ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Северо-Кавказский филиал ордена Трудового Красного Знамени
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»

Э.А Бинеев, А.В. Бородин, В.П. Попова

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Курс лекций

2-е издание, переработанное и дополненное

Ростов-на-Дону
2018

УДК 614.8:331.45
ББК 65.246
Б 62

Бинеев Э.А., Бородин А.В., Попова В.П.
Безопасность жизнедеятельности. Курс лекций. Учебное пособие для вузов/Под общей редакцией Э.А. Бинеева. – 2-е изд. перераб. и доп. – Ростов н/Д: СКФ МТУСИ, 2018. - 268 с.

Во 2-м переработанном и дополненном издании (1-е изд. – 2012 г.) рассмотрены программные вопросы безопасности и охраны труда с учетом специфики предприятий связи, которые разбиты на 10 лекций.

Книга предназначена для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

Рецензенты:
Зав. кафедрой БТПП ДГТУ, д.т.н., профессор Пушенко С.Л.
Зав. кафедрой ТБиФ Дон ГАУ, д.т.н., профессор Шабанов Н.И.

Допущено Ученым советом МТУСИ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

© СКФ МТУСИ, 2018
© Бинеев Э.А., Бородин А.В., Попова В.П.,2018

ISBN 978-5-904033-18-7

Издательство СКФ МТУСИ

Сдано в набор 20.03.17 Изд. № 257 Подписано в печать 26.05.17. Зак. 271.
Печ. Листов 16,75. Учетно-изд. л. 13,4. Печать оперативная. Тир. 500 экз.
Отпечатано в Полиграфическом центре СКФ МТУСИ, Серафимовича, 62.

ПРЕДИСЛОВИЕ

ко 2-му изданию

В 1990 г. в учебные планы вузов была введена новая дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД), которая возникла на базе объединения дисциплин «Охрана труда» и «Гражданская оборона». Основной задачей этой дисциплины являлась переориентация «Гражданской обороны» от проблем, связанных с возможным применением оружия массового уничтожения, на проблемы чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Это помогло развитию теоретических представлений в области науки о безопасности человека, что отразилось и в определении безопасности жизнедеятельности.

БЖД – это наука о сохранении здоровья и безопасности человека в среде обитания, призванная выявлять и идентифицировать опасные и вредные факторы, разрабатывать методы и средства защиты человека путем снижения опасных и вредных факторов до приемлемых (нормативных) значений, вырабатывать меры по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Очевидно, что охрана труда – это безопасность жизнедеятельности в условиях производства, т. е. частный случай БЖД.

Учитывая, что многие разделы техники безопасности, производственной санитарии достаточно полно освещены не только в современных учебниках, но и в старых изданиях по охране труда, мы выделяем только основные моменты этих разделов, характерные для предприятий связи. Особое внимание уделено безопасности электромагнитных излучений и радиологической безопасности средств связи.

Учитывая изменения в последних федеральных государственных образовательных стандартах во 2-е издание включена лекция по чрезвычайным ситуациям, внесены изменения и переработаны лекции по электромагнитным излучениям, по безопасности при эксплуатации ПЭВМ и ВДТ. Учтены некоторые изменения, связанные с изменением трудового законодательства, а

также включен раздел по ионизирующим (радиоактивным) излучениям. Во всех этих изменения активное участие принял новый соавтор учебного пособия:

Попова В.П. – ст. преподаватель кафедры физики и информационных технологий Ростовского филиала МГУТУ им. К.Г. Разумовского.

Лекции 1 – 3, 8, 9 написаны профессором Бинеевым Э.А.;

Лекция 6 – доцентом Бородиным А.В.;

Лекция 7 – ст. преподавателем Поповой В.П.;

Лекции 4, 10 – профессором Бинеевым Э.А. и ст. преподавателем Поповой В.П.;

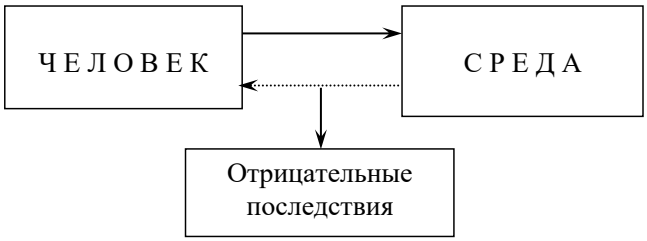
Лекция 5 – профессором Бинеевым Э.А. и доцентом Бородиным А.В.

Общую редакцию осуществлял профессор Бинеев Э.А.

ЛЕКЦИЯ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1. *Опасность и риск. 2. Идентификация опасностей. 3. Количественная оценка опасностей. 4. Концепция приемлемого риска. 5. Зарубежный опыт работы по охране труда. 6. Программы безопасности на предприятиях США. 7. Результативность работы по охране труда.*

Деятельность как целенаправленный процесс взаимодействия человека с природой и антропогенной средой может быть представлен в виде системы состоящей из двух блоков: человек–среда, между которыми существуют реактивные отношения.



Данная система является по своему содержанию двухцелевой. Одна цель – достижение определенного хозяйственного эффекта, вторая – обеспечение безопасности, что и составляет содержание БЖД

Объектом изучения БЖД как науки является среда, или условия обитания человека, и их влияния на человека как в отдельности, так и в совокупности. Эту среду можно разделить на производственную и непроизводственную.

Основным элементом производственной среды является труд, который в свою очередь, состоит из взаимосвязанных и взаимодействующих элементов: субъектов и предметов труда; процессов труда, состоящих из действий как субъектов, так и машин; продуктов труда как целевых, так и побочных в виде образующихся вредных и опасных примесей в воздушной среде; производственных отношений (организационных, экономических, социально-психологических, правовых, отношений связанных с культурой труда, профессиональной культурой, эстетической и т. д.).

Природная среда в виде географо-ландшафтных, геофизических, климатических элементов; стихийных бедствий; природных процессов (в виде газовыделений из горных пород и т. п.) может проявляться как в непроизводственной сфере, так и производственной, особенно в таких отраслях народного хозяйства, как геология, геодезия, горная промышленность, строительство и др.

Общую культуру составляют такие элементы, как нравственная культура, образовательная, правовая, культура общения.

Все элементы, составляющие среду обитания человека, в действии становятся факторами, влияющими на безопасность жизнедеятельности. Поэтому, изучая среду обитания, БЖД обязана рассматривать влияние этих факторов на человека как в отдельности, так и в совокупности. Только при таком системном подходе можно в комплексе нетрадиционно реализовать конечную цель БЖД и охраны труда.

Такие медико-биологические знания, как анатомия, соматометрия, физиология человека, позволяют выработать эргономические требования к «машинам» (предметам и средствам труда), пультам управления, рабочим местам для обеспечения не только высокой работоспособности человека, но и безопасной его деятельности. Теоретическая и практическая гигиена, или производственная санитария, позволяет разрабатывать инженерные мероприятия по предупреждению воздействия на человека биологически значимых факторов (санитарно-гигиенических и психофизиологических).

Технолого-технические знания БЖД (специальные знания о технике и технологии данного производства, видов работ) позволяют грамотно формировать знания по общей и специальной технике безопасности, технике пожарной безопасности, спасательной службе (горноспасательному делу и гражданской обороне).

Общественные знания связаны, прежде всего, с организацией безопасности жизнедеятельности и ее управлением, с координацией работ, планированием, финансированием, оценкой состояния БЖД, обучением и

пропагандой знаний в этой области. Общественные знания БЖД включают в себя также аспекты духовной культуры, инженерной психологии, социально-демографические, правовые.

Знания о природных условиях определяют не только отдельные вопросы техники безопасности, горноспасательного дела, гражданской обороны, но и обширную область знаний об охране окружающей среды.

1. Опасность и риск

Опасность – центральное понятие безопасности жизнедеятельности, под которым понимаются явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, т. е. вызывать нежелательные последствия.

Явления или воздействия характеризуют как опасные следующие признаки: вероятность нанесения непосредственного ущерба здоровью человека (травмы различной тяжести вплоть до смертельных); вероятность заболевания; затруднение нормального функционирования органов человека; изменение окружающей среды. Количество признаков, характеризующих опасность, может быть увеличено или уменьшено в зависимости от целей анализа. Стандарты определяют опасности как опасные и вредные производственные факторы. **Опасный производственный фактор** – такой, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. **Вредный производственный фактор** - это такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Опасности в основе своей материальны. Поэтому в борьбе с опасностями очень важно выделить материальные объекты, которые являются их носителями. В трудовом процессе к таким объектам относятся предметы труда; средства труда (машины, станки, инструменты, сооружения, здания, дороги, реки, каналы и т. д.); различные виды энергии (электрическая, химическая,

атомная, механическая, тепловая, мускульная и др.), продукты труда и полуфабрикаты; природно-климатическая среда (неблагоприятные метеоусловия, землетрясения, грозы, наводнения, сели, ураганы, флора, фауна); люди (например, человек может создать опасные условия для окружающих своими ошибочными действиями).

Итак, предметы, средства и продукты труда, применяемая энергия, технология, природно-климатическая среда, в том числе флора и фауна, люди являются теми элементами, которые формируют условия труда (той или иной степени опасности).

2. Идентификация опасностей

Наличие опасности еще не означает, что несчастье непременно произойдет. Для этого нужны определенные условия – причины. Свойство опасности проявляться только в определенных условиях называется потенциальностью. Чтобы исключить воздействие опасности на человека, надо хорошо изучать причины и устранять условия, при которых происходит реализация потенциальной опасности.

Поэтому очень важно своевременно выявлять, распознавать опасности и условия (причины), при которых они могут привести к нежелательным последствиям, т.е. идентифицировать опасности.

Под идентификацией понимают процесс обнаружения, выявления и распознавания опасностей и установление их количественных, временных, пространственных и других характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических мероприятий, обеспечивающих безопасность деятельности.

В процессе идентификации выявляются номенклатура опасностей, вероятность и условия их проявления, причины, пространственная локализация, возможный ущерб и другие параметры, необходимые для решения конкретных задач по защите от опасностей.

Для анализа выявленных опасностей их целесообразно классифицировать.

Опасности обычно **классифицируют** по следующим признакам:

– **по происхождению**: природные, техногенные, антропогенные, биологические, экологические, социальные;

– **по воздействию на человека** (классификация ГОСТ): механические, физические, химические, биологические, психофизиологические;

– **по характеру воздействия энергии**: активные и пассивные (активизирующиеся за счет энергии человека);

– **по вызываемым последствиям**: утомление, заболевания, травмы, летальные исходы, аварии, чрезвычайные ситуации.

Практика свидетельствует, что абсолютная безопасность деятельности недостижима. Стремление к абсолютной безопасности в ряде случаев вступает в антагонистические противоречия с техническими и экономическими возможностями общества на данном этапе его развития. Следовательно, любая деятельность потенциально опасна.

3. Количественная оценка опасностей

Опасность можно выразить количественно как риск нанесения того или иного ущерба здоровью человека. **Риск** (при наличии достаточной статистики) оценивается как отношение тех или иных нежелательных последствий в единицу времени к возможному числу событий. Например, риск гибели человека на производстве (R_1) в РФ за 1 год, если известно, что ежегодно погибает около $n \approx$ 8 тыс. человек, а численность работающих составляет примерно $N \approx 68$ млн. человек, равен:

$$R_1 = \frac{n}{N} = \frac{0{,}8 \cdot 10^4}{0{,}68 \cdot 10^8} \approx 1{,}2 \cdot 10^{-4}.$$

Другой пример: определим риск фатального несчастного случая в дорожно-транспортных происшествиях (R_2), если ежегодно погибает в них порядка 35 тыс. человек, при численности населения около 145 млн. человек:

$$R_2 = \frac{3{,}5 \cdot 10^4}{1{,}45 \cdot 10^8} \approx 2{,}4 \cdot 10^{-4}.$$

Реализованный выше инженерный подход к определению индивидуального риска применим при наличии достаточного количества статистических данных о реализации опасностей и возможных последствиях.

В иных случаях для оценки риска используется выражение:

$$R = p \cdot l \cdot y,$$

где p – вероятность нежелательного события, балл;

l – частота проявления опасности, балл;

y – возможный ущерб, балл.

В сложных системах используется также моделирование возможных сценариев реализации потенциальных опасностей в нежелательные последствия.

Кроме индивидуального риска, который характеризует опасность для отдельного человека, выделяют другие его виды.

Социальный или коллективный риск характеризует масштабы и тяжесть негативных последствий проявления опасностей, чрезвычайных ситуаций для группы людей.

Экологический риск выражает вероятность экологического бедствия, катастрофы, нарушения дальнейшего нормального функционирования и существования экологических систем и объектов в результате антропогенного вмешательства в природную среду или стихийного бедствия.

Экономический риск определяется соотношением пользы и вреда, получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности.

Для анализа риска на стадии идентификации рекомендуется использовать следующие методы риск–анализа: «Что будет если…», «Проверочный лист», их

комбинацию, анализ опасности и работоспособности, анализ вида и последствий отказов, анализ дерева отказов, анализ дерева событий и др.

4. Концепция приемлемого риска

Традиционная цель обеспечить полную безопасность, не допустить никаких аварий, несчастных случаев (НС) и других нежелательных последствий практически недостижима. Современный мир отверг концепцию абсолютной безопасности и принял концепцию приемлемого (допустимого) риска.

Концепция приемлемого риска сочетает технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет собой некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения. Для определения уровня приемлемого риска рассмотрим масштабы риска в различных сферах деятельности современного человека в промышленно развитых странах, ограничившись риском смертельных исходов. В табл. 1 приведена классификация источников риска смерти для человека, указаны причины, средние значения риска и примеры индивидуального риска, принят средний риск R смерти в расчете на одного человека за год.

Риск смерти зависит от рассматриваемой возрастной группы. Например, риск смерти от болезней мужчин в возрасте 45–50 лет примерно в 10 раз выше, чем в группе 25–30 лет (рис. 1). Риск смерти от болезней во всех возрастных группах на 3 порядка превышает риск смерти в естественной среде обитания. В возрастной группе 20–25 лет риск смерти от несчастных случаев для мужчин в 2,7 раза больше смертности от болезней. Объясняется это тем, что в этой возрастной группе лицам свойственна тенденция попадать в ситуации с неоправданно высоким уровнем риска нежелательных последствий. С накоплением жизненного опыта действие этих причин, уменьшается.

Таблица 1

Уровни среднего риска смерти на одного человека в год
Источники
Внутренняя среда организма
Естественная среда обитания
Искусственная среда обитания
Профессиональная деятельность
Непрофессиональная деятельность
Социальная среда
Причины
Генетические и соматические заболевания, старение
Несчастные случаи при землетрясениях, ураганах, наводнениях и других стихийных бедствиях
Несчастные случаи в быту, на транспорте, заболевания от загрязнения внешней среды
Профессиональные заболевания, несчастные случаи при профессиональной деятельности и т.д.
Заболеваемость и несчастные случаи в любительском спорте и других видах непрофессиональной деятельности
Самоубийства, самоповреждения, убийства, повреждения, причиненные с преступными целями, убийства, ранения, связанные с военными действиями и т.д.

$R \cong 1 \cdot 10^{-2}$ (для мужчин); $R \leq 1 \cdot 10^{-4}$ (для космонавтов) .	$R \cong 1 \cdot 10^{-5}$	$R \cong 1 \cdot 10^{-3}$ (для мужчин)	Профессиональная деятельность : безопасная $< 10^{-4}$, относительно безопасная 10^{-4} - 10^{-3}, опасная 10^{-3} - 10^{-2}, особо опасная $>10^{-2}$	Виды спорта: безопасные $< 10^{-4}$, относительно безопасные и опасные 10^{-4} - 10^{-3}, особо опасные $> 10^{-2}$	$R \cong (0{,}5 \div 1{,}5) \cdot 10^{-4}$ (США)	Средние значения
См. график (рис. 4.1 кривая 1)	Наводнения $4 \cdot 10^{-6}$ Землетрясения $3 \cdot 10^{-6}$ Грозы $6 \cdot 10^{-7}$ Ураганы $3 \cdot 10^{-8}$	Выработка энергии обычным способом $=2 \cdot 10^{-5}$; Ядерным способом $\leq 10^{-7}$ Отравление выхлопными газами автомобиля (для мужчин) $\sim (1 \div 5) \cdot 10^{-6}$ Курение $\sim 5 \cdot 10^{6}$ См.график рис. 4.1 (кривая 2)	Отрасли промышленности: швейная, обувная, текстильная, пищевая, полиграфическая $\leq 10^{-4}$; металлургическая, судостроительная , строительная, вся промышленность в среднем 10^{-4}-10^{-3}; углекоксование, вулканизация 10^{-3} - 10^{-2}; летчик-испытатель, экипаж реактивных самолетов $> 10^{-2}$	Бокс, лыжи, охота $< 10^{-4}$; мотоцикл, альпинизм 10^{-4} - 10^{-2}; скачки, скачки с препятствиями $\geq 10^{-2}$.	Самоубийства $\sim 1 \cdot 10^{-4}$. Военные действия для мужчин всех возрастных групп (США) $7{,}5 \cdot 10^{-5}$ (среднее)	Примеры значений риска

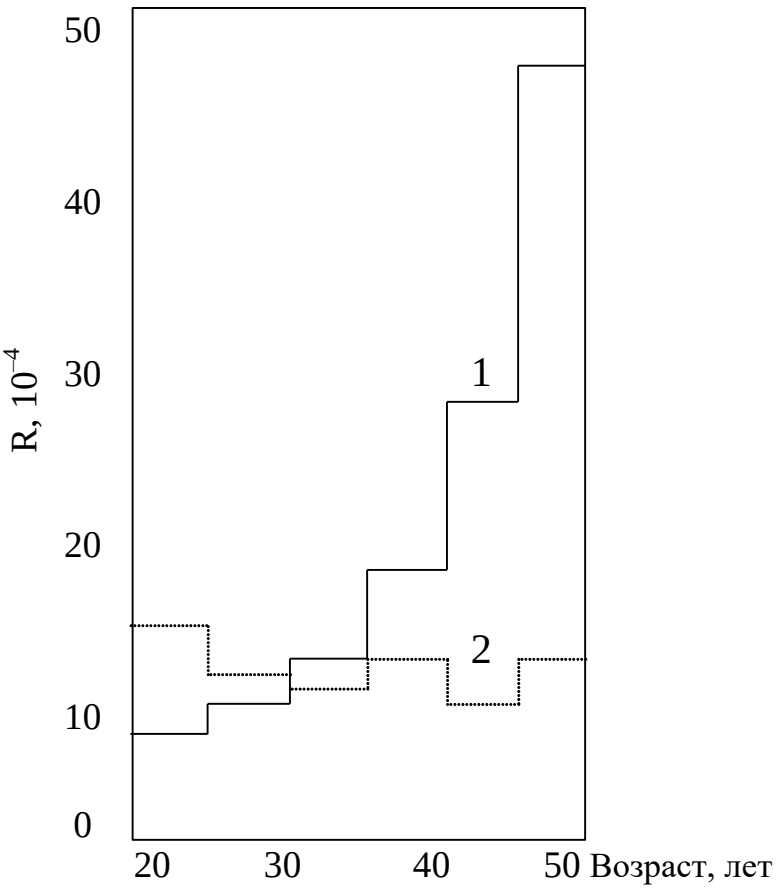


Рис. 1 Риск смерти от болезней и несчастных случаев R для мужчин:
1 – от болезней; 2 – от несчастных случаев

Для профессиональной деятельности выделено четыре категории безопасности в зависимости от риска смерти R на одного человека в год: 1 – безопасная ($R < 10^{-4}$); 2 – относительно безопасная ($R = 10^{-4}$–10^{-3}); 3 – опасная ($R = 10^{-3}$–10^{-2}); 4 – особо опасная ($R > 10^{-2}$) (табл. 1). При этом риск смерти для особо опасных профессий в 100 раз превышает такой риск для профессий, традиционно называемых безопасными. Средний уровень риска смерти от болезней для мужчин всех возрастов сравним лишь с риском в опасных профессиональных условиях.

Только в первом приближении можно принять независимость воздействия на человека разных источников риска. Для уточнения риска необходимо учесть корреляцию риска для разных источников. Заметим, что примеры рисков непрофессиональной деятельности в табл. 1 даны для общего времени, уделенного спорту 150–200 часов в год.

Очевидно, что проблема определения приемлемого риска в различных сферах деятельности современного человека имеет социальные, экономические, психологические и другие аспекты. Социальный эффект может проявляться, например, в том, что преимущества от применения новой, более совершенной технологии концентрируются у одних членов общества, а риск неблагоприятных последствий, связанных с ее недостатками, распространяется на других членов или на все общество в целом.

Анализ приведенных в табл. 1 данных позволяет заключить, что приемлемый уровень профессионального риска смерти для современного человека в промышленно развитых странах находится в интервале $(1–5)\cdot10^{-4}$ на человека в 1 год. Это значение равняется риску смерти от болезней для возрастной группы 25–30 лет, или избыточному риску смерти от несчастных случаев для мужчин в возрастной группе 20–25 лет по сравнению с группой 30–50 лет.

5. Зарубежный опыт работы по охране труда

Анализ зарубежных информационных и научных материалов показывает, что профилактическая текущая и долговременная работа по обеспечению безопасных и здоровых условий труда строится на простой экономической формуле: расходы на выполнение трудоохранных программ всегда меньше, чем выплаты по последствиям несчастных случаев, производственно обусловленной заболеваемости и аварий. Таким образом, расходы на охрану труда не снижают прибыль, а экономят ее. Из этого вовсе не следует, что за рубежом нет проблем ни с травматизмом, ни с заболеваемостью, ни с авариями. Но на подавляющем большинстве предприятий названная формула работает и приносит свои плоды.

Справедливость ее подтверждается простым сравнением. Реализация в течение года номенклатурных мероприятий по охране труда одного сельскохозяйственного рабочего требует средств, практически равных его однодневному заработку. В то же время за этот же трудовой день рабочий производит продукцию на сумму, в 3-6 раз превышающую дневной заработок. Так

может ли грамотный предприниматель не видеть и не стремиться к исключению любых потерь рабочего времени. Следует принять в расчет еще две особенности, характерные для западной практики:

- ценность рабочего времени на производстве выше, в сравнении с нашим, в промышленности примерно в 2 раза, а в сельском хозяйстве - в 4-5 раз;
- к профессиональному уровню работающих предъявляются высокие требования, в связи с чем замена выбывшего из-за травмы или болезни рабочего требует значительных затрат на подготовку другого специалиста.

Все это и побуждает вкладывать средства в охрану труда и добиваться постоянной отдачи от них. Очевидно, что охрана труда является категорией не только социальной, но и экономической.

Рассмотрим наиболее общие положения по организации работы по профилактике травматизма и заболеваемости за рубежом.

Важнейшим принципом совокупного опыта является понимание, что простых причин несчастных случаев и аварий не существует, а есть сложные взаимосвязанные причины. Как аксиома работает так же принцип комплексности решений: нельзя добиться успеха в оздоровлении производственной среды простыми, отдельными средствами - нужен комплекс мер. Основным плановым документом в связи с этим является программа безопасности на предприятии. Программа безопасности всегда мотивирована. Ею ставятся конкретные цели: снизить травматизм с такого-то до такого-то уровня, а не планируется работа вообще. То есть, профилактическая работа имеет свой измеритель, равно как и собственно производство.

Уровень охраны труда на предприятии неразрывно связан с уровнем культуры производства. Но культуре научить нельзя, ее можно лишь привить, воспитать. Поэтому ведется постоянное обучение работающих безопасному поведению, осознанию риска. В процессе воспитания формируются безопасные навыки труда.

По отношению к предприятиям, имеющим уровень травматизма выше, чем средний по стране, государство применяет экономические санкции - изымает

значительную часть прибыли в наказание за недоработки по программе безопасности.

Большинство зарубежных стран имеют развитую систему выплат компенсаций пострадавшим от несчастных случаев или профпатологий. Если эти выплаты осуществляются продолжительные сроки, то в них вводится поправка на изменение стоимости жизни или потери дополнительного заработка.

Успех программы безопасности на предприятиях во многом зависит от широты спектра применяемых мер стимулирования безопасности труда. Очень интересно, что рабочих и специалистов поощряют также за внесенные предложения по совершенствованию безопасности, за групповые достижения. Другими словами, поощряется взаимный контроль и ответственность работающих. Собственно меры стимулирования самые разные: от бесплатного кофе с печеньем до ценных подарков, включая часы, посуду, настольные лампы, куртки, радиоприемники, телевизоры. Денежные премии выдаются редко. Установлено, что эффективность стимулирования денежными суммами значительно уступает эффекту от вещевого подарка. Хорошие результаты дает и такая составляющая морального стимулирования, как приглашение членов семьи на церемонию вручения подарков.

Неотъемлемой частью программы безопасности на малых и больших предприятиях является пропаганда здорового и безопасного труда по радио, телевидению и в печати. На рабочих участках и местах вывешиваются и систематически обновляются красочные плакаты, надписи. С целью побуждения вдумчивости и внимания к вопросам безопасности организуются конкурсы, игровые викторины, участие и победа в которых также отмечаются призами.

Приведенные доводы, конечно же не исчерпывают всей глубины накопленного в мире опыта. Постоянное его изучение должно стать обязанностью каждого специалиста. Главным же является то, что в трудоохранной работе нет и не может быть волшебных или уникальных единичных средств, использование которых гарантировало бы успех. Успех достигается там, где силами администрации, специалистов и рабочих ведется каждодневная профилактика с

использованием обширного числа мер и средств. По выражению одного предпринимателя: «… активы набираются по мелочам, но каждый день». Вот и выходит в итоге, что полноценная забота о человеке приносит прибыль, а прибыльность немыслима без заботы о человеке труда.

Рассмотрим подробно программы безопасности труда на предприятиях на примере США.

6. Программы безопасности на предприятиях США

Программа безопасности предприятия разрабатывается на основе всестороннего анализа травматизма и заболеваемости, проводимого комиссией, состоящей из работников этого предприятия, или с помощью консультантов Управления охраны труда при Министерстве труда США. В зависимости от результатов проведенного анализа вырабатывается ряд мер, призванных снизить количество травм и улучшить условия труда на данном предприятии.

В табл. 2. представлены некоторые виды программ и их направленность. В программе одной фирмы ставку делают на обучение, другой - на стимулирование безопасности труда. А в третьей улучшают условия труда, заменяя устаревшее оборудование, одновременно реализуют «программу безопасности при внедрении новой техники» и обучают персонал работе с ней. То есть программа безопасности труда каждого предприятия в чем-то уникальна.

Реализацией разработанной программы занимаются службы охраны труда предприятия, включающие уполномоченного по производственным травмам, находящегося в непосредственном подчинении у предпринимателя; отдел техники безопасности; комитет по технике безопасности (на тех предприятиях, где есть вредные условия труда). В функции службы в рамках программы входит:

- разработка методики оценки профессионального риска;
- внесение изменений в документацию фирмы по вопросам безопасности и гигиены труда с целью повышения ее эффективности;
- рассмотрение несчастных случаев с тяжелым исходом;

- включение вопросов безопасности труда в повестки обсуждения на производственных заседаниях руководства;
- присуждение премии за безопасный труд;
- организация обучения и т.д.

Ответственность за выполнение программы безопасности возлагается на руководство предприятия. Рабочие обязаны соблюдать правила безопасности на рабочих местах, своевременно информировать непосредственное руководство о вредных и опасных производственных факторах, правильно использовать средства индивидуальной защиты, проходить медицинские осмотры и обследования.

Таблица 2.

Программы безопасности, применяемые на предприятиях США

ПРОГРАММА	СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ
"Безопасность и гигиена	Улучшение условий труда, обучение безопасным приемам и методам работы, пропаганда охраны труда, широкое освещение несчастных случаев, привлечение рабочих к их расследованию, контроль за соблюдением правил и т.д.
"Мотивация"	Воспитание правильного отношения к охране труда путем расширения знаний работников и руководителей в этой области, пропаганда безопасного труда, поощрение за безопасный труд.
"Самоконтроль"	Привлечение работающих к контролю за соблюдением правил безопасности на своем рабочем месте, участке, цехе и т.д.
"Поощрения"	Моральное и материальное поощрение отдельных работников и групп, бригад, не нарушающих правила безопасности.
"Обучение"	Обучение работников безопасным методам и приемам труда.
"Здоровье"	Борьба с курением, алкоголизмом, профилактика заболеваний, медицинское наблюдение за состоянием работающих, пропаганда здорового образа жизни.
"Круглосуточная безопасность"	Пропаганда безопасного поведения работников вне предприятия, забота о здоровье их семей, обучение безопасному поведению (например, обучение езде на автомобиле, пожарной безопасности в быту и т.д.).

Практика показывает, что реализация программ безопасности на предприятиях США экономически оправдана. В результате последовательного их проведения значительно сокращается производственный травматизм (на отдельных предприятиях до 60-80%), а значит снижаются финансовые расходы, связанные с выплатами компенсаций работающим. Улучшение условий работы

влечет за собой повышение производительности труда, что, в свою очередь, повышает прибыль.

Однако, как показывает опыт, не все программы, даже разработанные квалифицированно, оказываются эффективными. В то же время, на некоторых предприятиях, не имеющих четко выраженных программ, имеются положительные результаты по снижению травматизма. Почему же это происходит? Проведенные американскими учеными исследования позволили выявить иерархическую зависимость между отдельными элементами программ. Наибольшего успеха добиваются те предприятия, где используют программы, состоящие из наибольшего числа элементов (уровней).

Программу безопасности в этом случае представляют графически, в виде пирамиды. Основанием ее является участие администрации в реализации программы, которое должно быть постоянным, поскольку без него любому мероприятию по безопасности будет отводиться мало времени, материальных средств и других ресурсов.

На втором по значимости уровне стоит ответственность специалистов за безопасность на предприятии и в подразделении; их административные полномочия для действий в этой области; перечень отчетной документации. Отчетность необходима для оценки работы подразделений по безопасности труда.

Третий уровень определяет цели и конкретные рубежи. Показатели безопасности должны быть измеримы и иметь смысл для всех, кого они касаются. Они могут выражаться, например, в виде снижения частоты аварий, случаев травмирования или в виде числа необходимых мероприятий - контрольных проверок, собраний, анализов уровней опасности и т.п.

Следующий уровень - наличие ресурсов: времени, оборудования, денежных средств, квалифицированных кадров, необходимых для разработки программы, ее реализации и совершенствования.

Правила безопасности и рабочие инструкции необходимы для выполнения следующих этапов программы, так как на их выполнении основываются меры поощрения за безопасный труд. Но без включения предыдущих уровней это

становится бессмысленным: для чего писать инструкции, если никто не отвечает за их исполнение? Вот почему основные принципы разработки и использования правил безопасности предусматривают:

- изложение правил в письменном виде в отдельном документе;
- доступность их для всего персонала;
- периодическое пересматривание с целью приспособления к меняющимся условиям;
- обсуждение с персоналом в той мере частоты и подробности, чтобы правила не забывались;
- постоянный контроль за соблюдением правил;
- подчинение правилам администрации в той же мере, что и персонала.

Внеплановые программы предназначаются для решения специальных задач или предотвращения возникающих проблем в обеспечении безопасности, т.е. являются эпизодическими (например, предотвращение или ликвидация последствий аварий или замена особо опасного оборудования).

На следующем уровне (“мотивация”) внимание уделяется системе поощрений и наказаний для того, чтобы стимулировать безопасную работу. Для успешной мотивации безопасной работы необходимо усвоить два принципа:

- люди не станут намеренно рисковать в работе, т.е. если человек нарушил правила безопасности, значит им руководили мотивы более сильные, чем страх получить травму. Эти мотивы необходимо выяснить и устранить;
- факторы стимулирования должны способствовать удовлетворению запросов работников. Один предпочитает материальное поощрение, для других более важно общественное признание их достижений и т.д.

Последняя функция в работе по безопасности - контроль эффективности каждого отдельного элемента программы и обеспечение обратной связи для доведения результатов до соответствующего уровня административного управления предприятием, чтобы поддержать и усилить эффективность программы.

А теперь судите сами - насколько прост и доступен этот опыт при понимании значимости здоровых и безопасных условий труда.

7. Результативность работы по охране труда

Сводка показателей эффективности мероприятий по охране труда и их взаимосвязи приведены в табл. 3. Что же из нее следует?

Таблица 3.

Показатели результативности работы по охране труда

	ПРЯМЫЕ		КОСВЕННЫЕ
Показатели условий труда	- Повышение уровня безопасности труда (приведение машин, зданий и сооружений в соответствие с требованиями безопасности) - Снижение содержания вредных веществ в воздухе - Улучшение микроклимата - Снижение шума, вибрации - Улучшение освещенности - Нормализация физических нагрузок - Снижение нервно-психических нагрузок - Рационализация рабочих мест - Благоустройство помещений и территорий - Улучшение цветовых сочетаний стен помещений, оборудования, машин	Социальные	- Увеличение численности занятых на рабочих местах, соответствующих нормативным требованиям - Сокращение производственного травматизма - Снижение профессиональной и общей заболеваемости, связанной с неблагоприятными условиями труда
		Социально-экономические	- Сокращение числа случаев выхода на инвалидность - Сокращение текучести кадров из-за неудовлетворенности условиями труда - сокращение непроизводительных потерь рабочего времени из-за травматизма и заболеваемости
		Экономические	- Рост производительности труда - Сокращение выплат по временной нетрудоспособности и пенсионных расходов из-за травматизма - Сокращение льготных выплат из-за неблагоприятных условий труда - Сокращение расходов на восстановление работоспособности после несчастного случая или при профзаболевании - Чистый экономический эффект - Общая экономическая эффективность - Сравнительная экономическая эффективность

Во-первых, все, что предпринимается на предприятиях, как то реконструкция зданий и сооружений, внедрение новой техники, устройство объектов санитарно-бытового и санитарно-гигиенического назначения, а также реализация номенклатурных мероприятий по охране труда - прямым образом сказывается только на условиях труда. При этом измерителями результативности работы могут служить, например, доли снижения содержания вредных веществ в воздухе (в единицах концентрации), снижение физических нагрузок (в единицах работы), повышения освещенности (в единицах освещенности) и др. То есть преобладающее большинство прямых показателей могут быть измерены непосредственно на рабочих местах и объектах.

Во-вторых, все остальные результаты - социальные, социально-экономические и экономические проявляются опосредованно, как следствие изменений условий труда, находясь одновременно в иерархической связи друг с другом. Образец такой логической цепочки: приведение машин в соответствие с требованиями безопасности (прямой показатель условий труда) предопределяет увеличение численности занятых на рабочих местах, соответствующих нормативным требованиям, что является уже показателем опосредствованным, социальным. Проще говоря, настоящая работа по охране труда всегда дает социальную отдачу. Последняя уже проявляется в сокращении непроизводительных потерь рабочего времени из-за травматизма, которые легко переводятся в чистый экономический эффект.

Иерархическая зависимость сказывается в том, что социальная эффективность мер охраны труда не всегда приводит к экономической эффективности, но никогда не может быть получен эффект экономический без эффекта социального. Социальные показатели определяются по данным учета и отчетности по охране труда, в то время, как социально-экономические и экономические показатели находятся расчетным путем на базе накапливаемой статистической информации.

ЛЕКЦИЯ 2. ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ И СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1. Правовые и организационные основы безопасности.

2. Производственная санитария. 3. Техника безопасности или безопасность труда. 4. Пожарная безопасность. 5. Чрезвычайные ситуации. 6. Экологическая безопасность или охрана окружающей среды. 7. Эргономика.

Так как круг интересов и объектов изучения БЖД весьма обширен, она состоит из достаточно самостоятельных разделов или составных частей.

1. Правовые и организационные основы безопасности

В этом разделе безопасности можно выделить два основных направления работы специалистов. **Первое –** разработка законодательных актов в различных областях безопасности. Это направление подробно будет рассматриваться в следующей лекции. **Второе** – разработка эффективных систем управления безопасностью на различных уровнях. Если отбросить множество деталей, то любая эффективная система управления должна дать четкие ответы на вопросы: «Кто?», «Что?» и «Как?» должен делать. Рассмотрим на примере системы управления охраной труда на предприятии.

Итак, ответ на вопрос «Кто?» - предельно короткий: управлять охраной труда должен тот, кто управляет собственно производством, т.е. руководитель (руководители подразделений), т.к., во-первых он несет ответственность за охрану труда на предприятии, а, во-вторых, у него имеются финансовые, материальные и трудовые ресурсы для реализации мероприятий по охране труда.

