быть подписан всеми членами созданной работодателем комиссии и утвержден ее председателем (ч. 2 ст. 15 Закона № 426–ФЗ). Член комиссии, не согласный с результатами специальной оценки условий труда, может изложить свое мотивированное мнение в письменной форме и приложить его к отчету.

Форма отчета и инструкция по ее заполнению утверждены приказом Минтруда России от 24 января 2014 г. № 33н.

*Шаг 8.* Уведомить специализированную организацию об утверждении отчета о проведении специальной оценки условий труда.

В течение трех рабочих дней с момента утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда работодатель обязан уведомить об этом специализированную организацию, а также направить в ее адрес копию утвержденного отчета (ч. 5.1 ст. 15 Закона № 426–ФЗ). Сделать это можно любым доступным способом, обеспечивающим возможность подтвердить факт такого уведомления.

*Шаг 9.* Подать декларацию соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда.

Если наличие вредных и/или опасных производственных факторов по результатам идентификации выявлены не были либо если по результатам измерений условия труда на рабочих местах признаны оптимальными или допустимыми, работодатель должен уведомить об этом трудовую инспекцию по месту нахождения организации (ч. 1 ст. 11 Закона № 426–ФЗ). Для этого нужно заполнить декларацию соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда (утв. приказом Минтруда России от 7 февраля 2014 г. № 80н). Подать эту декларацию работодатель должен в течение 30 рабочих дней с момента утверждения отчета о проведении спецоценки (п. 5 Порядка подачи декларации соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда, утв. Приказом Минтруда России от 7 февраля 2014 г. № 80н).

Следует отметить, что до 1 мая 2016 года работодатель указывал в декларации только сведения об отсутствии вредных и/или опасных производственных факторов. В связи с этим, если по результатам измерений, проведенных до 1 мая 2016 года условия труда в отношении других рабочих мест были признаны оптимальными или допустимыми, работодатель должен подать в трудовую инспекцию уточненную декларацию с включением в нее этих рабочих мест (ч. 4 ст. 3 Федерального закона от 1 мая 2016 г. № 136–ФЗ).

*Шаг 10.* Ознакомить работников с отчетом о проведении специальной оценки условий труда.

В срок не позднее чем 30 календарных дней со дня утверждения отчета о проведении специальной оценки работодатель должен подписать и ознакомить работников с результатами спецоценки (ч. 5 ст. 15 Закона № 426–ФЗ). В указанный срок не включают периоды временной нетрудоспособности работника, нахождения его в отпуске или командировке, периоды междувахтового отдыха.

*Шаг 11.* Разместить результаты спецоценки на сайте организации.

В течение 30 календарных дней после утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда работодателю следует разместить сводные данные о результатах спецоценки на своем официальном сайте – при его наличии (ч. 6 ст. 15 Закона № 426–ФЗ).

Размещаемая на сайте информация должна содержать сведения:

– об установлении классов (подклассов) условий труда на рабочих местах;

– перечне мероприятий по улучшению условий и охраны труда работников, на рабочих местах которых проводилась специальная оценка условий труда.

Это, в частности, разделы V и VI отчета о специальной оценке условий труда.

*Шаг 12.* Уведомить о результатах спецоценки ФСС России.

При подаче отчетности по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний работодатель также должен сообщить ФСС результаты специальной оценки условий труда (подп. 18 п. 2 ст. 17 Федерального закона от 24 июля 1998 г. № 125–ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»).

Для этого нужно отразить соответствующие данные в форме 4–ФСС (утв. приказом ФСС России от 26 сентября 2016 г. № 381).

*Шаг 13.* Применить результаты специальной оценки условий труда.

Результаты проведенной спецоценки влияют на установление гарантий и компенсаций работникам. Так, сотрудники, условия труда на рабочих местах которых признаны вредными, в зависимости от степени вредности имеют право на сокращенную рабочую неделю не более 36 часов, дополнительный отпуск не менее семи календарных дней и/или компенсацию в размере 4 % от оклада (абз. 5 ч. 1 ст. 92, ч. 2 ст. 117, ч. 2 ст. 147 ТК РФ).

Кроме того, пункт об условиях труда на соответствующем рабочем месте должен быть включен в трудовой договор с новыми работниками (абз. 9 ч. 2 ст. 57 ТК РФ). А в договоры с уже работающими сотрудниками следует внести изменения, заключив с ними соответствующее дополнительное соглашение (ст. 72 ТК РФ).

Условия труда подразделяют на 4 класса:

– оптимальные;

– допустимые;

- вредные;
- опасные.

*Оптимальные условия труда (1 класс)* – такие условия труда, при которых сохраняется не только здоровье работающих, но и обеспечивается высокий уровень работоспособности.

Оптимальные нормативы установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов за оптимальные условно принимаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

*Допустимые условия труда (2 класс)* – условия труда, характеризующиеся такими уровнями факторов производственной среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест. Регламентированный отдых полностью восстанавливает функциональное состояние организма. Отсутствует негативное влияние на состояние здоровья работающих и их потомство.

*Вредные условия труда (3 класс)* – условия труда, характеризующиеся наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и (или) его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих, подразделяются на 4 степени вредности:

*1 степень 3 класса (3.1)* – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

*2 степень 3 класса (3.2)* – условия труда, характеризующиеся уровнями вредных факторов» приводящие к таким функциональным изменениям, которые увеличивают производственно–обусловленную заболеваемость и приводят к появлению начальных признаков или легких форм профессиональных заболеваний;

*3 степень 3 класса (3.3)* – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней

степеней тяжести в периоде трудовой деятельности, росту производственно-обусловленной заболеваемости;

*4 степень 3 класса (3.4)* – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний, отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

*Опасные (экстремальные) условия труда (4 класс)* – условия труда, характеризующиеся уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в том числе и тяжелых форм.

При оценке травмобезопасности классифицируются следующие условия труда:

*Оптимальные (класс 1)* – оборудование и инструмент полностью соответствуют стандартам и правилам. Установлены и исправны требуемые средства защиты. Проводится инструктаж, обучение и проверка знаний по безопасности труда;

*Допустимые (класс 2)* – повреждения и неисправности средств защиты не приводят к нарушению их защитных функций (частичное загрязнение сигнальной окраски, ослабление отдельных крепежных деталей и т. п.);

*Опасные (класс 3)* – средства защиты рабочих органов и передач (ограждения, блокировки, сигнальные устройства и др.) отсутствуют, повреждены или неисправны. Отсутствуют или не соответствуют установленным требованиям инструкции по охране труда. Не проводится обучение по безопасности труда.

Рабочее место считается аттестованным, если на рабочем месте отсутствуют (или соответствуют допустимым величинам) опасные и вредные производственные факторы, а также выполняются требования по травмобезопасности.

При отнесении условий труда к 3 классу рабочее место признается условно аттестованным с указанием соответствующего класса и степени вредности (3.1, 3.2, 3.3, 3.4, а также 3.0 – по травмобезопасности) и внесением предложений по приведению его в соответствие с нормативными требованиями по охране труда.

При отнесении условий труда к 4 классу рабочее место признается неаттестованным и подлежит ликвидации или переоснащению.

Результаты работы аттестационной комиссии организации оформляются протоколом аттестации рабочих мест по условиям труда. К протоколу прилагают:

- карты аттестации рабочих мест по условиям труда;
- ведомости рабочих мест и результаты их аттестации по условиям труда, подготовленные в подразделениях организации;
- сводную ведомость рабочих мест и результатов их аттестации по условиям труда в организации;
- план мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда.

Документы аттестации рабочих мест являются материалами строгой отчетности и подлежат хранению в течение 45 лет.

Государственный контроль за качеством проведения специальной оценки условий труда возложен на органы государственной экспертизы условий труда, организационно представленных в Минтруде России и администрациях (правительствах) субъектов Российской Федерации.

### **8.2.2. Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний**

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний осуществляется в Российской Федерации с января 2000 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.1998 г. № 125–ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», которым установлены правовые, экономические и организационные основы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и определен порядок возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных настоящим Федеральным законом случаях.

*Субъекты страхования:*

- застрахованный – физическое лицо, подлежащее обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с положениями пункта 1 статьи 5 Федерального закона от 24.07.1998 г. № 125–ФЗ;

– страхователь – юридическое лицо любой организационно-правовой формы (в том числе иностранная организация, осуществляющая свою деятельность на территории Российской Федерации и нанимающая граждан Российской Федерации) либо физическое лицо, нанимающее лиц, подлежащих обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с пунктом 1 статьи 5 Федерального закона от 24.07.1998 г. № 125–ФЗ;

– страховщик – Фонд социального страхования Российской Федерации.

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний предусматривает:

– обеспечение социальной защиты застрахованных и экономической заинтересованности субъектов страхования в снижении профессионального риска;

– возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью застрахованного при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных настоящим Федеральным законом случаях, путем предоставления застрахованному в полном объеме всех необходимых видов обеспечения по страхованию, в том числе оплату расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию;

– обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Средства на осуществление обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний формируются за счет:

– обязательных страховых взносов страхователей;

– взыскиваемых штрафов и пени;

– капитализированных платежей, поступивших в случае ликвидации страхователей;

– иных поступлений, не противоречащих законодательству Российской Федерации.

В соответствии с Федеральным законом от 31.12.2017 г. № 484–ФЗ «О страховых тарифах на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний на 2018 г. и на плановый период 2019 и 2020 гг.» в 2018 году и в плановый период 2019 и 2020 годов страховые взносы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на про-

изводстве и профессиональных заболеваний уплачиваются страхователем в порядке и по тарифам, которые установлены Федеральным законом от 22.12.2005 г. № 179–ФЗ «О страховых тарифах на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний на 2006 г.».

Страховые тарифы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний определяются в процентах к суммам выплат и иных вознаграждений, которые начислены в пользу застрахованных в рамках трудовых отношений и гражданско-правовых договоров, предметом которых являются выполнение работ и (или) оказание услуг, договора авторского заказа и включаются в базу для начисления страховых взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с Федеральным законом от 24.07.1998 г. № 125–ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

В 2018 г. и в плановом периоде 2019 и 2020 гг. сохраняются 32 класса профессионального риска, размеры и диапазон страховых тарифов от 0,2 до 8,5 %.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.12.2005 г. № 713 утверждены Правила отнесения видов экономической деятельности к классу профессионального риска, которые определяют порядок отнесения видов экономической деятельности к классу профессионального риска в целях установления страховых тарифов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, которые устанавливаются страхователям в соответствии классом профессионального риска осуществляемого ими основного вида экономической деятельности.

Основной вид деятельности страхователя – юридического лица, а также виды экономической деятельности подразделений страхователя, являющихся самостоятельными классификационными единицами, ежегодно подтверждаются страхователем в порядке, установленном Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации.

Отнесение вида экономической деятельности к классу профессионального риска определяется исходя из величины интегрального показателя профессионального риска, который определяется как отношение общей суммы расходов на обеспечение по страхованию в

истекшем календарном году, к сумме выплат и иных вознаграждений в пользу застрахованных лиц за истекший календарный год, на которые начислены страховые взносы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

В мировой практике для оценки безопасности труда на промышленных объектах ведут учет соотношений инцидентов различной степени серьезности, направленных на выявление связи между крупными и мелкими происшествиями и другим опасными событиями. В итоге могут быть сделаны следующие важные выводы:

– в каждом исследовании прослеживается связь между разными типами событий, менее тяжелые происшествия регистрировались гораздо чаще, чем более тяжелые;

– каждый раз была опасность того, что происшествия без травм и опасные ситуации могли перерасти в более серьезные.

Таким образом, предотвращение самых легких происшествий косвенным образом влияет и на количество происшествий с тяжелыми последствиями. Более того, в последнее время в мировой практике принято учитывать и оценивать опасность возникновения аварийной ситуации и регистрировать происшествия, которые произошли, но не привели к аварии, инциденту или несчастному случаю. Регистрация и анализ происшествий, которые в реальности не привели к более тяжелым последствиям, служат основой для снижения аварийности и травматизма.

### **8.3. Мониторинг здоровья работающих и населения**

*Мониторинг рабочей среды* – общий термин, включающий выявление и оценку факторов среды, которые могут неблагоприятно повлиять на здоровье работников. Он включает оценку санитарных и профессиональных гигиенических условий, факторов организации труда, которые могут создать риск для здоровья работников, средств коллективной и индивидуальной защиты, экспозиции работников опасным агентам и контрольных систем, предназначенных для исключения или ограничения их. С точки зрения здоровья работника мониторинг рабочей среды может фокусироваться, но не ограничиваться только на эргономике, профилактике несчастных случаев и заболеваний, гигиене труда, организации труда и психосоциальных факторах на рабочем месте.

*Мониторинг здоровья работников* – общий термин, охватывающий процедуры и исследования для оценки здоровья работника с целью обнаружения и опознавания любой аномалии. Результаты мониторинга должны использоваться для сохранения и укрепления здоровья работника, коллективного здоровья на рабочем месте и здоровья подверженных популяций работников. Процедуры оценки здоровья могут включать медицинские осмотры, биологический мониторинг, рентгенографическое исследование, анкеты или анализ медицинских карт, но не ограничиваться только ими.

Мониторинг здоровья проводится путем анализа заболеваемости населения различных групп и возрастов в сопоставлении с уровнем загрязнения среды обитания с учетом негативного влияния объектов экономики. По этим данным определяется роль загрязнения окружающей среды и факторов производственной среды в ухудшении здоровья населения и снижении его продолжительности жизни. Материалы мониторинга здоровья населения входят отдельными разделами в годовые отчеты Минздравсоцразвития России и Минприроды России.

Негативное воздействие опасностей на человека в наибольшей степени проявляется в крупных городах и промышленных центрах. Картографическое описание патологии человека в регионах – одна из важнейших задач медицины в ближайшем будущем. Данные о характере заболевания населения будут одними из основных показателей для принятия решений в области безопасности жизнедеятельности.

Для достоверной оценки показателей негативности техносферы необходимо ясно представлять истинное состояние здоровья работающих на промышленном предприятии и различных групп населения города и региона. Оценка состояния здоровья, базирующаяся на данных обращаемости населения в медицинские учреждения, недостоверна и существенно отличается в лучшую сторону от реальной, получаемой при активной выявляемости заболеваний. Для иллюстрации сказанного достаточно сопоставить следующие цифры: у нас в стране ежегодно диагностируется около 9 тыс. случаев профессиональных заболеваний, а в США – более 450 тыс.