Ответ на вопрос «Что?» содержит основные требования к плану мероприятий по охране труда. **Во-первых**, плану должен предшествовать **объективный анализ** состояния условий и охраны труда на предприятии. Основой для объективного анализа состояния охраны труда является специальная оценка условий труда. **Второе требование:** план должен быть **конкретным,** т.е. от какой

цифры (берется из анализа) и до какой цифры (берется, например, из нормативных документов) надо дойти в результате плановых мероприятий. **Третье требование:** план должен быть **реальным,** т.е. соответствовать финансовым, материальным и трудовым ресурсам предприятия на данный период. **В четвертых**, планы мероприятий по охране труда следует совмещать с другими планами, такими как капитальный и текущий ремонты зданий и сооружений, замена технологического оборудования и т.п.

И, наконец, «как?» все это осуществлять с наибольшей производительностью и качеством. Человечество придумало только один способ заставить хорошо работать: это «кнут» и «пряник». Разумное сочетание «кнута» и «пряника» достигается с помощью средств управления. Например, организационно-распорядительные средства (планы, приказы, указания) являются «кнутом». Экономические управленческие средства (материальное поощрение, наказание) могут быть и «кнутом» и «пряником». Например, экономическим «пряником» для руководителя будет сокращение налогооблагаемой базы на ту часть прибыли, которая идет на мероприятия по охране труда. А экономическим «кнутом» - штрафные санкции за нарушение правил и норм охраны труда. Эти штрафы должны быть соизмеримы с прибылью конкретного предприятия, а не фиксированными, т.е. одинаковыми для всех. Социально-психологические управленческие средства связаны с обучением, убеждением и воспитанием безопасного образа жизни. Информационные управленческие средства направлены на постоянную корректировку плановых мероприятий по охране труда, соучастие всех работников в их реализации.

2. Производственная санитария

В этом разделе безопасности основное внимание уделяется вредным производственным факторам. **Вредный производственный фактор** – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию. К ним относятся следующие факторы.

Метеоусловия (или микроклимат) на рабочих местах определяется сочетанием температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения.

Микроклимат на рабочих местах оказывает отрицательное воздействие на работников при значениях этих параметров, не соответствующих допустимым (нормативным) значениям.

Вредные вещества – это такие, которые при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности могут вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Отрицательное воздействие вредных веществ на организм человека возможен только при концентрации их в воздухе рабочей зоны, превышающей определенный предел, называемый предельно допустимой концентрацией (ПДК). ПДК принято выражать в $\frac{мг}{м^3}$.

Освещение производственных помещений должно соответствовать санитарным нормам, которые зависят от наименьшего размера объекта различения, т.е. от точности выполняемых работ. Используется три вида освещения: **естественное, искусственное, совмещенное** (одновременное сочетание естественного и искусственного освещения).

Производственный **шум и вибрация** – спутники технического прогресса. Но они оказывают вредное влияние на человеческий организм, что требует осуществления надежных защитных мероприятий. Борьба с шумом и вибрацией обходятся иногда дорого потому, что требуется уменьшить уже существующие шум и вибрацию: переделать готовую машину или установку часто оказывается вдвое дороже, чем предусмотреть соответствующие меры по снижению шума и вибрации еще в техническом проекте.

Электромагнитные поля и излучения различных частотных диапазонов оказывают постоянное воздействие не только в условиях производства, но и в

быту. С каждым годом расширяется использование радиотелефонов, работающих в диапазоне частот 880-966 МГц или 1710-1880 МГц. Огромное количество различных электронных приборов, являющихся источниками электромагнитных полей широкого диапазона частот, используется в быту: компьютеры, микроволновые печи, различные средства отображения информации на базе электроннолучевых трубок и т.д. Интенсивность воздействия электрического (ЭП), магнитного (МП) и электромагнитного (ЭМП) полей зависит от мощности источника, режима его работы, конструктивных особенностей излучающего устройства, технического состояния аппаратуры, а также от расположения рабочего места и эффективности защитных мероприятий.

Ионизирующее (радиоактивное) излучение – излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию ионов разного знака. К основным видам ионизирующих излучений относятся: альфа-частицы (α), бета-частицы (β), протоны и нейтроны, гамма-лучи (γ) и рентгеновские лучи. Известно свыше 900 искусственных радиоактивных изотопов, применяемых для дефектоскопии металлов и строительных материалов, при изучении структуры и износа материалов, при разделении веществ и синтезе химических соединений, в аппаратах и приборах, выполняющих контрольно-сигнальные функции, в практике медицины и др.

В разделе «Производственная санитария» можно выделить два основных направления исследований специалистов. **Первое** – это изучение биологического воздействия вредных факторов на организм человека с целью разработки санитарных норм. И **второе** – создание инженерных систем, уменьшающих воздействие вредных факторов на человека (например, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; системы освещения и т.п.).

3. Техника безопасности или безопасность труда

В этом разделе безопасности основное внимание уделяется опасным производственным факторам. **Опасный производственный фактор** –

производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме (нарушению целостности организма). К ним относятся следующие факторы: шероховатость поверхности, острые кромки и грани инструмента и оборудования, движущиеся механизмы, разрушающиеся конструкции, перепады высот, падающие предметы, сосуды, работающие под давлением, штабели материалов, заготовок, готовых изделий, электрический ток и др.

В этом разделе безопасности можно выделить два основных направления работы специалистов. **Первое** – изучение воздействия опасных факторов на человека с целью разработки правил и инструкций по технике безопасности (межотраслевые, отраслевые, по отдельным видам работ и т.д.) **Второе** – создание технических устройств и средств, уменьшающих вероятность воздействия опасных факторов на человека. Например, **оградительные средства защиты** препятствуют попаданию человека в опасную зону или распространению опасных и вредных факторов. Оградительные устройства делятся на стационарные, передвижные и переносные. **Предохранительные устройства защиты** служат для автоматического отключения оборудования при возникновении аварийных режимов, т.е. при выходе одного из параметров за пределы допустимых значений. В установках, работающих под давлением выше атмосферного, применяются предохранительные клапаны и мембраны. **Блокировочные устройства** исключают возможность проникновения человека в опасную зону или устраняют опасный фактор при пребывании человека в опасной зоне. По принципу действия блокировочные устройства подразделяются на механические, электрические, фотоэлементные, радиационные, пневматические, гидравлические и комбинированные.

Устройства сигнализации предназначены для сообщения персоналу о режиме работы оборудования и о возникающих аварийных ситуациях. По способу передачи информации сигнализация может быть световая, звуковая, светозвуковая и одоризационная (по запаху). По назначению системы сигнализации разделяются на оперативную, предупредительную и опознавательную.

Знаки безопасности разделяются на четыре группы: запрещающие, предупреждающие, предписывающие и указательные.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) носят вспомогательный характер и ими нельзя подменять мероприятия по обеспечению нормальных условий труда.

4. Пожарная безопасность

Подробно этот раздел изложен в лекции 9. Здесь мы лишь выделим основные направления исследований специалистов, работающих в этом разделе безопасности. **Первое –** это фундаментальные исследования процессов, являющихся причиной возникновения пожаров: горения, взрыва, детонации. **Второе** – изучение пожароопасных свойств и характеристик различных веществ и материалов (например, температура воспламенения и др.). **Третье** – повышение пожаростойкости строительных материалов и конструкций. И **четверное** направление – подбор средств и разработка аппаратов тушения пожаров. Например, средства – вода, пены и т.д.; аппараты – огнетушители различной конструкции.

5. Чрезвычайные ситуации

В этом разделе БЖД изучаются чрезвычайные ситуации природного характера (стихийные бедствия) и техногенного характера (производственные аварии и катастрофы). Подробнее этот раздел излагается в лекции 10. В этом разделе можно выделить три основных направления работы специалистов. **Первое** – разработка надежных методов прогноза чрезвычайной ситуации (ЧС). **Второе** – разработка эффективных способов и средств эвакуации населении из зон возможных ЧС. **Третье** – разработка эффективных способов и средств ликвидации последствий ЧС.

6. Экологическая безопасность или охрана окружающей среды

В этом разделе БЖД, который является самостоятельной научной дисциплиной, изучается воздействие различных загрязнителей на состояние окружающей природной среды**. Одно из основных направлений** исследователей в этом разделе связано со сбором данных, характеризующих состояние окружающей среды: атмосферы, гидросферы и литосферы. Это, так называемый, мониторинг состояния окружающей среды.

Второе направление – это комплекс международных, государственных, региональных и локальных (местных) административно-хозяйственных, технологических, политических, юридических и общественных мероприятий, **направленных** на **обеспечение** социально-экономического, культурно-исторического, физического, химического и биологического **комфорта,** необходимого для сохранения **здоровья человека**.

Для защиты атмосферы на практике используют **аппараты очистки вентиляционных и технологических выбросов.** К ним относятся **пылеуловители** (сухие, мокрые, электрические фильтры); **туманоуловители** (низкоскоростные и высокоскоростные); **аппараты для улавливания паров и газов** (абсорбционные, хемосорбционные, адсорбционные, термические нейтрализаторы); **аппараты многоступенчатой очистки** (очищаемые газы последовательно проходят несколько аппаратов).

При выборе методов и технологического оборудования для очистки сточных вод необходимо учитывать, что требуемые эффективность и надежность очистного устройства обеспечиваются в определенном диапазоне концентрации примесей и расходов сточных вод. В соответствии с видами процессов, происходящих при очистке, принято все существующие методы делить на три группы: **механические, физико-химические** и **биологические.**

При **механической** очистке сточных вод от взвешенных веществ используют процеживание (в решетках и волокноуловителях), отстаивание (в песколовках, отстойниках и жироуловителях), обработку в поле действия центробежных сил (в открытых или напорных гидроциклонах и центрифугах) и

фильтрование (зернистыми фильтрами и фильтрами-сепараторами). В настоящее время в связи с использованием оборотных систем водоснабжения существенно увеличивается роль **физико-химических** методов очистки сточных вод, основными из которых являются: фильтрация, экстракция, нейтрализация, сорбция, ионообменная очистка, электрохимическая очистка. **Биологическая** очистка сточных вод применяется для выделения из них тонкодисперсных и растворенных органических веществ и основана на способности микроорганизмов использовать для питания содержащиеся в сточных водах органические вещества. Биологическую очистку осуществляют в естественных условиях (на полях орошения, полях фильтрации и биологических прудах) и искусственных сооружениях (аэротэнки и биофильтры).

Для **защиты почв, лесных угодий, поверхностных и грунтовых вод** от твердых и жидких отходов в настоящее время широко используют сбор и складирование промышленных и бытовых отходов на свалках и полигонах. Переработка отходов на полигонах предусматривает использование физико-химических методов, термическое обезжиривание с утилизацией теплоты, демеркуризацию ламп с утилизацией ртути и других ценных металлов, прокаливание песка и формовочной земли, подрыв баллонов в специальной камере, затаривание отходов в герметичные контейнеры и их захоронение. Полигоны должны иметь санитарно-защитные зоны. Наиболее эффективным методом решения проблемы защиты литосферы от промышленных отходов является применение малоотходных технологий и производств.

Важное значение для предупреждения загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы имеет **экологическая экспертиза.**

Экологическая экспертиза – 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.

Цель экологической экспертизы – провести оценку влияния использования природного ресурса (сброса или выброса продуктов отхода) на состояние окружающей природной среды или других природных ресурсов.

Экологическая экспертиза является предупредительной мерой, позволяющей предотвратить вредоносную деятельность со стороны пользователя природных ресурсов. Суть ее предупредительного назначения выражается в том, что она проводится в виде предварительной проверки соответствия хозяйственных решений, деятельности и ее результатов требованиям охраны окружающей природной среды, рационального пользования природными ресурсами, а также требованиям экологической безопасности общества.

Однако не всякая профилактическая работа по вышеуказанному соответствию требований может считаться экологической экспертизой. Предварительная проверка может принять форму экологической экспертизы, если она выполнялась специальной комиссией, назначаемой уполномоченным на то органом.

Государственная экологическая экспертиза назначается уполномоченным органом государства в области экологической безопасности (Ростехнадзор). Ее выводы имеют силу *надведомственного документа, обязательного к исполнению.*

Ведомственная экологическая экспертиза может проводиться по приказу соответствующего ведомства. Ее результаты сохраняют силу *внутри соответствующей ведомственной структуры,* если они не противоречат выводам государственной экологической экспертизы.

Общественная экологическая экспертиза организуется по инициативе общественных объединений и проводится негосударственными структурами. Ее заключение может иметь *форму рекомендации*.

Научная экологическая экспертиза проводится по инициативе научных учреждений или высших учебных заведений. Она может быть проведена по инициативе отдельных ученых или научных коллективов. Ее заключение носит *информационный характер.*

Экологическая экспертиза включает сбор и обобщение информации, рассмотрение материалов на комиссии, оценку материалов экспертизы и составление заключения.

Основные принципы экологической экспертизы сформулированы в Законе РФ «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.02 г. Несмотря на то, что они относятся к государственной экспертизе, их необходимо использовать в любой эколого-экспертной деятельности. Государственная экологическая экспертиза должна строиться на принципах обязательности, научной обоснованности, независимости и вневедомственности при широкой гласности и участии общественности.

7. Эргономика

Эргономика изучает различные виды совместимости в системе «человек-машина-среда (ЧМС)». Чтобы система ЧМС функционировала эффективно и не приносила ущерба здоровью человека необходимо обеспечить совместимость характеристик среды, машины и человека.

Антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положения (позы) оператора в процессе работы. При решении этой задачи определяют объем рабочего места, зоны досягаемости для конечностей оператора, расстояние от оператора до приборного пульта и др. Сложность обеспечения этой совместимости заключается в том, что антропометрические показатели у людей разные. Для более правильного использования антропологических данных человека при проектировании машин применяют метод соматографии или метод моделирования. Соматография – это рабочий метод, заключающийся в конструировании схематических изображений человеческого тела в разных

положениях во взаимосвязи с теми операциями, которые он должен выполнять. Моделирование – это метод, в основе которого лежит использование объемных или плоских моделей человеческой фигуры.

Энергетическая совместимость предусматривает согласование органов управления машиной с оптимальными возможностями человека в отношении прилагаемых усилий, затрагиваемой мощности, скорости и точности движений. Силовые и энергетические параметры человека имеют определенные границы. Для приведения в действие сенсомоторных устройств (рычагов, кнопок, переключателей и т.п.) могут потребоваться очень большие или чрезвычайно малые усилия. И то и другое плохо. В первом случае человек будет уставать, что может привести к нежелательным последствиям в управляемой системе. Во втором случае возможно снижение точности работы системы, так как человек не почувствует сопротивления рычагов. Возможности двигательного аппарата представляют определенный интерес при конструировании защитных устройств и органов управления.

Информационная совместимость имеет особое значение в обеспечении безопасности. В сложных системах человек обычно непосредственно не управляет физическими процессами. Зачастую он удален от места их выполнения на значительные расстояния. Объекты управления могут быть невидимы, неосязаемы, неслышимы. Человек видит показания приборов, экранов, слышит сигналы, свидетельствующие о ходе процесса. Все эти устройства называют **средствами отображения информации (СОИ).** При необходимости работающий пользуется рычагами, ручками, кнопками, выключателями и другими органами управления, в совокупности образующими **сенсомоторное поле**. СОИ и сенсомоторные устройства – так называемая модель машины (комплекса). Через нее человек и осуществляет управление самыми сложными системами. Чтобы обеспечить информационную совместимость, необходимо знать характеристики органов чувств человека.

Психологическая совместимость связана с учетом психологических особенностей человека. В настоящее время уже сформировалась особая область

знаний, именуемая психологией безопасности. Это один из разделов эргономики. Психологией безопасности рассматриваются психологические процессы, психологические свойства и особенно подробно анализируются различные формы психологических состояний, наблюдаемых в процессе трудовой деятельности.

Социальная совместимость предопределена тем, что человек – существо биосоциальное. Решая вопросы социальной совместимости учитывают отношения человека к конкретной социальной группе и социальной группы к конкретному человеку. Социальная совместимость органически связана с психологическими особенностями человека. Поэтому часто говорят о социально-психологической совместимости, которая особенно ярко проявляется в экстремальных ситуациях в изолированных группах.

Технико-эстетическая совместимость заключается в обеспечении удовлетворенности человека от общения с техникой, цветового климата, от процесса труда. Всем знакомо положительное ощущение при пользовании изящно выполненным прибором или устройством. Для решения многочисленных и чрезвычайно важных технико-эстетических задач эргономика привлекает художников-конструкторов, дизайнеров.

ЛЕКЦИЯ 3. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Иерархия законодательных актов по безопасности.

2. Государственный надзор и контроль за соблюдением правил и норм безопасности. 3. Общественный контроль за охраной труда.

4. Внутрихозяйственный контроль и обеспечение безопасных условий труда работодателем. 5. Государственное управление охраной труда.

1. Иерархия законодательных актов по безопасности

Для эффективного управления охраной труда необходима хорошая правовая основа. Правовую основу охраны труда составляют законодательные акты и нормативные правовые документы по охране труда, имеющие иерархическую структуру, обладающие различной юридической силой.

Схематично структуру правовой системы можно представить в виде пирамиды, на вершине которой находится Конституция РФ (Основной Закон нашего государства), имеющая наибольшую юридическую силу. Ниже, в порядке убывания юридических сил, расположены:

- Трудовой кодекс РФ;
- иные федеральные законы;
- указы Президента РФ;
- постановления Правительства РФ и нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти;
- конституции (уставы), законы и иные нормативные правовые акты субъектов РФ;
- акты органов местного самоуправления и локальные нормативные акты, содержащие нормы трудового права.

Нормативные правовые акты более низких уровней не должны противоречить вышестоящим уровням, федеральным законам, Трудовому кодексу и Конституции РФ.

В случае противоречий между Трудовым кодексом (ТК) и иными федеральными законами, содержащими нормы трудового права, применяется ТК.

Общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры РФ в соответствии с Конституцией РФ являются составной частью правовой системы РФ.

Если международным договором РФ установлены другие правила, не предусмотренные законами и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, применяются правила международного договора.

Конституция Российской Федерации является важнейшим источником отечественного права в целом, и в том числе в области охраны труда. Конституция РФ, как Основной Закон нашей страны, обладает высшей юридической силой. Юридически более сильными являются только признанные международные нормы.

Действующая на всей территории Конституция РФ была принята референдумом 12 декабря 1993 г. Она содержит ряд статей, имеющих непосредственное отношение к охране труда.

«Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены...» (ст. 37).

«Каждый имеет право на отдых...» (ст. 37).

«Каждый имеет право на охрану здоровья и медицинскую помощь...» (ст. 41).

«Сокрытие должностными лицами фактов и обстоятельств, создающих угрозу для жизни и здоровья людей, влечет за собой ответственность...» (ст. 41).

«Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду...» (ст. 42).

В последнее время были приняты Трудовой кодекс РФ и ряд федеральных законов, регулирующих правовые отношения в области безопасности и охраны труда: «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

(1997 г.), «О пожарной безопасности» (1994 г.), «О безопасности гидротехнических сооружений» (1997 г.), «О радиационной безопасности» (1996 г.), «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (1994г.), «О гражданской обороне» (1998 г.), «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1999 г.), «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профзаболеваниях» (1998 г.), «Об основах обязательного социального страхования» (1999 г.), «О профессиональных союзах, их правах и гарантиях деятельности» (1996 г.), «Об отходах производства и потребления» (1998 г.), «О техническом регулировании» (2002 г.), «Об ограничении курения» (2001 г.) и др.

Основополагающим законодательным актом РФ, устанавливающим необходимые правовые условия для оптимальных трудовых отношений, создающим основные начала трудового законодательства, является принятый Государственной Думой 21.12.2001 г. и введенный в действие с 01.02.2002 г. Трудовой кодекс РФ (ТКРФ).

Приоритетными целями трудового законодательства являются:

1) установление государственных гарантий трудовых прав и свобод граждан;

2) создание благоприятных условий труда;

3) защита прав и интересов работников и работодателей.

Для достижения указанных целей ставятся определенные задачи:

1) создание необходимых правовых условий для достижения оптимального согласования интересов сторон трудовых отношений, интересов государства;

2) правовое регулирование трудовых отношений и иных, непосредственно связанных с ними отношений.

Поскольку основной задачей трудового законодательства является правовое регулирование отношений, складывающихся в сфере труда, в ч.2 ст.1 ТК определяется круг данных отношений. К ним относятся трудовые

отношения и иные, непосредственно связанные с трудовыми. Дается и перечень таких отношений. Ими являются отношения по:

- организации труда и управлению трудом (т. е. организационно-управленческие отношения);
- трудоустройству непосредственно у данного работодателя;
- профессиональной подготовке, переподготовке и повышению квалификации работников непосредственно у данного работодателя;
- социальному партнерству, ведению коллективных переговоров, заключению коллективных договоров и соглашений;
- участию работников и профессиональных союзов в установлении условий труда и применении трудового законодательства в предусмотренных законом случаях;
- материальной ответственности работодателей и работников в сфере труда;
- надзору и контролю (в том числе, профсоюзному контролю) за соблюдением трудового законодательства (включая законодательство об охране труда);
- разрешению трудовых споров.

Исходя из общепризнанных принципов и норм международного права и в соответствии с Конституцией РФ, основными принципами правового регулирования трудовых отношений и иных, непосредственно связанных с ними, признаются:

- свобода труда, включая право на труд, который каждый свободно выбирает или на который свободно соглашается, право распоряжаться своими способностями к труду, выбирать профессию и род деятельности;
- запрещение принудительного труда и дискриминации в сфере труда;
- защита от безработицы и содействие в трудоустройстве;
- обеспечение права каждого работника на справедливые условия труда, в том числе на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, права на отдых, включая ограничение рабочего времени,

предоставление ежедневного отдыха, выходных и нерабочих праздничных дней, оплачиваемого ежегодного отпуска;

- равенство прав и возможностей работников;
- обеспечение права каждого работника на своевременную и в полном размере выплату справедливой заработной платы, обеспечивающей достойное человека существование для него самого и его семьи, и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда;
- обеспечение равенства возможностей работников без всякой дискриминации на продвижение по работе с учетом производительности труда, квалификации и стажа работы по специальности, а также на профессиональную подготовку, переподготовку и повышение квалификации;
- обеспечение права работников и работодателей на объединение для защиты своих прав и интересов, включая право работников создавать профессиональные союзы и вступать в них;
- обеспечение права работников на участие в управлении организацией в предусмотренных законом формах;
- сочетание государственного и договорного регулирования трудовых отношений и иных, непосредственно связанных с ними отношений;
- социальное партнерство, включающее право на участие работников, работодателей, их объединений в договорном регулировании трудовых отношений и иных, непосредственно связанных с ними отношений;
- обязательность возмещения вреда, причиненного работнику в связи с исполнением им трудовых обязанностей;
- установление государственных гарантий по обеспечению прав работников и работодателей, осуществление государственного надзора и контроля за их соблюдением;
- обеспечение права каждого на защиту государством его трудовых прав и свобод, в том числе в судебном порядке;

- обеспечение права на разрешение индивидуальных и коллективных трудовых споров, а также права на забастовку в порядке, установленном настоящим Кодексом и иными федеральными законами;
- обязанность сторон трудового договора соблюдать условия заключенного договора, включая право работодателя требовать от работников исполнения ими трудовых обязанностей и бережного отношения к имуществу работодателя, и право работников требовать от работодателя соблюдения его обязанностей по отношению к работникам, трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права;
- обеспечение права представителей профессиональных союзов осуществлять профсоюзный контроль за соблюдением трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права;
- обеспечение права работников на защиту своего достоинства в период трудовой деятельности;
- обеспечение права на обязательное социальное страхование работников.

В ТК указаны *основные направления государственной политики в области охраны труда.*

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
- государственное управление охраной труда;
- государственный надзор и контроль за соблюдением требований охраны труда;
- содействие общественному контролю за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда;
- расследование несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также

членов их семей на основе обязательного страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными или опасными условиями труда, неустранимыми при современном техническом уровне производства и организации труда;
- участие государства в финансировании мероприятий по охране труда;
- подготовка и повышение квалификации специалистов по охране труда;
- организация государственной статистической отчетности об условиях труда, о производственном травматизме, профессиональной заболеваемости и об их материальных последствиях;
- обеспечение функционирования единой информационной системы охраны труда;
- международное сотрудничество в области охраны труда;
- установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, лечебно-профилактическими средствами за счет средств работодателей.

Реализация основных направлений государственной политики в области охраны труда обеспечивается согласованными действиями органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, работодателей, объединений работодателей, а также профессиональных союзов, их объединений и иных уполномоченных работниками представительных органов по вопросам охраны труда.

Федеральный закон *«О промышленной безопасности опасных производственных объектов»*, принятый Государственной Думой 20 июня 1997 г., определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на таких объектах и обеспечение готовности

организаций, их эксплуатирующих, к локализации и ликвидации последствий указанных аварий.

Закон содержит основные определения: что такое промышленная безопасность, авария, инцидент.

Промышленная безопасность - состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий.

Авария – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

Инцидент – отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение положений настоящего Федерального закона, других федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте.

В Приложении 1 к данному Закону указаны признаки, по которым объекты следует относить к опасным. К ним относятся предприятия или их цехи, участки, площадки, а также производственные объекты, на которых получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются следующие опасные вещества: воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные, высокотоксичные и вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды, а также используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 ^{0}С; используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры; получаются расплавы черных и цветных металлов; ведутся горные работы, работы по обогащению полезных ископаемых, а также работы в подземных условиях.

Опасные производственные объекты подлежат регистрации в Государственном реестре. К ним предъявляются дополнительные требования промышленной безопасности. В частности, лицензирование видов деятельности в области промышленной безопасности, сертификацию технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, на соответствие требованиям промышленной безопасности; разработку декларации промышленной безопасности, экспертизу промышленной безопасности проектной документации, технических устройств, зданий и сооружений на опасном производственном объекте, декларации промышленной безопасности и иных документов, связанных с эксплуатацией опасного производственного объекта; обязательное страхование ответственности за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде в случае аварии на опасном производственном объекте, техническое расследование причин аварий, производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности. Федеральный надзор в области промышленной безопасности возложен на федеральный орган исполнительной власти, специально уполномоченный в области промышленной безопасности – Госгортехнадзор РФ и его территориальные органы, и другие федеральные органы исполнительной власти в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Подзаконные акты (указы Президента РФ, постановления Правительства, министерств и ведомств и пр.) принимаются во исполнение и развитие федеральных законов. Они конкретизируют и детализируют отдельные положения, разъясняют механизм их применения.

Министерство труда и социального развития РФ утвердило «Методические рекомендации по разработке нормативных требований по охране труда» (постановлением от 06.04.01 г. № 30). Разрабатываемые нормативные правовые акты, содержащие государственные требования по охране труда, подлежат направлению для рассмотрения и согласования в соответствующие

профсоюзные органы. Государственные нормативные требования охраны труда утверждаются сроком на 5 лет и могут быть продлены не более чем на два срока.

Перечень видов нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда

Наименование документа	Федеральный орган исполнительной власти, утверждающий документ
Межотраслевые правила по ОТ (ПОТ РМ), межотраслевые типовые инструкции по охране труда {ТИ РМ)	Минтруда России
Отраслевые правила по охране труда (ПОТ РО), типовые инструкции по охране труда (ТИ РО)	Федеральные органы исполнительной власти
Правила безопасности (ПБ), правила устройства и безопасной эксплуатации (ПУБЭ), инструкции по безопасности (ИБ)	Госгортехнадзор России Госатомнадзор России
Государственные стандарты, системы стандартов безопасности труда (ГОСТ, ССБТ)	Госстандарт России
Строительные нормы и правила (СНиП), своды правил по проектированию и строительству (СП)	Госстрой России
Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: санитарные правила (СП), гигиенические нормативы (ГН), санитарные правила и нормы (СанПиН), санитарные нормы (СН)	Минздрав России

Система стандартов безопасности труда (ССБТ) в Государственной системе стандартов (ГСС) выделена под № 12. Она делится на подсистемы.

Предприятия, учреждения и организации разрабатывают и утверждают стандарты предприятия (СТП ССБТ), инструкции по охране труда для работников и на отдельные виды работ на основе государственных

нормативных правовых актов и соответствующих нормативных правовых актов субъектов РФ с учетом специфики ведения работ.

Профессиональные союзы (в лице их соответствующих органов и иные уполномоченные работники), представительные органы имеют право принимать участие в разработке и согласовании нормативных правовых актов по охране труда. Работодатель обеспечивает разработку и утверждение инструкций по охране труда для работников с учетом изложенного в письменном виде мнения выборного профсоюзного или иного уполномоченного работниками органа или по согласованию с ними (на основании соглашения).

Вопросы безопасности обязательно входят в проекты на ведение различных видов работ, в которых в разделе «Техника безопасности» разрабатываются конкретные мероприятия, обеспечивающие безопасность проведения проектируемых работ и создание надлежащих санитарно-гигиенических условий.

2. Государственный надзор и контроль за соблюдением правил и норм безопасности

Наше законодательство предусматривает систему надзорных и контрольных органов за охраной труда.

Различают следующие виды надзора и контроля за соблюдением законодательства по охране труда: государственный; общественный; внутрихозяйственный (работодателя).

В 2004 г. указами Президента РФ, а также соответствующими постановлениями Правительства Российской Федерации проведено реформирование системы государственного управления и структуры федеральных органов исполнительной власти, в том числе и органов государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативно-правовых актов, содержащих нормы трудового права. Были созданы:

- Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор);
- Федеральная служба по труду и занятости (Роструднадзор);
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор);
- Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития (Росздравнадзор);
- Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор);
- Федеральная служба по надзору в сфере транспорта (Ространснадзор);
- Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет);
- Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование) и др.

Ниже приводятся основные полномочия, функции и права некоторых федеральных служб по надзору за соблюдением трудового законодательства и иных нормативно-правовых актов, содержащих нормы трудового права.

Согласно положению о ***Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору***, утвержденному постановлением Правительства Российской Федерации от 30.07.04 г. №401:

1. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по принятию нормативных правовых актов, контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды в части, касающейся ограничения негативного техногенного воздействия (в том числе области обращения с отходами производства и потребления), безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, охраны недр, промышленной безопасности при использовании атомной энергии, безопасности электрических и тепловых установок и сетей (кроме бытовых установок и сетей), безопасности гидротехнических сооружений на объектах промышленности и энергетики,

безопасности производства, хранения и применения взрывчатых материалов промышленного назначения, а также специальные функции в области государственной безопасности в указанной сфере; является органом государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии, специально уполномоченным органом в области промышленной безопасности, органом государственного горного надзора, специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы в установленной сфере деятельности, органом государственного энергетического надзора, специально уполномоченным органом в области охраны атмосферного воздуха.

2. Руководство деятельностью осуществляет Правительство Российской Федерации.

3. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору осуществляет свою деятельность непосредственно и через свои территориальные органы во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и иными организациями.

4. Полномочия в установленной сфере деятельности

4.1. Вносит в Правительство РФ проекты федеральных законов, нормативных правовых актов Президента РФ и Правительства РФ и другие документы.

4.2. На основании и во исполнение Конституции РФ самостоятельно принимает следующие нормативные правовые акты в установленной сфере деятельности.

4.3. Полномочия по контролю и надзору в установленной сфере деятельности:

- *осуществляет контроль и надзор:*

– норм и правил использования атомной энергии, действия разрешений (лицензий) на право ведения работ в области использования атомной энергии;

– за ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасностью (на объектах использования атомной энергии);

– за выполнением международных обязательств РФ в области обеспечения безопасности при использовании атом ной энергии;

– за соблюдением требований промышленной безопасности при проектировании, строительстве, эксплуатации, консервации и ликвидации опасных производственных объектов, изготовлении, монтаже, наладке, обслуживании и ремонте технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, транспортировании опасных веществ на опасных производственных объектах;

– за соблюдением в пределах своей компетенции требований безопасности в электроэнергетике (технический контроль и надзор в электроэнергетике);

– за безопасным ведением работ, связанных с пользованием недрами, с целью обеспечения соблюдения всеми пользователями недр законодательства РФ, утвержденных в установленном порядке стандартов по охране недр, а также с целью предупреждения и устранения их вредного влияния на население, окружающую среду, здания и сооружения;

– за соблюдением требований пожарной безопасности на подземных объектах и при ведении взрывных работ;

– за соблюдением собственниками гидротехнических сооружений и эксплуатирующими организациями норм и правил безопасности гидротехнических сооружений на объектах промышленности и энергетики;

– за соблюдением требований законодательства РФ в области охраны окружающей среды (государственный экологический контроль);

– за соблюдением требований законодательства РФ в области охраны атмосферного воздуха;

– в области обращения с отходами;

– за горноспасательными работами в части, касающейся состояния и готовности подразделений военизированных горноспасательных частей к ликвидации аварий на обслуживаемых предприятиях;

♦ *осуществляет лицензирование деятельности:*

– по размещению, сооружению, эксплуатации ядерных установок, радиационных установок, радиационных источников и пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов;

– по обращению с ядерными материалами и радиоактивными веществами, в том числе при разведке и добыче урановых руд, при производстве, использовании, переработке, транспортировании и хранении ядерных материалов и радиоактивных веществ;

– по обращению с радиоактивными отходами при их захоронении;

– по проектированию и конструированию ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов;

– по эксплуатации химически опасных производственных объектов;

– по эксплуатации взрывоопасных производственных объектов;

– по эксплуатации пожароопасных производственных объектов, подземные и открытые горные работы по добыче и переработке полезных ископаемых, склонных к самовозгоранию, а также работы на других горных объектах, технология которых предусматривает ведение пожароопасных работ, в том числе не связанных с добычей полезных ископаемых;

– по эксплуатации нефтегазодобывающих производств;

– по эксплуатации магистрального трубопроводного транспорта;

– по проведению экспертизы промышленной безопасности;

– по производству маркшейдерских работ;

–взрывчатых материалов промышленного назначения в части, касающейся деятельности по производству взрывчатых материалов;

– по хранению взрывчатых материалов промышленного на значения, применения, ведущими взрывные работы, а также использующими взрывчатые материалы в научно-исследовательских, учебных и экспериментальных целях;

– по применению взрывчатых материалов промышленного назначения;

– по распространению взрывчатых материалов промышленного назначения, изготавливаемых в местах их применения и используемых при ведении взрывных работ;

– по эксплуатации электрических сетей (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя);

– по эксплуатации тепловых сетей (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя);

– по переработке нефти, газа и продуктов их переработки;

– по хранению нефти, газа и продуктов их переработки;

– по транспортировке по магистральным трубопроводам нефти, газа и продуктов их переработки;

– по обращению с опасными отходами;

♦ *выдает разрешения:*

– на право ведения работ в области использования атомной энергии работникам объектов использования атомной энергии;

– на применение конкретных видов (типов) технических устройств на опасных производственных объектах;

– на застройку площадей залегания полезных ископаемых в пределах горного отвода;

– на эксплуатацию поднадзорных гидротехнических сооружений;

– на выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду и на вредные физические воздействия на атмосферный воздух;

– на трансграничное перемещение отходов, озоноразрушающих веществ и содержащей их продукции;

– на ввоз в Российскую Федерацию и вывоз из Российской Федерации ядовитых веществ;

– на применение взрывчатых материалов промышленного назначения и на ведение работ с указанными материалами;

♦ *организует и проводит государственную экологическую экспертизу:*

– технико-экономических обоснований и проектов строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации и ликвидации организаций и иных объектов хозяйственной деятельности Российской Федерации, осуществление которых может оказывать воздействие на окружающую среду, в том числе на окружающую среду сопредельных государств;

– материалов по созданию организаций горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, предусматривающих использование природных ресурсов;

– материалов, обосновывающих безопасность лицензируемой деятельности, способной оказывать техногенное воздействие на окружающую среду;

– проектов технической документации на новые технологии и технику;

– создает, развивает и поддерживает функционирование автоматизированной системы информационно-аналитической службы, в том числе для целей единой государственной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки на территории РФ;

– руководит в составе единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций деятельностью функциональных подсистем контроля за химически опасными и взрывоопасными объектами, а также. за ядерно- и радиационноопасными объектами.

4.4. Организует прием граждан, обеспечивает своевременное и полное рассмотрение устных и письменных обращений граждан, принятие по ним решений и направление ответов заявителям в установленный законодательством Российской Федерации срок.

5. С целью реализации полномочий в установленной сфере деятельности имеет право:

5.1. Проводить в пределах своей компетенции необходимые расследования, организовывать проведение экспертиз, заказывать

проведение исследований, испытаний, анализов и оценок, а также научных исследований по вопросам осуществления контроля и надзора в установленной сфере деятельности.

5.2. Осуществлять контроль за деятельностью территориальных органов Службы и подведомственных организаций.

5.3. Применять предусмотренные законодательством Российской Федерации меры ограничительного, предупредительного и профилактического характера, направленные на недопущение и (или) пресечение нарушений юридическими лицами и гражданами обязательных требований в установленной сфере деятельности, а также меры по ликвидации последствий указанных нарушений.

6. Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору возглавляет руководитель, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Правительством Российской Федерации.

7. Структурными подразделениями центрального аппарата Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору являются управления по основным направлениям деятельности Службы. В состав управлений включаются отделы.

В территориальных органах Федеральной службы по экологическому технологическому и атомному надзору образуются структурные подразделения (отделы) экологического надзора по субъектам РФ- Руководство этими структурными подразделениями возложено на заместителей руководителей управлений округов и управлений Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 30.06.04 г. № 324, ***Федеральная служба по труду и занятости:***

- является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере труда, занятости и альтернативной гражданской службы, по оказанию государственных услуг в сфере содействия занятости населения и защиты

от безработицы, трудовой миграции и урегулирования коллективных трудовых споров;

- находится в ведении Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации;
- осуществляет свою деятельность непосредственно и через свои территориальные органы и государственные учреждения службы занятости (центры занятости населения) во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и иными организациями.

Федеральная служба по труду и занятости осуществляет следующие *полномочия:*

- осуществляет *государственный надзор и контроль* за соблюдением:

– трудового законодательства и нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;

– установленного порядка расследования и учета несчастных случаев на производстве;

- осуществляет контроль за:

– обеспечением государственных гарантий в области занятости населения;

– приемом на работу инвалидов в пределах установленной квоты;

– регистрацией инвалидов в качестве безработных;

– прохождением гражданами альтернативной гражданской службы и увольнением с нее;

- осуществляет:

– проверки, обследования, выдачу обязательных для исполнения предписаний об устранении нарушений, привлечение виновных к ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации;

– рассмотрение в соответствии с законодательством Российской Федерации дел об административных правонарушениях;

– принятие мер по устранению обстоятельств и причин выявленных нарушений и восстановлению нарушенных трудовых прав граждан;

– информирование и консультирование работодателей и работников по вопросам соблюдения трудового законодательства и нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;

– анализ состояния и причин производственного травматизма и разработку предложений по его профилактике;

– мероприятия по содействию занятости населения, включая программы содействия занятости граждан, находящихся под риском увольнения, а также граждан, особо нуждающихся в социальной защите и испытывающих трудности в поиске работы;

- ♦ организует прием граждан, обеспечивает своевременное и полное рассмотрение обращений граждан, принимает по ним решения и направляет заявителям ответы в установленный законодательством Российской Федерации срок;
- ♦ осуществляет профессиональную подготовку работников центрального аппарата Службы, территориальных органов и государственных учреждений Службы занятости, находящихся в ее ведении, их переподготовку, повышение квалификации и стажировку.

Федеральная служба по труду и занятости с целью реализации полномочий в установленной сфере деятельности имеет право:

- ♦ организовывать проведение необходимых обследований, испытаний, экспертиз, анализов и оценок, а также научных исследований по вопросам осуществления надзора и контроля, оказания государственных услуг в установленной сфере деятельности;
- ♦ давать юридическим и физическим лицам разъяснения по вопросам, отнесенным к компетенции Службы;

- запрашивать и получать сведения, необходимые для принятия решений по вопросам, отнесенным к компетенции Службы;
- применять предусмотренные законодательством Российской Федерации меры ограничительного, предупредительного и профилактического характера, направленные на недопущение и (или) ликвидацию последствий нарушений юридическими лицами и гражданами обязательных требований в установленной сфере деятельности.

Федеральную службу по труду и занятости возглавляет руководитель, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Правительством Российской Федерации по представлению Министра здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 17.06.04 г. № 294 ***Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии:***

- осуществляет лицензирование деятельности по изготовлению и ремонту средств измерений, а также функции по государственному метрологическому контролю и надзору до внесения изменений в законодательные акты Российской Федерации;
- осуществляет контроль и надзор за соблюдением обязательных требований государственных стандартов и технических регламентов до принятия Правительством Российской Федерации решения о передаче этих функций другим федеральным органам исполнительной власти;
- является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг, управлению государственным имуществом в сфере технического регулирования и метрологии;
- находится в ведении Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии осуществляет следующие полномочия в установленной сфере деятельности:

- проводит в установленном порядке конкурсы и заключает государственные контракты на размещение заказов на поставку товаров, выполнение работ, оказание услуг, на проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ для государственных нужд в установленной сфере деятельности, в том числе для обеспечения нужд Агентства;
- *организует:*

– экспертизу и подготовку заключений по проектам федеральных целевых программ, а также межотраслевых и межгосударственных научно-технических и инновационных программ;

– экспертизу проектов национальных стандартов;

– проведение в установленном порядке испытаний средств измерений в целях утверждения их типа и утверждение типа средств измерений;

– проведение в установленном порядке поверки средств измерений в Российской Федерации;

– сбор и обработку информации о случаях причинения вреда вследствие нарушения требований технических регламентов, а также информирование приобретателей, изготовителей и продавцов по вопросам соблюдения требований технических регламентов;

- *осуществляет:*

– опубликование в установленном порядке уведомлений о разработке и завершении публичного обсуждения проектов технических регламентов, проекта федерального закона о техническом регламенте, принятого Государственной Думой Федерального Собрания Российской Федерации в первом чтении, а также заключений экспертных комиссий по техническому регулированию на проекты технических регламентов;

– опубликование уведомлений о разработке, завершении публичного обсуждения и утверждении национального стандарта, перечня национальных стандартов, которые могут на добровольной основе применяться для соблюдения требований технических регламентов, официальное опубликование

национальных стандартов и общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации и их распространение;

– руководство деятельностью Государственной метрологической службы, Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли, Государственной службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов, Государственной службы стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов;

– создание технических комитетов по стандартизации и координацию их деятельности;

– принятие программы разработки национальных стандартов;

– утверждение национальных стандартов;

– учет национальных стандартов, правил стандартизации, норм и рекомендаций в этой области и обеспечение их доступности заинтересованным лицам;

– функции национального органа по стандартизации в порядке, определяемом федеральным органом по техническому регулированию;

– определение общих метрологических требований к средствам, методам и результатам измерений;

– отнесение в установленном порядке технического устройства к средствам измерений и установление интервалов между поверками средств измерений;

– межрегиональную и межотраслевую координацию деятельности в области обеспечения единства измерений, координацию проведения работ по аккредитации организаций, осуществляющих деятельность по оценке соответствия, и координацию деятельности по развитию системы кодирования технико-экономической и социальной информации;

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии с целью реализации полномочий в установленной сфере деятельности *имеет право:*

- давать юридическим и физическим лицам разъяснения по вопросам сферы деятельности Агентства;
- осуществлять контроль за деятельностью территориальных органов Агентства и подведомственных организаций.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии возглавляет руководитель, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Правительством Российской Федерации по представлению Министра промышленности и энергетики Российской Федерации.

Анализируя результаты реформирования системы государственного надзора и контроля, можно сделать следующие выводы:

1. Функции государственного надзора и контроля за охраной труда, промышленной безопасностью, которые ранее выполняли Госгортехнадзор, Госэнергонадзор и Госатомнадзор, возложены после реформирования на Ростехнадзор и дополнены задачами обеспечения экологической безопасности в установленной сфере деятельности.

2. Функции государственного надзора и контроля за охраной труда, соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, которые выполняли органы Федеральной инспекции труда, дополненные вопросами занятости населения и альтернативной службы, возложены на Федеральную службу по труду занятости (Роструднадзор).

3. Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за соблюдением организациями санитарно-гигиенических и санитарно-противоэпидемиологических норм и правил теперь осуществляет Роспотребнадзор.

4. Функции Госстандарта возложены на Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

Остались прежними функциональные обязанности ГИБДД и Госпожнадзора.

Государственная инспекция безопасности дорожного движения (ГИБДД) разрешает ввод в эксплуатацию новых и вышедших из ремонта автомобилей, следит за техническим состоянием автомобильного транспорта на предприятиях, в хозяйствах и учреждениях, за обеспечением его безопасной эксплуатации, контролирует безопасность дорожного движения, участвует в расследовании аварий и случаев нарушения правил эксплуатации автомобилей, а также осуществляет контроль за подготовкой кадров для автотранспорта.

Государственный пожарный надзор в РФ в соответствии с федеральными законами № 69-Фз ОТ 21.12.94 г. «О пожарной безопасности» (ст.5) и № 122-ФЗ от 22 августа 2004 г. организует и осуществляет государственная противопожарная служба, должностные лица органов государственного пожарного надзора, находящиеся в ведении МЧС России.

3. Общественный контроль за охраной труда

В соответствии с Трудовым кодексом РФ (ст. 370) общественный контроль за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда осуществляется профессиональными союзами и иными уполномоченными работниками, представительными органами, которые вправе создавать в этих целях собственные инспекции, а также избирать уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов.

Профессиональные союзы в лице их соответствующих органов и иные уполномоченные работниками представительные органы имеют право:

- осуществлять контроль за соблюдением работодателями законодательства об охране труда;
- проводить независимую экспертизу условий труда и обеспечения безопасности работников организации;
- принимать участие в расследовании несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также осуществлять их самостоятельное расследование;

- получать информацию от руководителей и иных должностных лиц организаций об условиях и охране труда, а также о всех несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях;
- предъявлять требования о приостановлении работ в случаях угрозы жизни и здоровью работников;
- осуществлять выдачу работодателям обязательных к рассмотрению представлений об устранении выявленных нарушений требований охраны труда;
- осуществлять проверку условий и охраны труда, выполнения обязательств работодателей по охране труда, предусмотренных коллективными договорами и соглашениями;
- принимать участие в работе комиссий по испытаниям и приемке в эксплуатацию производственных объектов и средств производства в качестве независимых экспертов;
- принимать участие в разработке проектов подзаконных нормативных правовых актов об охране труда, а также согласовывать их в установленном Правительством Российской Федерации порядке;
- обращаться в соответствующие органы с требованиями о привлечении к ответственности лиц, виновных в нарушении требований охраны труда, сокрытии фактов несчастных случаев на производстве;
- принимать участие в рассмотрении трудовых споров, связанных с нарушением законодательства об охране труда, обязательств, предусмотренных коллективными договорами и соглашениями, а также с изменениями условий труда.

Уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов имеют право беспрепятственно проверять в организациях соблюдение требований охраны труда и вносить обязательные для рассмотрения должностными лицами предложения об устранении выявленных нарушений требований охраны труда.

4. Внутрихозяйственный контроль и обеспечение безопасных условий труда работодателем

В государственных организациях внутрихозяйственный контроль и обеспечение безопасных условий труда возложены на руководителей, главных инженеров, их заместителей, руководителей . служб, подразделений, участков работ и других должностных лиц. Конкретные обязанности, права и ответственность руководителей и других должностных лиц организаций определяются должностными инструкциями и положениями о подразделениях и службах. В негосударственных организациях контроль и обеспечение безопасных условий и охраны труда возложены на работодателя. Обязанности определены в ТК РФ (ст. 212). *Работодатель обязан обеспечить:*

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
- режим труда и отдыха работников в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации;
- приобретение и выдачу за счет собственных средств специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ по охране труда и оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте

и проверку знаний требований охраны труда, безопасных методов и приемов выполнения работ;

- недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;
- организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;
- проведение специальной оценки условий труда с последующей сертификацией работ по охране труда в организации;
- информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
- предоставление органам государственного управления охраной труда, органам государственного надзора и контроля, органам профсоюзного контроля за соблюдением законодательства о труде и охране труда информации и документов, необходимых для осуществления ими своих полномочий;
- принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций, в том числе по оказанию пострадавшим первой помощи;
- расследование и учет в установленном настоящим Кодексом и иными нормативными правовыми актами порядке несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников в соответствии с требованиями охраны труда;
- выполнение предписаний должностных лиц органов государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и рассмотрение представлений органов общественного контроля в

установленные настоящим Кодексом, иными федеральными законами сроки; обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- ♦ ознакомление работников с требованиями охраны труда;
- ♦ разработку и утверждение с учетом мнения выборного профсоюзного или иного уполномоченного работниками органа инструкций по охране труда для работников;
- ♦ наличие комплекта нормативных правовые актов, содержащих требования охраны труда в соответствии со спецификой деятельности организации.

Дополнительные обязанности возлагаются на *службу охраны труда* в организациях. В целях обеспечения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников, создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

В организации с численностью 100 и менее работников решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель заключает договор со специалистами или с организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

Структура служб охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций нормативного документа «Межотраслевые нормативы численности работников службы охраны труда в организациях», разработанными и утвержденными постановлением Минтруда от 22.01.01 г. № 10.

Служба охраны труда подчиняется непосредственно руководителю организации или по его поручению одному из его заместителей. Они выполняют всю организационную и методическую работу. Функции и права службы охраны труда определены постановлениями Минтруда от 08.02.2000 г. № 14, утвердившим «Рекомендации по организации работы службы охраны труда в организации».

В *функции службы охраны труда* входят:

1. Учет и анализ состояния и причин производственного травматизма, профессиональных заболеваний и заболеваний, обусловленных производственными факторами.

2. Оказание помощи подразделениям в организации и проведении измерений параметров опасных и вредных производственных факторов, в оценке травмобезопасности оборудования, приспособлений.

3. Организация, методическое специальной оценкой условий труда, сертификацией работ по охране труда и контроль за их проведением.

4. Проведение совместно с представителями соответствующих подразделений и с участием уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда профессиональных союзов или иных уполномоченных работниками представительных органов проверок, обследований технического состояния зданий, сооружений, оборудования, машин и механизмов, приспособлений, средств коллективной и индивидуальной защиты работников, состояния санитарно-технических устройств, работы вентиляционных систем на соответствие требованиям охраны труда.

5. Участие в работе комиссий по приемке в эксплуатацию законченных строительством или реконструированных объектов производственного назначения, а также в работе комиссий по приемке из ремонта установок, агрегатов, станков и другого оборудования в части соблюдения требований охраны труда.

6. Согласование разрабатываемой в организации проектной, конструкторской, технологической и другой документации в части требований охраны труда.

7. Разработка совместно с другими подразделениями планов, программ по улучшению условий и охраны труда, предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний, заболеваний, обусловленных производственными факторами; оказание организационно-методической помощи по выполнению запланированных мероприятий.

8. Участие, в составлении разделов коллективного договора, касающихся условий охраны труда, соглашения по охране труда организации.

9. Составление отчетности по охране труда по формам, установленным Госкомстатом России.

10. Разработка программ обучения по охране труда работников организации, в том числе ее руководителя, проведение вводного инструктажа по охране труда со всеми лицами, поступающими на работу (в том числе временно), командированными, а также учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику.

11. Организация своевременного обучения по охране труда работников организации, в том числе ее руководителя, и участие в работе комиссий по проверке знаний требований охраны труда.

12. Оказание методической помощи руководителям подразделений при разработке и пересмотре инструкций по охране труда, стандартов организации Системы стандартов безопасности труда (ССБТ).

13. Организация и руководство работой кабинета по охране труда, подготовка информационных стендов, уголков по охране труда в подразделениях.

14. Доведение до сведения работников действующих законов иных нормативных правовых актов об охране труда Российской Федерации и соответствующего субъекта Российской Федерации, коллективного договора, соглашения по охране труда организации.

15. Осуществление контроля за:

- соблюдением работниками требований законов и иных нормативных правовых актов об охране труда Российской Федерации и соответствующего субъекта РФ, коллективного договора, соглашения по охране труда, других локальных нормативных правовых актов организации;
- выполнением мероприятий, предусмотренных программами, планами по улучшению условий и охраны труда, разделом коллективного договора, касающихся вопросов охраны труда, соглашением по охране труда, а также за принятием мер по устранению причин, вызвавших несчастный случай на производстве (информация из акта по форме Н-1), выполнением предписаний органов государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда, других мероприятий по созданию безопасных условий труда;
- санитарно-гигиеническим состоянием производственных и вспомогательных помещений;
- организацией рабочих мест в соответствии с требованиями охраны труда.

Работники *Службы охраны труда имеют право:*

1. В любое время суток **беспрепятственно посещать и осматривать** производственные, служебные и бытовые помещения организации, знакомиться в пределах своей компетенции с документами по вопросам охраны труда.

2. Предъявлять руководителям подразделений, другим должностным лицам организации обязательные для исполнения предписания (рекомендуемая форма – в приложении к Рекомендациям) об устранении выявленных при проверках нарушений требований охраны труда и контролировать их выполнение.

3. Требовать от руководителей подразделений отстранения от работы лиц, не имеющих допуска к выполнению данного вида работ, не прошедших в установленном порядке предварительных и периодических медицинских

осмотров, инструктажа по охране труда, не использующих в своей работе предоставленных средств индивидуальной защиты, а также требования законодательства об охране труда.

5. Государственное управление охраной труда

Законодательство Российской Федерации предусматривает государственное управление охраной труда (ст. 216 Трудового кодекса РФ).

Основными целями государства в области охраны труда являются:

- создание безопасных условий труда на всех предприятиях, независимо от форм собственности;
- защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве или получивших профессиональные заболевания;
- обеспечение эффективного взаимодействия и сотрудничества субъектов социально-трудовых отношений в решении вопросов охраны труда: работодателей, объединений работодателей, государственных органов, органов местного самоуправления, работников и их объединений, в том числе профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов.

Государственное управление охраной труда осуществляется Правительством Российской Федерации непосредственно или по его поручению федеральным органом исполнительной власти по труду и другими федеральными органами исполнительной власти. Распределение полномочий в области охраны труда между федеральными органами исполнительной власти осуществляется Правительством РФ.

Государственное управление охраной труда на территориях субъектов Российской Федерации осуществляется федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда в пределах их полномочий.

ЛЕКЦИЯ 4. РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

1. Расследование и учет несчастных случаев. 2. Причины несчастных случаев. 3. Анализ производственного травматизма.

1. Расследование и учет несчастных случаев

Тщательное расследование, выяснение обстоятельств и причин всех несчастных случаев (НС) на производстве дает основание для разработки и применения эффективных мер по ликвидации причин, вызывающих несчастные случаи, и профилактики травматизма. Поэтому порядок расследования, оформления и учета НС четко определен законодательными и нормативно-правовыми актами.

Расследование и учет несчастных случаев на производстве осуществляется в соответствии с Трудовым кодексом и «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях», которые устанавливают порядок расследования и учета НС на производстве, обязательный для всех организаций, независимо от их организационно-правовой формы, а также лиц, занимающихся предпринимательской деятельностью без образования юридического лица и использующих наемный труд (индивидуальные предприниматели).

Расследованию и учету в соответствии с Положением подлежат несчастные случаи, происшедшие на производстве с работниками и другими лицами (далее именуются – работники) при выполнении ими трудовых обязанностей и работы по заданию организации или индивидуального предпринимателя.

Оно распространяется на всех работников, исполняющих свои трудовые обязанности, в том числе на:

- работников, выполняющих работу по трудовому договору (контракту);
- граждан, выполняющих работу по гражданско-правовому договору;

- студентов и учащихся образовательных учреждений соответствующего уровня, проходящих производственную практику в организациях;
- лиц, осужденных к лишению свободы и привлекаемых к труду администрацией организации;
- других лиц, участвующих с ведома работодателя (его представителя) в производственной деятельности организации своим личным трудом, правоотношения которых не предполагают заключение трудовых договоров, в том числе:

− членов семей работодателей – физических лиц (глав крестьянских, фермерских хозяйств);

− членов кооперативов, участников хозяйственных товариществ или иных обществ, работающих у них (в них) на собственный счет;

− граждан, привлекаемых по решению компетентных органов власти к выполнению общественно полезных работ либо мероприятий гражданского характера;

− военнослужащих, студентов, учащихся, направленных в организации для выполнения строительных, сельскохозяйственных и иных работ;

− работников, проходящих переобучение без отрыва от работы на основе заключенного с работодателем ученического договора.

Расследуются и подлежат учету как несчастные случаи на производстве: **травма**, в том числе полученная в результате нанесения телесных повреждений другим лицом, **острое отравление, тепловой удар, ожог, обморожение, утопление, поражение электрическим током, молнией, излучением, укусы** насекомых и пресмыкающихся, **телесные повреждения,** нанесенные животными, **повреждения,** полученные в результате взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций и иные повреждения здоровья, обусловленные воздействием на пострадавшего опасных факторов, повлекшие за собой необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату трудоспособности либо его смерть, если они произошли:

а) при непосредственном исполнении трудовых обязанностей или работ по заданию работодателя (его представителя), в том числе во время служебной командировки, а также при совершении иных правомерных действий в интересах работодателя, в том числе направленных на предотвращение несчастных случаев, аварий, катастроф и иных ситуаций чрезвычайного характера;

б) на территории организации, других объектах и площадях, закрепленных за организацией на правах владения либо аренды (далее – территория организации), либо в ином месте работы в течение рабочего времени (включая установленные перерывы), в том числе во время следования на рабочее место (с рабочего места), а также в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства, одежды и т. п. перед началом и после окончания работы, либо при выполнении работ за пределами нормальной продолжительности рабочего времени, в выходные и нерабочие праздничные дни;

в) при следовании к месту работы или с работы на транспортном средстве работодателя или сторонней организации, представившей его на основании договора с работодателем, а также на личном транспортном средстве в случае использования его в производственных целях в соответствии с документально оформленным соглашением сторон трудового договора или объективно подтвержденным распоряжением работодателя (его представителя) либо с его ведома;

г) во время служебных поездок на общественном транспорте, а также при следовании по заданию работодателя (его представителя) к месту выполнения работ и обратно, в том числе пешком;

д) при следовании к месту служебной командировки и обратно;

е) при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха (водитель-сменщик на автотранспортном средстве, проводник или механик рефрижераторной секции в поезде и др.);

ж) во время междусменного отдыха при работе вахтовым методом, а также при нахождении на судне (воздушном, морском, речном и др.) в свободное от вахты и судовых работ время;

з) при привлечении в установленном порядке к участию в ликвидации последствий катастрофы, аварий и других чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, криминогенного и иного характера.

В установленном порядке расследуются также несчастные случаи, происшедшие с работодателями - физическими лицами и их полномочными представителями при непосредственном осуществлении ими трудовой деятельности либо иных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работниками.

Расследуются в установленном порядке, квалифицируются, оформляются и учитываются в соответствии с требованиями Кодекса и «Положения» как связанные с производством несчастные случаи, происшедшие с работниками или другими лицами, участвующими в производственной деятельности работодателя, при исполнении ими трудовых обязанностей или работ по заданию работодателя (его представителя), а также осуществлении иных правомерных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работодателем либо совершаемых в его интересах (далее несчастные случаи на производстве).

Положение определяет первоочередные меры, которые необходимо предпринять руководителю работ в связи с несчастным случаем. О каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, пострадавший или очевидец несчастного случая извещает непосредственного руководителя работ, который обязан:

- немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в учреждение здравоохранения;
- сообщить работодателю или лицу, им уполномоченному, о происшедшем несчастном случае;

- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующего фактора на других лиц;
- сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия (если это не угрожает жизни и здоровью других людей и не приведет к аварии). В случае невозможности ее сохранения – зафиксировать сложившуюся обстановку (схемы, фотографии и т. п.).

Если с застрахованными произошел НС на производстве, работодатель обязан в течение суток сообщить об этом в исполнительный орган ФСС РФ (по месту регистрации в качестве страхователя).

Работодатель обязан обеспечить своевременное расследование несчастного случая на производстве и его учет.

Для расследования несчастного случая на производстве, в организации работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек. В состав комиссии включаются специалист по охране труда (или лицо, назначенное приказом работодателя ответственным за организацию работы по охране труда), представители работодателя, профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками представительного органа (например, член комитета или комиссии по охране труда из числа представителей работников, уполномоченный по охране труда). Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченное им лицо. Состав комиссии утверждается приказом работодателя. Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке, где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается. Здесь имеются в виду мастер, прораб, начальник смены (участка, цеха) и т. п.

В расследовании несчастного случая на производстве, происшедшего у индивидуального предпринимателя, принимают участие индивидуальный предприниматель иди его представитель, доверенное лицо пострадавшего, специалист по охране труда, который может привлекаться и на договорной основе.

Последствия и условия, при которых произошел несчастный случай на производстве, неодинаковы. Положение особо регулирует порядок расследования групповых, тяжелых несчастных случаев, а также несчастных случаев со смертельным исходом.

При групповом несчастном случае на производстве (два и более человек), тяжелом несчастном случае на производстве (по схеме определения тяжести несчастных случаев на производстве, утвержденной Министерством здравоохранения РФ по согласованию с Министерством труда и социального развития), несчастном случае на производстве со смертельным исходом, происшедшим в организации, работодатель или уполномоченное им лицо в течение суток по форме, установленной Министерством труда и социального развития РФ, обязаны сообщить:

- в Роструднадзор;
- в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;
- в организацию, направившую работника, с которым произошел несчастный случай;
- в территориальное объединение профсоюзов;
- в территориальный орган Ростехнадзора, если несчастный случай произошел в организации (на объекте), подконтрольной этому органу.

Для расследования группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая, несчастного случая со смертельным исходом:

- в комиссию, кроме лиц, указанных выше, включаются государственный инспектор по охране труда, представители органа исполнительной власти субъекта РФ или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения профсоюзов. Работодатель образует комиссию и утверждает ее состав, возглавляет комиссию государственный инспектор по охране труда;

- по требованию пострадавшего (в случае смерти пострадавшего – его родственников) в расследовании несчастного случая может принимать участие его доверенное лицо. В случае если доверенное лицо не участвует в расследовании, работодатель или председатель комиссии обязаны по требованию доверенного лица ознакомить его с материалами расследования;
- каждый работник имеет право на личное участие в расследовании происшедшего с ним НС на производстве;
- если НС явился следствием нарушений в работе, влияющих на обеспечение ядерной, радиационной и технической безопасности, на объектах использования атомной энергии в состав комиссии включается также представитель территориального органа Ростехнадзора;
- при групповом НС с числом погибших пять и более человек в состав комиссии включаются также представители Роструднадзора, федерального органа исполнительной власти по ведомственной принадлежности и общероссийского объединения профсоюзов.

При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством РФ.

Расследование обстоятельств и причин НС на производстве (который не является групповым и не относится к категории тяжелых или со смертельным исходом) проводится комиссией в течение 3 дней.

Расследование группового НС на производстве, тяжелого НС на производстве и НС на производстве со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней.

Несчастный случай на производстве, о котором не было своевременно сообщено работодателю или в результате которого нетрудоспособность наступила не сразу, расследуется комиссией по заявлению пострадавшего лица или его доверенного лица в течение месяца со дня поступления указанного заявления.

В каждом случае расследования комиссия выявляет и опрашивает очевидцев происшествия НС, лиц, допустивших нарушение нормативных требований по охране труда, получает необходимую информацию от работодателя и по возможности объяснения от пострадавшего.

В результате расследования группового НС на производстве, тяжелого НС на производстве, НС на производстве со смертельным исходом комиссия формирует следующие документы;

а) приказ о создании комиссии по расследованию НС;

б) планы, схемы, эскизы, а при необходимости – фото- или видеоматериалы места происшествия;

в) документы, характеризующие состояние рабочего места, наличие опасных и вредных производственных факторов;

г) выписку из журналов регистрации инструктажей и протоколов проверки знаний пострадавших по охране труда;

д) протоколы опросов, объяснения пострадавших, очевидцев несчастного случая и должностных лиц;

е) экспертные материалы заключения специалистов, результаты лабораторных исследований и экспериментов;

ж) медицинское заключение о характере и степени тяжести повреждения, причиненного здоровью пострадавшего, или о причине смерти пострадавшего, а также о нахождении пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения;

з) копии документов, подтверждающих выдачу пострадавшему специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормами;

и) выписки из ранее выданных на данном производстве (объекте) предписаний государственных инспекторов по охране труда и должностных лиц территориального органа Ростехнадзора (если несчастный случай произошел в организации или на объекте; подконтрольных этому органу), а

также представлений профсоюзных инспекторов труда об устранении выявленных нарушений нормативных требований по охране труда;

к) другие материалы по усмотрению комиссии.

На основании собранных данных и материалов комиссия устанавливает обстоятельства и причины НС, определяет, был ли пострадавший в момент НС связан с производственной деятельностью организации или индивидуального предпринимателя, и объяснялось ли его нахождение в месте происшествия исполнением им трудовых обязанностей (работы), и квалифицирует НС, как происшедший на производстве, или НС, не связанный с производством, определяет лиц, допустивших нарушения требований безопасности и охраны труда, законодательных и иных нормативных правовых актов, и меры по устранению причин и предупреждению НС на производстве.

Если при расследовании НС на производстве, происшедшего с застрахованным, комиссией установлено, что грубая неосторожность застрахованного содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то с учетом заключения профсоюзного комитета или иного уполномоченного застрахованным представительного органа комиссия определяет степень вины застрахованного в процентах.

По результатам расследования группового НС на производстве, тяжелого НС на производстве, НС на производстве со смертельным исходом комиссия составляет акт о расследовании по форме Н-1.

В акте указывается дата и время, когда и где произошел НС, кто проводил расследование. В обязательном порядке разрабатываются мероприятия по устранению возникновения подобных происшествий, указывается, какие и кем были допущены нарушения законодательных и иных правовых актов. К акту прилагаются материалы расследования.

Результаты расследования каждого НС рассматриваются работодателем с участием профсоюзного либо иного уполномоченного работниками представительного органа для принятия соответствующих решений, направленных на профилактику и предупреждение НС на производстве.

Расследованию подлежит любой НС, но не каждый из них будет взят на учет и оформлен в установленном порядке. Так, расследованию подлежат и квалифицируются как НС, не связанные с производством, не учитываются и оформляются актом произвольной формы:

а) смерть вследствие общего заболевания или самоубийства, подтвержденная в установленном порядке учреждением здравоохранения и следственными органами;

б) смерть или повреждение здоровья, единственной причиной которых явилось (по заключению учреждения здравоохранения) алкогольное или наркотическое опьянение (отравление) работника, не связанное с нарушениями технологического процесса, где используются технические спирты, ароматические, наркотические и другие аналогичные вещества. В данном случае алкогольное опьянение рассматривается не как причина НС на производстве, а как причина отравления организма, приведшая к смерти;

в) НС, происшедший при совершении пострадавшим поступка, действий, квалифицированных правоохранительными органами как уголовное правонарушение (преступление).

Важное значение имеет документальное оформление и учет НС на производстве.

По каждому НС на производстве, вызвавшему необходимость перевода работника в соответствии с медицинским заключением на другую работу, потерю трудоспособности работником на срок не менее одного дня либо его смерть, оформляется акт о НС на производстве по форме Н-1 в 2-х экземплярах на русском языке либо на русском языке и государственном языке субъекта РФ согласно приложению. При НС на производстве с застрахованным составляется дополнительный экземпляр акта по форме Н-1.

При групповом НС на производстве акт по форме Н-1 составляется на каждого пострадавшего отдельно.

Если НС на производстве произошел с работником сторонней организации (индивидуального предпринимателя), то акт по форме Н-1 составляется в 3

экземплярах, 2 из которых вместе с материалами расследования НС и актом расследования направляются работодателю, работником которого является (являлся) пострадавший, 3-й экземпляр акта по форме Н-1 и материалы расследования остаются у работодателя, где произошел НС.

В акте по форме Н-1 должны быть подробно изложены обстоятельства и причины НС на производстве, а также указаны лица, допустившие нарушения требований по охране труда.

Содержание акта по форме Н-1 должно соответствовать выводам комиссии, проводившей расследование НС на производстве.

В организации и у индивидуального предпринимателя акт по форме Н-1 подписывается членами комиссии, утверждается работодателем или лицом, им уполномоченным, и заверяется печатью.

Работодатель в 3-дневный срок после утверждения акта по форме Н-1 обязан выдать один экземпляр указанного акта пострадавшему, а при несчастном случае на производстве со смертельным исходом – родственникам погибшего либо его доверенному лицу (по требованию), 2-й экземпляр акта вместе с материалами расследования НС на производстве хранится в течение 45 лет в организации по основному (кроме совместительства) месту работы (службы, учебы) пострадавшего на момент НС на производстве.

При страховых случаях 3-й экземпляр акта по форме Н-1 с материалами расследования работодатель направляет в исполнительный орган Фонда социального страхования РФ (по месту регистрации в качестве страхователя).

Акты по форме Н-1 регистрируются работодателем в журнале регистрации НС на производстве по форме, установленной Министерством труда и социального развития Российской Федерации.

Каждый НС на производстве, оформленный актом по форме Н-1, включается в статистический отчет о временной нетрудоспособности и травматизме на производстве.

Акт о расследовании группового НС на производстве, тяжелого НС на производстве со смертельным исходом с документами и материалами

расследования и копии актов по форме Н-1 на каждого пострадавшего председатель комиссии в 3-дневный срок после их утверждения направляет в прокуратуру, в которую сообщалось о НС на производстве. Копии указанных документов направляются также в Федеральную службу по труду и занятости по субъекту РФ и территориальный орган Ростехнадзора – по НС, происшедшим в подконтрольных им организациях (объектах), а при страховом случае указанные документы и акты по форме Н-1 направляют также в исполнительный орган Фонда социального страхования РФ (по месту регистрации страхователя).

Важное значение в борьбе с травматизмом имеет обязанность работодателя сообщать как о последствиях НС, так и о мероприятиях, выполненных по их предупреждению. Такие сообщения направляются в Роструднадзор по субъекту РФ, а в соответствующих случаях – в территориальный орган государственного надзора по установленной Минтрудом РФ форме. О несчастных случаях на производстве, которые по прошествии времени перешли в категорию тяжелых или со смертельным исходом, работодатель сообщает в Роструднадзор по субъекту РФ, в соответствующий профсоюзный орган, а если они произошли на объектах, подконтрольных территориальным органам государственного надзора, – в эти органы, а при страховом случае – в исполнительный орган ФСС РФ.

По результатам расследования государственный инспектор по охране труда составляет заключение по форме согласно приложению к Положению, которое является обязательным для работодателя.

Государственный инспектор по охране труда вправе потребовать от работодателя составления нового акта по форме Н-1, если имеющийся акт оформлен с нарушениями или не соответствует материалам расследования НС.

Разногласия по вопросам расследования, оформления и учета НС на производстве, непризнание работодателем НС, отказ в проведении его расследования и составления акта по форме Н-1, несогласие пострадавшего или его доверенного лица с содержанием этого акта рассматриваются

Федеральными службами по труду и занятости по субъектам РФ или судом. В этих случаях подача жалобы не является основанием для неисполнения работодателем решений государственного инспектора по охране труда.

2. Причины несчастных случаев

Одной из основных задач расследования несчастных случаев на производстве является установить **все (основные и второстепенные) причины** данного НС. Все, потому что одной причины не бывает.

К сожалению весьма часто (до 70-80% расследуемых НС) не находят основных причин и поэтому выделяемые средства идут на устранение второстепенных причин НС. Что же это за основная причина НС?

Основная причина – это та, устранение которой не позволит повториться аналогичному НС.

Все многообразие причин несчастных случаев на производстве можно разбить на четыре типа: технические, организационные, санитарно-гигиенические и психофизические.

К техническим причинам относятся конструктивные недостатки машин, механизмов, инструмента, технологической оснастки и т.п.

К организационным причинам относятся неправильная организация режима работы, отсутствие или несвоевременное проведение инструктажей, отсутствие надзора. Отсутствие или недостаточная обеспеченность средствами индивидуальной защиты, нарушение трудовой или технологической дисциплины и т.п.