Эти данные свидетельствуют о низком уровне профилактических осмотров, проводимых сегодня на промышленных предприятиях. Что касается регулярных профилактических осмотров городского населения, то они практически отсутствуют.

При проведении мониторинга здоровья населения используют диагностику снижения функций человека под влиянием отдельных опасностей. Например, оценка состояния слуховой функции базируется на количественном определении потерь слуха и производят по показателям аудиометрического исследования. Основным методом исследования слуха является тональная аудиометрия. При оценке слуховой функции определяющими приняты средние показатели порогов слуха в области восприятия речевых частот (500, 1000, 2000 Гц), а также потеря слухового восприятия в области 4000 Гц. Критерием профессионального снижения слуха принят показатель средней арифметической величины снижения слуха в речевом диапазоне, равный 11 дБ и более.

Измеряя снижение чувствительности рук к механическим колебаниям, можно определить степень опасности воздействия локальных вибраций. Для оценки влияния вибраций обычно применяют датчики виброускорений – акселерометры, установленные на виброактивных поверхностях (рукоятки ручных машин, сиденья водителей средств транспорта и т. п.).

Совершенно иные изменения наблюдались у работников административно-управленческого аппарата. В конце рабочей недели учащались случаи ошибочных дифференцировочных реакций, повышалось число ошибок при выполнении психологического теста. При этом отмечались изменения механизмов с диссоциацией между нервным и гормональным звеньями, что косвенно отражалось в разнонаправленной динамике активности колебаний с периодами 100–50 мин.

В весенний период у лиц обеих групп наблюдаются явления астенизации (снижение функциональных возможностей центральной нервной системы, проявляющееся ухудшением работоспособности, психической утомляемостью, ухудшением внимания, памяти, повышенной реактивностью с раздражительной слабостью), обусловленные общим утомлением. При этом увеличиваются вариативность кардиоинтервалов и активность 50- и 100-минутных колебаний сердечного ритма. Важным показателем утомления и снижения функционального резерва систем регуляции, связанным с включением в процессы управления все более высоких уровней ЦНС, служит увеличение основного периода медленных волн часового диапазона.

Итак, изменения умственной работоспособности в течение дня, недели и года сопровождаются довольно четкими физиологическими сдвигами. Исследованиями различных авторов подтверждается высокая информативность математического анализа сердечного ритма,

определения содержания натрия в слюне и регистрации основных показателей гемодинамики при оценке напряженности умственного труда. Развитие утомления является причиной снижения умственной работоспособности, а утомление возникает в результате перенапряжения и астенизации регуляторных механизмов вследствие истощения функциональных резервов. Трудовой стресс вызывает соответствующую адаптационную реакцию в организме, которая протекает по-разному при физических и умственных нагрузках и даже при разных видах умственной нагрузки. Однако общими этапами такой реакции являются первичное напряжение регуляторных механизмов и заключительное истощение функционального резерва с появлением преморбидных (состояние организма, предшествующее развитию болезни) состояний.

Физиологическими критериями утомления наряду с ощущением усталости и снижением работоспособности является уменьшение функциональной активности физиологических систем к концу рабочего дня и недели: увеличение периода рефлекторных реакций, нарушение реакции на звук и свет, ухудшение функции внимания, памяти, нарушение мозгового кровообращения и др.

#### **8.4. Мониторинг окружающей среды**

*Мониторинг окружающей среды* – это система регулярного наблюдения, оценки и прогноза состояния среды обитания. Он представляет собой комплекс мероприятий по определению состояния окружающей среды и отслеживанию изменений в ее состоянии.

Основные задачи мониторинга: систематические наблюдения за состоянием среды и источниками, воздействующими на окружающую среду; оценка фактического состояния природной среды; прогноз состояния окружающей среды.

*Глобальный мониторинг.* Сегодня сеть наблюдений за источниками воздействия и за состоянием биосферы охватывает весь земной шар. Глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС) была создана совместными усилиями мирового сообщества (основные положения и цели программы были сформулированы в 1974 г. на Первом межправительственном совещании по мониторингу. Первоочередной задачей была признана организация мониторинга загрязнения окружающей природной среды и вызывающих его факторов воздействия.

Система мониторинга реализуется на нескольких уровнях, которым соответствуют специально разработанные программы:

- импактном (изучение сильных воздействий в локальном масштабе);
- региональном (проявление проблем миграции и трансформации загрязняющих веществ, совместного воздействия различных факторов, характерных для экономики региона);
- фоновом (на базе биосферных заповедников, где исключена всякая хозяйственная деятельность).

На совещании в Найроби определены следующие задачи ГСМОС:

- организация расширенной системы предупреждения об угрозе здоровью человека;
- оценка глобального загрязнения атмосферы и его влияния на климат;
- оценка количества и распределения загрязнителей биосферы, особенно пищевых цепей;
- оценка критических проблем, возникающих в связи с сельским хозяйством;
- оценка реакции наземных экосистем на загрязнение окружающей среды;
- оценка загрязнения океана и его влияния на морские экосистемы;
- создание и усовершенствование системы предупреждения о стихийных бедствиях в международном масштабе.

При этом были определены конечные цели ГСМОС:

- установление уровней выбросов загрязнителей в определенной среде, их распределения в пространстве и времени;
- знание скоростей и величин потоков выбрасываемых загрязнителей и вредных продуктов, их превращений;
- обеспечение сравнения методик пробоотбора и анализов, принятых в различных странах, обмен опытом организации мониторинга;
- обеспечение информацией о загрязнителях в глобальном и региональном масштабе для принятия решений по управлению при борьбе с загрязнениями.

Приняты следующие перечни приоритетных загрязнителей, подлежащих определению:

- в воздухе: взвешенные частицы, оксиды серы, азота и углерода, озон, сульфаты, свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, бенз(а)пирен, ДДТ и другие пестициды;

– атмосферных осадках: свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, сульфаты, бенз(а)пирен, ДДТ и другие пестициды, главные катионы и анионы (катионы калия, натрия, магния и кальция, сульфат-, хлорид-, нитрат- и гидрокарбонат-анионы):

– пресных водах, донных отложениях и почве: свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, бенз(а)пирен, ДДТ и другие пестициды, биогенные элементы (фосфор, азот, кремний);

– биоте: свинец, кадмий, ртуть и мышьяк, бенз(а)пирен, ДДТ и другие пестициды.

*Государственный мониторинг окружающей среды* (Государственный экологический мониторинг) – комплексная система наблюдения за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов (далее – экологический мониторинг). Экологический мониторинг включает в себя мониторинг атмосферного воздуха, земель, лесов, водных объектов, объектов животного мира, уникальной экологической системы озера Байкал, континентального шельфа РФ, состояния недр, исключительной экономической зоны, внутренних морских вод и территориального моря РФ.

### ***Цели проведения экологического мониторинга***

Экологический мониторинг осуществляют в целях:

– наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе в районах расположения источников антропогенного воздействия, воздействием этих источников на окружающую среду;

– оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды вследствие природных и антропогенных воздействий;

– обеспечения потребностей государства, юридических и физических лиц в достоверной информации о состоянии окружающей среды и ее изменениях, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий таких изменений.

Организацию и осуществление экологического мониторинга обеспечивают в пределах своей компетенции в соответствии с законодательством РФ и законодательством субъектов РФ специально уполномоченные федеральные органы исполнительной власти: Министерство природных ресурсов РФ, Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральная служба земельного кадастра России, Министерство сельского хозяй-

ства РФ, Государственный комитет РФ по рыболовству и другие органы исполнительной власти.

Минприроды России и другие федеральные органы исполнительной власти в пределах своей компетенции при осуществлении экологического мониторинга:

- формируют государственную систему наблюдения за состоянием окружающей среды и обеспечивают ее функционирование;

- взаимодействуют с органами государственной власти субъектов РФ по вопросам организации и осуществления экологического мониторинга, формирования и обеспечения функционирования территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды на территориях субъектов РФ;

- осуществляют с участием органов исполнительной власти субъектов РФ сбор, хранение, аналитическую обработку и формирование государственных информационных ресурсов о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов.

Минприроды России:

- координирует деятельность федеральных органов исполнительной власти по организации и осуществлению экологического мониторинга;

- согласовывает методические и нормативно-технические документы федеральных органов исполнительной власти по вопросам организации и осуществления экологического мониторинга;

- обеспечивает с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов РФ совместимость информационных систем и баз данных о состоянии окружающей среды, а также создает условия для формирования и защиты государственных информационных ресурсов в этой сфере.

Информацию, полученную при экологическом мониторинге, используют:

- при разработке прогнозов социально-экономического развития РФ, субъектов РФ, муниципальных образований и принятии соответствующих решений;

- разработке федеральных программ в области экологического развития РФ, целевых программ в области охраны окружающей среды субъектов РФ, инвестиционных программ, а также мероприятий по охране окружающей среды;

- осуществлении контроля в области охраны окружающей среды (экологического контроля) и проведении экологической экспертизы;
- прогнозировании чрезвычайных ситуаций и проведении мероприятий по их предупреждению;
- подготовке данных для ежегодного государственного доклада о состоянии и охране окружающей среды.

*Региональный мониторинг* – слежение за процессами и явлениями окружающей среды в пределах определенного региона, где эти процессы и явления могут отличаться и по природному характеру, и по антропогенным воздействиям от базового фона, характерного для всей биосферы. Основная задача регионального мониторинга – получение более полной и детальной информации о состоянии окружающей среды региона и воздействии на нее техногенного фактора, что не представляется возможным сделать в рамках глобального и государственного мониторинга, так как в их программах нельзя учесть особенности каждого региона.

*Локальный мониторинг* предназначен обеспечить оценку изменений системы на большей площади: территории города, района и т. д. При организации и проведении локального мониторинга необходимо определить приоритетные загрязнители, за которыми уже ведутся наблюдения в рамках глобального, государственного и регионального мониторинга, а также загрязнители от имеющихся источников загрязнения или от создаваемых производств.

По результатам локального мониторинга соответствующие компетентные органы могут установить для предприятия временные ПДВ или ПДС. В особых случаях может ставиться вопрос о полной приостановке деятельности предприятия, его перепрофилировании или переносе в другую местность.

Контроль уровней энергетических воздействий (вибраций, акустических воздействий, ЭМП и ЭМИ, радиоактивных излучений и т. п.) в жилых помещениях, на открытой территории проводится с помощью инструментальных измерений по утвержденным методикам.

Органами муниципального уровня при проведении измерений параметров ЭМП в помещениях жилых и общественных зданий (внешнее излучение, включая вторичное) измерения проводят в центре помещений, у окон, у батарей отопления и других коммуникаций,

а также, при необходимости, в других точках. Измерения внешнего излучения при отсутствии кондиционирования воздуха проводятся при открытой форточке, фрамуге или узкой створке окна.

На открытой территории измерения проводятся на высоте 2 м от поверхности земли, далее на высотах 3, 6, 9 м и т. д. в зависимости от этажности застройки. Измерения в каждой точке проводятся на высоте 0,5, 1,0 и 1,7 м от опорной поверхности.

Определяющим в данной точке является максимальное измеренное значение интенсивности ЭМП.

1. Измерения интенсивности ЭМП от антенн с вращающейся или сканирующей диаграммой направленности должны проводиться при неподвижной диаграмме направленности при всех возможных углах наклона антенны.

2. Измерения интенсивности ЭМП должны проводиться не реже одного раза в год в порядке текущего контроля.

3. При внесении в условия и режимы работы источников ЭМП изменений, влияющих на уровни излучения (замена генераторных и излучающих элементов, изменение технологического процесса, изменение экранировки и средств защиты, увеличение мощности, изменения расположения элементов и т. д.).

4. После ремонта источников ЭМП.

Расширение любых действий человека не должно приводить к социально-экономическим и экологическим катастрофам, подрывающим саму возможность существования людей.

Научно-техническая деятельность человечества в конце XX в. стала ощутимым фактором воздействия на окружающую среду. Тепловое, химическое, радиоактивное и другие загрязнения окружающей среды в последние десятилетия находятся под пристальным вниманием специалистов и вызывают справедливую озабоченность, а иногда – и тревогу общественности. По многим прогнозам проблема защиты окружающей среды в XXI в. станет наиболее значимой для большинства промышленно развитых стран. В подобной ситуации налаженная широкомасштабная и эффективная сеть контроля состояния окружающей среды, особенно в крупных городах и вокруг экологически опасных объектов, может явиться важным элементом

обеспечения экологической безопасности и залогом устойчивого развития общества.

### **Контрольные вопросы**

1. Организационные функции мониторинга.
2. Мониторинг выбросов промышленных предприятий и транспортных средств.
3. Система комплексов дистанционного зондирования.
4. Основные методы неразрушающего контроля.
5. Мониторинг здоровья работников.
6. Глобальная система мониторинга окружающей среды.
7. Локальный мониторинг.
8. Региональный мониторинг.
9. Цели проведения экологического мониторинга.
10. Организацию и осуществление экологического мониторинга.

## ГЛАВА 5. ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ РЕАЛИЗОВАННЫХ ОПАСНОСТЕЙ

### ЛЕКЦИЯ 9. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКО- И ПРИРОДОЗАЩИТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

9.1. Показатели негативного влияния опасностей.

9.2. Потери от опасностей в быту, на производстве и в селитебных зонах

9.3. Потери от чрезвычайных ситуаций.

9.4. Смертность населения от внешних причин.

9.5. Демографическое состояние России и пути его улучшения.

9.6. Культура безопасности.

9.7. Техносферная безопасность.

9.8. Эра здоровой и продолжительной жизни.

9.9. Стратегия устойчивого развития.

#### 9.1. Показатели негативного влияния опасностей

*Реализованная опасность* – факт воздействия реальной опасности на человека или среду обитания, приведший к потере здоровья или к летальному исходу, к материальным потерям. Если взрыв автоцистерны привел к ее разрушению, гибели людей или возгоранию строений, то это реализованная опасность.

Реализованные опасности принято разделять на происшествия, чрезвычайные происшествия, аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Реализованные в среде обитания человека опасности неизбежно сопровождаются потерей здоровья или гибелью людей. Для оценки этих потерь на объектах экономики, в условиях города, региона или в быту используют следующие абсолютные показатели:

- численность погибших от внешних факторов за год;
- численность пострадавших от воздействия травмирующих факторов за год;
- численность получивших региональные или профессиональные заболевания от воздействия вредных факторов.

Для оценки травматизма в производственных условиях, кроме абсолютных показателей, используют относительные показатели частоты и тяжести травматизма.

Показатель частоты травматизма – коэффициент (Кч), выражающий количество несчастных случаев на производстве, происходящих на 1000 работников. Обычно Кч определяется за 1 год. Рассчитывается по формуле

$$Кч = T \times 1000/P,$$

где Т – общее число пострадавших за определенный период времени независимо от того, закончилась ли временная нетрудоспособность в этом периоде;

Р – среднесписочная численность работников за этот период времени.

*Показатель тяжести травматизма* – коэффициент, выражающий число дней нетрудоспособности, происходящих на одну травму.

Показатель травматизма со смертельным исходом определяет число несчастных случаев из расчета на 1000 работающих за определенный период времени (обычно в год).

В качестве показателей, отражающих опасность процесса жизнедеятельности в стране или регионе, используют:

- младенческую смертность (число смертей детей в возрасте до года из 1000 новорожденных) от внешних причин;
- детскую смертность (число умерших в возрасте до 15 лет) от внешних причин;
- смертность населения в трудоспособном возрасте от внешних причин.

Общее состояние экономики страны, общественных отношений, уровня социальной защиты и безопасности в отраслях экономики, качества среды обитания и ряда других факторов, влияющих на жизнь населения, находят свое интегральное отражение в показателях продолжительности жизни людей: средняя продолжительность жизни людей в пенсионном возрасте; средняя продолжительность жизни людей.

Средняя продолжительность жизни людей в пенсионном возрасте как интегральный показатель влияния условий жизни, в том числе опасностей экономики среды обитания, определяется как раз-

ность средней продолжительности жизни людей и пенсионного возраста, установленного в стране.

В среднем мужчины России умирают, не достигнув пенсионного возраста. К сожалению, показатель продолжительности жизни людей в пенсионном возрасте пока еще не нашел в нашей стране должного места при оценке социальной деятельности государства и общества.

Интегральным показателем оценки условий жизни в любой стране или регионе является средняя продолжительность жизни (СПЖ) людей.

Перечень индикаторов рейтинга уровня жизни:

- рождаемость, смертность и продолжительность жизни;
- санитарно-гигиеническая обстановка;
- количество потребляемого продовольствия;
- жилищные условия;
- качество образования и культуры;
- уровень занятости, условия труда;
- баланс доходов и расходов;
- цены для потребителей;
- состояние транспортной инфраструктуры;
- рекреационная система;
- уровень социального обеспечения;
- права и свободы людей.

В 2017–2018 гг., по данным агентства, Россия в мировом списке занимает 61 место при общем количестве в 142 пункта:

Из своих ближайших географических и экономических партнеров Россия уступила Белоруссии, которая заняла 58 место, Греции (54 место) и Китаю (51 место). С другой стороны, эти показатели выше показателей Узбекистана, который находится на 63 месте, Украины (64 место) и Азербайджана (81).

Аналитики отметили, что лучше всего дела в России состоят с образованием: по результатам, которые показали регионы страны, она занимает 26 место в рейтинге (для сравнения, в 2012 г. она занимала 27 место, а для международных масштабов даже одна строчка — весомый прорыв).

Что до безусловных лидеров мирового рейтинга, то второе место в нем заняла Швейцария, третье – Канада, четвертое – Швеция, пятое – Новая Зеландия. На первом месте Норвегия – самый высокий рейтинг у этой страны – по балансу между трудом и частной жизнью (всего 3 % считают, что работают чересчур много). Швейцария имеет высокую продолжительностью жизни – в среднем 83 года. Канадцы работают немного – 1702 часа каждый год, у шведов – самый высокий уровень образованности (87 %), а также отличное качество питьевой воды. В Новой Зеландии наблюдается высокое качество образования. Самой безопасной страной мира в 2018 г. признана Исландия, самым развитым по экономическим показателям государством является Сингапур. Лучшее всего приспособленной для ведения предпринимательской деятельности и частного бизнеса названа Дания.

Напротив, последние места заняли (в порядке убывания) Бурунди, Афганистан, Конго, Центральноафриканская республика и республика Чад.

Данные о средней продолжительности жизни в ряде стран показывают, что средняя продолжительность жизни людей в развитых странах составляет 75 лет и более, а в развивающихся – 63 года и менее.

Рейтинг стран мира по уровню жизни в 2018 г.:

01. Норвегия
02. Швейцария
03. Канада
04. Швеция
05. Новая Зеландия
06. Дания...
60. Шри-Ланка
61. Россия
62. Вьетнам
63. Узбекистан
64. Украина...
140. Конго (ДР)
141. ЦАР
142. Чад

## 9.2. Потери от опасностей в быту, на производстве и в селитебных зонах

Воздействие вредных и травмирующих факторов производственной среды приводит к травмированию и профессиональным заболеваниям. Оценочные данные свидетельствуют о том, что ежегодно в мире на производстве от травмирующих факторов погибают около 2 млн человек и 160 млн человек получают травмы.

Основным травмирующим фактором в машиностроении являются оборудование, падающие предметы, падение персонала, заводской транспорт, нагретые поверхности, электрический ток.

К наиболее травмоопасным в экономике относят профессии водителя, тракториста, слесаря, электромонтера, газомонтера, газоэлектросварщика, разнорабочего.

Воздействие вредных производственных факторов на человека сопровождается ухудшением здоровья, возникновением профессиональных заболеваний и сокращением продолжительности жизни.

Профзаболевания возникают, как правило, у длительно работающих в запыленных и загазованных помещениях, у лиц, подверженных воздействию шума и вибрации, а также занятых тяжелым физическим трудом.

Воздействие вредных факторов на здоровье человека в зонах его пребывания определяется совокупностью и уровнями вредных факторов, а также длительностью нахождения человека в этих зонах.

Совокупность вредных факторов производственной среды (условия труда) приведена в Руководстве Р 2.2.2006–05, которое определяет связь между совокупностью вредных производственных факторов и классами условий труда.

Загрязнение атмосферного воздуха или водоемов, окружающей среды регионов и городов приводит к заболеваниям или смерти значительного числа людей.

Можно утверждать, что в крупных городах, промышленных центрах и вокруг них формируются очаги патологии человеческих популяций. По данным специалистов, здоровье населения ухудшается из-за низкого качества окружающей среды и продуктов питания. Ежегодно от экологических заболеваний, связанных с плохой экологией, на планете умирает около 2 млн человек.

### 9.3. Потери от чрезвычайных ситуаций

В соответствии с федеральным законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» под *чрезвычайной ситуацией природного и техногенного характера* понимается обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей.

Наносимый чрезвычайными ситуациями вред выражается через последствия природного и техногенного бедствия, являющегося источником чрезвычайной ситуации.

*Источник чрезвычайной ситуации* – опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация.

Все чрезвычайные ситуации подразделяются на конфликтные и бесконфликтные. Общее количество техногенных чрезвычайных ситуаций начинает значительно превышать суммарное количество остальных видов ЧС. Данное обстоятельство подтверждает факт усиления негативного воздействия техносферы как искусственно созданной человеком среды на окружающее пространство и его компоненты. Динамика пожаров и количество погибших и пострадавших от них достаточно велика. Несмотря на то, что, начиная с 2003 г., удалось достичь положительной динамики по количеству пожаров, общее количество погибших и пострадавших в результате пожаров продолжает составлять значительную величину.

Главными составными частями, учитывающими тяжесть последствий, являются потери и ущерб.

*Потери* – это выход из строя людей ввиду гибели, ранений, травм, болезней. Ежегодно в России в различного рода авариях и катастрофах гибнет более 50 тыс. и получают травмы более 250 тыс. человек.

*Ущерб* отражает материальный и финансовый урон, нанесенный в процессе чрезвычайной ситуации. Он бывает прямой и косвенный.

Прямой ущерб обусловлен поражающими воздействиями, приводящими к разрушениям, повреждениям, выходу из строя объектов хозяйственного и социального назначения, нанесению вреда природной среде, природным ресурсам. Косвенный ущерб возникает из-за остановки хозяйственной деятельности, упущенной выгоды, необходимости затрат на ликвидацию чрезвычайной ситуации и ее долговременных последствий. Ежегодный прямой экономический ущерб оценивается в России в 4–5 % от ВВП и может достигать 10 %. Прогнозируемый рост количества возникающих чрезвычайных ситуаций различного характера будет вести к увеличению ущерба от них, который уже исчисляется в целом триллионами рублей в год. Это будет существенно тормозить экономический рост в стране, переход России к стратегии устойчивого развития. В связи с этим в стране деятельность по предупреждению чрезвычайных ситуаций приобрела общенациональную значимость, поднялась на уровень государственной политики и является одной из сфер национальной безопасности страны. Необходимость противодействовать чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера обусловлена наличием соответствующих опасностей.

*Опасностью* в чрезвычайной ситуации называется состояние, при котором создалась или вероятна угроза возникновения поражающих факторов и воздействий источника чрезвычайной ситуации на население, объекты экономики, инфраструктуры и окружающую природную среду в зоне чрезвычайной ситуации, т. е. на территории, на которой сложилась чрезвычайная ситуация.

Степень опасности зависит от вероятности ее реализации, тех или иных поражающих факторов, а также от уязвимости и защищенности самого опасного объекта от внешних опасностей.

#### **9.4. Смертность населения от внешних причин**

Под смертностью от внешних причин понимается смертность от причин, вызванных не болезнями, а различными умышленными (убийства и самоубийства) или неумышленными (всякого рода несчастные случаи) внешними воздействиями. Для понимания значения смертности от внешних причин и их места среди других причин смерти очень важно то обстоятельство, что речь идет о единственном классе причин, который обуславливает предотвратимые смерти. Убийства, самоубийства, транспортные катастрофы, алкогольные от-

равления, производственный травматизм, гибель в результате чрезвычайных ситуаций и другие источники внешних воздействий во всем мире ежегодно обрывают свыше 5 млн человеческих жизней, которые без этих воздействий могли бы длиться еще много лет.

Производственные негативные факторы, которые влияют на смертность людей в мире заявили о себе еще в XIX в., а в XX столетии достигнута их относительная стабилизация. В ряде стран производственный травматизм с летальным исходом в последние годы снижается, что является результатом эффективности принимаемых мер защиты. Уровни и масштабы воздействия других негативных факторов постоянно нарастают. Начиная с середины XX столетия, резко возросло воздействие на людей региональных негативных факторов крупных городов и промышленных центров. Ряд негативных воздействий имеют уже глобальное влияние, например, нарастает влияние и негативных факторов техногенного происхождения в чрезвычайных ситуациях.

Значительное негативное влияние на здоровье населения оказывают нарушения здорового образа жизни и прежде всего потребление алкоголя, курение, наркомания и токсикомания. Сегодня 87,5 % от общей смертности в России связаны с гипертонией, высоким уровнем холестерина, чрезмерным употреблением алкоголя и табакокурением.

Серьезную опасность для человека представляет потребление алкоголя. Производство и потребление алкоголя продолжает нарастать. Особую настороженность вызывает активное участие в потреблении алкоголя подростков в возрасте 14...16 лет. По данным НИИ наркологии Минздравсоцразвития России, в последние годы возросло употребление пива. В Москве оно близко к употреблению пива в таких странах, как Дания, Чехия – странах-рекордсменах по употреблению пива. Справедливости ради следует отметить, что количество лиц, заболевших алкоголизмом и алкогольными психозами, снижается.

Полные потери населения в связи с алкоголем разделяют на прямые и непрямые. *Прямые* – это смертельные случаи, связанные с алкогольными психозами, отравлениями алкоголем. *Непрямые* – это смерть людей, находящихся в состоянии алкогольного опьянения, в ДТП, на производстве, из-за соматических заболеваний, осложнившихся из-за потребления алкоголя и др.

Потребление чистого алкоголя в России, по данным ВОЗ за 2003 г., составляло 14...15 л на взрослого, из них 3,5...4,5 л – незарегистрированное потребление. На начало 2009 г., по данным Минздравсоц-

развития, уровень потребления чистого алкоголя в России – 18 л на человека (1 л чистого алкоголя равен 2,5 л водки). Это почти в 2,5 раза превышает уровень, признанный экспертами ВОЗ относительно безопасным (8 л). Следует отметить, что каждый добавочный литр сверх определенного ВОЗ предела уносит 11 месяцев жизни мужчин и 4 месяца женщин, и с употреблением алкоголя связан и огромный разрыв в продолжительности жизни у мужчин и женщин (самый большой в мире) – 14 лет. Россия, вопреки стереотипу, заметно отдалась от «призовых» мест в 2016–2017 гг. по употреблению горячительных напитков населением, но этот факт может означать повышения употребления нелегальной продукции населением.

Следует отметить, что в настоящее время смертность в результате алкогольных отравлений связана не только с употреблением некачественной алкогольной продукции, но и с увеличением количества употребляемого алкоголя. Сегодня в России мужчин, употребляющих алкоголь, в шесть раз больше, нежели женщин.

Роль потребления алкоголя в показателях демографического состояния России огромна. Достаточно сказать, что алкоголики и тяжелые пьяницы, потребляющие больше половины выпускаемых страной спиртных напитков, составляют соответственно 10 (7 %) и 20 млн человек (14 %), т. е. 30 млн человек практически не участвуют в позитивном решении демографических проблем.

Исходя из демографической динамики дореволюционные специалисты предсказывали, что к 2000 г. население России составит 594 млн человек. Сегодня в границах «новой» России в 2018 г. численность населения составляет 146 880 432 человек. Конечно, огромный демографический ущерб нанесли войны, революция, голод, система сталинских лагерей и репрессий. Но и утраты из-за губительного влияния алкоголя можно сравнить с результатами геноцида. Ученые подсчитали, что от воздействия алкоголя и экологических проблем Россия недосчитывает более 100 млн человек.

Каждый год в мире от употребления табака умирают около 5 млн человек. В России по этой причине ежегодно умирают 300...400 тыс. человек.

Установлено, что до 90 % людей начинают курить с молодости; от 1 до 8 % внутреннего валового продукта многих стран идет на лечение болезней, возникших в результате табакокурения, и оплату инвалидности, с ней связанной.