К санитарно-гигиеническим причинам относятся несоответствие санитарным нормам вредных производственных факторов, что приводит к снижению скорости психических реакций работника со всеми вытекающими последствиями. Это приводит к увеличению вероятности травмирования. Т.е. эти причины являются опосредованными.

К психофизическим причинам относятся психологическая или физическая усталость, что также приводит к снижению скорости психических

реакций, а следовательно увеличивается вероятность травмирования. Эти причины также являются опосредованными.

Анализ производственного травматизма в России приводит к выводу, что чаще других основными причинами несчастных случаев на производстве являются технические причины. Для того, чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить с точки зрения безопасности автомобиль «Жигули» и любую иномарку.

3. Анализ производственного травматизма

Тщательный анализ травматизма позволяет более обоснованно разрабатывать мероприятия по установлению причин НС и определять основные направления работы по дальнейшему повышению безопасности и улучшению условий труда, снижению уровня риска работы на предприятиях и в организациях.

Исходными материалами для анализа травматизма на предприятиях являются отчеты по травматизму по форме 7 – травматизм и копии актов по форме Н-1 и других материалов расследований, направляемые в Роструднадзор, федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности, Госкомстат (территориальные статистические управления).

Существует несколько методов анализа производственного травматизма: статистический, групповой (табличный), топографический, монографический, корреляционный, вероятностные методы и др.

Статистический метод анализа основан на систематизации и статистической обработке документов по травматизму Исходными материалами являются акты по форме Н-1, отчеты по форме 7 -травматизм, журналы регистрации и учета НС, а также данные о численности рабочих, затратах на мероприятия по охране труда и пр.

Для оценки производственного травматизма в статистическом методе пользуются относительными величинами (коэффициентами): коэффициентом

частоты травматизма, тяжести травматизма, коэффициентом летальности, коэффициентом опасности производства или потери трудоспособности.

Коэффициентом частоты производственного травматизма принято называть среднее количество НС, приходящихся на 1000 человек работающих.

Этот коэффициент определяется по формуле

$$К_ч = \frac{A}{N} \cdot 1000, \qquad (1)$$

где А – число НС за определенный период времени; N – среднесписочное число работающих в этом периоде.

Коэффициент частоты характеризует уровень травматизма лишь с количественной стороны без учета тяжести и исхода НС. Поэтому наряду с коэффициентами частоты определяется и коэффициент тяжести

$$К_т = \frac{\sum Д_н}{A}, \qquad (2)$$

где $\sum Д_н$ – число дней нетрудоспособности по А НС.

Коэффициент тяжести показывает, сколько дней нетрудоспособности в среднем приходится на 1 НС.

Коэффициент $К_т$ не учитывает тяжелых и смертельных НС, поэтому в дополнение к нему у нас в стране дописывается число тяжелых и смертельных НС и определяется коэффициент летальности $К_л$ (число случаев с летальным исходом на 1000 работающих):

$$К_л = \frac{A_л}{N} \cdot 1000, \qquad (3)$$

Наряду с коэффициентом частоты травматизма определяют также коэффициент нетрудоспособности или как его иногда называют показатель опасности производства Кн. Он определяется как произведение коэффициента частоты на коэффициент тяжести и показывает число дней нетрудоспособности по всем НС, приходящимся на 1000 работающих:

$$К_н = К_ч \cdot К_т = \frac{\sum Д_н}{N} \cdot 1000. \qquad (4)$$

Групповой (табличный) метод является разновидностью статистического метода анализа. Сущность группового метода анализа заключается в том, что все НС группируются по однородным признакам и представляются в виде таблиц, затем в каждой группе выявляются наиболее опасные факторы, причины и пр. и разрабатываются соответствующие мероприятия.

Основными задачами использования группового метода являются:

- установление наиболее опасных с точки зрения возможности травмирования видов работ, технологических процессов и операций, профессий работающих, типов применяемого оборудования и инструментов;
- выявление влияния возраста и производственного стажа работающих, времени года и суток, продолжительности смены на частоту травмирования;
- выявление наиболее характерных причин НС, травмирующих факторов, характера и анатомической локализации травм, присущих данному виду работ.

Сущность *топографического метода* анализа производственного травматизма заключается в том, что все НС наносятся на технологическую схему, план горных работ, схему размещения оборудования и т. п. условными знаками и затем анализируются места наибольшего скопления этих знаков.

Основные задачи данного метода:

- установить участки работ, агрегаты или отдельные узлы механизмов, на которых наиболее часто возникает опасность получения травм работающими;
- выявить опасные зоны, в которых происходят НС;
- установить границы опасных зон;
- установить территориальную приуроченность опасных зон;

- конкретизировать причины НС

Конкретная цель топографического метода анализа травматизма – разработка рекомендаций по устранению причин несчастных случаев путем локализации опасных зон и участков, выбора и применения более совершенных оградительных и предохранительных устройств на определенных участках работ или типах оборудования, при выполнении строительно-монтажных работ, при разветвленной системе горных выработок и т. п.

Топографический метод целесообразно применять в сочетании с групповым и статистическим методами.

Монографический метод анализа производственного травматизма основан на изучении взаимосвязи возникновения НС с технологией процессов, организацией работ и особенностями эксплуатации оборудования. При монографическом методе объектом исследований становятся тяжелые по травматизму участки работ, производственные операции, те или иные машины и механизмы, отдельные узлы и детали оборудования. Объект исследования устанавливается на основании данных группового и топографического методов анализа, с помощью которых из общего комплекса работ выделяются производственные операции, при выполнении которых происходит большая часть НС.

Монографический метод позволяет исследовать работу отдельных узлов и деталей оборудования и приемы труда работающих. При этом учитывают скорость, траекторию и зону движения рабочих узлов, валов и других деталей оборудования при выполнении отдельных производственных операций работающими. Особое внимание при монографическом анализе уделяют работе узлов и оборудования и совмещенным операциям, при выполнении которых в анализируемый период времени произошли НС.

Целью монографического метода анализа травматизма является установление конкретных причин травматизма и разработка рекомендаций организационного и технического характера по предупреждению травматизма при эксплуатации отдельных типов оборудования, безопасному выполнению

производственных операций. По результатам анализа издаются приказы и инструкции по вопросам безопасности, намечаются необходимые конструктивные изменения машин, оборудования или пересматриваются и улучшаются инструкции по их обслуживанию.

Монографический метод труднее и сложнее других методов анализа, поэтому для его использования необходимы глубокие знания техники, технологии и организации работ.

Данный метод рекомендуется для всех звеньев производственных предприятий, особенно при механизированных работах.

Структурно-системный метод анализа причин травматизма основан на структурно-системной классификации причин производственного травматизма.

Причины производственного травматизма разделены на группы, объединенные однородными или общими признаками.

Каждая группа состоит из трех уровней причин травматизма с различной степенью влияния на возникновение несчастных случаев:

- первый уровень – основные причины;
- второй уровень – непосредственные причины;
- третий уровень – причины - реализаторы.

Классификация причин травматизма изображается графически –

в виде круга, разделенного на секторы, число которых соответствует числу групп причин травматизма, а также на концентрические круги, каждый из которых соответствует определенному уровню причин травматизма.

Техника анализа заключается в том, что несчастные случаи и причины их возникновения учитываются по мере поступления материалов о несчастных случаях. Это делается путем отметок в соответствующих клетках круга производственного травматизма.

Корреляционный метод травматизма является одним из видов статистического анализа травматизма. Он используется для установления корреляционных зависимостей между показателями травматизма и определяющими травматизм факторами. Поскольку как сам травматизм, так и

определяющие его факторы являются величинами случайными, зависимости между ними не являются полностью детерминированными (однозначными), а носят статистический, осредненный характер. Это означает, что фактическое значение показателя травматизма при принятых значениях определяющих факторов может отличаться от его значения, рассчитанного по установленной зависимости. Такое расхождение будет тем больше, чем меньше взаимозависимы или коррелированны определяющие факторы и показатель травматизма.

Степень связи между двумя случайными величинами характеризуется коэффициентом корреляции этих величин (если зависимость между ними близка к линейной) или корреляционным отношением (если эта связь нелинейная). Чем больше коэффициент корреляции (корреляционное отношение), тем более детерминирована эта связь.

Методы корреляционного анализа травматизма базируются на общих методах корреляционного анализа. Конечной целью этого анализа является получение корреляционных зависимостей или корреляционных уравнений между показателями травматизма и определяющими факторами.

Возможности современного корреляционного анализа позволяют получать зависимости не только между двумя величинами (парная корреляция), но и одновременно между многими величинами (множественная корреляция).

Вероятностный метод анализа. В этом методе для анализа травматизма и оценки безопасности труда используются понятие вероятности и аппарат теории вероятностей. В его основе лежит представление о травматизме как о случайном процессе.

То, что травматизм является случайным процессом, было известно давно. Это, в частности, проявилось в выражении «несчастный случай». Однако лишь сравнительно недавно для исследования травматизма стали применять теорию вероятностей.

Любой НС, как и всякое другое явление, не бывает без причин. Причинность – одна из форм всеобщей закономерной связи явлений. Однако

проявление причин каждого несчастного случая в конкретных условиях происходит при действии множества факторов, наличие, величина и степень участия которых в процессе являются случайными. В результате при одних и тех же основных определяющих факторах НС может иметь место, а может и не произойти; если НС произошел, то степень тяжести его может быть различной.

ЛЕКЦИЯ 5. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

1. Микроклимат производственных помещений. 2. Вредные вещества. 3. Производственный шум и вибрация. 4. Производственное освещение. 5. Ионизирующие (радиоактивные) излучения.

В этом разделе безопасности жизнедеятельности основное внимание уделяется вредным производственным факторам (метеорологические условия, вредные вещества, освещение, шум и вибрация, электромагнитные излучения).

1. Микроклимат производственных помещений

Метеорологические условия или микроклимат производственных помещений определяется сочетанием следующих параметров: температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. В гигиеническом отношении сочетание этих параметров оказывает влияние на теплообмен организма работника с окружающей средой и его тепловое состояние. Различные сочетания параметров микроклимата при их воздействии на человека могут быть условно сведены к трем состояниям: комфортное состояние микроклимата, нагревающий микроклимат, охлаждающий микроклимат.

При комфортном микроклимате жизнедеятельность человека протекает при температурном балансе, который достигается за счет деятельности различных систем организма (сердечно-сосудистой, дыхательной, выделительной, эндокринной), энергетического, водно-солевого и белкового обменов. При этом количество образующегося тепла равно количеству тепла, отдаваемого организмом в окружающую среду за один и тот же промежуток времени. Создаются оптимальные условия для работы всех функциональных систем организма, обеспечивается высокий уровень работоспособности.

Нагревающий микроклимат - сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место нарушение теплообмена человека с окружающей средой,

проявляющееся в накоплении тепла в организме и (или) в увеличении доли потерь тепла испарением пота (>30%) в общей структуре теплового баланса. В условиях нагревающего микроклимата при прогревании температуры воздуха и окружающих поверхностей происходит перегревание организма, механизм терморегуляции способствует увеличению теплоотдачи, которая осуществляется через систему кровообращения и путем потоотделения. Происходит усиление тока крови через кожу вследствие расширения кожных сосудов, в результате увеличивается теплопроводимость тканей и температура кожи, что способствует большему рассеиванию тепла в окружающую среду.

Тепловое воздействие на организм вызывает рефлекторное повышение потовых желез, что обеспечивает значительное увеличение теплоотдачи и, в свою очередь, приводит к обеднению организма водой, с потом теряются соли натрия, калия, кальция, фосфора и др. Нарушается водно-солевой баланс, снижаются резервные возможности организма, характерен высокий уровень простудных заболеваний, наблюдаются стойкие изменения в нервной, эндокринной, сердечно- сосудистой системах.

Охлаждающий микроклимат - сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место изменение теплообмена организма, приводящее к образованию общего или локального дефицита тепла в организме за счет снижения температуры глубоких или поверхностных слоев тканей организма. В условиях охлаждающего микроклимата, возникающих при понижении температуры окружающего воздуха, повышении его подвижности и относительной влажности, реакции организма направлены на уменьшение теплоотдачи и увеличение количества тепла, вырабатываемого организмом. Уменьшение теплоотдачи происходит в результате спазм кровеносных сосудов поверхностных тканей и снижения их температуры. Под влиянием низких и пониженных температур воздуха могут развиваться ознобления, обморожения, невриты, радикулиты и др. При длительном охлаждении развиваются заболевания периферийной нервной, мышечной систем, суставов. Организм

становится более восприимчивым к гриппу, ангине, пневмонии, катару верхних дыхательных путей и др.

Для организма чрезвычайно опасно излучение лучистой энергии (инфракрасное излучение), возникающее от различных сильно нагретых материалов, оборудования. Такое излучение легко поглощается и проникает в ткани человеческого тела, вызывая повышение температуры тела и внутренних органов, нарушение функционального состояния центральной нервной системы, усиление секреторной деятельности желудка, поджелудочной и слюнных желез, уменьшение нервно-мышечной возбудимости.

Для исключения вредного влияния микроклиматических факторов на организм человека и создания нормальных условий труда в рабочей зоне производственных помещений параметры воздушной среды должны соответствовать гигиеническим нормативам, приведенным в СанПиН 2.2.4. 548-96. Допустимые (нормативные) значения параметров микроклимата зависят от периода года и тяжести выполняемых работ. При этом, под гигиеническими нормативами условий труда понимаются такие уровни вредных производственных факторов (температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха и избытка явного тепла), которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Выполняемые работы по уровню энергозатрат делятся на легкие (категории Iа и Iб), средней тяжести (категории IIа IIб) и тяжелые (категория III).

К категории Iа относятся работы с интенсивностью энергозатрат организма до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

К категории Iб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

К категории IIа относятся работы с интенсивностью энергозатрат организма 151-200 ккал/ч (175-232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

К категории IIб относятся работы с интенсивностью энергозатрат организма 201-250 ккал/ч (233-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжести до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

К категории III относятся работы с интенсивностью энергозатрат организма более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека, которые обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часового рабочего дня при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах. Их необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 1, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. При этом холодным периодом года считается период, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10° С и ниже, а

теплым периодом года- период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10° С.

Оптимальная величина относительной влажности во всех случаях составляет 40-60%.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2. применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года, при этом перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3°С, а перепад температуры воздуха по горизонтали и изменения ее в течение рабочей смены не должны превышать 4-6°С в зависимости от категории работ.

Выход любого показателя микроклимата за пределы, установленные гигиеническими нормативами, может привести к нежелательным последствиям (табл. 3).

Таблица 1

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Скорость движения воздуха, м/с (не более)
Холодный	Легкая-Iа	22-24	21-25	0,1
	Легкая-Iб	21-23	20-24	0,1
	Средней тяжести- IIа	19-21	18-22	0,2
	Средней тяжести- IIб	17-19	16-20	0,2
	Тяжелая- III	16-18	15-19	0,3
Теплый	Легкая-Iа	23-25	22-26	0,1
	Легкая-Iб	22-24	21-25	0,1
	Средней тяжести- IIа	20-22	19-23	0,2
	Средней тяжести- IIб	19-21	18-22	0,2
	Тяжелая- III	18-20	17-21	0,3

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения, в зависимости от площади облучаемой поверхности тела, должны

соответствовать значениям: 50% и более- 35 Вт/м^2; 25-50% - 70 Вт/м^2; 25% и менее- 100 Вт/м^2.

Таблица 2

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха для всех категории работ не более, %	Скорость движения воздуха, м/с		Скорость движения воздуха при температуре 26-28°С, м/с
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона t ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона t ниже оптимальных величин, не более	
Холодный	Легкая-Iа	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75*	0,1	0,1	0,1-0,2
	Легкая-Iб	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2	0,1-0,3
	Ср. тяж.- IIа	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3	0,2-0,4
	Ср. тяж.- IIб	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,4	0,2-0,5
	Тяжелая- III	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0	15-75	0,2	0,4	0,2-0,5
Теплый	Легкая-Iа	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75*	0,1	0,2	0,1-0,2
	Легкая-Iб	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75*	0,1	0,3	0,1-0,3
	Ср. тяж.- IIа	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75*	0,1	0,4	0,2-0,4
	Ср. тяж.- IIб	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75*	0,2	0,5	0,2-0,5
	Тяжелая- III	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0	15-75*	0,2	0,5	0,2-0,5

* Примечание. Максимально допустимые величины относительной влажности воздуха при температуре воздуха на рабочих местах 25 °С и выше находятся в пределах: при 25 °С- 70%, 26 °С- 65%, 27 °С- 60%, 28 °С-55%.

Таблица 3

Субъективные особенности в зависимости от изменения показателей микроклимата рабочей зоны.

Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Субъективные ощущения
21	40	Наиболее приятное ощущение
	75	Отсутствие неприятных ощущений
	85	Хорошее, спокойное состояние
	90	Усталость, подавленное состояние
24	20	Отсутствие неприятных ощущений
	65	Неприятные ощущения
	80	Потребность в покое
	100	Невозможность выполнения тяжелой работы
30	25	Неприятные ощущения отсутствуют
	50	Нормальная работоспособность
	65	Невозможность выполнения тяжелой работы
	80	Повышение температуры тела
	90	Опасность для здоровья

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать, в зависимости от категории работ, следующих величин: 25 °С - при легкой Iа, 24 °С- при легкой Iб, 22 °С - при средней тяжести IIа, 21 °С - при средней тяжести IIб, 20 °С - при тяжелой III.

В производственных помещениях, в которых допустимые величины показателей микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, условия микроклимата следует рассматривать как вредные и опасные, в этом случае должны быть использованы защитные мероприятия.

Среди методов и средств нормализации микроклимата следует отметить особенно те, которые должны осуществляться на стадии проектирования. Это разработка оптимальных объемно-планировочных решений; оптимальное сочетание систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; механизация и автоматизация трудоемких работ; применение дистанционного управления и наблюдения и др. Обеспечение нормальных метеоусловий достигается также в результате уменьшения тепловых потерь, теплоизоляции аппаратов и трубопроводов, экранирования оборудования и обеспечения его герметичности. Помимо этого использование средств индивидуальной защиты.

2. Вредные вещества

В большинстве отраслей промышленности и сельского *хозяйства* рабочие подвергаются воздействию вредных веществ, находящихся в твердом, газо- или парообразном состоянии. Вредное вещество это то, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Отрицательное воздействие вредных веществ на организм человека возможно только при концентрации их в воздухе рабочей зоны, превышающей определенный предел. Концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение восьмичасового или другой продолжительности рабочего дня, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений, называются предельно допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Их принято выражать в миллиграммах на 1 кубический метр воздуха (мг/м^3). ПДК распространяются на воздух рабочей зоны всех рабочих мест независимо от их расположения (в

производственных помещениях, на открытых площадках, транспортных средствах и т. д.).

По степени воздействия на организм вредные вещества разделяются на следующие классы:

1 - чрезвычайно опасные (ПДК менее 0,1 мг/м^3);

2- высокоопасные (ПДК от 0,1 до 1,0 мг/м^3);

3 - умеренно опасные ПДК от 1,1 до 10,0 мг/м^3);

4 - малоопасные (ПДК более 10,0 мг/м^3).

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них *(C_1, C_2, C_3..., C_n)* в воздухе помещения к их ПДК ($ПДК_1$, $ПДК_2$, $ПДК_3$..., $ПДК_n$) не должна превышать:

$$\frac{C_1}{ПДК_1}+\frac{C_2}{ПДК_2}+\frac{C_3}{ПДК_3}+\cdots+\frac{C_n}{ПДК_n}\le 1$$

Если же вредные вещества не обладают однонаправленным действием, то их ПДК остаются такими же, как и при изолированном воздействии.

вставка 1

Промышленная пыль. Пыль - понятие, определяющее физическое состояние вещества - раздробленность его на мельчайшие частицы. Последние, будучи взвешенными в воздухе, представляют собой дисперсную систему (аэрозоль), в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсной средой - воздух.

По происхождению (роду исходного материала) пыль подразделяют на:

– органическую, в том числе естественную (животную и растительную) и искусственную (пластмасса, резина и т. п.);
– неорганическую, в том числе минеральную (кварцевая, силикатная и т.п.) и металлическую;
– смешанную.

По способу образования принято подразделять пыль на аэрозоль дезинтеграции, поступающий в воздух в результате механического

измельчения твердых материалов (взрывов, дробления, помола и др.) и аэрозоль конденсации, образующийся при возгонке твердых веществ (газорезка, электросварка, плавка металла и др.).

Действие на организм. Фиброгенное, раздражающее и токсическое действие пыли зависит от ряда ее физических, физико-химических и химических свойств. Основную роль играют концентрация пыли во вдыхаемом воздухе, дисперсность и форма пылинок.

Наибольшей фиброгенной активностью обладают аэрозоли дезинтеграции с размером пылинок до 5 мкм (и более - всего фракция 1- 2мкм) и аэрозоли конденсации с частицами менее 0,3–0,4 мкм, наиболее глубоко проникающие и задерживающиеся в легких.

При оценке влияния пыли на организм имеют определенное значение форма частиц, их твердость, острота, волокнистость и пр. Форма пылинок влияет на их поведение в воздухе, ускоряя или замедляя их оседание.

Имеет значение также удельная поверхность пыли ($см^2/г$), поскольку она влияет на их химическую активность в отношении организма и на адсорбционную способность. Например, обожженные продукты (керамзит и др.), имеющие поверхность в несколько раз большую, чем сырье, идущее на их изготовление, обладают более выраженным фиброгенным действием на легочную ткань. Чем больше удельная поверхность пыли, тем лучше она адсорбирует различные вредные и ядовитые газы. Так, угольная пыль адсорбирует такие газы, как CO, CO_2, CH_4 и др. Пыль, адсорбировавшая ядовитые газы, может приобрести токсический характер.

Растворимость пыли зависит от ее состава и удельной поверхности. Сахарная, мучная и другие виды пыли, быстро растворяясь в организме, выводятся, не причиняя особого вреда. Нерастворимая в организме пыль (растительная, органическая и др.) надолго задерживается в воздушных путях, приводя в отдельных случаях к развитию патологических состояний.

Химический состав пыли, во многом предопределяющий характер и степень профессиональной пылевой патологии, зависит от вида и состава

обрабатываемого материала, способа и технологии его обработки. При загрязненности воздуха минеральной пылью следует считаться с содержанием двуокиси кремния в кристаллической и аморфной ее разновидностях. Особенно важно иметь представление о естественных кристаллических модификациях кремнезема – кварце, кристаллобалите и тридимите. При длительном нагреве кварцсодержащих материалов (производство огнеупорных материалов, стальное литье и т. д.) кварц превращается в тридимит и кристаллобалит, т. е. наиболее агрессивные формы.

Минералогический состав пыли в воздухе точно не совпадает с таковым в обрабатываемых породах и материалах, что зависит от различия в удельном весе и твердости составляющих компонентов. Поэтому важно определение двуокиси кремния в пыли, находящейся в воздухе.

Иногда незначительная примесь какого-либо химического агрессивного соединения изменяет направленность и силу действия пыли. Это может относиться к пыли горных выработок при добыче свинца, ртути. Обнаруженный в отечественных цементах шестивалентный хром в количестве до 0,001% обладает, например, выраженным аллергическим действием.

Фиброгенная активность пыли (особенно природных и искусственных высокомолекулярных соединений) зависит от времени с момента ее образования до попадания в легкие. Свежеобразованная пыль наиболее активна. Это связанно с тем, что разрушение таких материалов приводит к образованию короткоживущих свободных радикалов, оказывающих фиброгенное воздействие на легкие.

Электрические свойства пылевых частиц оказывают большое влияние на время нахождения их в воздухе в процессе осаждения. При разноименном заряде пылинки притягиваются друг к другу и быстро оседают из воздуха. При одноименном заряде пылинки, отталкиваясь одна от другой, могут долго летать в воздухе. Пыли могут быть носителями микробов, грибов, клещей и др. Описаны легочные формы сибирской язвы у рабочих, вдыхающих пыль тряпья

и шерсти. Хлопковая, зерновая и мучная пыль содержат значительное количество бактерий грибов.

Рассмотрим вкратце профессиональные заболевания, возникающие при воздействии на организм человека пыли. Одним из основных профессиональных заболеваний является пневмокониоз. Тяжесть этого заболевания связана с нарастающей недостаточностью легких из-за разрастания в них соединительной ткани (фиброгенное действие пыли). Наиболее распространенным и тяжелым пневмокониозом считается силикоз. Это пылевой фиброз легких, развивающийся в результате вдыхания пыли, содержащей свободную двуокись кремния. Пневмокониозы могут вызываться различными видами промышленной пыли, не содержащей двуокись кремния. К ним относятся металлоокониозы (алюминокоз, берилликоз и др.), карбониозы (антрокоз, графитоз, сажевый пневмокониоз и др.), пневмокониозы от органической пыли (хлопковый, зерновой, сахарного тростника, пластмасс и др.). Кроме того, пневмокониоз развивается от смешанной пыли содержащей свободную SiO_2 и не содержащей ее или с незначительным содержанием – не более 5-10% (пневмокониозы у шлифовальщиков, электросварщиков, рабочих заготовительных цехов резиновой промышленности и др). Промышленные пыли могут приводить к развитию профессиональных бронхитов, пневмоний, астматических ринитов и бронхиальной астмы. Под влиянием пыли развиваются конъюнктивиты, поражения кожи - шероховатость, шелушение, утолщение, огрубление, угри, асбестовые бородавки, экземы, дерматиты и др. В последние годы появляются указания на канцерогенную опасность некоторых видов пыли (асбестовой).

Систематическая работа в условиях воздействия пыли предопределяет повышенную заболеваемость рабочих с временной нетрудоспособностью, что связано со снижением защитных иммунобиологических функций организма. Действие пыли могут углублять тяжелый физический труд, переохлаждение, некоторые газы ($S0_3$), приводящие при комбинированном влиянии к более быстрому возникновению и усилению тяжести пневмокониоза.

В силу интенсивного использования для обработки сельскохозяйственных угодий различных пестицидов, резко возрастает опасность отравлений при вдыхании почвенной пыли. Зарегистрированы уже смертельные случаи от отравления такой пылью механизаторов при ведении пропашных работ.

Способы борьбы с пылью нужно разделить на общие и индивидуальные. Общие меры осуществляются удалением пыли из рабочей зоны, герметизацией оборудования, выделяющего пыль, обособление пылящего оборудования в отдельные помещения. Удаление запыленного воздуха производят местными отсосами или воздухоприемниками, устанавливаемыми в общую систему вытяжной вентиляции. Основные гигиенические требования для местной вытяжной вентиляции - полное укрытие места пылеобразования и соблюдение достаточных скоростей воздуха в рабочих сечениях кожухов, которые в зависимости от вида пыли должны быть не менее 0,7–1,5 м/с.

Высокий эффект уменьшения пылеобразования дает увлажнение сыпучих материалов там, где это допускают технологические процессы. Для улучшения смачиваемости пыли пользуются растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Эффективными средствами защиты от пыли являются индивидуальные средства защиты органов дыхания. При ограниченной концентрации пыли и содержании кислорода во вдыхаемом воздухе не менее 18% по объему применяют фильтрующие индивидуальные средства, такие, как респиратор типа ШБ-1 «Лепесток».

Промышленные яды. К промышленным ядам относятся такие химические вещества, которые в производственных условиях могут вызвать нарушение нормальной жизнедеятельности организма и, следовательно, быть причиной острых и хронических интоксикаций. Острые отравления возникают быстро при наличии относительно высоких концентраций вредных газов и паров. Эти отравления встречаются, в основном, в аварийных ситуациях. Хронические отравления развиваются медленно в результате накопления в организме токсических веществ (материальная кумуляция) или суммирования

функциональных изменений, вызванных действием таких веществ (функциональная кумуляция).

Вредные пары и газы попадают в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и через кожный покров. Наиболее вероятное проникновение в организм через дыхательные органы (около 95% всех отравлений). Вредные вещества, попадая в бронхи или легкие, быстро усваиваются кровью, которая разносит их по всему организму. Легкорастворимые газы и пары адсорбируются слизистыми оболочками верхних дыхательных путей, а такие, как хлор, окись азота, окись углерода, проникают глубже и адсорбируются легкими. Через кожный покров проникают многие растворимые в жирах вещества: фосфор, тетраэтилсвинец, бензин, амидо- и нитросоединения. Поглощение через кожу канцерогенных соединений усиливается в летние жаркие дни, когда кожа становится влажной.

Согласно стандартам химические опасные и вредные производственные факторы (т. е. промышленные яды) подразделяются по характеру воздействия на организм человека на токсические, раздражающие, сенсибилизирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

Большинство промышленных вредных веществ обладает **общетоксическим действием.** К их числу можно отнести ароматические углеводороды и их амидо- и нитропроизводные (бензол, толуол, ксилол, нитробензол, анилин и др.). Большой токсичностью обладают ртутьорганические соединения, тетраэтилсвинец, фосфорорганические вещества, хлорированные углеводороды (дихлорэтан, тетрахлорид углерода и др).

Раздражающим действием обладают кислоты, щелочи, а также хлор-, фтор-, серо- и азотсодержащие соединения (фосген, аммиак, оксиды серы и азота, сероводород я др.). Все эти вещества объединяет то, что при контракте с биологическими тканями они вызывают воспалительную реакцию, причем в первую очередь страдают органы дыхания, кожа и слизистые оболочки глаз.

К **сенсибилизирующим** относятся вещества, которые после относительно непродолжительного действия на организм вызывают в нем повышенную чувствительность к этому веществу. При последующем, даже кратковременном контакте с этим веществом у человека возникает бурная реакция, чаще всего приводящая к кожным изменениям, астматическим явлениям, заболеваниям крови. Такими веществами являются некоторые соединения ртути, платина, альдегиды (формальдегид) и др.

Канцерогенные (бластомогенные) вещества, попадая в организм человека, вызывают развитие злокачественных опухолей. К их числу прежде всего относятся полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые могут входить в состав сырой нефти, но в основном образуются при термической переработке горючих ископаемых (каменного угля, древесины, нефти, сланцев) или при неполном их сгорании. Среди этих продуктов наиболее канцерогенными являются вещества сухой перегонки каменного угля. Канцерогенные свойства присущи и продуктам нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности (мазутам, гудрону, крекинг-остатку, нефтяному коксу, битумам, маслам, саже и др.). Канцерогенными свойствами обладают ароматические амины, в основном являющиеся продуктами анилинокрасочной промышленности, а также пыль асбеста.

Яды, обладающие **мутагенной активностью**, влияют на генетический аппарат зародышевых и соматических клеток организма. Мутации в соматических клетках приводят к их гибели или к функциональным изменениям. Это может вызвать снижение общей сопротивляемости организма, раннее старение, а в некоторых случаях – тяжелые заболевания. Воздействие мутагенных веществ может сказаться на потомстве (не всегда первого, а, возможно, второго и третьего поколений). Мутационной активностью обладают, например, этиленамин, уретан, органические перекиси, иприт, оксид этилена, формальдегид, гидроксиламин.

К веществам, **влияющим на репродуктивную функцию** (функцию воспроизведения потомства), относят бензол и его производные, сероуглерод,

хлоропрен, свинец, сурьму, марганец, ядохимикаты, никотин, этиленамин, соединения ртути и др.В таблицах 4,5 приведены ПДК некоторых наиболее часто встречающихся вредных веществ.

Общие и индивидуальные средства борьбы с отравлениями. Предупреждение профессиональных заболеваний и отравлений достигается созданием условий проведения технологических процессов, в которых работающие не имеют непосредственного контакта с выделяющимися в воздух рабочей зоны токсическими парами и газами.

Таблица 4

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных паров и газов в воздухе рабочей зоны.

Наименование вещества	ПДК мг/м^3	Технологические операции, материалы
1	2	3
Аммиак	20,0	Взрывные работы; замораживание грунта
Азота окислы (в пересчете на NO_2)	5.0	Газосварочные работы
Ангидрид сернистый (SO_2)	10.0	Приготовление и разогрев битумной мастики; при работе в кузницах
Ацетон	200,0	Окрасочные работы; растворитель
Бензин топливный (в пересчете на углерод)	100,0	Приготовление битумной грунтовки
Бензол	5,0	Битумная мастика; растворитель при отделочных работах
Керосин (в пересчете на углерод)	300,0	Приготовление битумной грунтовки
Кислота серная (H_2SO_4) Кислота соляная (HCI)	1,0 5,0	Приготовление и работа с электролитами в аккумуляторных
Ксилол	50,0	Мастика битумно-каучуковая
Сероводород	10,0	Канализационные колодцы, глубокие котлованы, траншеи
Спирты непредельные жирного ряда (аллиловый, кротониловый и др.)	2,0	Приготовление и разогрев битумной мастики

Спирт этиловый	1000,0	Растворитель
Скипидар (в пересчете на углерод)	300,0	Растворитель при окрасочных и других отделочных работах

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Толуол	50,0	Мастика битумно-бутилкаучуковая
Углерода окись (СО)	20,0	Сварочные работы; кузница; выхлопные газы карбюраторных двигателей
Уайт-спирит (в пересчете на углерод)	300,0	Растворитель; пластификация наплавляемого рубероида
Фенол	0,3	Мастика битумно-латексная кровельная
Формальдегид	0,5	Окрасочные работы; выхлопные газы дизельных двигателей
Хлор	1,0	Работа по хлорированию воды

Таблица 5

Предельно допустимые концентрации (ПДК) аэрозолей в воздухе рабочей зоны.

Наименование вещества	ПДК мг/м^3	Технологические операции, материалы
Алюминия окись в виде аэрозоля конденсации	2	Дуговая ручная сварка алюминия и его сплавов
Алюминия окись в виде аэрозоля дезинтеграции	6	Электрокорунд, глинозем, монокорунд
Железа окись с примесью марганцевых и фтористых соединений	4-6	Сварочные работы
Кремнийсодержащие пыли 1) кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 10 до 70% 2) кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 2 до 10%	 2 4	Гранит, шамот, слюда-сырец, углеродная пыль и др. Горючие сланцы, медно-сульфидные руды, угле-породная и угольная пыль, глина и др.
Пыль растительного и животного происхождения: с примесью двуокиси кремния менее 2%	6	Мучные, хлопчатобумажные, древесные и другие материалы.

Силикаты и силикатосодержащие пыли: асбестоцемент, цемент, асбестобакелит (волокнит), асбесторезина	6 8	Строительные и отделочные материалы, асбестоцементные трубы и т.п.

С этой целью применяются механизация и автоматизация производства, а там, где это возможно, замена токсических веществ менее вредными или безвредными (например, применение герметизированных аппаратов для приготовления красок; замена свинцовых белил цинковыми и т.п.); изоляция помещений с вредными технологическими процессами и т.д.

Применение вентиляционных устройств в виде общеобменной вентиляции, предназначенной для удаления выделяемых вредностей из производственных помещений и снижения их концентрации до санитарных норм, и в виде местных отсосов, отводящих выделение вредности непосредственно от мест их образования, является одним из наиболее эффективных технических решений оздоровления условий труда. При устройстве общеобменной вытяжной вентиляции выбор места расположения вытяжных устройств следует производить исходя из характера вредных выделений и руководствуясь рекомендациями, приведенными в табл. 6.

К средствам индивидуальной защиты относятся респираторы, противогазы, резиновые перчатки, очки, мази и т.д.

Таблица 6

Выбор места расположения вытяжных устройств

Характер вредных выделений	Место расположения вытяжных устройств
Значительные влаговыделения	Верхняя зона
Значительные выделения паров и газов при плотности их: - меньше плотности воздуха - больше плотности воздуха	 -верхняя зона (2/3 объема воздуха) и нижняя зона (1/3 объема воздуха) - нижняя зона (2/3 объема воздуха) и верхняя зона (1/3 объема воздуха)

Значительные пылевыделения	Нижняя зона
Совместные выделения газов, пыли и тепла от высокотемпературных источников	Верхняя зона

3. Производственный шум и вибрация

Р. Кох, открывший возбудителя не только туберкулеза, но и холеры, еще в начале XX в. сказал: «Когда-нибудь человечество принуждено будет расправляться с шумом столь же решительно, как оно расправляется с холерой и чумой». Время, о котором он упоминал, наступило.