Загрязнение воздушного бассейна табачным дымом превышает загрязнение воздуха выхлопами автомобилей в 4,5 раза; ежегодно по вине курильщиков в мире возникают сотни тысяч пожаров, которые забирают десятки тысяч жизней, уничтожают природные и созданные человеком ресурсы, оценивающиеся миллиардами долларов.

Численность наркоманов в России с 1990 г. возрастает, и данная тенденция сохраняется до настоящего времени.

По экспертным оценкам в наркологические учреждения обращается только каждый десятый наркоман. Ежегодно от наркомании, токсикомании в России умирают до 40 тыс. человек, что значительно превышает аналогичный показатель в странах Западной Европы, США.

Биосфера неизбежно превратится в ноосферу, т. е. в сферу, где разум человека будет играть доминирующую роль в развитии системы «человек – природа»; хаотичное саморазвитие, основанное на процессах естественной саморегуляции, будет заменено разумной стратегией регулирования процессов естественного развития.

## **9.5. Демографическое состояние России и пути его улучшения**

Демографическая ситуация, или иначе – состояние воспроизводства населения, наконец, стала привлекать к себе внимание не только общественных организаций и объединений, статистических органов, представителей научного сообщества, но и правительства нашей страны. Но до надлежащего осознания нашим обществом всей серьезности и уже почти неизбежных последствий нынешней демографической ситуации еще очень далеко.

В настоящее время демографические процессы перестали быть сферой анализа только ученых, они приобрели невиданную ранее остроту, и поэтому требуется взглянуть на них не с традиционной узко-профессиональной точки зрения, а с позиций гораздо более широких. Особенно важно правильно оценивать возможные последствия происходящих изменений, а также предусмотреть необходимые действия государства и общества для обеспечения своего дальнейшего существования и развития. В последнее время русская нация несет значительные потери. Россия столкнулась с новым для себя явлением, когда изменения, ставящие под вопрос дальнейшее существование нации и государства, проходит не в результате кровопролитной внешней и внутренней войны, а в относительно мирный период. Репродуктивное поведение российских семей по-прежнему ориентировано на рождение в основном

одного ребенка. На смертность населения России значительно влияют перспективы социально-экономического развития страны, поскольку уровень смертности зависит не только от возрастного состава населения, но также от состояния системы здравоохранения, уровня жизни населения, экологии, криминологической обстановки и т. д. К сожалению, демографический кризис, охвативший Россию, переходит в стадию длительной стагнации, что в значительной мере и определяет демографические прогнозы на ближайшее десятилетие.

Основные причины снижения численности населения следующие:

- низкая рождаемость;
- высокая смертность, основными причинами которой являются болезни кровообращения, травмы и отравления, новообразования (раковые заболевания). На их долю приходится соответственно 55, 14 и 14 % от общей смертности населения.

Естественный прирост населения в России в 2015 г. был 32 тыс. человек, в 2014 г. составил 30,3 тысяч человек, в 2013 г. этот показатель составлял 24 тысяч человек. В 2014 г. в России родилось 1,942 млн детей, что стало максимальным значением в современной истории России.

В 2015 г. число родившихся начало снижаться. Снижение числа родившихся в 2015 г. составило 2,1 тыс. человек. В 2016 г. снижение числа родившихся достигло 51,9 тыс. человек по сравнению с 2015 г. За 2017 г. число родившихся снизилось на 198,8 тыс. человек по сравнению с 2016 г. В 2018-м снижение числа родившихся продолжается, но темпы сокращения числа родившихся в январе – апреле 2018 г. – 23 тыс. родившихся или – 4,3 % снизились по сравнению с темпами снижения аналогичного периода в 2017-м г. – 68,6 тыс. родившихся или – 11,3 %.

В 2016 г. родилось 1 888,7 тыс. человек (–51,9 тыс. в сравнении с аналогичным периодом прошлого года), а умерло 1 891 тыс. (–17,5 тыс. к прошлому году) и таким образом, по итогам 2016 г. зафиксирована естественная убыль населения: 2,3 тыс. человек.

В 2017 г. родилось 1 689,9 тыс. человек (–198,8 тыс. в сравнении с аналогичным периодом прошлого года), а умерло 1 824,3 тыс. (–66,7 тыс. к прошлому году) и таким образом, по итогам 2017 г. зафиксирована естественная убыль населения: 134,4 тыс. человек.

По оперативным данным данным Росстата, в январе – июне 2018 г. родилось 782,7 тыс. человек (–38,2 тыс. в сравнении с аналогичным периодом прошлого года), а умерло 946,9 тыс. человек (+6,5 тыс. к прошлому году).

Данные ВОЗ отчетливо свидетельствуют о том, что здоровье человека зависит во многом (до 70 %) от его образа жизни и от состояния среды жизнедеятельности. В профилактике негативного влияния этих факторов выделяют два направления: личное безопасное поведение человека и коллективные мероприятия по обеспечению безопасности.

Рассмотрим роль личности в достижении безопасности жизнедеятельности. Овладение знаниями по безопасности позволит каждому человеку свести к минимуму вероятность принудительной гибели. Для этого необходимо:

- соблюдать правила здорового образа жизни (ЗОЖ);
- всемерно следовать основам безопасности в быту, на производстве, на транспорте и в других сферах деятельности и отдыха;
- рационально выбирать виды деятельности и место жительства для себя и своей семьи исходя из качества окружающей среды и уровня безопасности сфер деятельности.

### ***Правила здорового образа жизни***

Правила здорового образа жизни:

1. Заниматься физкультурой 3–5 раз в неделю, но не перенапрягать организм интенсивными физическими нагрузками. Обязательно найти для себя подходящий способ двигательной активности, основу которого составляют упражнения аэробного характера.

2. Не переедать и не голодать. Питаться 4–5 раз в день, употребляя в пищу необходимое для организма количество белков, витаминов и минеральных веществ, но ограничивая себя в животных жирах и сладком.

3. Не перегружать себя умственной работой. Стараться получать удовлетворение от учебы и работы, а в свободное время заниматься творчеством.

4. Доброжелательно относиться к людям. Знать и соблюдать правила общения. Найти для себя эффективный вариант выхода из стрессового состояния, научиться предупреждать стрессы.

5. Выработать, с учетом индивидуальных особенностей своего характера, подходящий способ отхода ко сну, позволяющий быстро уснуть и полностью восстановить силы.

6. Ежедневно заниматься закаливанием организма. Чтобы это вошло в привычку, надо испробовать различные закаливающие про-

цедуры (обтирание мокрым полотенцем, обливание холодной водой всего туловища и отдельных его участков, купание, контрастный душ, сауна и т. п.) и выбрать для себя те, которые не только помогают победить простуду, но и доставляют удовольствие.

7. Не привыкать к курению и употреблению спиртных напитков. Учиться сдерживать себя и не поддаваться, когда кто-нибудь будет соблазнять попробовать сигарету, спиртное или какое-либо сомнительное вещество.

Ребята, которые с детства приучают себя к правильному образу жизни, вырастут здоровыми и сильными, а значит, могут рассчитывать в будущем на хорошую работу, крепкую и здоровую семью, счастливую и долгую жизнь.

*Выбор вида деятельности и местожительства.* Для этого человеку необходима прежде всего информация о загрязнении санитарных зон и о рисках, связанных с профессиональной деятельностью и зоной обитания. Эта информация должна предоставляться компетентными государственными органами, а человек должен обладать необходимыми знаниями для ее адекватной оценки. Благоприятное влияние на здоровье населения оказывает близкое к естественному состояние среды обитания в городах и промышленных центрах.

Личная безопасность каждого человека определяется во многом его знаниями об опасностях, их источниках и мерах защиты. Своевременное выявление опасностей и рациональное использование средств защиты – основы личной безопасности.

Для снижения негативного влияния техники и технологий на людей необходимо создателям этих технических средств соблюдать требования безопасности и экологичности. При невозможности достижения этого необходимо предусматривать защитные средства. Все это должны в совершенстве знать творцы техносферы: инженеры, градостроители, работники коммунального хозяйства и многие другие, ответственные за реализацию мер коллективной безопасности.

Каждый человек, переходя из состояния учащегося (после завершения обучения в школе, ссузе, вузе) в состояние работника-созидателя, должен знать и оценивать возможные последствия своих действий. Поскольку человек наделен разумом, он стремится к созидательной жизни, пытаясь, как правило, изменить окружающий его мир в свою пользу. К сожалению, это преобразование, кроме желае-

мого, создает неизбежно и негативные эффекты, порождая тем самым отрицательные воздействия на человека и окружающий его мир.

## 9.6. Культура безопасности

Все, что входит в понятие личной и коллективной безопасности, достигается человеком на основе знаний и последующего опыта, поэтому первейшим этапом достижения высоких значений продолжительности жизни является овладение каждым субъектом культурой безопасности.

Культура безопасности напрямую связана с человеческим фактором. Несмотря на то, что она относится скорее к категории нравственной, можно выделить такие две основные компоненты этого понятия:

- создание и правильное функционирование структуры управления с распределением доли прав и ответственности;
- создание необходимой системы ответных реакций на возникающие проблемы обеспечения безопасности.

Культура безопасности – качество личности, определяющее ее направленность на развитие потребностей в безопасности, на постоянное совершенствование знаний, умений и навыков реализации человеко- и природозащитной деятельности. Необходимые познания по безопасности можно с наибольшим успехом получить в системе образования.

Исходя из вышесказанного, первым и важнейшим шагом государства и общественности в деле достижения здоровой и продолжительной жизни населения России является обучение людей основам культуры безопасности.

Для формирования культуры безопасности используются следующие методы:

- проведение необходимого подбора, обучения и подготовки персонала в каждой сфере деятельности, влияющей на безопасность;
- установление и строгое соблюдение дисциплины при четком распределении персональной ответственности руководителей и исполнителей;
- разработка и строгое соблюдение требований действующих инструкций по выполнению работ и их периодическому обновлению с учетом накапливаемого опыта.

Каждый россиянин должен:

- обладать знаниями и способностью распознавать опасности в быту, в сфере профессиональной деятельности, а также при использовании средств транспорта, т. е. на всех этапах своей жизни;
- соблюдать правила здорового образа жизни; знать об опасностях вредных привычек, таких как курение, алкоголизм, наркомания и т. п.;
- правильно выбирать и применять средства личной защиты от опасностей;
- способствовать устранению опасностей коллективного воздействия на людей и природу;
- оказывать помощь и содействие пострадавшим от опасного воздействия.

В нашей стране созданы предпосылки для активного обучения всего населения основам культуры безопасности. Для этого, как минимум, достаточно модернизировать курс ОБЖ, читаемый практически всем молодым россиянам в средней школе.

## **9.7. Техносферная безопасность**

Завершая анализ современного мира опасностей человеко- и природозащитной деятельности в России, необходимо отметить, что основной путь дальнейшего развития БЖД и ЗОС (защита окружающей среды) в ближайшем будущем и на перспективу – это создание учения о техносферной безопасности.

Для устранения негативного воздействия промышленного производства, энергетических комплексов, средств транспорта и иных объектов экономики на работающих, население и природу необходимо дальнейшее всестороннее развитие методов и средств усовершенствования превентивного анализа опасностей, действующих в селитебных зонах и регионах, с целью наиболее полного описания их совместного воздействия.

Реализуемые в настоящее время мероприятия (составление тома ОВОС (оценка воздействия на окружающую среду), экологическая экспертиза, специальная оценка условий труда, экспертиза промышленной безопасности, декларация промышленной безопасности) проводятся, как правило, разобленно для каждого источника опасности и опираются лишь на нормативы и правила по безопасности.

Настало время, когда необходимо переходить к комплексной оценке воздействия всех негативных территориальных объектов на ра-

ботающих, население и окружающую техногенную и природную среды. На региональном уровне эта оценка объекта должна проводиться на основании нормативных актов, а в сложных случаях ее необходимо сопровождать научными изысканиями в области безопасности.

Создание безопасной техносферы – задача как индивидуального, так и всенародного масштаба; задача, непосредственно связанная как с действиями каждого человека в сфере деятельности, быта и отдыха (защита от опасностей первого круга), так и с действиями руководителей производственных процессов, отраслей экономики и государства (защита от опасностей первого и второго кругов). Значение этого существенно возрастает еще и потому, что обеспечение безопасности техносферы – путь одновременно к решению и других проблем негативного влияния техносферы – фундамент для решения проблем безопасности на более высоких научных уровнях: региональном, межрегиональном, трансграничном, континентальном и глобальном.

Анализ причин возникновения техносферы и ее негативного влияния на природу и человека в ней обитающего свидетельствует не только о необратимости этого процесса, сколько о сложности задачи создания техносферы высокого качества.

Системный анализ – это методология решения крупных проблем, основанная на концепции систем. Системный анализ может также рассматриваться как методология построения организаций, что реализует методологию решения проблем.

В центре методологии системного анализа находится операция количественного сравнения альтернатив, которая выполняется с целью выбора альтернативы, подлежащей реализации. Если требование равнокачественности альтернатив выполнено, могут быть получены количественные оценки. Но для того, чтобы количественные оценки позволяли вести сравнение альтернатив, они должны отражать участвующие в сравнении свойства альтернатив (выходной результат, эффективность, стоимость и другие). Достичь этого можно, если учтены все элементы альтернативы и даны правильные оценки каждому элементу. Так возникает идея выделения всех элементов, связанных с данной альтернативой, т. е. идея, которая на обыденном языке выражается как «всесторонний учет всех обстоятельств». Выделяемая этим определением целостность и называется в системном анализе полной системой. Система, таким образом, – это то, что решает проблему.

Опыт создания техносферы показывает, что ее высокое качество достижимо лишь в условиях неукоснительного соблюдения требова-

ний по совместимости техносферы и отдельных ее составляющих с человеком и всей иной биосферой. Достичь этого можно лишь развивая и совершенствуя безопасность всех компонентов, составляющих техносферу (промышленные предприятия, транспорт и т. п.), и применяя специальную защитную технику для устранения негативного влияния техносферы на человека.

Создание техносферы высокого качества – насущная потребность всего урбанизированного населения Земли, путь к реализации учения академика В.И. Вернадского о ноосфере. На пороге XXI в. человечеству не удалось решить многие проблемы техносферной безопасности и создать техносферу необходимого качества. Что же нужно сделать для этого сейчас?

Необходимо не на словах, а на деле признать важность стоящей перед человечеством задачи по созданию техносферы, качественно близкой к естественной (природной) среде. Создание качественной техносферы – это основа для сохранения человеком своего места на планете Земля.

### **9.8. Эра здоровой и продолжительной жизни**

Стратегически важным фактором, определяющим содержание человеко- и природозащитной деятельности в будущем, является предстоящая смена акцентов в развитии человеческого общества, обусловленная приходом эры здоровой и продолжительной жизни, которая неизбежно последует за эрой информатизации уже в XXI веке. Эта смена акцентов в развитии человеческого общества неизбежно потребует и смены приоритетов в его развитии. От приоритетной цепочки «эффективность – экономичность – безопасность», характерной для эры научно-технической революции, мир неизбежно придет к цепочке «безопасность – эффективность – экономичность» при реализации всего создаваемого человеком в материальной сфере. Такая смена акцентов развития общества неизбежно потребует дальнейшего развития научного подхода в оценке опасностей окружающего нас материального пространства и поведенческих качеств людей.

При этом человечество неизбежно сменит свою тактику защиты от опасностей за счет соблюдения норм и правил безопасности (подход, часто называемый как метод «затыкания дыр») и перейдет к методу превентивного анализа опасностей всего вновь создаваемого че-

ловеком, помня о том, что все опасности на Земле, кроме естественных, рукотворны.

Неэффективность приоритетной цепи «эффективность – экономичность – безопасность» со всей очевидностью демонстрирует череда крупнейших аварий и катастроф XX – начала XXI вв.: события на Чернобыльской АЭС, Саяно-Шушенской ГЭС и т. п.

Переход к эре здоровой и продолжительной жизни потребует значительных усилий от государства и прежде всего роста доли ВВП на человеко- и природозащитные меры, в том числе и на развитие медико-биологических исследований; создание научной базы превентивной оценки опасностей всего вновь создаваемого экономикой страны; усиление мониторинга опасностей урбанизированных территорий и рабочих мест; широкое внедрение неразрушающего контроля состояния машин и агрегатов; совершенствование государственного управления органов защиты здоровья населения, и сохранения окружающей техногенной и природной сред; дальнейшего совершенствования сферы образования в области безопасности человека и охраны природы.

С наступлением эры здоровой и продолжительной жизни на нашей планете должна восторжествовать философия безопасного долголетия человека, основанная на создании безопасной техносферы как среды обитания человека, всецело владеющего культурой безопасности.

Устранение демографического кризиса в России также во многом связано с формированием у ее населения философии и культуры безопасности. Философия безопасности основана на признании людьми важнейшей роли своей защиты и защиты окружающего их мира от опасностей, а необходимый культурный уровень достигим при соответствующем уровне образования людей, при их развитии и воспитании в духе глубокого почитания принципов и основ безопасности.

## **9.9. Стратегия устойчивого развития**

Неизбежным позитивным итогом деятельности каждого из нас в области человеко- и природозащитной деятельности будет содействие реализации всемирной стратегии устойчивого развития.

Последние десятилетия показали, что земная биосфера в целом и ее отдельные составляющие – экосистемы различных уровней – обладают ограниченными возможностями для обеспечения своего нормального функционирования и воспроизводства в условиях чрезмер-

ного воздействия человеческой деятельности. Поэтому в ряду глобальных проблем, важное место занимают такие проблемы, как истощение доступного природно-ресурсного потенциала Земли и загрязнение природной среды планеты, по сути – среды обитания людей и всего живого на Земле.

Необходимо упомянуть о том, что же представляет столь широко используемое в наше время понятие устойчивого развития; почему концепция общественного развития находит все большее распространение на общемировом уровне; почему ее идеологами выступают наиболее передовые и прогрессивные организации, как мирового сообщества, так и отдельных стран.

Концепция устойчивого развития формировалась в ходе постепенного осознания обществом природоохранных, экономических и социальных проблем, оказывающих влияние на состояние природной среды. Это конструктивная реакция общества на наблюдаемые и активно освещаемые в научных публикациях и средствах массовой информации процессы деградации природы под усиленным антропогенным давлением. Идеи о необходимости устойчивого развития не новы, ведь еще в начале XX века В.В. Вернадский, опережая свое время, выдвинул концепцию ноосферы (сферы разума), в основе которой лежит идея гармонизации взаимодействия общества и природы. Он говорил, что «человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой, которая определяет новое геологическое эволюционное изменение биосферы» и предупреждал об опасностях, скрытых в формировании ноосферы.

В наше время концепция устойчивого развития явилась логическим итогом научного и социально-экономического развития, бурно начинавшегося в 1970-е гг., когда вопросам ограниченности природных ресурсов, а также загрязнения природной среды, которая является основой жизни, экономической и любой деятельности человека, было посвящено большое количество научных работ.

Началом послужила выдвинутая американскими учеными во главе с Д. Форрестером, Д. Медоузом и другими в начале 1970-х гг. теория «пределов роста», предполагающая, что при сохранении существующих тенденций роста мирового населения, возрастания послевоенного промышленного производства и, как следствие, экспоненциального увеличения загрязнения окружающей среды и истощения

природного потенциала планеты наступит так называемая «глобальная катастрофа».

В 1970-е гг. прошлого столетия эта теория не имела достаточного количества сторонников в социальных сферах жизни стран мира (общественных организациях, правительствах и т. д.) и часто подвергалась серьезной критике. Так, отмечалось, что теория пределов роста игнорирует способности развития производительных сил и производственных отношений в эпоху научно-технической революции и не учитывает различия социальных систем. Однако с развитием международной интеграции и социально-экономических международных связей все большее количество людей стало понимать и принимать концепцию устойчивого развития общества.

В формировании концепции устойчивого развития, которое проходило в рамках системы ООН под эгидой ЮНЕСКО, можно обозначить несколько основных вех: первая межправительственная конференция по окружающей человека среде в Стокгольме (1972 г.) и последующие конференции в Рио-де-Жанейро (1982, 1992 гг.) и, наконец, в Йоханнесбурге (2002 г.).

Определяющую роль в первичном становлении концепции устойчивого развития сыграла состоявшаяся в июне 1972 г. в Стокгольме (Швеция) Конференция ООН по окружающей среде, решения которой стали историческими для всего человечества. Тогда впервые было заявлено о включении в программы действий на правительственном уровне мер по решению проблем деградации окружающей природной среды, были приняты: программное заявление участников (декларация из 26 принципов), план действий, который включал 109 рекомендаций, и рекомендация для генеральной ассамблеи ООН о создании Программы ООН по окружающей среде.

Был образован добровольный Фонд окружающей среды и установлен Всемирный день окружающей среды – 5 июня. Стокгольмская декларация об окружающей среде и содержащиеся в ней принципы впервые сформулировали свод «мягких законов» международной природоохранной деятельности. На Стокгольмской конференции было сформулировано право людей жить «в окружающей среде такого качества, которое предполагает жизнь, полную достоинства и благосостояния». Начиная с этого времени, значительное число международных организаций и около 50 правительств разных стран приняли основные документы или национальные конституции, признающие основным правом человека право на здоровую окружающую среду.

Проблемы окружающей среды вошли или были включены в число приоритетных задач на региональных и национальных уровнях. Если до Стокгольмской конференции было только 10 министерств охраны окружающей среды, то к 1982 г. такие министерства или департаменты были созданы почти в 110 странах.

После Стокгольмской конференции 1972 г. стало возможным говорить о государственных природоохранных приоритетах и зарождении всемирного природоохранного движения. Однако мало кто тогда представлял себе, что в недалеком будущем общество столкнется с такими серьезными региональными и глобальными проблемами, как кислотные осадки, истощение стратосферного озонового слоя и климатические изменения, ставшие в последние годы ключевыми пунктами международной повестки дня. В то время решение проблем охраны окружающей среды еще не увязывалось тесно с социально-экономическим развитием.

В России первым международным документом, в котором содержалось упоминание об устойчивом развитии, была Всемирная стратегия охраны природы (ВСОП), разработанная под эгидой Международного союза охраны природы (МСОП), Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и Всемирного фонда дикой природы (ВВФ). Стратегию обсудили на конференции МСОП в Ашхабаде в 1979 г. и затем приняли в качестве программного документа в 1980 г.

Сам термин «устойчивое развитие» (*sustainable development*) получил широкое распространение с 1987 г., когда был опубликован доклад Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее», известный как доклад Г.Х. Брундтланд, возглавившей ее работу. По словам Г.Х. Брундтланд, «международная комиссия пришла к заключению, что устойчивое развитие должно составлять основополагающий элемент в глобальной стратегии изменений». В докладе Всемирной комиссии по окружающей среде и развитию, который также известен как доклад Комиссии Брундтланд, устойчивое развитие определено как развитие, при котором нынешние поколения удовлетворяют свои потребности, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять собственные нужды, собственные потребности.

Официальное признание эта точка зрения получила на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г., когда по итогам доклада Комиссии ООН по окружающей среде под руководством премьер-министра Норвегии Г.Х. Брундтланд был

принят новый принцип развития мировых производительных сил, получивший название *Sustainable development*, который в русском переводе получил название «Устойчивое развитие». Определение устойчивого развития, предложенное комиссией Брундланд, широко принято как наименее спорное из всех, однако, оно скорее отражает стратегическую цель, чем указывает конкретный путь для практических действий.

Неудивительно, что многие авторы предложили свои варианты, пытаясь найти определение, которое было бы удобным в практической деятельности. В то же время нельзя не согласиться, что устойчивое развитие относится к категории понятий, отражающих идею, которую можно сформулировать в общих чертах, но нельзя описать точными количественными категориями. Это, однако, не лишает ее ни научного, ни практического смысла, а лишь умножает возможности трактовки понятия устойчивого развития.

Возможно, причина бездумного отношения к собственному здоровью – недостаточная убежденность в неотвратимости наказания за совершенное против здоровья преступление. Сроки жизни человека неопределенны. Всякая ранняя смерть – трагедия. Чтобы прожить долгую и счастливую жизнь, нужно научиться ценить и беречь природу, как незаменимую среду жизни и колыбель человечества. Кроме природной среды, здоровье и долголетие человека определяют условия его труда и жизни, поэтому со школьной скамьи важно осваивать научную и духовную культуру своего народа. И конечно, только здоровый образ жизни способствует реализации всех возможностей, предоставляемых природой человеку.

### **Контрольные вопросы**

1. Реализованные опасности.
2. Основные травмирующие факторы в машиностроении.
3. Концепция устойчивого развития.
4. Показатели, отражающие опасность процесса жизнедеятельности.
5. Опасность чрезвычайных ситуаций.
6. Всемирная стратегия охраны природы (ВСОП).
7. Правила здорового образа жизни.
8. Устранение демографического кризиса в России.
9. Создание техносферы высокого качества.
10. Культура безопасности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стремление человека защищать свою жизнь естественно. К сожалению, окружающий мир оказывает не только позитивное, но и часто негативное влияние, которое отрицательно сказывается на здоровье и продолжительности жизни.

Негативные воздействия окружающего мира вечны. Они оказывали и оказывают отрицательное влияние на человека со дня его появления на Земле и до наших дней. Естественной реакцией человека на негативные воздействия является его постоянная забота о защите себя и окружающей среды. Продолжительность жизни зависит от удовлетворения естественных потребностей, качества среды обитания, условий труда и отдыха, качества медицинского обслуживания.

Реальность современной жизни такова, что созданная руками человека техносфера, призванная максимально защищать человека от естественных опасностей, превратилась в свою противоположность и стала основным источником опасности. Происходящие в ней процессы приводят не только к людским жертвам, но и к уничтожению природной среды, ее глобальной деградации, что в свою очередь вызывает необратимые генетические изменения у людей.

Еще в XX веке перед человечеством встали задачи повышения уровня безопасности жизни и сохранения природы в условиях развития техносферы. Это привело к необходимости распознавать, оценивать и прогнозировать опасности, действующие на человека и природу в условиях их непрерывного взаимодействия с техносферой. Очевидно, что человеко- и природозащитную деятельность необходимо вести не только в практической области, но и на научной основе, создавая теоретические предпосылки к формированию новой области научного знания – ноксологии.

# ТЕСТЫ

## Модуль 1

### **1. Адаптация – это:**

- а) процесс приспособления к изменяющимся условиям внешней среды;
- б) способность восстанавливать свои физические и душевные силы;
- в) воздействие природных факторов.

### **2. Напряжение организма – это:**

- а) приспособляемость к неблагоприятным экологическим условиям;
- б) мобилизация всех механизмов, обеспечивающих определенную деятельность организма человека;
- в) степень подготовки организма.

### **3. Адаптивный тип спринтер характеризуется:**

- а) невысокой устойчивостью к воздействию кратковременных экстремальных факторов и плохой переносимостью длительных нагрузок;
- б) высокой устойчивостью к воздействию кратковременных экстремальных факторов и хорошей переносимостью длительных нагрузок;
- в) высокой устойчивостью к воздействию кратковременных экстремальных факторов и плохой переносимостью длительных нагрузок.

### **4. Частота дыхания человека в состоянии покоя составляет:**

- а) 18...20 вдохов – выдохов в минуту;
- б) 12...15 вдохов – выдохов в минуту;
- в) 20...25 вдохов – выдохов в минуту.

### **5. Интенсивное выделение пота при высоких температурах приводит:**

- а) к обезвоживанию организма;
- б) значительному накоплению теплоты в организме;
- в) головной боли, головокружению.

## **6. Среда обитания – это:**

- а) часть вселенной и мира, где находится или может находиться в данное время человек;
- б) форма общей деятельности людей, единство образа жизни;
- в) окружающая человека среда, обусловленная совокупностью факторов (физических, химических, биологических информационных, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье и потомство.

## **7. Землетрясения – это:**

- а) разрушения, обрушения внутренних стен;
- б) подземные удары и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами (главным образом тектоническими процессами);
- в) обрушение частей зданий, разрушение связей между отдельными частями зданий.

## **8. Паводок – это:**

- а) интенсивный периодический, сравнительно кратковременный подъем уровня воды в реке, вызываемый обильными дождями, ливнями, иногда быстрым таянием снега при зимних оттепелях;
- б) подъем уровня воды, вызванный воздействием ветра на водную поверхность, случающийся обычно в морских устьях крупных рек, а также на наветренном берегу больших озер, водохранилищ и морей;
- в) скопление рыхлого ледового материала во время ледостава (в начале зимы) в сужениях и излучинах русла реки, вызывающее подъем уровня воды на некоторых участках выше него.