Шум в больших городах за последние десятилетия увеличился в 10–15 раз. По данным австрийского ученого Гриффита, шум становится причиной преждевременного старения в 30 случаях из 100 и сокращает жизнь людей в больших городах на 8-12 лет. Способность к деторождению супружеских пар, часто находящихся под воздействием шума, понижается. В Великобритании один из четырех мужчин и одна из трех женщин больны неврозами из- за действия шума. Во Франции один из пяти пациентов психиатрических клиник лишается рассудка из-за шума. Жители Орли, где находится крупнейший аэропорт Франции, потребляют различных лекарств в семь раз больше, чем в других районах Парижа. У женщин, живущих в районах посадочной системы Лос-анджелесского международного аэропорта, случаи уродств и отклонений от норм новорожденных встречаются гораздо чаще, чем в других районах города. Чтобы иметь приблизительное представление о силе звука, приведем лишь два примера. Если сверхзвуковой самолет пролетит над городом на высоте 1300–1500 м, звуковой волной будут выбиты стекла в домах. И такой факт: в 1959 г в США 10 человек за деньги согласились испытать на себе действие шума сверхзвукового самолета. Самолет пролетел над головами этих людей на высоте 20 – 30 м, и шумом были убиты все 10 человек. Шесть человек сразу, а остальные умерли через несколько часов.

Приведенные примеры лишний раз доказывают, что защита человека от шума и вибрации в настоящее время стала одной из актуальнейших проблем.

Кроме того, снижая уровень шума на производстве, можно существенно поднять производительность труда.

Таким образом, шум и вибрация – спутники технического прогресса. Но они оказывают вредное влияние на человеческий организм, что требует осуществления надежных защитных мероприятий.

Борьба с шумом и вибрацией обходятся иногда дорого потому, что требуется уменьшить уже существующие шум и вибрацию: переделать готовую машину или установку часто оказывается вдвое дороже, чем предусмотреть соответствующие меры по снижению шума и вибрации еще в техническом проекте.

Шум – совокупность звуков, различных по частоте, интенсивности, времени звучания, вызывающих неприятные субъективные ощущения у человека.

Звук представляет собой колебательное движение воздуха или другой упругой среды, вызываемое колебаниями различных тел. Они могут возникать вследствие удара, трения, скольжения, истечения жидкости или газа и т. д. С физической стороны звук характеризуется частотой (f), интенсивностью (I), звуковым давлением (P) и рядом других параметров.

Звуковым давлением называется то дополнительное давление воздуха или жидкости, которое возникает при прохождении через них звуковых волн. Звуковое давление изменяется периодически в соответствии с частотой звуковых волн. Единицей измерения звукового давления принят паскаль (1Па = 1 Н/м^2).

При распределении звуковых волн происходит перенос энергии. Количество переносимой звуковой энергии определяется интенсивностью звука. Средний поток звуковой энергии в какой-либо точке среды в единицу времени, отнесенный к единице поверхности, перпендикулярной направлению распространения звука, называется интенсивностью звука в данной точке. Интенсивность звука измеряется в Вт/м^2.

Интенсивность звука связана со звуковым давлением следующей зависимостью:

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot c}$$

где ρ - плотность среды, кг/м^3,

с - скорость звука в данной среде, м/с.

Произведение $\rho \cdot c$ называют удельным акустическим сопротивлением среды.

Скорость распространения звуковых волн зависит от упругости среды и, например, в воздухе с= 344 м/с, в жидкости (воде)- 1500 м/с, в металлах- 5000 м/с. Следует иметь в виду, что при акустических измерениях и расчетах пользуются среднеквадратическими величинами параметров шума.

Человек способен различать звуки в диапазоне частот от 16 до 20 000 Гц. Границы восприятия звуковых частот неодинаковы для разных людей, они зависят от возраста и индивидуальных особенностей. Колебания с частотой ниже 20 Гц (инфразвук) и свыше 20 000 Гц (ультразвук) хотя и не вызывают слуховых ощущений, но объективно существуют и производят специфическое физиологическое воздействие на человека. Для каждого звука в этих границах частот имеются предельные значения интенсивности, звукового давления: наименьшее - на пороге слышимости звука, а наибольшее соответствует «болевому порогу», при котором возникает болевое ощущение. Значения интенсивности звука и звукового давления на пороге слышимости (I_o, P_o) и «болевом пороге» ($I_б$, $P_б$) при частоте звука в 1000 Гц составляют: $I_o = 10^{-12}$ Вт/м^2; $P_o = 2 \cdot 10^{-5}$ Па; $I_б = 10$ Вт/м^2 $P_б = 2 \cdot 10^{2}$ Па. Как видно, значения звукового давления и интенсивности звука, с которыми приходится иметь дело в практике борьбы с шумом, могут изменяться в широких пределах. Самый громкий звук, который ухо воспринимает вблизи болевого порога, в несколько миллиардов раз более интенсивен, чем слабый звук у порога слышимости.

Однако физические ощущения при воздействии звука пропорциональны не абсолютному, а логарифмическому изменению энергии звукового

раздражителя, т.е. ухо воспринимает не абсолютное изменение звукового давления и интенсивности звука, а их относительный прирост или уменьшение. Эта физическая особенность обобщена **законом Вебера – Фехнера**, согласно которому интенсивность ощущения пропорциональна логарифму интенсивности физического раздражения, т. е.

$$L = const \lg I$$

Указанная физиологическая особенность слухового аппарата человека позволяет избежать неудобств, связанных с оперированием большими числами, характеризующими шум, путем использования для оценки его уровня логарифмических величин. Поэтому в акустике принято измерять не абсолютные величины интенсивности звука или звукового давления, а их относительные логарифмические уровни (L), взятые по отношению к пороговым значениям на частоте 1000 Гц (I_0, P_0). Уровень интенсивности звука (L_i) на пороге слышимости (I_0= 10^{-12} Вт/м^2) условно принят за «0» бел (Б). При возрастании интенсивности звука в 10 раз уровень L_i станет 1 Б, в 100 раз – 2 Б и т. д. Следовательно,

$$L_i = \lg \frac{I_i}{I_o}, Б.$$

Ухо человека способно фиксировать изменение уровня интенсивности звука на 0,1 Б, т. е. на один децибел (дБ). Тогда в шкале децибелов

$$L_i = 10 \cdot \lg \frac{I_i}{I_o}, \text{ дБ}$$

Так как уровень звука – логарифмическая относительная величина, то при удвоении интенсивности звука его уровень увеличивается на 3 дБ (при удвоении числа его логарифм увеличивается на 0,3).

Человеческое ухо и многие акустические приборы реагируют не на интенсивность звука, а на звуковое давление. Уровень звукового давления в шкале децибел:

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{P^2}{P^2{}_o}, = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_o}, \text{ дБ},$$

где P_o - пороговое звуковое давление на частоте 1000 Гц (P_0= $2 \cdot 10^{-5}$ Па)

В практических исследованиях часто приходится определять суммарный уровень шума от двух и более источников, имеющих различные уровни. Суммарный уровень шума ($L_{сум}$) от нескольких источников (L_i) определяют по формуле:

$$L_{сум} = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^{n} 10^{Li/10}, \text{ дБ.}$$

Например, две виброплощадки, расположенные в цехе в непосредственной близости друг от друга, создают следующие уровни звукового давления: L_1=116дБ, L_2=110дБ. Определим суммарный уровень звукового давления:

$$L_{сум} = 10 \cdot \lg(10^{116/10} + 10^{110/10}) = 117, \text{ дБ.}$$

Для ориентировки в табл. 7 представлены уровни шума от различных источников.

Таблица 7

Уровни шума, создаваемого различными источниками

Источник шума	Расстояние, м	Уровень, дБ
Жилая комната	-	35
Речь средней громкости	1	60
Машинописное бюро	-	65
Металлорежущие станки	На рабочем месте	80-96
Дизельный грузовик	7	90
Пневматическая клепка металла	На рабочем месте	110-125
Реактивный двигатель	25	140

Зависимость уровня звука от частоты называется частотным спектром шума. Определение интенсивности звука для каждой частоты потребовало бы бесконечного числа измерений, поэтому, как и в музыкальной практике, весь диапазон частот разделяют на октавные полосы. Под октавной полосой понимается интервал частот, верхняя граничная частота которого вдвое превосходит нижнюю, т. е. $f_в$ / $f_н$ = 2. При таком удвоении частоты высота звука

изменяется на одну и ту же величину, независимо от того, в каком частотном интервале происходит это изменение. Среднегеометрическая частота интервала частот ($f_н - f_в$) подсчитывается по зависимости:

$$f = \sqrt{f_н - f_в}$$

Граничные и среднегеометрические (в этих границах) частоты октавных полос представлены в табл. 8.

Таблица 8

Граничные и среднегеометрические частоты октавных полос

Граничные частоты, Гц	45-90	90-180	180-355	355-710	710-1400	1400-2800	2800-5600	5600-11200
Среднегеометрические частоты, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

По характеру спектра шумы подразделяются на широкополосные, с непрерывным спектром шириной более одной октавы; тональные, в спектре которых имеются слышимые дискретные тона. Примером тонального шума может служить шум, создаваемый при работе круглопильного станка (два тона на частотах 2000 Гц и 4000 Гц).

В зависимости от того, на какой частоте находится максимум звукового давления, характер спектра может быть низкочастотным (ниже 300 Гц), среднечастотным (300–800 Гц) и высокочастотным (выше 800 Гц).

По временным характеристикам шумы подразделяются на:

– постоянные, уровень звука которых за восьмичасовой рабочий день изменяется не более чем на 5 дБА;

– непостоянные, уровень звука которых за восьмичасовой рабочий день изменяется во времени не менее чем на 5 дБА.

Принцип измерения уровня шума состоит в следующем. Измерительный микрофон преобразует звуковое давление в изменения электрического напряжения, которые усиливаются, проходят через частотные фильтры, и подаются на вольтметр, откалиброванный в децибелах. Чтобы приблизить

частотные характеристики приборов к свойствам человеческого уха, имеются корректирующие контуры. Измеренная с учетом коррекции А шумомера величина уровня звука записывается как дБА.

Действие на организм и нормирование шума. В настоящее время установлено, что длительное воздействие шума вызывает в организме неблагоприятные для здоровья изменения. Следует заметить, что при воздействии шумов с уровнем звукового давления до 90–95 дБ важные функции нервной системы нарушаются раньше, чем функции слухового аппарата. В результате этого изменяется кровяное давление, ослабляется внимание и память, нарушается острота зрения, происходят сдвиги в вестибулярном аппарате, значительно увеличивается расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляется скорость психических реакций. Комплекс изменений, возникающий в организме под влиянием шума, рассматривается медиками в последнее время как «шумовая болезнь».

Результатом воздействия шума на слуховой аппарат может быть утомление слуха, шумовая травма, профессиональная тугоухость. В условиях производства шум способствует возникновению несчастных случаев, ведет к значительному снижению производительности труда и приводит к ошибкам, особенно когда работа требует значительной концентрации внимания, Следует, однако, учитывать, что степень воздействия шума зависит от индивидуальных особенностей организма человека. У некоторых людей шум способен возбуждать и активизировать работу организма, повышать работоспособность. Поэтому следует учитывать, например, при приеме на работу с повышенным шумом предрасположенность организма каждого человека к вредному воздействию шума.

Основой для нормирования уровня шума служат объективные физиологические реакции человека на воздействие шума. На современном этапе развития техники не всегда удается снизить уровень шума до допустимых пределов. Поэтому при нормировании исходят из того, что работа возможна не в наилучших, а приемлемых условиях, т.е. когда воздействие шума не

проявляется или проявляется незначительно. Нормирование шума осуществляется в зависимости от спектрального состава, временных характеристик и продолжительности воздействия.

Допустимые уровни звукового давления изложены в СН 2.2.4/2. 1.8.562–96. Нормируемыми параметрами шума являются уровни в дБ среднеквадратичных значений звукового давления, измеряемого на частотах от 63 до 8000 Гц и по шкале «А» шумомера.

Нормирование непостоянного шума производится по эквивалентному (по энергии) уровню звука в дБА. Эквивалентный уровень непостоянного шума ($L_{экв}$) представляет собой уровень постоянного, широкополосного шума, оказывающего такое же воздействие на человека, как и непостоянный шум. Величину $L_{экв}$ рассчитывают на основании измерений уровней звука в течение определенного промежутка времени.

Вибрация. Основные понятия, действие на организм, нормирование. Вибрация – механические колебания, которые, в отличие от шума, передаются человеку через конструкции и почву. Энергия механических колебаний распространяется по тканям, вызывая их колебания или колебания тела в целом. Вибрация возникает при работе машин и механизмов, имеющих неуравновешенные и несбалансированные вращающиеся органы или органы с движениями возвратно-поступательного и ударного характера. К такому оборудованию относятся металлообрабатывающие станки, ковочные и штамповочные молоты, электро- и пневмоперфораторы, механизированный инструмент, а также приводы, вентиляторы, насосные установки, поршневые и центробежные компрессоры и др. Вибрацию применяют при уплотнении бетонных смесей, дроблении и сортировке инертных материалов, разгрузке и транспортировании сыпучих материалов и т. д.

Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются:

А - амплитуда смещения (наибольшее отклонение точки от положения равновесия), м

f – частота колебаний, Гц;

v – скорость, м/с: $v = \pi \cdot f\ A$;

w- ускорение, м/с^2: $w = A(2 \cdot \pi \cdot f)^2$.

Для исследований вибрации весь диапазон частот вибрации (так же, как для шума) разбивается на октавные полосы. Среднегеометрические значения частот октавных полос следующие: 2; 4; 8; 16; 31; 50; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000 Гц. Для измерения параметров вибрации (скорости, ускорения) часто пользуются не абсолютной, а, как и для шума, относительной величиной, т.е. уровнем виброскорости (L_v) и виброускорения (L_w):

$$L_v = 20 \cdot \lg \frac{v}{v_0},\ \text{дБ};$$

$$L_w = 20 \cdot \lg \frac{w}{w_0},\ \text{дБ};$$

где v и w- среднеквадратичные значения виброскорости и виброускорения;

v_0 и w_0 – значения виброскорости и виброускорения на пороге восприятия вибрации:

$$v_0 = 5 \cdot 10^{-8},\ м/с;$$
$$w_0 = 3 \cdot 10^{-4},\ м/с^2.$$

По способу передачи на человека вибрация подразделяется на:

– общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;

– локальную, передающуюся через руки человека.

По направлению действия вибрация подразделяются на:

– действующую вдоль осей ортогональной системы координат X,Y , Z для общей вибрации, где Z- вертикальная ось, а X и Y – горизонтальные оси;

– действующую вдоль осей ортогональной системы координат X_p, Y_p, Z_p для локальной вибрации, где ось X_p совпадает с осью мест охвата источника вибрации, а ось Z_p лежит в плоскости, образованной осью X_p и направлением подачи или приложения силы, или осью предплечья.

По источнику возникновения общая вибрация подразделяется на три категории:

– транспортная вибрация, воздействующая на операторов подвижных машин и транспортных средств при их движении (тракторы; строительно-дорожные машины, автомобили грузовые и т.п.);

– транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на операторов машин с ограниченным перемещением (экскаваторы, краны, бетоноукладчики и т. п.);

– технологическая вибрация, воздействующая на операторов стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации (металло- и деревообрабатывающие станки, насосные агрегаты и вентиляторы, формовочные площадки и т.п.).

Особенности воздействия производственной вибрации на организм человека определяются частотным спектром и расположением в его пределах максимальных уровней энергии колебания. Местная вибрация малой интенсивности может оказывать благоприятное воздействие на организм человека, улучшая функциональное состояние центральной нервной системы, ускоряя заживление ран и т. п. При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной вибрационной болезни. В производственных условиях ручные машины, вибрации которых имеют максимальный уровень энергии (максимальный уровень виброскорости) в полосах низких частот (до 35 Гц), вызывают вибрационную патологию с преимущественным поражением нервно-мышечного, опорно-двигательного аппарата. При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (выше 125 Гц), возникают главным образом сосудистые расстройства с наклонностью к спазму периферических сосудов. При воздействии вибрации низкой частоты заболевание возникает через 8–10 лет (формовщики, бурильщики с электросверлами), при воздействии высокочастотной вибрации – через 5 и менее лет (шлифовщики, рихтовщики).

Локальная вибрация широкого спектра, преимущественно средне- и высокочастотная (35–125 Гц и более), чаще с неравномерным распределением

максимальных уровней энергии и наличием импульсного удара (клепка, обрубка, бурение), вызывает различную степень сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений. Сроки развития патологии при воздействии подобной вибрации – от 3 до 8 лет.

При воздействии общей вибрации разных параметров имеет место различная степень изменений в центральной и вегетативной нервной системе, сердечно-сосудистой системе, обменных процессах, вестибулярном аппарате. Спазм сосудов наиболее трудно поддается лечению, даже после прекращения работы с вибрационным инструментом сосудистые расстройства держатся длительное время – до нескольких лет.

Наиболее опасны резонансные колебания, частота которых совпадает с частотой колебаний отдельных органов тела. Для стоящего на вибрирующей поверхности человека имеется два резонансных пика на частотах 5–12 Гц и 17–25 Гц, для сидящего – на частотах 4–6 Гц. Для головы резонансные частоты лежат в области 20-30 Гц. В этом диапазоне частот амплитуда колебаний головы может превышать амплитуду колебаний плеч в три раза.

Нормируемыми параметрами вибрации является среднеквадратичные значения виброскорости v (м/с), виброускорения w (м/с^2) и логарифмический уровень виброскорости L_v (дБ). Допустимые параметры вибрации приведены в СН 2.2.4/2.1.8.566-96 и Сан ПиН 2.2.2.540-96. При нормировании учитывается вид вибрации, для общей – категория, направление вибрации, частота и время воздействия вибрации.

Методы борьбы с шумом и вибрацией. Борьба с шумом и вибрацией проводится по трем основным направлениям:

– разработка средств, снижающих шум и вибрацию в источнике их возникновения;

– средства, снижающие шум и вибрацию на пути их распространения от источника до защищаемого объекта;

– средства индивидуальной защиты.

Для ослабления шума и вибрации в источнике их возникновения заменяют ударные действия безударными; возвратно-поступательные движения механизма – вращательными; подшипники качения – подшипниками скольжения; уменьшают массу и величину поверхности соударяющихся частей; повышают чистоту обработки поверхностей и точность их изготовления; применяют клиноременные и зубчато-ременные передачи вместо зубчатых и т. д. Уменьшение шума из-за соударения металлических частей машин достигают заменой металлических деталей неметаллическими с большим внутренним трением (искусственная техническая кожа, пластмассы, малошумные металлы). Шум трения ослабляют смазкой деталей вязкими жидкостями. Для уменьшения шума, возникающего вследствие вибрации корпусов и деталей агрегатов, необходимо снижение интенсивности вибрации путем:

– облицовки поверхностей деталей машин вибропоглощающими материалами, устройства гибких связей (упругие прокладки, пружины и т. п.) между этими деталями и возбуждающими вибрацию узлами агрегата;

– демпфирования соударяющихся деталей и отдельных узлов агрегата путем применения материала с большим внутренним трением (резина, пробка, войлок, асбест и т. п.);

– уменьшения зазоров в сочленениях деталей и устранения неправильного их сочленения;

– ограничения скорости, обтекания деталей агрегатов воздушными (газовыми) струями (в вентиляторах, воздуходувках, эжекторах и др.).

Эффективность некоторых таких мероприятий по уменьшению уровня шума можно показать на следующих примерах. Ликвидация погрешностей в зацеплении шестерен снижает уровень шума на 5–10 дБ; замена зубчатой передачи на клиноременную – 10–15 дБ; замена одной из стальных шестерен на капроновую или текстолитовую – 10–12 дБ; ликвидация перекоса внутреннего кольца подшипника – 10 дБ.

На пути распространения шума применяют звукопоглощающие и звукоизолирующие устройства. Звукопоглощающие свойства материалов

зависят от толщины поглощающего слоя, частоты падающего на него звука и типа материала. Требования к звукоизолирующим экранам, кожухам и перегородкам: большая масса, малая упругость, высокое затухание (демпфирующие материалы).

Одним из распространенных методов защиты от вибрации является виброизоляция. Виброизоляцию можно создать путем специальных устройств (амортизаторов), вводимых между источником вибрации и человеком с целью препятствия передачи колебаний. Виброизоляцию подразделяют на активную и пассивную. При активной виброизоляции генерирующий вибрацию механизм установлен на виброизоляционное устройство. В случае пассивной виброизоляции рабочее место защищают от вибрации механизма виброизоляционным устройством. Эффективность виброизоляции характеризуется коэффициентом передачи, который показывает, какая доля динамической силы, возбуждаемой машиной, пере дается через амортизаторы на основание.

Индивидуальные средства защиты от шума и вибрации применяют в том случае, когда другие методы не дали полного эффекта или же они неприменимы. К таким средствам относятся: для уменьшения уровня шума – наушники, шлемофоны или специальные вкладыши, перекрывающие ушные раковины; для уменьшения вибрации – рукавицы и перчатки с виброзащитными прокладками, обувь с защитной стелькой и т. п.

4. Производственное освещение

Свет играет важную биологическую роль- оказывает благоприятное действие на организм, стимулирует его жизнедеятельность, усиливает обмен веществ, повышает работоспособность. Недостаточное освещение ухудшает условия зрительной работы, повышает утомляемость, снижает производительность труда и способствует производственному травматизму.

Около 90% всей информации о внешнем мире поступает в мозг человека через зрительный анализатор. Но чтобы человек мог выполнить зрительную работу, необходимы определенные характеристики света и зрения человека.

вставка 2

Для организации освещения необходимо обеспечить не только достаточную освещенность рабочих поверхностей, но и создать соответствующие качественные показатели освещения. К ним относятся: равномерность распределения светового потока, блескость, фон, контраст объекта с фоном. Рациональным называется освещение, которое обеспечивает нормативную освещенность (определяется степенью точности зрительных работ), равномерность, отсутствие пульсации, исключает слепимость и является экономичным.

Различают естественное и искусственное освещение. Естественное освещение - поток лучистой энергии солнца, доходящий до земной поверхности в виде прямого и рассеянного света. Оно наиболее гигиенично - имеет благоприятный спектральный состав. В зависимости от географической широты, времени года, состояния погоды уровень естественного освещения может резко изменяться и в довольно широких пределах. Поэтому основной величиной для расчета и нормирования естественного освещения внутри помещений принят коэффициент естественной освещенности (КЕО).

$$КЕО = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} \cdot 100\%$$

где $E_{вн}$ и $E_{нар}$ – освещенность в данной точке помещения и под открытым небом соответственно.

В качестве источников искусственного освещения применяют лампы накаливания, галогенные и газоразрядные лампы.

Различают газоразрядные лампы низкого (люминесцентные) и высокого давления. Люминесцентные лампы создают в производственных помещениях свет, приближающийся к естественному, более экономичны и создают освещение более благоприятное с гигиенической точки зрения. К недостаткам

можно отнести следующее: пульсацию светового потока, вызывающую стробоскопический эффект (искажение зрительного восприятия объектов различения), значительная отраженная блескость, чувствительность к колебаниям окружающей среды.

Лампы накаливания просты в изготовлении, удобны в эксплуатации, но дают непрерывный спектр, отличающийся от спектра дневного света преобладанием желтых и красных лучей, что в какой то степени искажает восприятие человеком цветов окружающих предметов.

Искусственные системы освещения делятся на общие, локализованные и комбинированные (к общему добавляется местное). Применения одного местного освещения в производственных условиях не допускается, так как резкий контраст между ярко освещенными и неосвещенными участками утомляет глаз, замедляет процесс работы и может послужить причиной несчастных случаев и аварий.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, дежурное, аварийное.

Источники искусственного света помещают в специальную осветительную арматуру, которая обеспечивает требуемое направление светового потока на рабочие поверхности, защищает глаз от слепящего действия ламп, предохраняет лампы от загрязнения и механических повреждений, а также изолирует их от неблагоприятной среды. Во взрывоопасных помещениях устанавливают взрывозащищенные светильники.

Нормирование освещения осуществляется по отраслевому принципу. Базовым нормативным документом является СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Документ устанавливает требуемую величину КЕО в зависимости от точности работ, вида освещения и географического расположения производства.

Нормируемым параметром для систем искусственного освещения является величина минимальной освещенности, выбираемая в зависимости от точности

зрительной работы, коэффициента отражения рабочей поверхности, характеристик качества освещения.

Для определения числа и мощности источников света, обеспечивающих нормируемую освещенность, производят светотехнические расчеты.

Расчет естественного освещения заключается в определении площади световых проемов для помещения. Для ориентировочных расчетов можно пользоваться приближенным соотношением

$$K_{св} = \frac{S_c}{Sn} \cdot = \frac{1}{4} \cdots \frac{1}{5}$$

где S_c и S_n - площадь световых проемов и пола соответственно, м^2.

Для расчета искусственного освещения существует несколько методов. Наиболее простым является метод удельной мощности (метод-Ватт). Расчетная формула имеет вид

$$P_л = \frac{P \cdot S}{N}$$

где $P_л$ – мощность одной лампы, Вт,

P- удельная мощность осветительной установки, Вт/м^2,

N- число ламп,

S – площадь помещения, м^2.

5. Ионизирующие (радиоактивные) излучения

Основные понятия и виды ионизирующих излучений. ***Ионизирующее излучение*** - излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию ионов разного знака.

Радиоактивность - самопроизвольное превращение неустойчивого нуклида в другой нуклид, сопровождающееся испусканием излучения корпускулярного характера или электромагнитного излучения (ионизирующего излучения).

Нуклид - это вид атомов одного элемента с данным числом протонов и нейтронов в ядре. ***Радионуклид*** - нуклид, обладающий радиоактивностью.

К основным видам ионизирующих (радиоактивных) излучений относятся следующие:

– *альфа-частицы*, представляющие собой ядра атомов гелия, несущие двойной положительный заряд и массу, равную четырем. Альфа-частицы распространяются в средах прямолинейно, создавая на своем пути ионизацию большой плотности. Этот вид излучения наблюдается преимущественно у естественных радиоактивных элементов (радий, торий, уран, полоний и др.). Альфа-частицы (α) имеют незначительный пробег в воздухе - 2-11 см, в биологических тканях - 3-15 см, в алюминии - 1-7 см;

– *протоны и нейтроны* - относятся к тяжелым частицам, которые, взаимодействуя с веществом, образуют в нем ионизацию большой плотности. Нейтроны не обладают электрическим зарядом. Условно нейтроны в зависимости от кинетической энергии разделяются на быстрые, сверхбыстрые, промежуточные, медленные и тепловые. Нейтронное излучение обладает большой проникающей способностью. Медленные и тепловые нейтроны вступают в ядерные реакции, в результате которых могут образовываться стабильные или радиоактивные изотопы;

– *бета-частицы* (β) - это поток электронов или позитронов. Проникающая способность зависит от энергии частиц, однако она меньше, чем у гамма-лучей. При средних энергиях пробег бета-частиц в воздухе составляет несколько метров, в тканях человека - около 1 см, в металлах - 1 мм. Проходя через вещество, бета-частицы взаимодействуют как с электронами, так и с ядрами атомов. Энергия, теряемая электронами при прохождении через вещество, расходуется на возбуждение и ионизацию, а также на образование тормозного излучения. Последнее относится к электромагнитному виду излучения. Удельная ионизирующая способность бета-частиц меньше, чем альфа-частиц, но выше, чем гамма-лучей. В результате ионизации в некоторых

средах происходят вторичные процессы: люминесценция, фотохимические реакции, образование химически активных радикалов;

– *гамма-лучи* (γ) относятся к электромагнитному излучению и представляют собой поток квантов энергии. Они обладают более короткими длинами волн, чем рентгеновские лучи. В зависимости от энергии гамма-лучи условно можно разделить на мягкие (0,1-0,2 МэВ), средней жесткости (0,2-1,0 МэВ), жесткие (1-10 МэВ) и сверхжесткие (более 10 МэВ) Проникающая способность гамма-лучей находится в зависимости от их энергии. Гамма-лучи свободно проходят через тело человека и другие материалы без заметного ослабления. Гамма-лучи распространяются прямолинейно, они имеют большой пробег в воздухе и могут создавать вторичное и рассеянное излучение в средах, через которые они проходят;

– *рентгеновские лучи* представляют собой электромагнитное излучение с очень короткой длиной волны (0,006-2,0 мм). Рентгеновское излучение отличается от гамма-лучей более низкой частотой колебаний и большими параметрами длины волны. Важнейшим свойством рентгеновских лучей является их большая проникающая способность. Ионизирующее действие рентгеновских лучей весьма значительно, при попадании пучка рентгеновских лучей на вещество возникает вторичное и рассеянное излучение.

Естественными радиоактивными элементами являются ряд тория, ряд урана и ряд актиния. В процессе их распада образуется целый ряд новых радиоактивных элементов, происходит испускание альфа- и бета-частиц, а также гамма-лучей. Для характеристики устойчивости ядер относительно распада пользуются понятием о периоде полураспада, равном времени, в течение которого исходное количество ядер данного вещества распадается наполовину. Период полураспада для различных радиоактивных элементов колеблется в огромных пределах от ~10^9 лет до ~10^{-7} с.

Число распадов ядер данного препарата в единицу времени называется активностью препарата; отнесенное к единице массы препарата, это число называется удельной активностью вещества препарата. За единицу активности

(А) принят 1 беккерель (Бк) - активность препарата данного изотопа, в котором за 1 с происходит один акт распада. Используется в настоящее время также внесистемная единица активности - кюри (Ки), 1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.

Биологическое действие ионизирующих излучений на живой организм в первую очередь зависит от поглощенной энергии излучения. Поглощенная энергия излучения, отнесенная к единице массы вещества, характеризует поглощенную дозу (D). Единицей поглощенной дозы является грей (Гр), 1 Гр = 1 Дж/кг. Применяется также прежняя единица измерения - рад., 1 рад. = 0,01 Гр.

Повреждение ткани связано не только с количеством поглощенной энергии, но и с ее пространственным распределением. Чем выше линейная плотность ионизации (число пар ионов, образуемых излучением на единицу пути в среде), тем больше степень биологического повреждения. Для учета этого эффекта введено понятие эквивалентной поглощенной дозы

$$D_{экв} = k \cdot D,$$

где: D - поглощенная доза;

k - безразмерный коэффициент качества, характеризующий эффективность ионизирующего излучения. Для рентгеновского и γ-излучения k = 1, для α-излучения k = 20. Этот коэффициент показывает, насколько один вид излучения опаснее для здоровья людей по сравнению с другим.

Так, при одинаковой поглощенной дозе облучения α-частицы в 20 раз опаснее, чем облучение рентгеновским или γ-излучением. Единица $D_{экв}$ - зиверт (Зв), 1 Зв равен эквивалентной поглощенной дозе излучения любого вида, которое создает такой биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр рентгеновского или γ - излучения. Применяется также внесистемная единица - бэр, 1 бэр = 0,01 Зв.

Последствия облучения зависят при данных условиях от органов и частей тела, подвергшихся облучению. Для учета этого фактора вводится понятие эффективной дозы.

Эффективная доза - величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органе $D_{экв}$ на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного органа или ткани W:

$$D_{эф} = D_{экв} \cdot W.$$

Единица измерения $D_{эф}$ - зиверт (Зв).

Взвешивающие коэффициенты для некоторых тканей и органов при расчете эффективной дозы приведены в табл. 9.

Таблица 9.

Значения взвешенных коэффициентов

Облуча-емый орган	Гонады (половые железы)	Костный мозг (красный)	Легкие	Щито-видная железа	Печень	Кожа
W	0,20	0,12	0,12	0,05	0,05	0,01

Для оценки поля фотонного излучения используется экспозиционная доза ($D_{экс}$) - отношение суммарного заряда всех ионов одного знака, созданных в элементарном объеме воздуха при прохождении излучения, к массе воздуха в этом объеме. Единица измерения экспозиционной дозы - Кл/кг. Внесистемная единица - рентген (Р), 1 Р = $2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг.

Количество поглощенной эквивалентной, экспозиционной дозы в единицу времени называется мощностью этих доз.

Не вдаваясь в тонкости научного характера, укажем, что 1 Гр (100 рад рентгеновского или гамма-излучения или 100 бэр любого радиоактивного излучения) для живой ткани приблизительно соответствует 100 Р.

От естественного фона каждый человек, живущий на Земле, получает за один год дозу, равную примерно 100 мР, что составляет примерно 0,01 мР/ч.

Источники ионизирующих излучений. Работа с радиоактивными веществами в открытом виде может сопровождаться загрязнением воздуха,

оборудования, помещения, спецодежды и открытых частей кожи работающих радиоактивными аэрозолями, газами, парами и растворами. Выделение аэрозолей может иметь место при механической и химической обработке радиоактивных материалов и руд, переработке облученных веществ, обработке радиоактивных отходов, при многих процессах, связанных с измельчением, пересыпанием, возгонкой, истиранием.

При ряде технологических процессов (при работе реакторов, ускорителей, получении и переработке руд и минералов, содержащих естественные радиоактивные вещества, и др.) могут образовываться радиоактивные газы. При расщеплении урана в реакторах образуются радиоактивные ксенон, криптон и аргон; при переработке ториевых и урановых руд выделяются газообразные торон и радон. Строительные конструкции помещений, отделочные материалы могут сорбировать радиоактивные вещества, создавая источники вторичного поступления последних в производственные и лабораторные помещения.

Многие строительные материалы обладают повышенной радиоактивностью из-за содержания радиоактивных веществ. Впервые классификация строительных материалов по радиоактивности с соответствующим разграничением сфер применения введена у нас в 1976 г. Несмотря на это, есть случаи использования таких строительных материалов для строительства жилых помещений и детских учреждений. Так, в Омске для изготовления бетонных конструкций на местном ДСК использовался щебень Макинского карьера Целиноградской области. Это месторождение имеет в своем составе 98% щебня повышенной радиоактивности, который может быть использован только при строительстве дорог и в промышленном строительстве. Проверка γ-фона в одном из строящихся зданий (жилом доме) показала следующее: у потолка - 38 мкР/ч, у пола - 34 мкР/ч. В детском комбинате замеры дали следующие результаты: в спальной комнате - 26 мкР/ч, в спортивном зале - до 30 мкР/ч, в бассейне - 36-38 мкР/ч. Кроме того, дочерний продукт урана - радий-226 выделяет радиоактивный газ радон, дающий

дополнительную дозу облучения. Радиоактивность в 3,0-3,5 раза выше естественного фона, от которого и должны защищать железобетонные детали домов.

Наиболее распространенным способом применения радиоактивных веществ в закрытом виде является гамма-дефектоскопия, при которой непосредственно используются свойства гамма-лучей проникать через материалы и засвечивать фотопленку, где фиксируются дефекты материалов. В качестве источника гамма-излучения используются искусственные радиоактивные изотопы (кобальт - Co^{60}, селен - Se^{75}, серебро - Ag^{110} и др.). Наиболее часто используется Co^{60} с периодом полураспада 5,3 года. Наиболее опасными операциями при гамма-дефектоскопии являются: транспортировка контейнеров с изотопами из хранилищ на место работы и обратно, установка контейнера на место работы для экспозиции, открывание окошка контейнера для просвечивания и непосредственное просвечивание; ремонт и перезарядка контейнеров.

Работа на атомных электростанциях и на экспериментальных реакторах может сопровождаться как внешним облучением (гамма- и бета-лучи, нейтроны), так и внутренним (поступление в организм радиоактивных аэрозолей и газов). Источниками гамма-излучения могут быть конструкции, детали, приборы, обладающие наведенной активностью. Источником бета-излучения могут быть продукты распада, теплоноситель и элементы коррозии. В процессе эксплуатации может иметь место поверхностное загрязнение конструкций помещения и оборудования. Гамма-излучение наибольшую опасность представляет при внешнем облучении, альфа- и бета-излучения - при внутреннем облучении.

Помимо техногенных источников радиоактивных излучений, существуют природные и медицинские источники.

Биологическое действие ионизирующих излучений. Патологические процессы, вызываемые ионизирующим излучением, в зависимости от степени поражения, могут проявиться в острой или хронической форме лучевой

болезни. Хроническая форма наблюдается при длительном облучении дозами, превышающими предельно допустимые уровни. Отдаленные последствия лучевого поражения могут проявляться в виде лучевых катаракт, злокачественных опухолей и других патологических изменений. Первичным, начальным этапом биологического действия излучения является ионизация атомов и молекул живой материи, в частности ионизация молекул воды, содержащейся в органах и тканях.