## **9. Снежный занос – это:**

- а) гидрометеорологическое бедствие, связанное с обильным выпадением снега;
- б) скопление рыхлого ледового материала во время ледостава;
- в) гидрометеорологическое бедствие, связанное с обильным выпадением снега, при скорости ветра свыше 15 м/с и продолжительности снегопада более 12 часов.

### **10. Циклон – это:**

- а) горизонтальная составляющая ветрового движения;
- б) перемещение по воздуху значительных масс пород;
- в) замкнутая область атмосферного возмущения с пониженным давлением в центре и вихревым движением воздуха.

### **11. Карстовые явления – это:**

- а) совокупность процессов и явлений, связанных с деятельностью воды и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот, а также своеобразных форм рельефа, возникающих на местностях, сложенных сравнительно легко растворимыми в воде горными породами;
- б) совокупность процессов и явлений, связанных с деятельностью ветра и выражающихся в выветривании горных пород;
- в) образование пустот в горных породах, а также своеобразных форм рельефа.

### **12. Просадки представляют собой:**

- а) растворение горных пород и образование в них пустот;
- б) незначительные вертикальные смещения поверхности территории, возникающие в результате уплотнения грунта;
- в) сложение сравнительно легко растворимых в воде горных пород.

### **13. Острой формой отравления называется:**

- а) интоксикация, развивающаяся в результате однократного или повторного действия веществ в течение ограниченного периода времени (как правило, до нескольких суток);
- б) интоксикация, развивающаяся в результате непрерывного или прерываемого во времени (интермитирующего) действия токсиканта продолжительностью до 90 суток;
- в) интоксикация, развивающаяся в результате продолжительного (иногда годы) действия токсиканта.

### **14. Сенсбилизация – это:**

- а) состояние организма, при котором повторное воздействие вещества вызывает иной эффект, чем предыдущее;
- б) состояние организма, при котором повторное воздействие вещества вызывает меньший эффект, чем предыдущее;
- в) состояние организма, при котором повторное воздействие вещества вызывает больший эффект, чем предыдущее.

**15. По источнику возникновения вибрацию подразделяют:**

- а) на общую и частичную;
- б) локальную и глобальную;
- в) общую и локальную.

**16. Акустический шум – это:**

- а) упругие волны, аналогичные звуковым, но с частотами ниже области слышимых человеком частот;
- б) беспорядочные звуковые колебания разной физической природы, характеризующиеся случайным изменением амплитуды, частоты и др.;
- в) упругие звуковые колебания высокой частоты.

**17. Металлизация кожи – это:**

- а) выпадение мельчайших частичек расплавленного металла на открытую поверхность кожи;
- б) упорядоченное не скомпенсированное движение свободных электрически заряженных частиц;
- в) отторжение мельчайших частичек расплавленного металла кожей.

**18. Механические травмы могут быть:**

- а) ушибами и ссадинами;
- б) кратковременными и длительными;
- в) закрытыми и открытыми.

**19. Радиационная авария – это:**

- а) потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды;
- б) авария на транспорте, повлекшая за собой гибель людей, причинение пострадавшим тяжелых телесных повреждений, уничтожение и повреждение транспортных сооружений и средств или ущерб окружающей природной среде;
- в) это внезапная остановка работы или нарушение установленного процесса производства на промышленных предприятиях, транспорте и др.

## **20. Пожар – это:**

- а) температура горючего вещества, при которой горение возможно во всем объеме вещества;
- б) вышедший из-под контроля процесс горения, уничтожающий материальные ценности и создающий угрозу жизни и здоровью людей;
- в) это горение, сопровождающееся освобождением большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени.

## **Модуль 2**

### **1. Ноксология – это:**

- а) сфера опасностей, являющаяся предметом изучения науки ноксологии;
- б) наука об опасностях материального мира вселенной;
- в) наука изучающая строение носа.

### **2. Ноксосфера – это:**

- а) сфера опасностей, являющаяся предметом изучения науки ноксологии;
- б) наука об опасностях материального мира вселенной;
- в) наука изучающая строение носа.

### **3. Целью изучения ноксологии являются:**

- а) описание источников и зон влияния опасностей;
- б) ознакомление обучающихся с теорией и практикой науки об опасностях;
- в) получение представления об опасностях современного мира и их негативном влиянии на человека и природу.

### **4. Опасность – это:**

- а) совпадение по времени и месту пребывания источника опасности и защищаемого объекта в жизненном пространстве;
- б) наличие системы «объект защиты – источник воздействия»;
- в) негативное свойство живой и неживой материи, способное причинять ущерб самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям.

## **5. Источник опасности – это:**

- а) компоненты биосферы и техносферы, космическое пространство, социальные и иные системы, излучающие опасность;
- б) наличие системы «объект защиты – источник воздействия»;
- в) негативное свойство живой и неживой материи, способное причинять ущерб самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям.

## **6. Закон толерантности Шелфорда формулируется следующим образом:**

- а) лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического влияния, диапазон между которыми определяет степень выносливости организма к данному фактору;
- б) опасности возникают, если повседневные потоки вещества, энергии и информации в техносфере превышают пороговые значения;
- в) опасности реализуются в виде потоков энергии, вещества и информации, они существуют в пространстве и во времени.

## **7. Комфорт – это:**

- а) область нормальной жизнедеятельности;
- б) зоны с большими отклонениями фактора от оптимума;
- в) оптимальное сочетание параметров микроклимата и удобств в зонах деятельности и отдыха человека.

## **8. Таксономия опасностей – это:**

- а) область нормальной жизнедеятельности;
- б) классификация опасностей по различным признакам;
- в) зоны с большими отклонениями фактора от оптимума.

## **9. Происшествие – это:**

- а) событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным и/или материальным ресурсам;
- б) процесс распознавания и параметрического описания опасностей в поле их действия;
- в) опасность общего характера, не связанная с координатами пространства и временем воздействия.

### **10. Потенциальная опасность – это:**

- а) процесс распознавания и параметрического описания опасностей в поле их действия;
- б) событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным и/или материальным ресурсам;
- в) опасность общего характера, не связанная с координатами пространства и временем воздействия.

### **11. Идентификация опасностей – это:**

- а) процесс распознавания и параметрического описания опасностей в поле их действия;
- б) событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным и/или материальным ресурсам;
- в) опасность общего характера, не связанная с координатами пространства и временем воздействия.

### **12. Вероятность воздействия травмоопасных потоков на людей оценивают:**

- а) конкретным значением ПДК и ПДУ;
- б) критерием допустимого воздействия;
- в) величинами риска принудительной потери жизни.

### **13. Апостериорный анализ риска:**

- а) предназначен для того, чтобы обеспечить безопасность сложных и потенциально опасных технологических процессов;
- б) включает природные катастрофы (землетрясения, наводнения, оползни и т. д.), а также сопряженную с опасностью деятельность людей (аварии на транспорте, острые отравления пестицидами, заболевания раком в результате курения и т. п.);
- в) призван установить корреляции (статистические зависимости) и причинные связи между свойствами источников риска и количеством индуцированных заболеваний.

### **14. Эпидемиологический анализ риска:**

- а) предназначен для того, чтобы обеспечить безопасность сложных и потенциально опасных технологических процессов;
- б) включает как природные катастрофы (землетрясения, наводнения, оползни и т. д.), так и сопряженную с опасностью деятельность людей (аварии на транспорте, острые отравления пестицидами, заболевания раком в результате курения и т. п.);

в) призван установить корреляции (статистические зависимости) и причинные связи между свойствами источников риска и количеством индуцированных заболеваний.

### **15. Вероятностный анализ риска:**

а) предназначен для того, чтобы обеспечить безопасность сложных и потенциально опасных технологических процессов;

б) включает как природные катастрофы (землетрясения, наводнения, оползни и т. д.), так и сопряженную с опасностью деятельность людей (аварии на транспорте, острые отравления пестицидами, заболевания раком в результате курения и т. п.);

в) призван установить корреляции (статистические зависимости) и причинные связи между свойствами источников риска и количеством индуцированных заболеваний.

### **16. Приемлемый (допустимый) риск аварии – это:**

а) риск, когда объектом защиты является человек;

б) уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических соображений;

в) когда объектом защиты является группа людей.

### **17. Оценка экологических рисков – это:**

а) причинные связи между свойствами источников риска и количеством индуцированных заболеваний;

б) риск в зоне расположения опасного объекта, зависящий от величины техногенного риска объекта и показателей количественного распределения людей, находящихся в зоне риска;

в) выявление и оценка вероятности наступления событий, имеющих неблагоприятные последствия для состояния окружающей среды, здоровья населения, деятельности предприятия и вызванного загрязнением окружающей среды, нарушением экологических требований, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

### **18. Под идентификацией понимается:**

а) процесс обнаружения и установления количественных, временных, пространственных и иных характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на обеспечение нормального функционирования технических систем и качества жизни;

б) причинные связи между свойствами источников риска и количеством индуцированных заболеваний;

в) выявление и оценка вероятности наступления событий, имеющих неблагоприятные последствия для состояния окружающей среды, здоровья населения, деятельности предприятия и вызванного загрязнением окружающей среды, нарушением экологических требований, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

### **19. Протяженность зоны воздействия вибраций определяют:**

а) амплитудой колебаний грунта в точках;

б) величиной их затухания в грунте, которая, как правило, составляет 1 дБ/м;

в) амплитудой свободных или вынужденных колебаний фундамента.

### **20. К реальным травмоопасным источникам относят:**

а) ручные (отвертки, ножи, напильники, зубила, молотки, пилы, рубанки и т. д.) и механизированные инструменты (дрели, перфораторы, пилы и т. д. с электро, бензо и пневмоприводом);

б) нетоксичные пары воды, диоксида углерода, азота, кислорода и водорода, а также из токсичных веществ: оксид углерода, оксид азота, углеводородов, альдегидов, сажи, бенз(а)пирена и др.;

в) отходящие (отработанные) газы, пары, капли жидкости и твердых частиц, сопровождающие работу технических объектов (например, выбросы цехов промышленных предприятий, отработанных газов двигателя внутреннего сгорания (ДВС), дымовых газов тепловых электрических станций (ТЭС) и т. п.).

## **Модуль 3**

### **1. Пожарная безопасность объекта защиты – это:**

а) состояние объекта, при котором воздействие на него всех потоков вещества, энергии и информации не превышает максимально допустимых для объекта значений.

б) состояние объекта защиты, характеризующееся возможностью предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара;

в) разработка, принятие, применение и исполнение федеральных законов о технических регламентах, содержащих требования пожарной безопасности, а также нормативных документов по пожарной безопасности.

## **2. Селитебная территория – это:**

а) часть территории населенного пункта, предназначенная для размещения жилой, общественной (общественно-деловой) и рекреационной зон, а также отдельных частей инженерной и транспортной инфраструктур, других объектов, размещение и деятельность которых не оказывает воздействия, требующего специальных санитарно-защитных зон;

б) объекты экономики, выделяющие газообразные, жидкие и твердые отходы, в том числе химические и радиоактивные, при работе в штатных и аварийных ситуациях;

в) городская среда, выделяющая отходы жилищно-коммунального хозяйства, отходы транспортных средств, ливневые сточные воды, снежную массу и т. п.

## **3. Природная зона – это:**

а) зона смешанных и широколиственных лесов;

б) лесостепная зона, зона степей;

в) крупный природный комплекс, обладающий общностью температурных условий и увлажнения, почв, растительного и животного мира.

## **4. Обмен веществ – это:**

а) постоянство внутренней среды организма;

б) совокупность реакций синтеза и распада органических веществ;

в) реакция на воздействие внешней среды;

г) увеличение размеров организма.

## **5. Защитные ограждения:**

а) представляют обычные защитные ограждения, соединенные с исполнительным механизмом машины специальной связью (механической, электрической, лучевой и др.);

б) предназначены для быстрой остановки машины или ее рабочего органа при попадании какой-либо части тела в опасную зону;

в) предупреждают проникновение человека в опасную зону и в зависимости от характера самих опасных зон выполняются в виде временных и постоянных, дополнительных и органически связанных с конструкцией машины, глухих и сетчатых, неподвижных и перемещающихся.

## **6. Блокировочные ограждения:**

а) предназначены для быстрой остановки машины или ее рабочего органа при попадании какой-либо части тела в опасную зону;

б) представляют обычные защитные ограждения, соединенные с исполнительным механизмом машины специальной связью (механической, электрической, лучевой и др.);

в) предупреждают проникновение человека в опасную зону и в зависимости от характера самих опасных зон выполняются в виде временных и постоянных, дополнительных и органически связанных с конструкцией машины, глухих и сетчатых, неподвижных и перемещающихся.

## **7. Защитная блокировка:**

а) предназначена для быстрой остановки машины или ее рабочего органа при попадании какой-либо части тела в опасную зону;

б) представляют обычные защитные ограждения, соединенные с исполнительным механизмом машины специальной связью (механической, электрической, лучевой и др.);

в) предупреждают проникновение человека в опасную зону и в зависимости от характера самих опасных зон выполняются в виде временных и постоянных, дополнительных и органически связанных с конструкцией машины, глухих и сетчатых, неподвижных и перемещающихся.

## **8. Принудительная защита:**

а) предназначена для быстрой остановки машины или ее рабочего органа при попадании какой-либо части тела в опасную зону;

б) предупреждает проникновение человека в опасную зону и в зависимости от характера самих опасных зон выполняются в виде временных и постоянных, дополнительных и органически связанных с конструкцией машины, глухих и сетчатых, неподвижных и перемещающихся;

в) применяется в виде устройств, вытесняющих части тела рабочего из опасной зоны при включении механизма в работу и не позволяющих проникнуть в нее, пока выполняется рабочая операция.

## **9. Экобиозащитная техника – это:**

а) средства защиты человека и природной среды от опасных и вредных факторов;

- б) специальная техника, предназначенная для ликвидации экологических аварий;
- в) очистительные сооружения на производстве.

#### **10. Устройства защитного отключения (УЗО) предназначены:**

а) для защиты электрооборудования промышленных установок и электрических сетей от перегрузок и коротких замыканий. Номинальное напряжение – 380 В переменного тока частоты 50, 60 Гц и 220 В постоянного тока;

б) защиты людей от поражения электрическим током при неисправностях электрооборудования или при непреднамеренном контакте с открытыми токопроводящими частями электроустановок, а также для предотвращения возгораний и пожаров, возникающих вследствие протекания токов утечки и замыканий на землю;

в) включения, пропуска и отключения переменного тока номинальным напряжением до 660 В, номинальной частоты 50 и 60 Гц и постоянного тока номинальным напряжением до 440 В в устройствах распределения электрической энергии.

#### **11. Предохранители плавкие предназначены:**

а) для защиты электрооборудования промышленных установок и электрических сетей от перегрузок и коротких замыканий. Номинальное напряжение – 380 В переменного тока частоты 50, 60 Гц и 220 В постоянного тока;

б) защиты людей от поражения электрическим током при неисправностях электрооборудования или при непреднамеренном контакте с открытыми токопроводящими частями электроустановок, а также для предотвращения возгораний и пожаров, возникающих вследствие протекания токов утечки и замыканий на землю;

в) включения, пропуска и отключения переменного тока номинальным напряжением до 660 В, номинальной частоты 50 и 60 Гц и постоянного тока номинальным напряжением до 440 В в устройствах распределения электрической энергии.

#### **12. Защитное заземление предназначено:**

а) для снижения разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству;

б) изоляции в электроустановках напряжением до 1 кВ, состоящей из основной и дополнительной изоляции. Дополнительная изоляция независима от основной и служит в случае ее повреждения для защиты при косвенном прикосновении;

в) устранения опасности поражения электрическим током в случае прикосновения к корпусу и к другим открытым проводящим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

### **13. Двойная изоляция – это:**

а) снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству;

б) изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, состоящая из основной и дополнительной изоляции. Дополнительная изоляция независима от основной и служит в случае ее повреждения для защиты при косвенном прикосновении;

в) устранение опасности поражения электрическим током в случае прикосновения к корпусу и к другим открытым проводящим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

### **14. Очистка стоков – это:**

а) смешение сточных вод с водой озер и водохранилищ;

б) целый комплекс мероприятий, направленных на борьбу и обеззараживание патогенных микроорганизмов в промышленных или частных стоках, а также на переработку и утилизацию различных химических веществ, после чего сточная вода не должна представлять опасности для загрязнения окружающей среды;

в) расхода воды водоема, участвующая в процессе перемешивания и разбавления сточных вод.

### **15. Механические способы очистки сточных вод:**

а) наиболее дешевые методы, основанные на процессах фильтрации, процеживания, инерционного деления;

б) методы, основанные на способности специально культивированных микроорганизмов поглощать вещества, образующиеся в стоках;

в) методы, позволяющие при помощи реагентов выделить из сточных вод растворимые неорганические смеси.

#### **16. Химические методы очистки сточных вод:**

а) наиболее дешевые методы, основанные на процессах: фильтрования, процеживания, инерционного деления;

б) методы, основанные на способности специально культивированных микроорганизмов поглощать вещества, образующиеся в стоках;

в) методы, позволяющие при помощи реагентов выделить из сточных вод растворимые неорганические смеси.

#### **17. Режим повседневной деятельности:**

а) при возникновении и во время ликвидации ЧС;

б) нормальной производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической; сейсмической и гидрометеорологической обстановке, при отсутствии эпидемий, эпизоотии;

в) ухудшении производственно-промышленной, радиационной, химической и других обстановок, при получении прогноза о возможности возникновения ЧС.

#### **18. Режим повышенной готовности:**

а) при нормальной производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической; сейсмической и гидрометеорологической обстановке, при отсутствии эпидемий, эпизоотии;

б) ухудшении производственно-промышленной, радиационной, химической и других обстановок, при получении прогноза о возможности возникновения ЧС;

в) возникновении и во время ликвидации ЧС.

#### **19. Технический регламент – это:**

а) обязательный документ, который разрабатывается организацией собственными силами (или организацией, имеющей лицензию на такой вид работ) и представляется в органы Ростехнадзора при получении лицензии на осуществление промышленной деятельности, связанной с повышенной опасностью производств;

б) единая систематизированная база данных опасных производственных объектов, которая включает территориальные и ведомственные разделы и основана на единых методологических и про-

граммно-технологических принципах, содержит сведения об опасных производственных объектах и эксплуатирующих их организациях;

в) документ (нормативный правовой акт), устанавливающий обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

## **20. Государственный реестр – это:**

а) единая систематизированная база данных опасных производственных объектов, которая включает территориальные и ведомственные разделы и основана на единых методологических и программно-технологических принципах, содержит сведения об опасных производственных объектах и эксплуатирующих их организациях;

б) обязательный документ, который разрабатывается организацией собственными силами (или организацией, имеющей лицензию на такой вид работ) и представляется в органы Ростехнадзора при получении лицензии на осуществление промышленной деятельности, связанной с повышенной опасностью производств;

в) документ (нормативный правовой акт), устанавливающий обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

## **Модуль 4**

### **1. Мониторинг – это:**

а) контроль надежности и основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов/узлов, не требующий выведение объекта из работы либо его демонтажа;

б) наблюдение за состоянием объекта для определения и предсказания момента перехода в предельное состояние;

в) систематический сбор и обработка информации, которая может быть использована для улучшения процесса принятия решения, а также, косвенно, для информирования общественности или прямо как инструмент обратной связи в целях осуществления проектов, оценки программ или выработки политики.

## **2. Неразрушающий контроль (НК) – это:**

а) контроль надежности и основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов/узлов, не требующий выведение объекта из работы либо его демонтажа;

б) наблюдение за состоянием объекта для определения и предсказания момента перехода в предельное состояние;

в) систематический сбор и обработка информации, которая может быть использована для улучшения процесса принятия решения, а также, косвенно, для информирования общественности или прямо как инструмент обратной связи в целях осуществления проектов, оценки программ или выработки политики.

## **3. Мониторинг рабочей среды – это:**

а) общий термин, охватывающий процедуры и исследования для оценки здоровья работника с целью обнаружения и опознавания любой аномалии;

б) общий термин, включающий выявление и оценку факторов среды, которые могут неблагоприятно повлиять на здоровье работников;

в) диагностика снижения функций человека под влиянием отдельных опасностей.

## **4. Региональный мониторинг – это:**

а) слежение за процессами и явлениями окружающей среды в пределах определенного региона, где эти процессы и явления могут отличаться и по природному характеру, по антропогенным воздействиям от базового фона, характерного для всей биосферы;

б) наблюдение за состоянием объекта для определения и предсказания момента перехода в предельное состояние;

в) систематический сбор и обработка информации, которая может быть использована для улучшения процесса принятия решения, а также, косвенно, для информирования общественности или прямо как инструмент обратной связи в целях осуществления проектов, оценки программ или выработки политики.

## **5. Локальный мониторинг предназначен:**

а) для обеспечения оценки изменений системы на большей площади: территории города, района и т. д.;

б) получения более полной и детальной информации о состоянии окружающей среды региона и воздействии на нее техногенного фактора, что не представляется возможным сделать в рамках глобального и государственного мониторинга, так как в их программах нельзя учесть особенности каждого региона;

в) подготовки данных для ежегодного государственного доклада о состоянии и охране окружающей среды.

**6. Реализованная опасность – это:**

а) численность погибших от внешних факторов за год;

б) смертность населения в трудоспособном возрасте от внешних причин;

в) факт воздействия реальной опасности на человека или среду обитания, приведший к потере здоровья или к летальному исходу человека, к материальным потерям.

**7. Показатель частоты травматизма – это:**

а) коэффициент, который определяет число несчастных случаев из расчета на 1000 работающих за определенный период времени (обычно в год);

б) коэффициент (Кч), выражающий количество несчастных случаев на производстве, приходящихся на 1000 работников;

в) коэффициент, выражающий число дней нетрудоспособности, приходящихся на одну травму.

**8. Профзаболевания возникают:**

а) у лиц с низким доходом.

б) лиц, подверженных стрессовым ситуациям;

в) длительно работающих в запыленных и загазованных помещениях; лиц, подверженных воздействию шума и вибрации, а также занятых тяжелым физическим трудом.

**9. Потери – это:**

а) выход из строя людей ввиду гибели, ранений, травм, болезней;

б) отражение материального и финансового урона, нанесенного в процессе чрезвычайной ситуации;

в) прогнозируемый рост количества возникающих чрезвычайных ситуаций.

**10. Ущерб – это:**

а) выход из строя людей ввиду гибели, ранений, травм, болезней;

б) отражает материальный и финансовый урон, нанесенный в процессе чрезвычайной ситуации;

в) прогнозируемый рост количества возникающих чрезвычайных ситуаций.

**11. Полные потери населения в связи с алкоголем разделяют:**

- а) на масштабные и глобальные;
- б) косвенные и прямые;
- в) прямые и непрямые.

**12. Культура безопасности – это:**

- а) создание необходимой системы ответных реакций на возникающие проблемы обеспечения безопасности;
- б) качество личности, определяющее ее направленность на развитие потребностей в безопасности, на постоянное совершенствование знаний, умений и навыков реализации человеко- и природозащитной деятельности;
- в) создание и правильное функционирование структуры управления с распределением доли прав и ответственности.

**13. Системный анализ – это:**

- а) причина возникновения техносферы и ее негативного влияния на природу и человека;
- б) фундамент для решения проблем безопасности на более высоких научных уровнях;
- в) методология решения крупных проблем, основанная на концепции систем.

**14. Реализованные опасности принято разделять:**

- а) на происшествия, чрезвычайные происшествия, аварии, катастрофы и стихийные бедствия;
- б) стихийные бедствия, катаклизмы, пожары;
- в) катастрофы и стихийные бедствия.

**15. Все чрезвычайные ситуации подразделяют:**

- а) на природные и техногенные;
- б) конфликтные и бесконфликтные;
- в) объектовые и локальные.

**16. Косвенный ущерб возникает:**

- а) из-за прогнозируемого роста количества возникающих чрезвычайных ситуаций;
- б) наблюдения за состоянием объекта для определения и предсказания момента перехода в предельное состояние;

в) остановки хозяйственной деятельности, упущенной выгоды, необходимости затрат на ликвидацию чрезвычайной ситуации, и ее долговременных последствий.

### **17. Опасностью в чрезвычайной ситуации называется:**

а) состояние, при котором создалась или вероятно угроза возникновения поражающих факторов и воздействий источника чрезвычайной ситуации на население, объекты экономики, инфраструктуры и окружающую природную среду в зоне чрезвычайной ситуации, т. е. на территории, где сложилась чрезвычайная ситуация;

б) вероятность ее реализации, тех или иных поражающих факторов, а также от уязвимости и защищенности самого опасного объекта от внешних опасностей;

в) прогнозируемый рост количества возникающих чрезвычайных ситуаций различного характера.

### **18. Смертности от внешних причин:**

а) врожденные патологии, сахарный диабет;

б) онкологические заболевания, сердечная недостаточность, гепатит, цирроз печени;

в) убийства, самоубийства, транспортные катастрофы, алкогольные отравления, производственный травматизм, гибель в результате чрезвычайных ситуаций и другие источники внешних воздействий.

### **19. Значительное негативное влияние на здоровье населения оказывают:**

а) чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера;

б) нарушение здорового образа жизни и прежде всего факторы, получившие широкое распространение: потребление алкоголя, курение, наркомания и токсикомания;

в) вредные факторы производственной среды.

### **20. Демографическая ситуация – это:**

а) регистрация естественного движения населения;

б) текущий учет населения (необходим между переписями, позволяет оценивать демографическую ситуацию в любой момент времени);

в) состояние воспроизводства населения.

## Ответы на тесты

Номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Модуль 1	а	б	в	б	а	в	б	а	в	в	а	б	а	в	в	б	а	в	а	б
Модуль 2	б	а	б	в	а	а	в	б	а	в	а	в	б	в	а	б	в	а	б	а
Модуль 3	б	а	в	б	в	б	а	в	а	б	а	в	б	б	а	в	б	б	в	в
Модуль 4	в	а	б	а	а	в	б	в	а	б	в	в	в	а	б	в	а	в	б	в

## ГЛОССАРИЙ

**Авария** – разрушение сооружений, оборудования, технических устройств, неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ, создающие угрозу жизни и здоровью людей.

**Аксиома о воздействии среды обитания на любое живое тело** (в том числе на человека) – воздействие среды обитания на живое тело может быть позитивным или негативным, характер воздействия определяют параметры потоков и способность живого тела воспринимать эти потоки.

**Аксиома о совокупном воздействии опасности** – на любой объект защиты одновременно воздействуют все потоки, поступающие извне в зону его пребывания.

**Аксиома об одновременном воздействии опасностей** – потоки вещества, энергии и информации, генерируемые их источниками, не обладают избирательностью по отношению к объектам защиты и одновременно воздействуют на человека, природную среду и техносферу, которые находятся в зоне их влияния.

**Антропогенные опасности** – опасности, которые возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или групп людей.

**Антропогенно-техногенные опасности** – опасности, связанные с усилением действия непосредственно антропогенных опасностей за счет взаимодействия человека с техническими системами или современными технологиями.

**Безопасность жизнедеятельности** – наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека с техносферой.

**Безопасность объекта защиты** – состояние объекта защиты, при котором воздействие на него всех потоков вещества, энергии и информации из окружающей среды не превышает максимально допустимых значений.

**Биосфера** – природная область распространения жизни на Земле, включающая нижний слой атмосферы, гидросферу и верхний слой литосферы, не испытавших техногенного воздействия.

**Бытовые опасности** – опасности, классифицируемые по признаку видов зон воздействия. Как правило, бытовые опасности являются локальными, ограниченными размерами помещений.

**Глобальные опасности** – опасности, классифицируемые по размерам зоны воздействия и отличающиеся всеобщим характером,

охватывающие весь земной шар. К числу глобальных опасностей относятся, например, такие явления, как потепление климата (парниковый эффект) или разрушение озонового слоя.

**Допустимое воздействие в системе «человек – среда обитания»** – ситуация, когда потоки (вещества, энергии, информации), воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека. Соблюдение условий допустимого взаимодействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания.

**Допустимый (приемлемый) риск** – максимальное значение риска (индивидуального, социального, техногенного и др.), нормативно приемлемое современным сообществом и государством.

**Естественные опасности** – опасности, обусловленные климатическими и природными явлениями. Они возникают при изменении погодных условий и естественной освещенности биосферы, а также от стихийных явлений, происходящих в биосфере (наводнения, землетрясения и т. д.).