Образующиеся свободные радикалы (атомарный водород H, гидроксил OH, гидроксид HO, перекись водорода H_2O_2) могут вступать в реакцию с веществами, способными окисляться и восстанавливаться. Вступая в реакцию с активными структурами ферментных систем, свободные радикалы превращают их в неактивные и тем самым нарушают каталитическую активность тиоловых ферментных систем, участвующих в синтезе нуклеопротеидов и нуклеиновых кислот. Под влиянием облучения количество последних в тканях и ядрах клеток резко снижается.

Индуцированные свободными радикалами химические реакции вовлекают в этот процесс многие сотни и тысячи молекул, не затронутых излучением. В этом специфика действия ионизирующих излучений на биологические объекты. Никакой другой вид энергии (тепловой, электрический и др.), поглощенный биологическим объектом в том же количестве, не приводит к таким изменениям. Например, смертельная доза ионизирующего излучения равна 10 Гр, что соответствует поглощенной энергии в 10 Дж/кг. Если эту энергию подвести в виде тепла, то она нагрела бы организм человека лишь на $0{,}001^0$C, т.е. меньше чем от стакана выпитого чая.

Нежелательные радиационные эффекты воздействия облучения на организм человека условно делятся на соматические («сомо» - по-гречески «тело») и генетические (наследственные). Соматические эффекты проявляются непосредственно у самого облученного, а генетические - у его потомков.

В организме радиоактивные вещества распределяются в зависимости от их физико-химических свойств и функционального состояния организма.

Например, радиоактивный йод (I^{131}) накапливается в щитовидной железе, стронций (Sr^{90}) - в костях. Ряд радиоактивных изотопов может распределяться в организме равномерно.

Из организма выделение радиоактивных веществ происходит через желудочно-кишечный тракт, почки, дыхательные пути, кожу, а также молочными железами. В зависимости от периода полувыделения одни вещества выводятся быстро, другие - медленно, причем в ряде тканей и органов образуется «депо».

Любой вид ионизирующих излучений вызывает биологические изменения в организме, как при внешнем (источник находится вне организма), так и при внутреннем облучении (радиоактивные вещества попадают внутрь организма, например через рот или органы дыхания).

При однократном облучении организма человека фотонным облучением дозой более 6 Гр неизбежна смерть человека в течение 30 суток. Значение дозы, при которой в течение 30 суток погибает 50% облученных, составляет 4-6 Гр. При облучении дозой 2-4 Гр смертельный исход в количестве 20% от числа облученных возможен через 2-6 недель. При дозах ниже примерно 0,5 Гр вероятность острых радиационных поражений крайне низка.

Когда систематически повторяется облучение дозами, которые не вызывают лучевую болезнь, но значительно выше предельно допустимых доз, может развиться хроническая лучевая болезнь. Наиболее характерными ее признаками являются изменения в составе крови (уменьшение количества лейкоцитов, малокровие) и ряд симптомов со стороны нервной системы.

Ионизирующая радиация при воздействии на организм человека может вызвать два вида эффектов, которые клинической медициной относятся к болезням: детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой ожог, лучевая катаракта, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода и др.) и стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни).

Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 (СанПиН 2.6.1, 2523-09) применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения. Требования, установленные НРБ-99/2009, являются обязательными для всех юридических лиц, независимо от их подчиненности и формы собственности, в результате деятельности которых возможно облучение людей, а также для администраций субъектов Российской Федерации, местных органов власти и граждан.

Для обеспечения радиационной безопасности при нормальной эксплуатации необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения (принцип нормирования);
- запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением (принцип обоснования);
- поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения (принцип оптимизации).

Предел индивидуального риска для техногенного облучения лиц из персонала принимается $1{,}0 \cdot 10^{-3}$ за год, а для населения $5{,}0 \cdot 10^{-5}$ за год. Уровень пренебрежимого риска разделяет область оптимизации риска и область безусловно приемлемого риска и составляет 10^{-6} за год.

Основные регламентируемые величины техногенного облучения. Устанавливаются следующие категории облучаемых лиц:

– *персонал* - лица, работающие с техногенными источниками (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б);
– *все население*, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются два класса нормативов:
– *основные* пределы доз, приведенные в табл. 10;

Таблица 10.

Основные пределы доз

Нормируемые величины	Пределы доз	
	лица из персонала (группа А)	лица из населения
Эффективная доза	20 мЗв (2 бэр) в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв (5 бэр) в год	1 мЗв (0,1 бэр) в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв (0,5 бэр) в год
Эквивалентная доза за год: в хрусталике коже кистях и стопах	 150 мЗв (15 бэр) 500 мЗв (50 бэр) 500 мЗв (50 бэр)	 15 мЗв (1,5 бэр) 50 мЗв (5,0 бэр) 50 мЗв (5,0 бэр)

– *допустимые уровни монофакторного (для одного радионуклида или одного вида внешнего излучения, пути поступления) воздействия,* являющиеся производными от основных пределов доз: пределы годового поступления (ПГП, Бк/год); допустимые среднегодовые объемные активности (ДОА, Бк/м^3), удельные активности (ДУА, Бк/кг) и т.д.

Дозы облучения, как и все остальные допустимые производные уровни персонала группы Б, не должны превышать 1/4 значений для персонала группы А.

Основные пределы доз облучения лиц из персонала и населения не включают в себя дозы от природных, медицинских источников ионизирующего излучения и дозу вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) – 1000 мЗв, а для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв.

Годовая эффективная доза облучения персонала за счет нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения не должна превышать пределов доз, представленных в табл. 10.

Под годовой эффективной дозой понимается сумма эффективной дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год.

Для женщин в возрасте до 45 лет, работающих с источниками ионизирующего излучения, вводятся дополнительные ограничения: эквивалентная доза в коже на поверхности нижней части живота не должна превышать 1 мЗв (0,1 бэр) в месяц, а поступление радионуклидов в организм не должно превышать за год 1/20 предела годового поступления (ПГП) для персонала. Эти ограничения связаны с возможной невыявленной беременностью. При установлении беременности женщина обязана информировать администрацию и должна переводиться на работу, не связанную с излучением, на весь период беременности и на весь период грудного вскармливания ребенка.

ЛЕКЦИЯ 6. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

1. Общая характеристика электромагнитных полей. 2. Источники электромагнитных излучений. 3. Электромагнитные излучения промышленной частоты. 4. Воздействие электромагнитного излучения на организм человека. 5. Радиологическая безопасность средств связи. 6. Нормирование электромагнитных излучений. 7. Защита от воздействия электромагнитных излучений.

В современных условиях научно-технического прогресса в результате развития различных видов энергетики и промышленности электромагнитные излучения занимают одно из ведущих мест по своей экологической и производственной значимости среди других факторов окружающей среды.

В целом общий электромагнитный фон состоит из источников естественного (электрические и магнитные поля Земли, атмосферики*, радиоизлучения Солнца и галактик) и искусственного (антропогенного) происхождения (телевизионные и радиостанции, линии электропередачи, электробытовая техника и другие) излучений.

Уровень естественного электромагнитного фона в некоторых случаях бывает на несколько порядков ниже уровней электромагнитных излучений, создаваемых антропогенными источниками. Электромагнитные излучения космического, околоземного и биосферного пространств играют определенную роль в организации жизненных процессов на Земле, и в ряде случаев выявляется их биологическая значимость.

1. Общая характеристика электромагнитных полей

Электромагнитное поле - это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между заряженными частицами. Представляет собой взаимосвязанные переменные электрическое поле и

---

* **АТМОСФЕРИК** - *низкочастотный электромагнитный сигнал естественного происхождения, распространяющийся в волноводе, образованном поверхностью Земли и нижней границей ионосферы. Групповая скорость атмосферика близка к скорости света в вакууме. Источниками атмосферика являются атмосферные электрические разряды (в частности, молнии), излучающие электромагнитные волны в широком диапазоне частот. Благодаря незначительному затуханию в волноводе Земля – ионосфера, эти волны могут распространяться на большие расстояния.*

магнитное поле. Взаимная связь электрического и магнитного полей заключается в том, что всякое изменение одного из них приводит к появлению другого: переменное электрическое поле, порождаемое ускоренно движущимися зарядами (источником), возбуждает в смежных областях пространства переменное магнитное поле, которое, в свою очередь, возбуждает в прилегающих к нему областях пространства переменное электрическое поле, и т. д. Таким образом, электромагнитное поле распространяется от точки к точке пространства в виде электромагнитных волн, бегущих от источника. Благодаря конечности скорости распространения электромагнитное поле может существовать автономно от породившего его источника и не исчезает с устранением источника (например, радиоволны не исчезают с прекращением тока в излучившей их антенне).

Электромагнитное поле в вакууме описывается напряженностью электрического поля E и магнитной индукцией B. Электромагнитное поле в среде характеризуется дополнительно двумя вспомогательными величинами: напряженностью магнитного поля H и электрической индукцией (вектором электрического смещения) D. Связь компонентов электромагнитного поля с зарядами и токами описывается уравнениями Максвелла.

Электромагнитные волны представляют собой электромагнитные колебания, распространяющиеся в пространстве с конечной скоростью, зависящей от свойств среды.

Английский ученый, Дж. Максвелл, в 1865 г. теоретически показал, что электромагнитные колебания не остаются локализованными в пространстве, а распространяются во все стороны от источника. Теория Максвелла позволила единым образом подойти к описанию радиоволн, оптического излучения, рентгеновского излучения, гамма-излучения. Оказалось, что все эти виды излучения электромагнитные волны с различной длиной волны λ, т. е. родственны по своей природе.

Распространяясь в средах, электромагнитные волны, как и всякие другие волны, могут испытывать преломление и отражение на границе раздела сред,

дисперсию, поглощение, интерференцию; при распространении в неоднородных средах наблюдаются дифракция волн, рассеяние волн и другие явления. Электромагнитные волны различных диапазонов длин волн характеризуются различными способами возбуждения и регистрации, по-разному взаимодействуют с веществом.

Электромагнитные волны широко используются в радиосвязи, радиолокации, телевидении, медицине, биологии, физике, астрономии и др. областях науки и техники. Радиочастоты и сверхвысокие частоты являются составной частью спектра электромагнитных излучений в частотном диапазоне от единиц Гц до 300 ГГц. Основными параметрами ЭМИ являются длина волны *(λ)* и частота *(f),* которая связана с длиной волны обратной зависимостью (для условий распространения волны в воздухе): $f = c/\lambda$, где c - скорость света. Частоты колебаний ЭМИ измеряются в Герцах (Гц): 1 килогерц (кГц) = 10^3 Гц, 1 мегагерц (МГц)=10^6 Гц, 1 гигагерц (ГГц) = 10^9 Гц. На практике при оценке электромагнитной обстановки очень часто приходится учитывать отдельно или частоту колебаний, или длину волны.

Электрическое поле представляет собой частную форму проявления электромагнитного поля. В своем проявлении это силовое поле, основным свойством которого является способность воздействовать на внесенный в него электрический заряд с силой, не зависящей от скорости заряда. Источниками электрического поля могут быть электрические заряды (движущиеся и неподвижные) и изменяющиеся во времени магнитные поля. Основная количественная характеристика электрического поля – напряженность электрического поля E. Электрическое поле в среде наряду с напряженностью характеризуется вектором электрической индукции (вектором электрического смещения) D.

Магнитное поле представляет собой частную форму электромагнитного поля. В своем проявлении это силовое поле, основным свойством которого является способность воздействовать на движущиеся электрические заряды (в т.ч. на проводники с током), а также на магнитные тела независимо от

состояния их движения. Источниками магнитного поля могут быть движущиеся электрические заряды (проводники с током), намагниченные тела и изменяющиеся во времени электрические поля. Основная количественная характеристика магнитного поля – магнитная индукция B, которая определяет силу, действующую в данной точке поля в вакууме на движущийся электрический заряд и на тела, имеющие магнитный момент. В материальных средах для магнитного поля вводится дополнительная характеристика – напряженность магнитного поля H, которая связана с магнитной индукцией соотношением: $H = B/\mu$, где μ – абсолютная магнитная проницаемость среды.

Электромагнитное поле (ЭМП) складывается из электрического поля (ЭП), обусловленного напряжением на токоведущих частях электроустановок, и магнитного (МП), возникающего при прохождении тока по этим частям. Электромагнитное поле обладает определенной энергией и распространяется в виде электромагнитных волн. Основными параметрами электромагнитных колебаний являются: длина волны, частота колебаний и скорость распространения. В зависимости от частоты колебаний (длины волн) электромагнитные излучения разделяют на ряд диапазонов, приведенных в табл.1.

Вокруг источника излучения выделяют три зоны: ближняя - зона индукции, промежуточная - зона интерференции и дальняя - волновая зона. Границы зон определяются следующими расстояниями R:

– зона индукции – $R < \frac{\lambda}{2 \cdot \pi}$;

– зона интерференции – $\frac{\lambda}{2 \cdot \pi} < R < 2 \cdot \pi \cdot \lambda$;

– зона волновая - $R > 2 \cdot \pi \cdot \lambda$.

В зоне индукции работающие подвергаются воздействию различных по величине электрических и магнитных полей, поэтому их интенсивность оценивается раздельно величинами напряженности поля по электрической (В/м) и магнитной (А/м) составляющим. В зоне индукции человек может

находиться при работе с источниками НЧ, СЧ и в известной степени, ВЧ и СВЧ диапазонов.

Работающие с источниками УВЧ, СВЧ и КВЧ диапазонов находятся в волновой зоне. Интенсивность поля оценивается величиной плотности потока энергии (ППЭ), т.е. количеством энергии падающей на единицу площади поверхности. ППЭ выражается в Вт/м^2 или в производных единицах мВт/м^2, мкВт/см^2.

Таблица 1

Диапазон длин волн электромагнитных излучений

Название диапазона	Длина волны	Частота	По международному регламенту	
			Название диапазона частот	Номер
Длинные волны (ДВ)	10-1 км	от 3 до 300 кГц	Низкие (НЧ)	5
Средние волны (СВ)	1 км-100 м	от 0,3 до 3 МГц	Средние (СЧ)	6
Короткие волны (КВ)	100-1 м	от 0,3 до 30 МГц	Высокие (ВЧ)	7
Ультракороткие волны (УКВ)	10-1 м	от 30 до 300 МГц	Очень высокие (ОВЧ)	8
Микроволны: дециметровые (дм); сантиметровые (см); миллиметровые (мм);	1 м-10 см 10-1 см 1 см-1мм	от 0,3 до 3 ГГц от 3 до 30 ГГц от 30 до 300 ГГц	Ультравысокие (УВЧ) Сверхвысокие (СВЧ) Крайне-высокие (КВЧ)	9 10 11

2 Источники электромагнитных излучений

Радиочастоты и сверхвысокие частоты. Источниками электромагнитных излучений радиочастот (ЭМИ РЧ) и сверхвысоких частот (СВЧ) являются технические средства и изделия, которые предназначены для применения в различных сферах человеческой деятельности и в основе которых используются физические свойства этих излучений: распространение в пространстве и отражение, нагрев материалов, взаимодействие с веществами и

т.п., а также устройства, предназначенные не для излучения электромагнитной энергии в пространство, а для выполнения какой-то иной задачи, но при работе которых протекает электрический ток, создающий паразитное электромагнитное излучение. Свойства ЭМИ РЧ и СВЧ распространяться в пространстве и отражаться от границы двух сред используются в связи (радио- и телестанции, ретрансляторы, радио- и сотовые телефоны), радиолокации (радиолокационные комплексы различного функционального назначения, навигационное оборудование). Способность ЭМИ РЧ и СВЧ нагревать различные материалы используется в различных технологиях по обработке материалов, полупроводников, сварки синтетических материалов, в приготовлении пищевых продуктов (микроволновые печи), в медицине (физиотерапевтическая аппаратура).

Микроволновая печь (или СВЧ-печь) в своей работе использует для разогрева пищи электромагнитное излучение, называемое также микроволновым излучением или СВЧ-излучением. Рабочая частота СВЧ-излучения микроволновых печей составляет 2,45 ГГц. Именно этого излучения и боятся многие люди. Однако современные микроволновые печи оборудованы достаточно совершенной защитой, которая не дает электромагнитному излучению вырываться за пределы рабочего объема. Вместе с тем, нельзя говорить, что излучение совершенно не выходит из микроволновой печи. По разным причинам часть электромагнитного излучения проникает наружу, особенно интенсивно, как правило, в районе правого нижнего угла дверцы. Непосредственными источниками электромагнитного излучения являются те части технических изделий, которые способны создавать в пространстве электромагнитные волны. В радиоаппаратуре это антенные системы, генераторные лампы, катодные выводы магнетронов, места неплотного сочленения фидерных трактов, разэкранированные места генераторных шкафов, экраны электронных визуальных средств отображения информации; на установках по термообработке материалов - рабочие индукторы и

конденсаторы, согласующие трансформаторы, батареи конденсаторов, места разэкранирования фидерных линий.

Радары. Радиолокационные станции оснащены, как правило, антеннами зеркального типа и имеют узконаправленную диаграмму излучения в виде луча, направленного вдоль "оптической оси". Радиолокационные системы работают на частотах от 500 МГц до 15 ГГц, однако отдельные системы могут работать на частотах до 100 ГГц. Создаваемый ими ЭМ-сигнал принципиально отличается от излучения других источников. Связано это с тем, что периодическое перемещение антенны в пространстве приводит к пространственной прерывистости облучения. Временная прерывистость облучения обусловлена цикличностью работы радиолокатора на излучение. Время наработки в различных режимах работы радиотехнических средств может исчисляться от нескольких часов до суток. У метеорологических радиолокаторов с временной прерывистостью 30 мин - излучение, 30 мин - пауза, суммарная наработка не превышает 12 ч, в то время как радиолокационные станции аэропортов в большинстве случаев работают круглосуточно. Ширина диаграммы направленности в горизонтальной плоскости обычно составляет несколько градусов, а длительность облучения за период обзора составляет десятки миллисекунд. Радары метрологические могут создавать на удалении 1 км плотность потока энергии (ППЭ) ~ 100 Вт/м^2 (эта величина на 6 порядков превышает величину, которая считается безопасной, но с поправкой, что это очень кратковременное излучение) за каждый цикл облучения. Радиолокационные станции аэропортов создают ППЭ ~ 0,5 Вт/м^2 на расстоянии 60 м. Морское радиолокационное оборудование устанавливается на всех кораблях, обычно оно имеет мощность передатчика на порядок меньшую, чем у аэродромных радаров, поэтому в обычном режиме сканирования ППЭ, создаваемое на расстоянии нескольких метров, не превышает 10 Вт/м^2. Возрастание мощности радиолокаторов различного назначения и использование остронаправленных антенн кругового обзора приводит к значительному увеличению интенсивности ЭМИ СВЧ-диапазона и создает на

местности зоны большой протяженности с высокой плотностью потока энергии. Наиболее неблагоприятные условия отмечаются в жилых районах городов, в черте которых размещаются аэропорты: Иркутск, Сочи, Сыктывкар, Ростов-на-Дону и ряд других.

Системы спутниковой связи состоят из приемопередающей станции на Земле и спутника, находящегося на орбите. Диаграмма направленности антенны станций спутниковой связи имеет ярко выраженный узконаправленный основной луч – главный лепесток. ППЭ в главном лепестке диаграммы направленности может достигать нескольких сотен Вт/м^2 вблизи антенны, создавая также значительные уровни излучения на большом удалении. Например, станция мощностью 225 кВт, работающая на частоте 2,38 ГГц, создает на расстоянии 100 км ППЭ равное 2,8 Вт/м^2. Однако рассеяние энергии от основного луча очень небольшое и происходит больше всего в районе размещения антенны.

Теле- и радиостанции. На территории России в настоящее время размещается значительное количество передающих радиоцентров различной принадлежности. Передающие радиоцентры (ПРЦ) размещаются в специально отведенных для них зонах и могут занимать довольно большие территории (до 1000 га). По своей структуре они включают в себя одно или несколько технических зданий, где находятся радиопередатчики, и антенные поля, на которых располагаются до нескольких десятков антенно-фидерных систем (АФС). Зону возможного неблагоприятного действия ЭМИ, создаваемых ПРЦ, можно условно разделить на две части. Первая часть зоны – это собственно территория ПРЦ, где размещены все службы, обеспечивающие работу радиопередатчиков и АФС. Это территория охраняется, и на нее допускаются только лица, профессионально связанные с обслуживанием передатчиков, коммутаторов и АФС. Вторая часть зоны – это прилегающие к ПРЦ территории, доступ на которые не ограничен и где могут размещаться различные жилые постройки, в этом случае возникает угроза облучения населения, находящегося в этой части зоны.

Расположение ПРЦ может быть различным, например, в Москве и московском регионе, характерно размещение в непосредственной близости или среди жилой застройки.

На территориях размещения передающих радиоцентров, а нередко и за их пределами, наблюдаются высокие уровни ЭМИ низкой, средней и высокой частоты (ПРЦ НЧ, СЧ и ВЧ). Детальный анализ электромагнитной обстановки на территориях ПРЦ свидетельствует о ее крайней сложности, связанной с индивидуальным характером интенсивности и распределения ЭМИ для каждого радиоцентра. В связи с этим специальные исследования такого рода проводятся для каждого отдельного ПРЦ.

Широко распространенными источниками ЭМИ в населенных местах в настоящее время являются радиотехнические передающие центры (РТПЦ), излучающие в окружающую среду ультракороткие волны ОВЧ и УВЧ-диапазонов.

Сравнительный анализ санитарно-защитных зон (СЗЗ) и зон ограничения застройки в зоне действия таких объектов показал, что наибольшие уровни облучения людей и окружающей среды наблюдаются в районе размещения РТПЦ «старой постройки» с высотой антенной опоры не более 180 м. Наибольший вклад в суммарную интенсивность воздействия вносят «уголковые» трех- и шестиэтажные антенны ОВЧ ЧМ-вещания.

Сотовая связь. Основными элементами системы сотовой связи являются базовые станции (БС), которые поддерживают радиосвязь с мобильными радиотелефонами (МРТ). Базовые станции БС и МРТ являются источниками электромагнитного излучения в УВЧ-диапазоне. Некоторые технические характеристики действующих в настоящее время в России стандартов системы сотовой радиосвязи приведены в табл. 2.

Базовые станции поддерживают связь с находящимися в их зоне действия мобильными радиотелефонами и работают в режиме приема и передачи сигнала. В зависимости от стандарта, БС излучают электромагнитную энергию в диапазоне частот от 463 до 1880 МГц. Антенны БС устанавливаются на

высоте 15–100 метров от поверхности земли на уже существующих постройках (общественных, служебных, производственных и жилых зданиях, дымовых трубах промышленных предприятий и т. д.) или на специально сооруженных мачтах.

Таблица 2.

Наименование стандарта	Диапазон рабочих частот БС	Диапазон рабочих частот МРТ	Макси-мальная излучаемая мощность БС	Макси-мальная излучаемая мощность МРТ	Радиус "соты"
NMT-450 аналоговый	463 – 467,5 МГц	453 – 457,5 МГц	100 Вт	1 Вт	1 – 40 км
AMPS аналоговый	869 – 894 МГц	824 – 849 МГц	100 Вт	0,6 Вт	2 – 20 км
D-AMPS (IS-136) цифровой	869 – 894 МГц	824 – 849 МГц	50 Вт	0,2 Вт	0,5 – 20 км
CDMA цифровой	869 – 894 МГц	824 – 849 МГц	100 Вт	0,6 Вт	2 – 40 км
GSM-900 цифровой	925 – 965 МГц	890 – 915 МГц	40 Вт	0,25 Вт	0,5 – 35 км
GSM-1800 (DCS) цифровой	1805 – 1880 МГц	1710 – 1785 МГц	20 Вт	0,125 Вт	0,5 – 35 км

К выбору места размещения антенн БС с точки зрения санитарно-гигиенического надзора не предъявляется никаких иных требований, кроме соответствия интенсивности электромагнитного излучения значениям предельно допустимых уровней, установленных действующими СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)». Среди установленных в одном месте антенн БС имеются как передающие (или приемопередающие), так и приемные антенны, которые не являются источниками ЭМИ. Передающие (приемопередающие) антенны БС могут быть двух типов:

– круговой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости (тип «Omni»);
– направленные (секторные).

Согласно Санитарным нормам и правилам, антенны БС размещаются на уже существующих постройках любого типа и на специально сооружаемых мачтах. Среди установленных в одном месте антенн БС имеются как передающие (или приемопередающие), так и приемные антенны, которые не являются источниками ЭМИ. Диаграмма направленности антенн в вертикальной плоскости построена таким образом, что основная энергия излучения (более 90 %) сосредоточена в довольно узком «луче». Он всегда направлен в сторону от сооружений, на которых находятся антенны БС, и выше прилегающих построек, что является необходимым условием для нормального функционирования системы сотовой связи. Антенны БС не излучают постоянную мощность 24 часа в сутки, а имеют переменный график излучения, определяемый загрузкой, то есть наличием владельцев сотовых телефонов в зоне обслуживания конкретной базовой станции и их желанием воспользоваться телефоном для разговора. Для станций, расположенных в различных районах города, график загрузки различный. В ночные часы загрузка БС практически равна нулю, т. е. станции в основном «молчат». Мобильный радиотелефон (МРТ) представляет собой малогабаритный приемопередатчик. В зависимости от стандарта телефона, передача ведется в диапазоне частот 453 – 1785 МГц. Мощность излучения МРТ является величиной переменной, в значительной степени зависящей от состояния канала связи «мобильный радиотелефон – базовая станция», т. е. чем выше уровень сигнала БС в месте приема, тем меньше мощность излучения МРТ. Максимальная мощность находится в границах 0,125–1 Вт, однако в реальной обстановке она обычно не превышает 0,05 – 0,2 Вт.

3. Электромагнитные излучения промышленной частоты

Основными источниками электромагнитных излучений промышленной частоты (50/60 Гц) являются элементы токопередающих систем различного напряжения (линии электропередачи, открытые распределительные устройства,

их составные части), электроприборы и аппаратура промышленного и бытового назначения, потребляющая электроэнергию.

Бытовые приборы. Из бытовых приборов наиболее мощными следует признать СВЧ-печи, различного рода грили, холодильники с системой «без инея», кухонные вытяжки, электроплиты, телевизоры. Реально создаваемое ЭМИ в зависимости от конкретной модели и режима работы может сильно различаться среди оборудования одного типа. Все нижеприведенные данные относятся к магнитному полю промышленной частоты 50 Гц. Согласно современным представлениям, оно может быть опасным для здоровья человека, если происходит продолжительное облучение (регулярно, не менее 8 часов в сутки, в течение нескольких лет) с уровнем выше 0,2 мкТл. В таблице 3 представлены данные о расстоянии, на котором фиксируется магнитное поле промышленной частоты (50 Гц) величиной 0,2 мкТл при работе ряда бытовых приборов.

Таблица 3.

Источник	Расстояние, на котором фиксируется величина больше 0,2 мкТл
Холодильник, оснащенный системой "No frost" (во время работы компрессора)	1,2м от дверцы; 1,4 м от задней стенки
Холодильник обычный (во время работы компрессора)	0,1м от электродвигателя компрессора
Утюг (режим нагрева)	0,25 м от ручки
Телевизор	1,1м от экрана; 1,2 м от боковой стенки
Электрорадиатор	0,3 м
Торшер с двумя лампами по 75 Вт	0,03 м (от провода)
Электродуховка	0,4 м от передней стенки

Электропроводка. Среди наиболее опасных источников, излучающих в жилые квартиры, но находящихся вне их, особое место занимают трансформаторные подстанции, домовые распределительные щиты

электропитания, кабели электропитания. Наличие их можно в большинстве случаев определить визуально, однако безопасное расстояние можно определить только с помощью специальных приборов. Типичное безопасное расстояние – 1,5-5 метров. Наибольшее влияние на электромагнитную обстановку жилых помещений в диапазоне промышленной частоты 50 Гц оказывает электротехническое оборудование здания, а именно кабельные линии, подводящие электричество ко всем квартирам и другим потребителям системы жизнеобеспечения здания, и распределительные щиты и трансформаторы. В помещениях, смежных с этими источниками, обычно повышен уровень магнитного поля промышленной частоты. Уровень электрического поля промышленной частоты при этом обычно невысокий и не превышает ПДУ для населения 500 В/м.

Линии электропередачи. В зависимости от назначения и номинального напряжения линии электропередачи (ЛЭП) подразделяются на:

- сверхдальние (500 кВ и выше);
- магистральные (220-330 кВ);
- распределительные (30-150 кВ);
- подводящие (менее 20 кВ).

Провода работающей линии электропередачи создают в прилегающем пространстве электрическое и магнитное поля промышленной частоты. Расстояние, на которое распространяются эти поля от проводов линии, достигает десятков метров. Дальность распространения электрического поля зависит от класса напряжения ЛЭП (цифра, обозначающая класс напряжения, стоит в названии ЛЭП – например, ЛЭП 220 кВ): чем выше напряжение – тем больше зона повышенного уровня электрического поля, при этом размеры зоны не изменяются в течение времени работы ЛЭП. Дальность распространения магнитного поля зависит от величины протекающего тока или от нагрузки линии. Поскольку нагрузка ЛЭП может неоднократно изменяться как в течение суток, так и с изменением сезонов года, размеры зоны повышенного уровня магнитного поля также меняются.

4. Воздействие электромагнитного излучения на организм человека

Биофизика взаимодействия ЭМИ с биологическими объектами. Организм человека осуществляет свою деятельность путем ряда сложных процессов и механизмов и, в том числе, с использованием внутри- и внеклеточной электромагнитной информации и соответствующей биоэлектрической регуляции. Электромагнитная среда обитания фактически может быть рассмотрена как источник помех в отношении жизнедеятельности человека и биоэкосистем. В этой связи возникает проблема биоэлектромагнитной совместимости как весьма сложной системы взаимодействия живой природы и технических средств, источников ЭМИ. В этой ситуации живой организм вынужден постоянно искать защиту от быстро меняющейся обстановки, используя свои внутренние возможности. При взаимодействии электромагнитных излучений с биологическими объектами лишь часть энергии поглощается. В этом случае используют следующий принцип: только та часть энергии излучения может вызвать изменения в веществе, которая поглощается этим веществом; отраженная или проходящая энергия не оказывает никакого действия. Это взаимодействие носит биофизический характер, т.е. происходит процесс поглощения и непосредственного распределения поглощенной энергии на уровне биотканей целого организма. При этом тканевые системы называются биомикросистемами, а отдельные части тела (голова, туловище и т.д.) - биомакросистемами. В отличие от ионизирующего излучения, которое непосредственно создает электрические заряды, электромагнитные излучения не обладают ионизирующей способностью и воздействуют только на уже имеющиеся свободные заряды или диполи. Диэлектрические свойства биотканей сильно зависят от их химического состава, частоты колебаний, происходящих внутри биологического объекта. Электромагнитные свойства определяют процессы прохождения энергии через слои вещества, отраженной на границах их раздела, и поглощения внутри тканей.

Реакция организма человека на воздействие ЭМИ. Среди всего спектра наибольшей биологической значимостью и выраженностью симптоматики выделяются ЭМИ РЧ и СВЧ. В зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия ЭМИ РЧ и СВЧ вызываемые изменения в организме подразделяют на изменения острого (термогенного) и хронического (атермального) воздействия. Острое воздействие обусловлено термическим воздействием ЭМИ, как правило, при нарушении техники безопасности. Термогенное воздействие обычно носит локальный характер, а возникающая симптоматика определяется топографией облучаемой области. При облучении пострадавшие ощущают тепло в месте воздействия, схожее с действием солнечных лучей. Иногда отмечают также общее недомогание, головную боль, головокружение, тошноту, рвоту, чувство страха, жажду, легкую слабость, боли в конечностях, повышенную потливость. У пострадавших наблюдаются повышение температуры тела, приступы тахикардии, нарушение сердечной деятельности. Субъективная и объективная симптоматика у пострадавших через несколько дней исчезает, все клинические показатели приходят к доклиническому уровню, полностью восстанавливается работоспособность. Немногочисленные клинические наблюдения острого теплового действия ЭМИ на человека указывают на возможность локальных остаточных структурных изменений органов и тканей (ожогов, катаракты, атрофии семенников и т.д.).

При использовании ряда психологических тестов у персонала, имеющего длительный контакт с ЭМИ, наблюдают достоверное усиление патологической компоненты тревожного поведения и депрессивного состояния при отсутствии каких-либо объективных симптомов. При анкетировании могут наблюдаться преобладание жалоб на снижение памяти, а также на ухудшение самочувствия, увеличение критической частоты слияния световых мельканий к концу рабочего дня. Наиболее характерными в динамике изменений реакции организма на хроническое воздействие ЭМИ являются: реакции центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, а также системы крови.

Таким образом, представленные данные клинико-эпидемиологических исследований о влиянии ЭМИ РЧ и СВЧ на организм человека свидетельствуют, что выраженность наблюдаемых изменений зависит от интенсивности и времени воздействия. Общая картина изменений под влиянием различных уровней ЭМИ представлена в таблице 4.

Таблица 4.

Интенсивность ЭМИ, мВт/см^2	Наблюдаемые изменения
600	Болевые ощущения в период облучения
200	Угнетение окислительно-восстановительных процессов в ткани
100	Повышенное артериальное давление с последующим его снижением. Двухсторонняя катаракта
40	Ощущение тепла. Расширение сосудов. При облучении 0,5-1 ч повышение давления на 20-30 мм рт. ст.
20	Стимуляция окислительно-восстановительных процессов в ткани
10	Изменение биоэлектрической активности головного мозга
8	Неопределенные сдвиги со стороны крови с общим временем облучения 150 ч, изменение свертываемости крови
6	Электрокардиографические изменения, изменения в рецепторном аппарате
4-5	Изменение артериального давления при многократных облучениях.
2-3	Выраженный характер снижения артериального давления, тенденция к учащению пульса, незначительные колебания объема сердца
1	Снижение артериального давления, тенденция к учащению пульса, незначительные колебания объема крови сердца.
0,4	Слуховой эффект при воздействии импульсных ЭМП
0,3	Некоторые изменения со стороны нервной системы при хроническом воздействии в течение 5-10 лет
0,1	Электрокардиографические изменения
до 0,05	Тенденция к понижению артериального давления при хроническом воздействии

Катаракта, как результат воздействия ЭМИ РЧ и СВЧ. Особое место при изучении влияния ЭМИ РЧ и СВЧ на организм человека занимает исследование катарактогенеза - помутнения хрусталика с потерей зрительной функции. Результаты клинических исследований катаракты, возникшей от излучений РЧ и СВЧ, представляют собой неясную картину.

Опубликованные в настоящее время сообщения очень часто не содержат должного критического анализа электромагнитной ситуации, не учитывают возрастных особенностей, дозиметрических и частотных характеристик ЭМИ. При изучении эпидемиологических данных о катарактогенезе необходима полная уверенность, что рассматриваемая категория лиц действительно подвергается профессиональному облучению. Ведь среди факторов риска, способствующих возникновению катаракты, по данным ВОЗ, электромагнитным излучениям РЧ и СВЧ отводят пятое место после диабета, ультрафиолетового облучения, метаболических нарушений и ионизирующей радиации. Начиная с 1952 г. в печати сообщалось о десятках случаев возникновения у людей электромагнитной катаракты. Из всех представленных в литературе случаев возникновения катаракты у людей, контактирующих с источниками ЭМИ, следует, что процесс катарактогенеза может развиваться на фоне довольно длительного (от 1 года до 6 лет) хронического облучения ЭМИ с тепловыми уровнями, иногда при случайных кратковременных попаданиях в поле интенсивностью, превышающей средние значения в 20-100 раз. При нетепловых интенсивностях в ряде случаев можно обнаружить нарушения функции зрения, связанные с различением цветов, сосудистые изменения дна глаза. Однако большинство специалистов, изучавших клинические проявления катаракты или другого поражения органа зрения у персонала, контактирующего с ЭМИ при интенсивностях ниже тепловых, дают отрицательный ответ (в перечне профессиональных заболеваний данная профпатология отсутствует). Тем не менее, это не снимает вопроса о поражении глаз человека при более высоких уровнях воздействия, так как в эксперименте катаракту от воздействия ЭМИ можно отличить абсолютно достоверно.

Воздействие ЭМИ промышленной частоты. В настоящее время проводятся многочисленные исследования, направленные на изучение действия ЭМИ промышленной частоты (ПЧ) на организм человека. Электрические поля в теле человека наводят электрические токи, в ЭП с Е = 6-8 кВ/м наведенные токи составляют 90-120 мкА. Наведенные токи от ЛЭП при прохождении на землю по силе воздействия меньше или эквивалентны в первом приближении наведенным токам, возникающим при пользовании бытовыми электроприборами. Электрические и магнитные поля ПЧ сильно влияют на состояние всех биологических объектов, попадающих в зону их воздействия. Например, в районе действия электрического поля ЛЭП у насекомых проявляются изменения в поведении: так, у пчел фиксируется повышенная агрессивность, беспокойство, снижение работоспособности и продуктивности, склонность к потере маток; у жуков, комаров, бабочек и других летающих насекомых наблюдается изменение поведенческих реакций, в том числе изменение направления движения в сторону с меньшим уровнем излучения. У растений распространены аномалии развития - часто меняются формы и размеры цветков, листьев, стеблей, появляются лишние лепестки. Здоровый человек страдает от относительно длительного пребывания в поле ЛЭП. Кратковременное облучение (минуты) способно привести к негативной реакции только у гиперчувствительных людей или у больных некоторыми видами аллергии. Работы английских ученых в начале 90-х годов показали, что у ряда аллергиков под действием поля ЛЭП развивается реакция по типу эпилептической. При продолжительном пребывании (месяцы - годы) людей в электромагнитном поле ЛЭП у них могут развиваться заболевания преимущественно сердечно-сосудистой и нервной систем организма человека. В последние годы в числе отдаленных последствий часто называются онкологические заболевания.

5. Радиологическая безопасность средств связи

Появляются новые нетрадиционные очаги опасности жизнедеятельности человека, в начальный момент не столь значительные, но со временем

возрастающие. С тех пор как сотовые телефоны вошли в нашу жизнь, нам постоянно приходится слышать разговоры о том, что при длительном использовании они оказывают негативное влияние на здоровье человека. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), интенсивность радиоволн на поверхности Земли в сто миллионов раз превосходит по мощности солнечное излучение, и последствия такого вмешательства в окружающую среду планеты в настоящее время еще до конца не изучены и трудно предсказуемы.

С тем, что излучение сотовых телефонов негативно влияет на здоровье человека, соглашается подавляющее большинство специалистов, и споры вызывает лишь оценка степени такого влияния. Излучение сотового телефона носит достаточно сложный характер. Необходимо учитывать и напряженность электромагнитного поля, внутреннюю поглощенную энергию, а также режим модуляции. Мощность излучения телефона зависит от удаленности пользователя от базовой станции. Чем ближе последняя, тем меньше излучение, поскольку аппарату требуется меньше усилий на её поиск. Максимальную мощность излучения телефон создает в момент вызова. В процессе вызова телефон «ищет» ближайшую базовую станцию и устанавливает выходную мощность в зависимости от ее удаления и своей чувствительности. Соответственно максимальная мощность излучения будет иметь место при максимальной удаленности от базовой станции и при разговоре из автомобиля, особенно в движении. Новые «изобретения», позволяющие ослабить электромагнитное поле (ЭМП) за счет специальной конструкции антенны или использования наушников положительного эффекта не дают. Более того, в ряде случаев они (например, провода наушников) могут создавать дополнительную направленность (концентрацию излучения). Значение плотности потока мощности (ППМ) возрастает как корень квадратный отношения длины этих проводов к длине антенны. Существует еще опасность, что они могут послужить однонаправленной линией передачи (ОЛП), т.е. довести основную часть мощности точно до головы пользователя. Не следует увлекаться

разговором из салона автомобиля. Его внутренне пространство во время работы телефона может сыграть роль полого резонатора, у которого напряженность поля возрастает пропорционально его объему.

Установлено, что длительная работа телефона влияет на повышение давления. Так, разговор в течение 35 минут приводил к повышению давления на 5 – 10 мм рт. ст. Предполагается, что ЭМП при этом вызывает спазм сосудов, снабжающих кровью правое полушарие, а это уже приводит к повышению давления. Учитывая важную роль коры больших полушарий и гипоталамуса в осуществлении психических функций человека, можно ожидать, что длительное повторное воздействие предельно допустимых доз излучения (особенно в дециметровом диапазоне волн) может привести к психическим расстройствам, в том числе к изменению условно-рефлекторной деятельности, поведенческих реакций, состояния кратковременной и долговременной реакций, состояния кратковременной и долговременной памяти, изменениям биоэлектрической активности различных структур мозга.

В современных аппаратах для удобства пользования укорачивают антенну. Но чем короче антенна, тем больше ее добротность, определяющая величину энергии, находящейся в ближней зоне излучения и не излучающейся (связанная или реактивная энергия). Её действие дополняет и усугубляет негативное воздействие излучаемой энергии на головной мозг. Можно уменьшить воздействие таких негативных явлений, используя выдвижные антенны с автоматически регулируемой мощностью излучения, а также антенны направленного действия в сторону пользователя. В фиксированных антеннах используется принцип разнесения телефонной трубки и антенны.

Одна из составляющих сигнала радиотелефона – низкочастотный сигнал (примерно 2 Гц). Его источником является батарея электропитания. При пиковой величине создаваемого этим сигналом магнитного поля последнее можно сопоставить с иной высоковольтной электролинией – 6 мкТл у некоторых моделей. Именно низкие (1 – 5 Гц) частоты соответствуют ритму мозга человека, которые по интенсивности превышают другие ритмы

электрической активности здорового человека. Доказано, что модулированные ЭМП могут избирательно подавлять или усиливать биоритмы частоты биотоков мозга.

Ещё один негативный эффект электромагнитного излучения телефона – термический. Термический эффект обусловлен тем, что электромагнитная энергия, излучаемая сотовым телефоном, поглощается телом человека, и преобразуясь в тепловую, разогревает органы, расположенные в непосредственной близости от телефона. Учитывая то, что во время разговора в непосредственной близости от сотового телефона находится голова человека, то влияние электромагнитного излучения от мобильного телефона в большей степени выражается в повышении температуры отдельных участков головного мозга. Также этот эффект можно ощутить по нагреванию ушной раковины во время длительных разговоров по сотовому. На основе термического эффекта работают и микроволновые печи, с той лишь разницей, что излучение в микроволновке значительно выше, чем излучение от сотового телефона. Однако этот эффект неблагоприятен для любых органов человека.

Длительное воздействие электромагнитного поля на человека может привести к развитию радиоволновой болезни. Это заболевание характеризуется прежде всего изменениями функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Люди, продолжительное время находящиеся под действием облучения, жалуются на слабость, раздражительность, быструю утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна. Довольно часто к этим симптомам добавляются расстройства вегетативных функций нервной системы. Со стороны сердечно-сосудистой системы проявляются гипотония, боли в сердце, нестабильность пульса. Через несколько лет у некоторых появляется чувство внутренней напряженности, суетливость. Существуют данные о возникновении психических расстройств у людей, которые в течение пяти и более лет систематически подвергались воздействию электромагнитного поля напряженностью, близкой к предельно допустимой. Прежде всего это

относится к занимающимся умственным трудом, и людям моложе 30 лет, интенсивно пользующихся сотовыми телефонами. В Западных странах уже лечатся от болезненной психологической привязанности к сотовым телефонам. Так называемые «мобильные наркоманы» самостоятельно не способны избавиться от привычки часами разговаривать по сотовому телефону и ежедневно посылать сотни SMS-сообщений.

Таким образом, можно сделать вывод - традиционные средства радиотелефонной связи вредны для человека, когда они становятся активным рабочим инструментом на протяжении всего дня. Именно по этим причинам в ряде стран Запада создаются зоны, свободные от применения радиотелефонов. Запрещено их применение в местах общественного пользования. Таких как рестораны, театры и т.п. В России водителю за рулем запрещается пользоваться радиотелефоном.

Для части стран постсоветского пространства сохраняется преимущественно нормирование в единицах плотности потока энергии (ППЭ), а для США и стран ЕС типичным является оценка удельной мощности поглощения (SAR). Допустимые уровни излучения базовых станций мобильной связи (900 и 1800 МГц, суммарный уровень от всех источников) в санитарно-селитебной зоне в некоторых странах заметно различаются. Например, в Украине - 2,5 мкВт/см² (самая жёсткая санитарная норма в Европе); в России, Венгрии - 10 мкВт/см²; в США и скандинавских странах - 100 мкВт/см².

Существует «Экспериментальная оценка уровня безопасности некоторых моделей сотовых телефонов», где даны оценки уровней излучения некоторых моделей сотовых телефонов, измеренные в SAR (Вт/кг) при 0,25 Вт выходной мощности на 10 г веса (диапазон значений: 0,28…1,33).

О недостатках законодательной базы, которая не успевает вслед за прогрессом мобильных устройств связи, говорит тот факт, что до сих пор в Великобритании безопасным уровнем SAR считается уровень равный 10. Такая же примерно картина наблюдается и в других странах.

Несмотря на столь большие допуски в вопросах безопасности сотовых устройств связи, Великобритания первая начала рассматривать вопрос о влиянии мобильных телефонов на здоровье детей. Летом 2000 года был опубликован отчет группы ведущих британских ученых по изучению воздействия мобильных телефонов на здоровье детей. В отчете говорится, что детям не следует пользоваться мобильными телефонами вследствие большей восприимчивости детского организма к действию электромагнитных излучений. Исследование было проведено по заказу британского правительства, которое сразу же отреагировало на полученный отчет. Министры получили указание разработать новые правила использования мобильных телефонов детьми, в которых будет указан минимальный возраст пользователей, максимальная продолжительность разговора и количество возможных ежедневных звонков. Сообщение о возможном риске для детей-пользователей мобильных телефонов привело в смятение многие компании мобильной связи, поскольку они рассчитывали на этот контингент в своих бизнес-планах.

А в Японии, в отличие от Великобритании, где насчитывается 30 млн. пользователей сотовой связи, процент сотовых телефонов в пересчете на население страны значительно выше. Возможно, именно этот факт и вынудил японское правительство пересмотреть стандарты на уровни излучения мобильных телефонов в сторону ужесточения требований. Производители мобильных телефонов будут обязаны поддерживать уровень излучения не выше 2 Вт на каждый килограмм мозга клиента. Производители, однако, не считают, что новые требования правительства сильно повлияют на развитие мобильной связи, поскольку выпускаемые сейчас телефоны дают излучение на уровнях от 0,13 до 0,6 Вт. Видно, что правительство Японии не хочет нанести вред своими действиями высокотехнологичной и главное прибыльной отрасли производства.

Современные представления о биологическом действии ЭМИ от мобильных радиотелефонов не позволяют прогнозировать все неблагоприятные

последствия, многие аспекты проблемы не освещены в современной литературе и требуют дополнительных исследований. В связи с этим, согласно рекомендациям ВОЗ, целесообразно придерживаться предупредительной политики, т. е. максимально уменьшить время использования сотовой связи.

6. Нормирование электромагнитных излучений.

Санитарно-эпидемиологические требования к условиям производственных воздействий ЭМП установлены СанПиН 2.2.4.1197-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях». Они направлены на обеспечение защиты персонала, профессионально связанного с эксплуатацией и обслуживанием источников ЭМП.

В соответствии с СанПиН 2.2.4.1197-03 оценка воздействия ЭМП промышленной частоты (50 Гц) осуществляется раздельно по напряженности электрического поля (Е) в кВ/м, напряженности магнитного поля (Н) в А/м. Нормирование электромагнитных полей 50 Гц на рабочих местах персонала дифференцировано в зависимости от времени пребывания в электрическом поле.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) напряженности ЭП на рабочих местах в течение всей смены равен 5 кВ/м. При напряженности электрического поля в интервале от 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания в поле Т, ч, рассчитывается по формуле

$$T = \left(\frac{50}{E}\right) - 2$$

где Е - напряженность ЭП в контролируемой точке, кВ/м.

При напряженности поля свыше 20 до 25 кВ/м включительно допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин. Пребывание в электрическом поле с напряженностью > 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

Оценка и нормирование электромагнитных полей диапазона частот 10-30 кГц осуществляется по напряженности электрического (Е), в В/м, и магнитного (Н), в А/м, полей в зависимости от времени воздействия. ПДУ напряженности

электрического и магнитных полей при воздействии в течение всей смены составляет 500 В/м и 50 А/м соответственно. При продолжительности воздействия ЭМП до двух часов ПДУ напряженности электрического и магнитного полей составляет 1000 В/м и 100 А/м соответственно.

Оценка и нормирование ЭМП диапазона частот 30 кГц - 300 ГГц осуществляется по величине энергетической экспозиции, которая рассчитывается по формулам:

в диапазоне частот 30 кГц - 300 МГц:

$$ЭЭ_E = E^2 \cdot T, (В/м)^2 \cdot ч,$$

$$ЭЭ_H = H^2 \cdot T, (А/м)^2 \cdot ч$$

в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц:

$$ЭЭ_{ППЭ} = ППЭ \cdot T, (мкВт/см^2) \cdot ч,$$

где Е - напряженность электрического поля (В/м);

Н - напряженность магнитного поля (А/м);

ППЭ - плотность потока энергии (мкВт/см^2);

Т - время воздействия за смену (ч).

Предельно допустимые уровни энергетических экспозиций на рабочих местах за смену представлены в табл. 5.

Таблица 5.

ПДУ энергетических экспозиций ЭМП диапазона частот > 30 кГц - 300 ГГц

Параметр, единицы измерения	$ЭЭ_{ПДУ}$ в диапазонах частот (МГц)				
	0,03-3,0	>3,0 – 30,0	>30,0 – 50,0	>50,0 – 300,0	>300,0 – 300000,0
$ЭЭ_E$(В/м)^2·ч	20000	7000	800	800	–
$ЭЭ_H$(А/м)^2·ч	200	–	0,72	–	–
$ЭЭ_{ПДУ}$(мкВт·ч)	–	–	–	–	200

Максимально допустимые уровни напряженности электрического и магнитного полей, плотности потока энергии ЭМП для работников не связанных с источником ЭМП приведены в табл. 6.

Таблица 6.

ПДУ напряженности и плотности потока энергии ЭМП

диапазона частот > 30 кГц – 300 ГГц

Параметр, единицы измерения	Максимально-допустимые уровни в диапазонах частот (МГц)				
	0,03-3,0	>3,0 – 30,0	>30,0 – 50,0	>50,0 – 300,0	>300,0 – 300000,0
Е, В/м	500	300	80	80	–
Н, А/м	50	–	3,0	–	
ППЭ, мкВТ/см^2	–	–	–	–	1000 5000*

*Примечание: * - для условий локального облучения кистей рук*

7. Защита от воздействия электромагнитных излучений

Защита организма человека от действия электромагнитных излучений предполагает снижение их интенсивности до уровней, не превышающих предельно допустимые. Защита обеспечивается выбором конкретных методов и средств, учетом их экономических показателей, простотой и надежностью эксплуатации. Организация этой защиты подразумевает:

- оценку уровней интенсивности излучений на рабочих местах и их сопоставление с действующими нормативными документами;

- выбор необходимых мер и средств защиты, обеспечивающих степень защищенности в заданных условиях;

- организацию системы контроля над функционирующей защитой.

По своему назначению защита может быть коллективной, предусматривающей мероприятия для групп персонала, и индивидуальной - для каждого специалиста в отдельности. В основе каждой из них лежат организационные и инженерно-технические мероприятия.

Организационные меры защиты направлены на обеспечение оптимальных вариантов расположения объектов, являющихся источниками излучения, и объектов, оказывающихся в зоне воздействия, организацию труда

и отдыха персонала с целью снизить до минимума время пребывания в условиях воздействия, предупредить возможность попадания в зоны с интенсивностями, превышающими ПДУ, т. е. осуществить защиту «временем». Внедрение в практику этих защитных мер начинается в период предупредительного и уточняется в период текущего санитарного надзора. К организационным мерам защиты следует отнести и проведение ряда лечебно-профилактических мероприятий. Это, прежде всего, обязательное медицинское освидетельствование при приеме на работу, последующие периодические медицинские обследования, что позволяет выявить ранние нарушения в состоянии здоровья персонала, отстранить от работы при выраженных изменениях состояния здоровья.

В каждом конкретном случае оценка риска здоровью работающих должна базироваться на качественной и количественной характеристике факторов. Существенным с позиции влияния на организм является характер профессиональной деятельности и стаж работы. Важную роль играют индивидуальные особенности организма, его функциональное состояние.

К организационным мерам следует отнести также применение средств наглядного предупреждения о наличии того или иного излучения, вывешивание плакатов с перечнем основных мер предосторожности, проведение инструктажей, лекций по безопасности труда при работе с источниками излучений и профилактике их неблагоприятного и вредного воздействия. Большую роль в организации защиты играют объективная информация об уровнях интенсивностей на рабочих местах и четкое представление об их возможном влиянии на состояние здоровья работающих.

Защита «временем» предусматривает нахождение в контакте с излучением только по служебной необходимости с четкой регламентацией по времени и пространству совершаемых действий; автоматизацию работ; уменьшение времени настроечных работ и т. д. В зависимости от воздействующих уровней (инструментальный и расчетный методы оценки) время контакта с ними определяется в соответствии с действующими нормативными документами.

Защита рациональным (оптимальным) размещением подразумевает определение санитарно-защитных зон, зон недопустимого пребывания на этапах проектирования. В этих случаях для определения степени снижения воздействия в каком-то пространственном объеме используют специальные расчетные, графоаналитические, инструментальные (стадия экспериментальной эксплуатации) методы.

Организационные меры коллективной и индивидуальной защиты основаны на одних и тех же принципах и в некоторых случаях относятся к обеим группам. Разница лишь в том, что первые направлены на нормализацию электромагнитной обстановки для целых коллективов, на больших производственных площадях, а вторые уменьшают излучения при индивидуальной регламентации труда.

Инженерно-технические меры защиты применяются в тех случаях, когда исчерпана эффективность организационных мер.

Коллективная защита по сравнению с индивидуальной предпочтительней вследствие простоты обслуживания и проведения контроля над эффективностью защиты. Однако ее внедрение часто осложняется высокой стоимостью, сложностью защиты больших пространств. Нецелесообразно, например, ее использование при проведении кратковременных работ в полях с интенсивностью выше предельно допустимых уровней. Это ремонтные работы в аварийных ситуациях, настройка и измерение в условиях открытого излучения, при проходе через опасные зоны и т.д. В таких случаях показано применение индивидуальных средств защиты.

Тактика применения методов коллективной защиты от ЭМИ зависит от нахождения источника облучения по отношению к производственному помещению: внутри или снаружи.

Индивидуальные средства защиты предназначены для предотвращения воздействия на организм человека ЭМИ с уровнями, превышающими предельно допустимые, когда применение иных средств невозможно или

нецелесообразно. Они могут обеспечить общую защиту, либо защиту отдельных частей тела (локальная защита).

Наиболее эффективным и часто применяемым методом защиты от ЭМИ РЧ и СВЧ является экранирование самого источника или рабочего места. Защитные экраны делятся на отражающие и поглощающие излучение. К первому типу относятся сплошные металлические экраны, экраны из металлической сетки, из металлизированной ткани. Ко второму типу относятся экраны из радиопоглощающих материалов. Формы и размеры экранов разнообразны и соответствуют условиям применения.

Толщину экрана S можно определить из формулы

$$\delta = \frac{L}{15{,}4 \cdot \sqrt{f \cdot \mu_a \cdot \sigma}},$$

где f- частота ЭМИ, Гц;

μ_a - магнитная проницаемость материала экрана, Гн/м,

$$\mu_a = \mu_г \cdot \mu_0$$

где $\mu_г$ - относительная магнитная проницаемость материала экрана;

μ_0- магнитная постоянная, равна 12,56 Гн/м;

σ- удельная проводимость материала экрана, Ом/м;

L - требуемый коэффициент ослабления экрана, дБ.

Значение L определяется из формул:

$$L = 20\lg \cdot \frac{E}{E_{ПДУ}};\ L = 20 \cdot \lg \cdot \frac{H}{H_{ПДУ}};\ L = 10\lg \cdot \frac{ППЭ}{ППЭ_{ПДУ}};$$

где E, H, ППЭ - значения напряженности электрического (В/м) и магнитного

(А/м) полей соответственно, а также плотности потока энергии (мВт/см^2) при отсутствии экрана;

$E_{ПДУ}$, $H_{ПДУ}$, $ППЭ_{ПДУ}$ - допустимые значения тех же величин.

Общая структура мер защиты от воздействия электромагнитных излучений РЧ и СВЧ представлены в таблице 7.

Таблица 7.

Наименование мер защиты	Коллективная защита		Индивидуальная защита	
организационные меры защиты	лечебно – профилактические мероприятия			
	применение средств наглядного предупреждения о наличии ЭМП вывешивание плакатов, памяток с перечнем основных мер предосторожности, проведение лекций по безопасности труда при работе с источниками ЭМП и профилактике переоблучений от их воздействия, снижение уровня воздействия сопутствующих производственных факторов		проведение медицинского освидетельствования при приеме на работу периодические медицинские обследо-вания и врачебные наблюдения за персоналом объективная информация об уровне интенсивностей на рабочем месте и четкое представление об их возможном влиянии на состояние здоровья работающих, проведение инструктажа по правилам техники безопасности при работе в условиях воздействия ЭМИ	
	мероприятия по защите «временем»			
	разработка оптимального режима труда и отдыха коллектива с организацией рабочего времени с минимально возможным контактом по времени с ЭМИ		нахождение в контакте с ЭМИ только по служебной необходимости с четкой регламентацией по времени и пространству совершаемых действий	
	мероприятия по защите за счет рационального размещения объектов			
	рациональное размещение облучающих и облучаемых объектов: увеличение расстояний между ними, подъем антенн или диаграмм направленности и т.д.		организация рабочего места с целью создания условий с минимальными уровнями воздействующих ЭМИ	
инженерно-технические меры защиты	секторное блокирование направлений излучений		экранирование отдельных рабочих мест радиоотражающими или радиопоглощающими материалами	
	экранирование объемов облучения	радиоотражающие материалы радиопоглощающие материалы строительные материалы лесонасаждения	индивидуальные средства тотальной защиты в комплекте со средствами локальной защиты	костюмы комбинезоны
	экранирование радиоизлучающих источников	поглощающие нагрузки эквиваленты антенн поглотители мощности аттенюаторы	индивидуальные средства локальной защиты	радиозащитные халаты перчатки шлемы щитки очки и т.д.

Наряду с проведением защитных мероприятий, имеющих общий характер, существует ряд специальных мероприятий. Так, в ряде случаев защитные меры от ЭМИ РЧ и СВЧ включают ограничение работы источников по углу места и азимуту, а также необходимость подъема диаграммы направленности или антенны. После предварительного определения степени необходимого ослабления излучения до уровней, не превышающих предельно допустимые, проводится соответствующий подъем антенны или угла наклона. Этот метод не является чисто организационным. Он предполагает проведение дополнительных строительных и инженерных работ: создание насыпей и т. д., а вследствие подъема антенны или угла наклона диаграммы направленности многие характеристики радиоизлучающего объекта могут измениться. К этой же группе защитных мероприятий следует отнести и защиту расстоянием. Она достигается максимально возможным удалением облучаемых объектов от источника излучений, дистанционным его управлением и т. д. В основе такой защиты лежит принцип уменьшения интенсивности излучения обратно пропорционально квадрату расстояния между источником и объектом облучения. После проведения защитных мер для снижения уровня интенсивности при рациональном размещении объектов обязателен инструментальный контроль над уровнем излучения.

При организации инженерно-технических мер защиты от ЭМИ РЧ и СВЧ всегда надо учитывать принципы, на основе которых действуют те или иные защитные средства, устройства, конструкции. В этих случаях основными принципами являются сквозное и дифракционное затухание и радиопоглощение.

Сквозное затухание обусловлено проникновением электромагнитной энергии через какой-либо материал или изделие из этого материала и определяет кратность защиты. Наибольшим сквозным затуханием обладают сплошные металлические экраны. Однако для конкретных гигиенических целей выбор толщины материала защиты не имеет принципиального значения и диктуется только экономическими соображениями. Поэтому предпочтение

отдается тонкой металлической фольге в несколько сотых миллиметра либо сетчатым экранам. На величину сквозного затухания влияет ориентация электромагнитной волны по отношению к направленности проводов и плоскости сетки. Так, при параллельной поляризации с уменьшением угла падения электромагнитного луча от 90 до 30° происходит усиление сквозного затухания на 3-10 дБ, при перпендикулярной поляризации - ослабление на 3-10 дБ в зависимости от частоты излучения и характеристики сетки.

Экранирующие свойства строительных материалов. Определенными защитными свойствами, оцениваемыми по степени сквозного затухания, обладают строительные материалы и конструкции из них, сравнительная характеристика которых представлена в таблице 8. Для конструкций из различных экранирующих материалов оценку степени сквозного затухания дают только по результатам инструментального метода.

Таблица 8.

Наименование материала или конструкции	Толщина, см	Сквозное затухание (дБ) на частоте		
		3,0 ГГЦ	10,0 ГГЦ	37,5 ГГЦ
кирпич	12	15	15	15
металлизированный стеклянный кирпич	-	25	25	25
штукатурка	1,8	-	8	12
стекло	0,28	-	2	2
доска	5,0	8,4	-	-
доска	3,5	5,0	-	-
доска	1,6	2,8	-	-
фанера	0,4	-	1	2
древесностружечная плита	1,8	3,2	20,5	-
шлакобетонная стена	46	14,5	21	-
капитальная стена здания	70	16	12	-
оштукатуренная стена	15	8	22	-
межэтажная перегородка	80	20	13	-
окно с двойными рамами	-	7	-	-
окно с одинарной рамой	-	4,5		-

В случаях, когда фронт падающей волны сталкивается с кромкой каких-либо экранирующих средств, приходится оценивать дифракционное затухание. При этом эффективность защитных мероприятий будет определяться

превышением уровня защитного экрана по отношению к источнику и объекту облучения.

При проведении защитных мероприятий обычно приходится сталкиваться и с влиянием на электромагнитную обстановку отдельно расположенных радиоотражающих поверхностей, что на практике вызывает большие трудности в оценке эффективности мер защиты. Так, если имеется отражающая поверхность, расчет затухания нужно производить с учетом коэффициента отражения по диаграмме направленности до и после отражающей поверхности. Если расчетная точка находится точно в отраженном луче, то затухание рассчитывается по формуле:

$$B_{отр} = (R_{отр} / R_{пр})^2 \cdot F_Э ,$$

где $R_{пр}$ - прямое расстояние «источник облучения - точка облучения»; $R_{отр.}$ - расстояние «источник облучения - отраженная поверхность - точка облучения»; $F_Э$ - коэффициент отражения.

Радиопоглощающие материалы. Защита, основанная на принципе радиопоглощения, применяется при создании аналогов свободного пространства при антенных нагрузках; при невозможности применения каких-либо других защитных материалов вследствие возможного нарушения технологического процесса; при обкладывании мест стыков внутренней поверхности шкафов с генераторной и усилительной аппаратурой, генерирующей ЭМИ; при закладывании щелей между теми деталями волноведущих структур, которые не могут быть соединены сваркой или пайкой. Используемые радиопоглощающие материалы должны отвечать следующим требованиям: максимальное поглощение электромагнитных волн в широком частотном диапазоне, минимальное отражение, отсутствие вредных испарений, пожаробезопасность, небольшие габариты и вес. По максимальному поглощению и минимальному отражению лучшими качествами обладают материалы с ячеистой структурой, пирамидальной или шиповидной поверхностью.

Радиопоглощающие материалы разделяются на материалы интерференционного типа, где гашение электромагнитных волн происходит за счет интерференции, и материалы, в которых электромагнитная энергия превращается в тепловую за счет наведения рассеянных токов, магнитогистерезисных или высокочастотных диэлектрических потерь. По электрическим и магнитным свойствам различают диэлектрические и магнитодиэлектрические материалы, по рабочему диапазону частот поглощения – узко- и широкодиапазонные. Со стороны, не подлежащей облучению, радиопоглощающие материалы покрываются, как правило, радиоотражающими, в результате чего характеристики всей радиоэкранирующей конструкции во многом улучшаются. Критерием, характеризующим защитные свойства радиопоглощающего материала, выступает коэффициент отражения по мощности.

Принцип поглощения электромагнитной энергии лежит в основе применения поглотителей мощности, используемых в качестве нагрузок на генераторы вместо открытых излучателей. Таким образом, обеспечивается защита пространства от проникновения в нее ЭМИ. Поглотители мощности - это отрезки коаксиальных или волноводных линий, частично заполненных поглощающими материалами. Энергия излучения поглощается в заполнителе, преобразуясь в тепловую. Заполнителями могут быть: чистый графит (или в смеси с цементом, песком, резиной, керамикой, порошковым железом), дерево, вода. Для понижения уровня мощности излучения в тракте (или на открытое излучение) можно применять и аттенюаторы. По принципу действия их разделяют на поглощающие и предельные. Поглощающие являются отрезками коаксиальной или волноводной защиты, в которой помещены детали с радиоизлучающим покрытием. Предельные аттенюаторы представляют собой отрезки круглых волноводов, диаметр которых значительно меньше критической длины волны в рабочем диапазоне длин волн данного аттенюатора. В этом случае мощность излучения, проходящая по аттенюатору, затухает по экспоненциальному закону.

При нахождении источников РЧ и СВЧ внутри помещений защиту целесообразно проводить в местах проникновения электромагнитной энергии из экранизирующих кожухов, улучшать методы радиогерметизации стыков и сочленений, применять насадки с радиопоглощающей нагрузкой. При внешних источниках применяются различные защитные изделия из радиоотражающих материалов: металлизированные обои, металлизированные шторы, сетки на окнах и другие. Наибольшей эффективностью эти защитные средства обладают в СВЧ диапазоне, на более низких частотах их применение ограничено дифракцией.

Экранирующие ткани. В основе использования средств индивидуальной защиты от ЭМИ лежат принципы сквозного затухания. Экранирующие свойства тканей определяются удельным содержанием металлизированных нитей. Характер взаимного расположения нитей в виде решетки обусловливает способность ткани защищать от ЭМИ различных поляризаций. До настоящего времени у нас в стране было разработано два типа защитной ткани: с открытой и скрытой металлизацией.

Ткань первого типа изготовляется из хлопчатобумажных нитей, на которые накручивается металлическая фольга. Сплетенная из таких нитей ткань имеет металлический блеск. Хотя некоторые ткани имеют достаточные экранирующие свойства, они не нашли широкого применения, так как костюмы из них, с одной стороны, производят нежелательное психологическое воздействие на окружающих, с другой стороны - человек в этом костюме ощущает в электрических полях легкое покалывание током, вызывающее неприятные ощущения. Увеличивается опасность электротравм. К этой группе относятся также ткани типа парчи.

Защитная ткань второго типа имеет скрытую металлизацию. В этом случае тонкая прочная микропроволока вплетается внутрь хлопчатобумажной нити. Изготовленная из таких нитей ткань не имеет недостатков, присущих ткани с открытой металлизацией, и по внешнему виду не отличается от обычной.

До последнего времени широко применялась ткань В-1. По основе она содержит на 10 см длины 320 нитей. Из них каждые 2 нити из 3 имеют внутри микропровод. По основе данная ткань ослабляет сантиметровые волны на 23,5 дБ (в 225 раз). При этом ослабление в диапазоне частот излучения 0,6-10 ГГц составляет 20-30 дБ. На более высокой частоте облучения степень защиты уменьшается, поэтому верхняя граница применения средств индивидуальной защиты (СИЗ) из такого материала составляет насколько десятков ГГц, нижняя - 0,3-0,6 ГГц. Эти ограничения в ГГц-диапазоне связаны с тем, что не обеспечивается достаточный контакт между проводниками ткани, а в МГц-диапазоне - появлением резонансных изменений величины затухания при соизмеримости длины волны излучения с размерами одежды. В некоторых случаях с целью повышения эффективности защиты, места швов отдельных элементов одежды пропитывают электропроводящей массой или клеем. В последнее время разработана новая радиоэкранирующая ткань типа «Восход» на основе полимерных волокон с покрытием из меди, никеля и других металлов.

Индивидуальные средства защиты могут конструироваться по принципу тотальной (комбинезоны в комплекте со шлемами, масками, бахилами, перчатками) либо локальной защиты (очки, фартуки, шлемы, капюшоны и д.р.). Сам принцип использования СИЗ предусматривает их непродолжительное ношение, как правило, при аварийных ситуациях, испытаниях радиоизлучающих средств, выполнении ремонтных работ в зоне облучения при невозможности остановки аппаратуры, генерирующей ЭМИ. Поступаемые на снабжение СИЗ от ЭМИ далеки от совершенства и сами по себе нуждаются в дальнейшей разработке, в том числе поиске новых видов материалов для изготовления. Существующие СИЗ неудобны в эксплуатации (например, радиозащитный комбинезон весьма тяжел и неудобен, требует специального заземления).

Защитные очки. К индивидуальным средствам локальной защиты можно отнести шлем, маски, очки, которые применяются как отдельно, так и в

комплексе с другими средствами индивидуальной защиты. Линзы очков изготавливают из специального стекла (например, покрытого двуокисью олова - ТУ 166-63), вырезанные в виде эллипсоидов с размером полукруга 25×17 мм и вставленные в оправу из пористой резины с вшитой в нее металлической сеткой.

Для изготовления защитного стекла можно использовать различные материалы. Это зависит от степени их оптической прозрачности и защитных свойств для определенных частот ЭМИ. Защитные свойства очков оцениваются по степени затухания применённого стекла. Следует иметь в виду, что защиту очками до 10 дБ можно получить лишь на частоте излучения более 3 ГГц. При более низких частотах (менее 1-2 ГГц) они бесполезны. Поэтому в перспективе при разработке СИЗ от ЭМИ защита глаз, области лица должна быть тотальной по типу шлема со светопрозрачным участком на уровне глаз, но обладающим достаточным радиозащитным свойством в широком диапазоне частот, включая 1-2 ГГц.

Защитные маски изготавливаются из любого светопрозрачного материала с включением в него каких-либо радиоотражающих структур: напыление металлом, пленки из окислов металлов, покрытие из металлизированных сеток. Форма и размер маски выбираются так, чтобы величина дифракционного затухания на уровне глаз была не менее затухания защитного материала. С целью обеспечения дыхания и теплообмена в защитной маске по ее периметру делают перфорационные отверстия, размер и частота которых рассчитываются по соответствующим номограммам. Для повышения затухания ЭМИ перфорационным материалом внутреннюю поверхность отверстий по всей толщине маски покрывают радиозащитным материалом.

Защитные шлемы, фартуки, куртки, бахилы. Чтобы обеспечить необходимую эффективность защиты, шлемы, фартуки, куртки, бахилы и другие элементы локальной защиты изготавливают с учетом всех требований сквозного, дифракционного затухания.

В практической деятельности необходимо иметь в виду, что защитные свойства материалов от ЭМИ и изделий из них - не одно и то же. Это связано с различными радиочастотными свойствами защитных изделий в целом, наличием мест стыков отдельных частей конструкций. Неизбежным является появление резонансных эффектов, свойственных различным неровностям на изделиях, размеры которых кратны длине волны действующего ЭМИ. Надо отметить, что если пренебречь данными эффектами, то сквозное затухание какого-либо материала всегда больше его сквозного затухания в конструкции. Хотя большинство методов измерений рассчитано только на определение экранирующих свойств материалов, они пригодны и для изделий в целом.

Линии электропередачи. Среди коллективных мер защиты на первый план выступает ряд предварительных мероприятий, проводимых на этапах проектирования энергопередающих устройств. Это недопущение проведения жилой застройки в непосредственной близости от ЛЭП, где уровни интенсивности электрических полей превышают предельно допустимые для населения, определение зон недопустимого пребывания населения, а также предупреждение их случайного попадания в эти зоны. Основной принцип защиты здоровья населения от электромагнитного излучения ЛЭП состоит в установлении санитарно-защитных зон для линий электропередачи и снижении напряженности электрического излучения в жилых зданиях и в местах возможного продолжительного пребывания людей путем применения защитных экранов.