**Естественно-техногенные опасности** – опасности, связанные с усилением действия непосредственно естественных опасностей за счет взаимодействия с объектами техносферы.

**Жизнедеятельность** – процесс непрерывного взаимодействия человека со средой обитания в целях удовлетворения своих потребностей; повседневная деятельность и отдых, способ существования человека.

**Защита от опасностей** – способы и методы снижения уровня и продолжительности воздействия опасностей на человека в среде обитания.

**Зона гибели** – пределы толерантности по фактору воздействия, совпадающие со значениями максимума и минимума фактора, за пределами которых существование организма невозможно.

**Зона допустимых значений фактора воздействия** – область нормальной жизнедеятельности.

**Зона оптимума** – зона интенсивности фактора воздействия с точкой комфорта (точка максимума – жизненного потенциала), являющаяся областью нормальной жизнедеятельности.

**Зона угнетения** – зона интенсивности фактора воздействия с большими отклонениями его значения от оптимума.

**Импульсные или кратковременные опасности** – опасности, воздействие которых характерно для аварийных ситуаций, а также при залповых выбросах (например, при запуске ракет). Многие стихийные явления (например, гроза, сход лавин и т. п.) также относят к этой категории опасностей.

**Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)** – интегральная оценка совместного негативного влияния загрязняющих воздух веществ.

**Индивидуальные опасности** – опасности, относящиеся к отдельному лицу и классифицируемые по признаку численности людей, подверженных опасному воздействию.

**Индивидуальный риск** – вероятность реализации негативного воздействия на человека в зоне его пребывания.

**Информационные опасности** – опасности, характеризующиеся движением через живое тело потоков информации и классифицируемые по признаку видов потоков в жизненном пространстве.

**Катастрофа** – явление природы, крупная авария, действия человека, повлекшие за собой многочисленные человеческие жертвы, ущерб здоровью людей, разрушения или уничтожение объектов, материальных ценностей в значительных размерах, а также приведшие к огромному ущербу природной среде.

**Качественное состояние среды обитания** – состояние, которое достигается, главным образом, в результате рационального обращения с ресурсами и отходами, а также использования в условиях техносферы объектов экономики, машин и технологий, соответствующих нормативным требованиям по безопасности и экологичности.

**Квалификация опасностей** – количественная оценка опасностей.

**Коллективные меры безопасности** – меры, направленные на реализацию безопасных условий деятельности и быта, эффективную работу систем предупреждения и защиты населения от техногенных и естественных катастроф.

**Комфортное (оптимальное) взаимодействие в системе «человек – среда обитания»** – ситуация, когда потоки (вещества, энергии, информации) соответствуют оптимальным условиям взаимодействия: создают оптимальные условия деятельности и отдыха, предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и, как следствие, влияют на продуктивность деятельности, гарантируют сохранение здоровья человека и целостности компонент среды обитания.

**Критерий безопасности** – показатель качества среды обитания по параметрам влияния вредных и травмоопасных факторов в зоне

пребывания человека. Это нормативные ограничения на вредные факторы и риски травмоопасное в зоне пребывания человека.

**Критерии комфортности** – показатель качества среды обитания по параметрам микроклимата, освещения и концентрациям загрязняющих веществ в зоне пребывания человека.

**Личные меры безопасности** – меры, связанные с рациональным выбором места жительства, соблюдением правил и норм охраны труда, традициями здорового образа жизни.

**Локальные опасности** – опасности, классифицируемые по размерам зоны воздействия и отличающиеся местным, не выходящим за определенные пределы, характером. Как правило, к их числу относятся бытовые и производственные опасности, ограниченные размерами помещений.

**Массовые опасности** – опасности, относящиеся к широким кругам населения и классифицируемые по признаку численности людей, подверженных опасному воздействию.

**Межрегиональные опасности** – опасности, воздействующие одновременно на территории двух и более сопредельных государств. В этом случае опасные зоны и опасности становятся межрегиональными, а поскольку источники опасности, как правило, расположены на территории одного государства, то при ликвидации последствий этих аварий возникают ситуации, приводящие к трудностям политического характера.

**Мониторинг** – процесс систематического или непрерывного сбора информации о параметрах сложного объекта или процесса.

**Наука о безопасности жизнедеятельности человека в техносфере** – новая область научных знаний, которая формируется сейчас на основе ранее накопленного богатого практического опыта решения прикладных задач (защита от вибрации, шума, электромагнитных полей, механического травмирования и др.) и использования фундаментальных основ науки.

**Неразличаемые опасности** – опасности, классифицируемые по признаку избирательной идентификации опасности органами чувств человека, куда входит ряд опасных воздействий, которые не идентифицируются человеком: инфразвук, ультразвук, электромагнитные поля и излучения, ионизирующие излучения и др.

**Ноксология** – наука об опасностях вселенной.

**Ноксосфера** – область возникновения, развития, действия опасностей.

**Объект защиты** – это человек, а также биоресурсы, необходимые ему для существования. Объект защиты от опасностей в науке о безопасности жизнедеятельности – человек.

**Опасное взаимодействие в системе «человек – среда обитания»** – ситуация, когда потоки (вещества, энергии, информации) превышают допустимые уровни и оказывают негативное влияние на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, и (или) приводят к деградации природной среды.

**Опасности зоны чрезвычайной ситуации** – опасности, характерные для территории (или акватории), на которой сложилась ЧС.

**Опасность** – свойство человека и окружающей среды, способное причинять ущерб живой и неживой материи. Опасности возникают при достижении внешними потоками вещества, энергии, информации значений, превышающих способность к их восприятию любым элементом системы «человек – среда обитания» без нарушения своей функциональной целостности, т. е. без причинения ущерба. Применительно к безопасности жизнедеятельности термин «опасность» можно сформулировать как негативное свойство среды обитания, приводящее человека к потере здоровья или к гибели.

**Основная цель учения о безопасности жизнедеятельности** – формирование и широкая пропаганда знаний, направленных на снижение смертности и потерь здоровья людей от внешних причин.

**Основные принципы безопасности жизнедеятельности** – основные, исходные положения, на которые опираются научные знания о БЖД: принцип антропоцентризма, принцип существования внешних воздействий, принцип возможности создания для человека безопасной среды обитания, принцип выбора путей реализации безопасного взаимодействия человека со средой обитания, принцип отрицания абсолютной безопасности, принцип роста защищенности жизни человека будущего.

**Переменные (в том числе периодические) опасности** – опасности, которые характерны для условий реализации циклических процессов: шум в зоне аэропорта или около транспортной магистрали, вибрация от средств транспорта и т. д.

**Показатель негативности** – абсолютная или относительная численность людей, пострадавших от воздействия опасностей среды обитания: численность пострадавших, показатели тяжести и частоты травматизма, смертность населения в трудоспособном возрасте,

смертность людей от воздействия внешних негативных факторов среды обитания и т. п.

**Поле опасностей** – совокупность опасностей в пространстве около объектов защиты.

**Постоянные опасности** – опасности, действующие в течение рабочего дня, суток и, как правило, связанные с условиями пребывания человека в производственных и бытовых помещениях, с его нахождением в городской среде или в промышленной зоне.

**Потенциальная опасность** – это угроза общего характера, не связанная с координатами пространства и временем воздействия.

**Правила единственности объекта защиты** – теоретический анализ и практическую деятельность по обеспечению безопасности необходимо проводить только для одного объекта.

**Предельно допустимая концентрация (ПДК)** – максимальное значение вредного фактора, которое, воздействуя на человека, не вызывает у него или у его потомства патологических изменений даже скрытых или временно компенсируемых, в том числе заболеваний, изменений реактивности, адаптационно компенсаторных возможностей, иммунных реакций, нарушение физиологических циклов, а также психологических нарушений.

**Предельно допустимый уровень (ПДУ)** – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

**Принцип существования внешних негативных воздействий на человека и природу (I принцип)** – человек и природа могут подвергнуться негативным внешним воздействиям.

**Принцип антропоцентризма (II принцип)** – человек есть высшая ценность, сохранение и продление жизни которого является целью его существования.

**Принцип природоцентризма (III принцип)** – природа – лучшая форма среды обитания биоты, ее сохранение – необходимое условие существования жизни на земле.

**Принцип возможности создания качественной техносферы (IV принцип)** – создание человеком качественной техносферы принципиально возможно и достижимо при соблюдении в ней предельно допустимых уровней воздействия на человека и природу.

**Принцип выбора путей реализации безопасного техносферного пространства (V принцип)** – безопасное техносферное пространство создается за счет снижения значимости опасностей и применения защитных мер.

**Принцип отрицания абсолютной безопасности (VI принцип)** – абсолютная безопасность человека и целостность природы – недостижимы.

**Принцип роста защищенности жизни человека будущего (VII принцип)** – рост знаний человека, совершенствование техники и технологии, применение защиты, ослабление социальной напряженности в будущем неизбежно приведут к повышению защищенности человека и природы от опасностей.

**Происшествие** – событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным или материальным ресурсам.

**Производственные опасности** – опасности, классифицируемые по признаку видов зон воздействия. Как правило, производственные опасности являются локальными, ограниченными размерами помещения.

**Различаемые опасности** – опасности, классифицируемые по признаку избирательной идентификации опасности органами чувств человека, куда входят ряд опасных воздействий (вибрация, шум, нагрев, охлаждение и т. д.), которые человек идентифицирует с помощью органов чувств.

**Реализованные опасности** – опасности, классифицируемые по признаку степени завершенности процесса воздействия опасности на объекты защиты, который характеризуется фактом воздействия реальной опасности на человека и (или) среду обитания, приведшим к потере здоровья или к летальному исходу человека, к материальным потерям.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаев, Н.С. Абсолютная безопасность или «приемлемый риск» / Н.С. Бабаев, И.И. Кузьмин. – М., 1992.
2. Байдакова, Н.В. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / Н.В. Байдакова. – Ч.1. – Химки: АГЗ, 2010. – 141 с.
3. Безопасность жизнедеятельности: учеб. / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.В. Ильницкая [и др.]; под общ. ред. С. В. Белова. – М.: Высш. шк., 2009. – 616 с.
4. Безопасность деятельности. Энциклопедический словарь / под ред. О.Н. Русака. – СПб.: Лик, 2003. – 504 с.
5. Безопасность жизнедеятельности: учеб. / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.Ф. Козьяков [и др.]; под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высш. шк., 2006. – 423 с.
6. Безопасность жизнедеятельности: учеб. / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков [и др.]; под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высш. шк., 2007. – 616 с.
7. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учеб. / С.В. Белов. – М.: Юрайт, 2011. – 680 с.
8. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учеб. / С.В. Белов. – М.: Юрайт, 2010. – 671 с.
9. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности. Терминология: учеб. пособие / С.В. Белов, В.С. Ванаев, А.Ф. Козьяков; под ред. С.В. Белова. – М.: КНОРУС, 2008. – 400 с.
10. Белов, С.В. Основные понятия, термины и определения в безопасности жизнедеятельности / С.В. Белов // Безопасность жизнедеятельности. – 2002. – № 3. – С. 37–43.
11. Белов, С.В. Принципы, понятия и термины науки о безопасности жизнедеятельности человека в среде обитания / С.В. Белов // Безопасность жизнедеятельности. – 2006. – №1. – С. 51–53.
12. Борисов, А.Ф. Чрезвычайные ситуации (источники, прогноз, защита): учеб. пособие / А.Ф. Борисов, М.П. Пьязин. – Нижний Новгород: Вента-2, 2004. – 180 с.
13. Демин, В.Ф. Развитие основ анализа риска и управления безопасностью / В.Ф. Демин, Я.В. Шевелев. – М., 1989.
14. Кирюшкин, А.А. Введение в безопасность жизнедеятельности / А.А. Кирюшкин. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. – 206 с.

15. Козьяков, А.Ф. Управление безопасностью жизнедеятельности: учеб. пособие / А.Ф. Козьяков, Е.Н. Симакова. – М.: Изд-во МГТУ, 2009. – 42 с.
16. Куражковский, Ю.Н. Основы всеобщей экологии / Ю.Н. Куражковский. – Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 2002. – 144 с.
17. Левашов, С.П. Безопасность жизнедеятельности: проблемы анализа и таксономии предметной области / С.П. Левашов // Безопасность в техносфере. – 2006. – № 8. – С. 45–47.
18. Маслоу, А. Самоактуализация. Психология личности / А. Маслоу. – М., 1982.
19. Надежность технических систем и техногенный риск / В.А. Акимов, В.Л. Лапин, В.М. Попов [и др.]; под ред. М.И. Фалеева. – М.: Деловой экспресс, 2002. – 368 с.
20. О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2008 году: государственный доклад. – М: НИА-Природа, 2009. – 457 с.
21. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2008 году: государственный доклад. – М., 2009. – 488 с.
22. Оценка условий жизнедеятельности человека по факторам вредности и травмоопасное: метод, указания / С.В. Белов, Э.П. Пышкина, С.Т. Смирнов, В.С. Ванаев. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. – 31 с.
23. Панин, В.Ф. Экология для инженера. Общеэкологическая концепция биосферы и экономические рычаги преодоления Глобального экологического кризиса. Обзор современных принципов и методов защиты биосферы: учеб. пособие / В.Ф. Панин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 277 с.
24. Панин, В.Ф. Экология для инженера: учеб.-справ. пособие / В.Ф. Панин, А.И. Сечин, В.Д. Федосова. – М.: Ноосфера, 2001. – 282 с.
25. Приложения к журналу «Безопасность жизнедеятельности»: 2003 г. № 7, 9, 11, 12; 2004 г., № 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10; 2005 г., № 3, 4, 6; 2006 г., № 3, 5, 9.
26. Реймерс, А.Ф. Надежды на выживание человечества: Концептуальная экология / А.Ф. Реймерс. – М.: Россия Молодая, 1992. – 367 с.
27. Рубин, С.Г. Устройство нашей Вселенной / С.Г. Рубин. – Фрязино: Век 2, 2006. – 312 с.
28. Экология, охрана природы и экологическая безопасность: учеб. пособие / А.Т. Никитин, С.А. Степанов, Ю.М. Забродин [и др.]; под общ. ред. В.И. Данилова. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. – 744 с.

# НОКСОЛОГИЯ

*Курс лекций*

Электронное издание

*Бердникова Лариса Николаевна*

Редактор М.М. Ионина

Подписано в свет 07.10.2019. Регистрационный номер 282  
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117  
e-mail: rio@kgau.ru