В пределах санитарно-защитной зоны ЛЭП запрещается:

- размещать жилые и общественные здания и сооружения;
- устраивать площадки для стоянки и остановки всех видов транспорта;
- размещать предприятия по обслуживанию автомобилей и склады нефти и нефтепродуктов;
- производить операции с горючим, выполнять ремонт машин и механизмов.

К размещению ЛЭП ультравысоких напряжений (750 и 1150 кВ) предъявляются дополнительные требования по условиям воздействия электрического поля на население. Так, ближайшее расстояние от оси проектируемых ЛЭП 750 и 1150 кВ до границ населенных пунктов должно быть, как правило, не менее 250 и 300 м соответственно. Не следует покупать дачные и садовые участки под ЛЭП, в санитарно-защитной зоне ЛЭП, от имеющихся отказаться или перевести на выращивание культур, требующих минимального присутствия. Если участок граничит с санитарно-защитной зоной ЛЭП - пригласить специалистов из специально аккредитованных лабораторий для проведения замеров и определения безопасной зоны для продолжительного пребывания людей.

Территории санитарно-защитных зон разрешается использовать как сельскохозяйственные угодья, однако рекомендуется выращивать на них культуры, не требующие ручного труда.

В случае если на каких-то участках напряженность электрического излучения за пределами санитарно-защитной зоны окажется выше предельно допустимой 0,5 кВ/м внутри здания и выше 1 кВ/м на территории зоны жилой застройки (в местах возможного пребывания людей), должны быть приняты меры для снижения напряженности. Для этого на крыше здания с неметаллической кровлей размещается практически любая металлическая сетка, заземленная не менее чем в двух точках. В зданиях с металлической крышей достаточно заземлить кровлю не менее чем в двух точках. На приусадебных участках или других местах пребывания людей напряженность поля промышленной частоты может быть снижена путем установления защитных экранов, например, это железобетонные, металлические заборы, тросовые экраны, деревья или кустарники высотой не менее 2 м.

Распространенными коллективными средствами инженерно-технической защиты от действия ЭМИ ПЧ являются экранирующие навесы, козырьки. Экранирующие навесы изготавливаются из параллельных проводников (диаметр 3-5 мм, расстояние между ними 20 см) и располагаются на высоте 2,5

м над пешеходными дорожками. При этом кратность защиты под серединой навеса достигает 17, у края - 5. Экранирующие козырьки, используемые в качестве защиты, изготавливаются в виде сеток из такого же материала с размером ячеек 5 -10 см с кратностью защиты, равной 6. Для прохода людей, проезда автомашин, сельскохозяйственной техники под высоковольтными линиями электропередач организуют приспособления, относящиеся к коллективным средствам защиты. В частности, к ним относятся сокращение расстояний между опорами, применение экранирующих тросов, навесов, натянутых на заземленных опорах. В ряде случаев на установках 400 и 500 кВ на расстоянии 4,5 м и 750 кВ на расстоянии 6 м до токоведущих частей устанавливаются экраны. Во всех случаях экранирующие устройства подлежат заземлению с величиной сопротивления заземляющего устройства 10 Ом.

ЛЕКЦИЯ 7. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН (ПЭВМ) И ВИДЕОДИСПЛЕЙНЫХ ТЕРМИНАЛОВ (ВДТ).

1. Требования к помещениям для работы с ПЭВМ. 2. Требования к микроклимату, содержанию аэроионов и вредных веществ в воздухе на рабочих местах с ПЭВМ и ВДТ. 3. Требования к уровням шума и вибрации на рабочих местах. 4. Требования к освещению. 5. Требования к уровням электромагнитных полей. 6. Общие требования к организации рабочих мест пользователя ПЭВМ. 7. Требования к организации режима труда и отдыха.

Основные требования к ПЭВМ и ВДТ, помещениям для работы с ними, вредным и опасным производственным факторам (ВОПФ) изложены в санитарно – эпидемиологических правилах и нормативах приведенных в «Гигиенических требованиях к персональным электронным вычислительным машинам и организации работы. СанПин 2.2.2/2.4.1340 – 03».

Они определяют следующие санитарно-эпидемиологические требования к:

- проектированию, изготовлению и эксплуатации ПЭВМ и ВДТ, используемых на производстве, в обучении и в быту;
- проектированию, строительству и эксплуатации помещений, предназначенных для работы с ПЭВМ и ВДТ, а также к условиям труда и организацию рабочих мест операторов;
- организации рабочих мест с ПЭВМ, ВДТ, а также с производственным оборудованием и игровыми комплексами на базе ПЭВМ.

Требования санитарных правил распространяются на условия и организацию работы с ПЭВМ и ВДТ, на вычислительные электронные цифровые машины персональные, портативные; периферийные устройства вычислительных

комплексов (принтеры сканеры, клавиатуру, модемы и т.д.), устройства отображения информации (видеодисплейные терминалы всех типов).

Перечень продукции и контролируемых параметров вредных и опасных факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1

№	Вид продукции	Код ОКП	Контролируемые гигиенические параметры
1	Машины вычислительные электронные цифровые, машины вычислительные электронные цифровые персональные (включая персональные ЭВМ).	40 1300, 40 1350, 40 1370	Уровни электромагнитных полей (ЭМП), акустического шума, концентрация вредных веществ в воздухе, визуальные показатели ВДТ.
2	Устройства периферийные: принтеры, сканеры, модемы, сетевые устройства, блоки бесперебойного питания и т. д.	40 3000	Уровни ЭМП, акустического шума, концентрация вредных веществ (ВВ) в воздухе.
3	Устройства отображения информации (видео-дисплейные терминалы).	40 3200	Уровни ЭМП, визуальные показатели, концентрация ВВ в воздухе.
4	Автоматы игровые с использованием ПЭВМ.	96 8575	Уровни ЭМП, акустического шума, концентрация ВВ в воздухе, визуальные показатели ВДТ.

1. Требование к помещениям для работы с ПЭВМ

Помещения для эксплуатации ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение. Эксплуатация ПЭВМ в помещениях без естественного освещения допускается только при соответствующем обосновании и наличии положительного санитарно–эпидемиологического заключения, выданного в установленном порядке. Оба освещения должны соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, должны быть ориентированы преимущественно на север и северо-восток.

Оконные проемы должны оборудоваться регулируемыми устройствами типа жалюзи, занавесей, внешних козырьков и т.д. Площадь на одно рабочее место (РМ) пользователей ПЭВМ и ВДТ на базе электроннолучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6 $м^2$, а на базе плоских дискретных экранов (жидко – кристаллических, плазменных) – 4,5 $м^2$. Объем помещения, приходящегося на одно рабочее место, должен быть не менее 20 $м^3$, а для учебных и дошкольных учреждений – 24 $м^3$.

Схемы размещения РМ с ПЭВМ и ВДТ должны учитывать расстояния между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), которое должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м. Рабочие места ПЭВМ и ВДТ в залах электронно – вычислительных машин или в помещениях с источниками ВОПФ должны размещаться в изолированных кабинах с организованном воздухообменом. Рабочие места с ПЭВМ и ВДТ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания следует изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 – 2,0 м.

Для внутренней отделки интерьера помещений, где расположены ПЭВМ, должны использоваться диффузно – отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка – 0,7 – 0,8; для стен – 0,5 – 0,6; для пола- 0,3 – 0,5. Полимерные материалы используются для внутренней отделки помещений с ПЭВМ при наличии санитарно – эпидемиологического заключения.

Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Не следует размещать РМ с ПЭВМ вблизи силовых кабелей и выводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ.

Не допускается размещение мест пользователей ПЭВМ во всех образовательных и культурно – развлекательных учреждениях для подростков и детей в цокольных и подвальных помещениях.

2. Требования к микроклимату, содержанию аэроионов и вредных веществ в воздухе на рабочих местах с ПЭВМ и ВДТ

В помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.) связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений. На других рабочих местах следует поддерживать параметры микроклимата на допустимом уровне, соответствующем требованиям указанных выше параметров. В помещениях всех типов образовательных и культурно-развлекательных учреждений для детей и подростков, где расположены ПЭВМ, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Температура, C^0	Относительная влажность, %	Абсолютная влажность, г/м^3	Скорость движения воздуха, м/с
19	62	10	< 0,1
20	58	10	< 0,1
21	55	10	< 0,1

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, должна проводиться ежедневная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений, где расположены ПЭВМ, должны соответствовать действующим санитарно-эпидемиологическим нормативам.

Содержание вредных химических веществ в воздухе производственных помещений, в которых работа с ПЭВМ является вспомогательной, не должно превышать предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны в соответствии с действующими гигиеническими нормативами.

Содержание вредных химических веществ в производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.) не должно превышать предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест в соответствии с действующими гигиеническими нормативами.

Содержание вредных химических веществ в воздухе помещений, предназначенных для использования ПЭВМ во всех типах образовательных учреждений, не должно превышать предельно допустимых среднесуточных концентраций для атмосферного воздуха в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

3. Требования к уровням шума и вибрации на рабочих местах

В производственных помещениях при выполнении работ с использованием ПЭВМ уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами (см. табл. 3). В помещениях всех образовательных и культурно-развлекательных учреждений для детей и подростков, где расположены ПЭВМ, уровни шума не должны превышать допустимых значений, установленных для жилых и общественных зданий.

Таблица 3

Уровни звукового давления в октановых полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в дБА
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 ГЦ	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	50

При работе с ПЭВМ в производственных помещениях уровень вибрации не должен превышать допустимых значений вибрации для рабочих мест в соответствии с действующими санитарно- эпидемиологическими нормативами.

Шумящее оборудование (серверы, печатающие устройства и т.п.), уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне помещения с ПЭВМ.

Производственные помещения, в которых для работы используются преимущественно ПЭВМ и ВДТ (диспетчерские, операторские, расчетные и др.), и учебные помещения (аудитории вычислительной техники, дисплейные классы, кабинеты и др.) не должны граничить с помещениями, в которых уровни шума и вибрации превышают нормируемые значения (механические цеха, мастерские, гимнастические залы и т. д.).

4. Требования к освещению

Помещения для работы с ПЭВМ и ВДТ должны освещаться естественным и искусственным освещением. В помещениях для эксплуатации ВПЭМ и ВДТ используется система общего искусственного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк и не должна создавать бликов на поверхности экранов.

Следует ограничивать прямую блесткость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м^2. Следует ограничивать отраженную блесткость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения РМ по

отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м^2. Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам так, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20. Показатель дискомфорта в административных и общественных помещениях не более 40, в дошкольных и учебных помещениях не более 15.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м^2, защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов. Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

Следует ограничить неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 – 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенных.

Для освещения помещений с ПЭВМ следует применять светильники с зеркальными параболическими решетками, укомплектованными электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА). Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается. При отсутствии светильников с ЭПРА лампы многоламповых светильников или рядом

расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети.

Общее освещение при использовании люминесцентных светильников следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от РМ, параллельно линии зрения пользователя при рядном расположении видеодисплейных терминалов. При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору.

Коэффициент запаса для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

5. Требования к уровням электромагнитных полей

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых на РМ пользователей, а также в помещениях образовательных, дошкольных и культурно – развлекательных учреждений, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2кГц -400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5Гц – 2кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Инструментальный контроль осуществляется испытательными лабораториями (центрами), аккредитованными в установленном порядке и производится:

- при вводе ПЭВМ в эксплуатацию и организации рабочих мест;
- после проведения организационно – технических мероприятий, направленных на нормализацию электромагнитной обстановки;
- при аттестации РМ по условиям труда;
- по заявкам предприятий и организаций.

Инструментальный контроль уровней ЭМП должен осуществляться приборами с допускаемой основой относительной погрешностью измерений ± 20%, включенными в Государственный реестр средств измерения и имеющими действующие свидетельства о прохождении Государственной поверки, при этом следует отдавать предпочтение измерителям с изотропными антеннами – преобразователями.

Измерение уровней переменных электрических и магнитных полей, статических электрических полей на РМ, оборудованном ПЭВМ, производится на расстоянии 50 см от экрана на трех уровнях на высоте 0,5 м, 1,0 м и 1,5 м. Гигиеническая оценка результатов измерений должна осуществляться с учетом погрешности используемого средства метрологического контроля.

Если на обследуемом рабочем месте, оборудованном ПЭВМ, интенсивность электрического и (или) магнитного поля в диапазоне 5 – 2000 Гц превышает значения, приведенные в таблице 4, следует проводить измерения фоновых уровней ЭМП промышленной частоты (при выключенном оборудовании). Фоновый уровень электрического поля частотой 50 Гц не должен превышать 500 В/м.

6. Общие требования к организации рабочих мест пользователя ПЭВМ

При конструировании оборудования и организации рабочего места пользователя ВДТ и ПЭВМ следует обеспечить соответствие конструкции всех

элементов РМ и их взаимного расположения эргономическим требованиям с учетом характера выполняемой пользователем деятельности, комплектности технических средств, форм организации труда и основного рабочего положения пользователя. Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных и опасных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей (размер ВДТ и ПЭВМ, клавиатуры, пюпитра и др.), характера выполняемой работы. При этом допускается использования рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики.

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680 - 800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм. Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры: ширину 800, 1000. 1200, и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне ног – не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ВДТ и ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно - плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) должен выбираться в зависимости от характера и продолжительности работы с ВДТ и ПЭВМ с учетом роста пользователя. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно – поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также - расстоянию спинки от переднего края сиденья.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать;

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;

- поверхность сиденья с закругленным передним краем;

- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400- 550 мм и углом наклона вперед до 15 град. и назад до 5 град.;

- высоту опорной поверхности спинки 300±20 мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;

- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах ±30 градусов;

- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 – 400 мм;

- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной 50 -70 мм;

- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 ±30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 – 500 мм.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20^0. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

7. Требования к организации режима труда и отдыха

Режимы труда и отдыха при работе с ПЭВМ и ВДТ должны организовываться в зависимости от вида и категории трудовой деятельности, которые разделяются на 3 группы: группа А - работа по считыванию информации с экрана ПЭВМ и ВДТ с предварительным запросом;

группа Б – работа по вводу информации;

группа В – творческая работа в режиме диалога с ЭВМ.

При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к разным видам трудовой деятельности, за основную работу с ПЭВМ и ВДТ следует принимать такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или рабочего дня.

Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с ПЭВМ и ВДТ, которые определяются: для группы А – по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60 000 знаков за смену; для группы Б – по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену, но не более 40 000 знаков за смену; для группы В – по суммарному времени непосредственной работы с ПЭВМ и ВДТ за рабочую смену, но не более 6 часов за смену.

Для преподавателей высших и средних специальных учебных заведений, учителей общеобразовательных школ устанавливается длительность работы в дисплейных и кабинетах информатики и вычислительной техники не более 4 часов в день. Для инженеров, обслуживающих учебный процесс в кабинетах (аудиториях) с ПЭВМ и ВДТ, продолжительность работы не должна превышать 6 часов в день.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы. Продолжительность непрерывной работы с ПЭВМ и ВДТ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов.

При работе с ПЭВМ и ВДТ в ночную смену (с 22 до 6 часов), независимо от категории и вида трудовой деятельности, продолжительность регламентированных перерывов должна увеличиваться на 60 минут.

При 8-ми часовой смене и работе с ПЭВМ и ВДТ регламентированные перерывы следует устанавливать:

– для 1 категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;
– для 2 категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 1,5 – 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или 10 минут через каждый час работы;
– для 3 категории работ через 1,5 – 2 часа от начала рабочей смены и через 1,5 – 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

При 12-ти часовой рабочей смене регламентированные перерывы должны устанавливаться в первые 8 часов работы аналогично перерывам при 8-ми часовой рабочей смене, а течение последних 4 часов работы, независимо от категории и вида работ, каждый час продолжительностью 15 минут.

Для студентов первого курса оптимальное время учебных занятий при работе с ПЭВМ и ВДТ составляет 1 час, для студентов старших курсов – 2 часа, с обязательным соблюдением между двумя академическими часами занятий перерыва длительностью 15 – 20 минут. Допускается время учебных занятий с ПЭВМ и ВДТ увеличивать для студентов первого курса до 2 часов, а для студентов старших курсов до 3 академических часов, при условии, что длительность учебных занятий в дисплейном классе (аудитории) не превышает 50% времени непосредственной работы на ПЭВМ и ВДТ и при соблюдении профилактических мероприятий: упражнения для глаз, физкультминутка и физкультпауза.

ЛЕКЦИЯ 8. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

1. Виды поражения людей электрическим током. 2. Анализ условий опасности в сетях с изолированной и глухозаземленной нейтралью. 3. Условия опасности при наличии замыкания на корпус и меры защиты. 4. Защитное отключение. 5. Напряжение прикосновения и шаговое напряжение.

По статистике на долю электротравм приходится около 1% несчастных случаев на производстве. Но из всех случаев, входящих в этот процент, смертельным исходом заканчиваются от 20 до 40%. При этом до 80% случаев со смертельным исходом – от поражения электрическим током напряжением 127 и 220 В. При этом жертвами электротравм чаще всего становятся люди, не имеющие четкого представления об опасности электрического тока.

1. Виды поражения людей электрическим током

Действие электротока на организм человека условно можно разделить на два вида: электротравмы и электрические удары (шок).

Электротравмы - это местные поражения ткани и органов: ожоги, электролитическое разложение плазмы и крови, электрические знаки (или метки) и электрометаллизация кожи. При этом около 55% травм носят смешанный характер.

Ожоги возможны при прохождении больших токов (более 1 А). При прохождении тока в тканях выделяется большое количество тепла (по закону Джоуля – Ленца: $Q = k \cdot J^2 \cdot R \cdot T$. Этого тепла, как правило, бывает достаточно для разогрева тканей до температуры 60 - 70 ^{o}C, при которой свертывается белок и возникает ожог. В электроустановках напряжением выше 1000 В ожоги могут возникать и без контакта с токоведущими частями в результате приближения к ним на опасное (меньше разрядного) расстояние. Одновременно ткани нагреваются проходящим током. Мышцы при этом резко сокращаются, в результате чего происходит разрыв цепи. Кратковременное прохождение тока,

как правило, не вызывает нарушения дыхания и кровообращения, но сами эти ожоги нередко бывают смертельными.

В электроустановках выше 1000 В возможны также ожоги электрической дугой, возникающей между токоведущими частями, а человек попадает в зону дуги.

Электрические знаки (метки) возникают при хорошем контакте с токоведущими частями. Они представляют собой припухлости затвердевшей кожи, наподобие мозолей, желтого или желто-зеленого цвета с резко очерченной границей. Электрические знаки безболезненны, тем не менее глубокое поражение тканей может приводить к нарушению функций пораженного органа и даже инвалидности. Природа электрических знаков еще не выяснена.

Электрометаллизация кожи возникает вследствие пропитывания ее парами испаряющихся под действием тока металлов. Металл может проникать в кожу и в результате электролиза. Поврежденная кожа имеет жесткую шероховатую поверхность, цвет которой зависит от цвета внедрившегося металла. Последствия металлизации зависят от площади поврежденной поверхности.

К электротравмам относятся также и поражение глаз электрической дугой; ушибы и переломы при падениях, вызванных действием электротока.

Электрический удар (шок) происходит, как правило, при воздействии тока силой около 100 мА и более, который вызывает паралич органов дыхания и фибрилляцию сердца.

Большой кратковременный ток (несколько ампер) хотя и является опасным для жизни, не вызывает паралича органов дыхания и фибрилляции сердца. Сердечная мышца резко сокращается и остается в таком положении до отключения тока, после чего сердце продолжает работать.

Экспериментально получены следующие пороговые величины переменного тока:

– пороговый ощутимый ток- 0,6-1,5 мА;
– пороговый неотпускающий ток- 10-15 мА;

– пороговый фибрилляционный ток- 100 мА и более.

Исход поражения электрическим током зависит от целого ряда условий, основными из которых являются:

– индивидуальные особенности людей, в значительной степени предопределяющие исход поражения. Характер воздействия зависит от состояния нервной системы человека, его веса, физического развития. Для женщин, например, пороговые значения примерно в 1,5 раза ниже, чем для мужчин. Это объясняется их более слабым физическим развитием;
– путь тока, влияющий на исход поражения. Ток не всегда идет по геометрически кратчайшему пути, что объясняется большой разницей удельного сопротивления различных тканей. Наиболее опасен его путь через сердце и легкие;
– род и частота тока. Переменный ток (50–60 Гц) более опасен, чем постоянный. Выпрямленные токи имеют переменную и постоянную составляющую, которая оказывает совместное воздействие на организм. При полупериодном выпрямлении пороговые значения тока по постоянной составляющей примерно в 1,5 раза ниже, чем для переменной составляющей;
– сопротивление тела человека. Оно нелинейно и зависит от многих причин: состояние кожи (сухая, влажная, чистая, поврежденная); плотности контакта; площади контакта; величины тока и приложенного напряжения; времени воздействия тока. Наиболее высоким сопротивлением обладает верхний роговой слой кожи (0,2 мм). При снятом роговом слое кожи сопротивление внутренних тканей составляет 800-1000 Ом. При сухой неповрежденной коже сопротивление тела человека может достигать 10 000–100 000 Ом. При длительном воздействии тока (50 Гц) допустимой величиной считается: при длительном воздействии, не ограниченном временем, - 1 мА; при воздействии в течение 1с - 65 мА; при 0,1 с-500 мА.

Согласно «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ), производственные помещения подразделяются на:

– помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих признаков: повышенной влажностью (более 75%), токопроводящими полами, наличием токопроводящей пыли, высокой температурой (выше 30 ^{0}С), возможностью одновременного касания токоведущих частей и металлоконструкций, имеющих связь с землей;
– особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:
– особой сыростью (близкой к 100%); наличием агрессивной среды, разъедающей изоляцию; наличием одновременно двух (или более) условий, характерных для помещений с повышенной опасностью;
– помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют признаки, создающие повышенную или особую опасность.

2. Анализ условий опасности в сетях с изолированной и глухозаземленной нейтралью

Мы проведем этот анализ для двух случаев: при нормальном состоянии изоляции и при наличии замыкания на корпус. Но прежде уточним вопрос о выборе режима нейтрали. В принципе возможны две схемы:

–нулевая точка силового трансформатора (низкая сторона) соединена с заземляющим устройством - сеть с глухозаземленной нейтралью. Такая схема применяется в подавляющем большинстве случаев на предприятиях;

–нулевая точка трансформатора изолирована от земли - сеть с изолированной нейтралью. Такая схема применяется крайне редко. Она применяется, например, в случае автономного электропитания мобильных потребителей, когда используется система «дизель-генератор-двигатель».

При нормальном состоянии изоляции установки опасность может возникнуть лишь при случайном прикосновении к токоведущим частям. По ПУЭ открытых токоведущих частей не должно быть, они должны быть

ограждены, заперты, словом, недоступны. Тем не менее около 70% несчастных случаев обусловлено непосредственным прикосновением к токоведущим частям. Мы будем рассматривать лишь однополюсное прикосновение к токоведущим частям, поскольку при двухполюсном прикосновении в сетях с изолированной и глухозаземленной нейтралью величины поражающего тока одинаковы и притом очень опасны.

На рис. 1 показано однополюсное прикосновение в сети с глухозаземленной нейтралью. По закону Ома ток, прошедший через человека, будет равен:

$$I_{чел} = I_{зам} = \frac{U_ф}{R_{чел} + r_{заз}} = \frac{220}{1000 + 4} = 0{,}22\ А$$

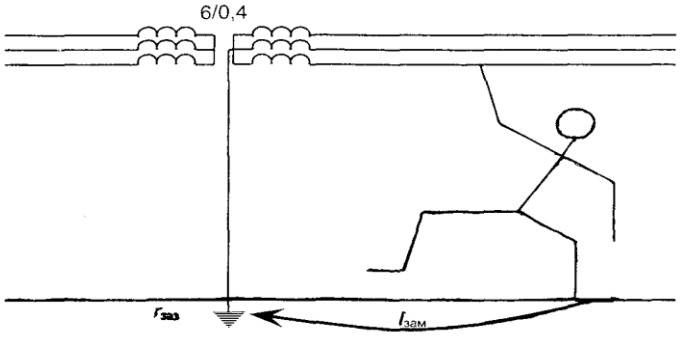


Рис.1

Это смертельно опасная величина силы тока. Из чего можно сделать вывод: однополюсное прикосновение в сети с глухозаземленной нейтралью смертельно опасно.

На рис.2 показано однополюсное прикосновение в сети с изолированной нейтралью. В этом случае:

$$I_{чел} = I_{зам} = \frac{3 \cdot U_ф}{3 \cdot R_{чел} + r_{из}}$$

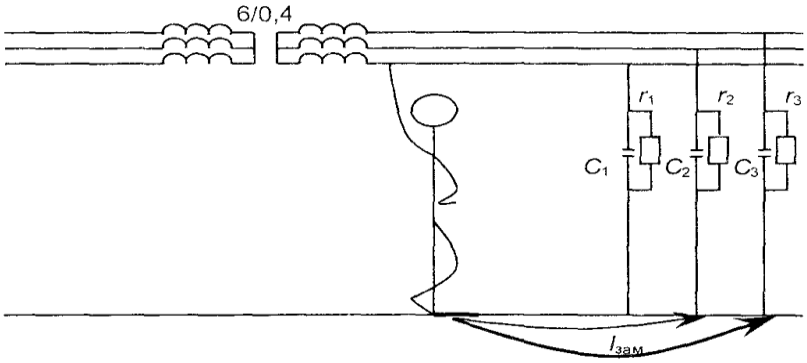


Рис.2

Согласно ПУЭ, для силовых и осветительных электропроводок сопротивление изоляции на участке между смежными предохранителями или между проводами, а также между любым проводом и землей, должно быть не менее 500 кОм.

Если принять эту величину в качестве расчетной, то получим:

$$I_{чел} = \frac{3 \cdot 220}{3 \cdot 1000 + 500000} = 0{,}0013\ A$$

Следовательно, это прикосновение опасности не представляет. Однако в ряде случаев сеть с изолированной нейтралью может представлять большую опасность:

– при возникновении однополюсного замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью не происходит автоматического отключения аварийной линии (из-за того, что ток замыкания очень мал), поэтому этот опасный режим может быть длительным. В этом случае прикоснувшийся к неповрежденному фазному проводу человек оказывается под линейным напряжением (рис 3). В данном случае:

$$I_{чел} = \frac{U_{лин}}{R_{чел}} = \frac{380}{1000} = 0{,}38\ A$$

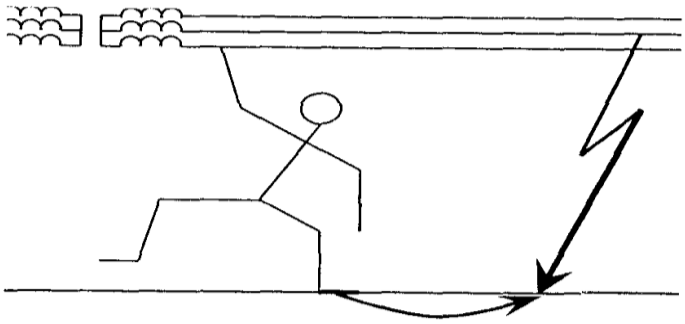


Рис. 3

таким образом, сеть из неопасной превратилась в смертельно опасную;

–при длительном существовании однополюсного замыкания возможно через некоторое время появление замыкания второй фазы. Это создает дополнительные опасные условия для людей, поскольку предохранители из-за недостаточной величины тока могут не сработать, а напряжение на корпусах токоприемников будет высоким (рис 4).

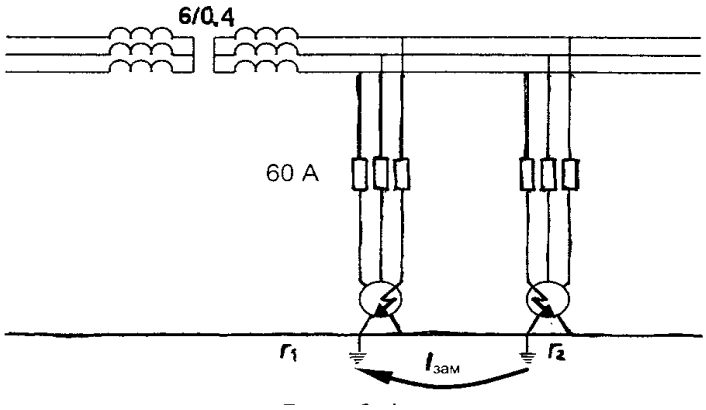


Рис 4.

В этом случае при

$$r_1 = r_2 = 4 \text{ Ом};$$

$$I_{зам} = \frac{U_{лин}}{r_1 + r_2} = \frac{380}{4+4} = 47.5 \text{ A} < 60 \text{ A}$$

$$U_k = I_{зам} \cdot r_1 = 47.5 \cdot 4 = 190 \ B$$

Такое напряжение опасно. Применение приборов контроля изоляции позволяет быстро обнаружить и устранить первое замыкание и тем самым уменьшить вероятность двойных замыканий на землю, представляющих опасность для людей;

–при большом количестве токоприемников на крупных предприятиях суммарное сопротивление изоляции значительно уменьшается. Например, при наличии 140 потребителей и при условии, что сопротивление изоляции каждого ответвления составляет 500 кОм, суммарное сопротивление составит:

$$r_{из.сум} = \frac{r_{из}}{n} = \frac{500000}{140} = 3600 \text{ Ом}$$

При этом сила тока, проходящего через человека, прикоснувшегося к проводу, будет равна:

$$I_{чел} = \frac{3 \cdot U_{ф}}{3 \cdot R_{чел} + r_{из.сум}} = \frac{3 \cdot 220}{1 \cdot 1000 + 3600} = 0{,}1 \text{ А}$$

а это уже смертельно опасная величина.

Такие же условия получаются при большой протяженности сети или плохом состоянии изоляции. Во всех случаях сеть с изолированной нейтралью теряет свои преимущества перед сетью с заземленной нейтралью.

3. Условия опасности при наличии замыкания на корпус и меры защиты

При однополюсном замыкании на корпус электродвигателя под напряжением оказывается кожух двигателя и станок, приводимый двигателем в действие. Поэтому в цехах под напряжение могут попасть люди, не имеющие отношения к электрохозяйству предприятия и не осведомленные об опасностях электрического тока. Для таких помещений требования безопасности должны быть особенно высокими. Рассмотрим условия опасности для сетей с изолированной и отдельно заземленной нейтралью.

При изолированной нейтрали возможен только один способ защиты персонала при наличии корпусного замыкания – защитное заземление корпусов электрооборудования.

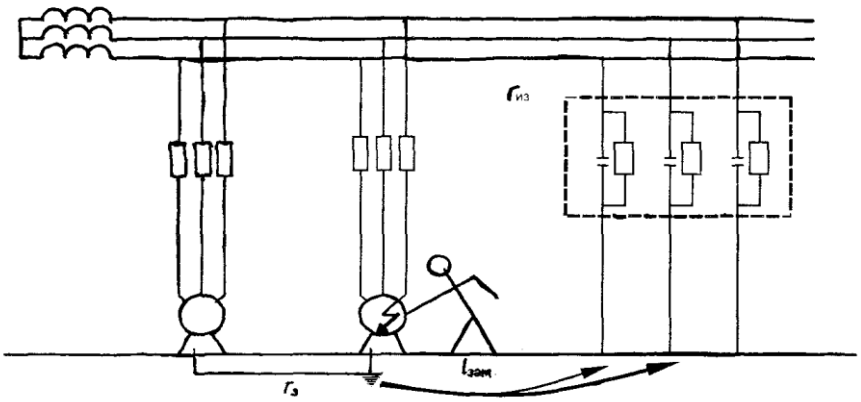


Рис. 5

Из рис. 5 видно, что без защитного заземления прикосновение к кожуху электродвигателя в сети большой протяженности опасно, и даже смертельно опасно. Защитное заземление шунтирует тело человека, и опасность поражения практически устраняется.

Токи замыкания на корпус в сетях с изолированной нейтралью с напряжением до 1000 В не превышают 10 А. Если принять допустимое напряжение прикосновения равным 40 В при $I_{зам}$ = 10 А, сопротивление заземляющего устройства составит 4 Ом.

При заземленной нейтрали принципиально возможны два способа защиты обслуживающего персонала от корпусных потенциалов: защитное заземление и зануление.

Однако защитное заземление не может обеспечить при заземленной нейтрали защиты и поэтому не применяется.

Как видно из рис.6, принцип защитного действия тот же, что и при изолированной нейтрали, т.е. $r_{защ}$ шунтирует тело человека. Разница лишь в том, что в случае аварийной ситуации ток проходит не через изоляцию неповрежденных фаз, а через рабочее заземление нейтрали трансформатора r_0. Поэтому ток замыкания будет большим, почти током короткого замыкания. При $r_{защ}$= r_0 напряжение на корпусе будет равно:

$$U_{корп} = I_{зам} \cdot r_{защ} = \frac{U_ф}{2}$$

т.е имеет величину, опасную для жизни человека.

$U_{корп}$ можно снизить за счет уменьшения $r_{защ}$, но это потребует большой затраты металла и труда.

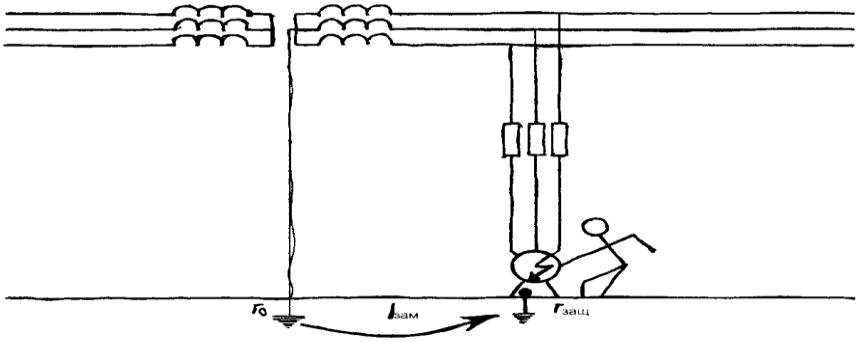


Рис 6.

Кроме того, в системе с заземленной нейтралью существуют внутреннее неразрешимое противоречие, которое заключается в следующем. При ограничении потенциала корпуса при замыкании, например, величиной 65 В, потенциал нейтрали будет равен: 220-65=155В, что недопустимо по следующим соображениям:

–нейтраль трансформатора присоединена к заземляющему устройству, следовательно, на подстанции на заземленных корпусах оборудования будет напряжение 155 В, что представляет опасность для обслуживающего персонала;

–если потенциал нейтрали будет равен 155 В, то потенциал здоровых фаз будет мало отличаться от линейного напряжения. При этом сводится к нулю основное назначение заземления нейтрали – удерживать потенциалы здоровых фаз на уровне фазового напряжения.

Из изложенного следует, что применять защитное заземление в сетях с заземленной нейтралью недопустимо.

В сетях напряжением меньше 1000 В с заземленной нейтралью ПУЭ предписывает применять зануление. Зануление - это металлическая связь корпусов электрооборудования с заземленной нулевой точкой трансформатора с целью быстрого автоматического отключения участка с однополюсным

замыканием на корпус оборудования. Сопротивление металлического пути тока значительно меньше, чем сопротивление последовательно соединенных рабочего и защитного заземления. Например, при

$$r_{защ} = r_о = 4 \text{ Ом}$$

имеем:

$$I_{зам} = \frac{U_ф}{r_о + r_{защ}} = \frac{220}{4+4} = 27{,}5 \text{ А};$$

при таком токе перегорит предохранитель на 10 А. При наличии зануления $I_{Зам}$ значительно возрастает и предохранитель, перегорая, отключает поврежденный участок. Однако, пока существует замыкание фазы на корпус, возникает опасность для людей, прикасающихся к зануленному оборудованию. Рассмотрим этот случай.

При замыкании фазы на корпус участок нулевого защитного проводника, находящийся за местом замыкания, и все присоединенные к нему корпуса окажутся под напряжением относительно земли $U_н$, равным:

$$U_н = I_{зам} \cdot Z_н$$

где $Z_н$ - полное сопротивление участка нулевого защитного проводника, обтекаемого током $I_{зам,}$ Ом.

Если для упрощения пренебречь сопротивлением обмоток источника тока и индуктивным сопротивлением петли «фаза – нуль», а также считать, что фазный и нулевой защитные проводники обладают лишь активными сопротивлениями $R_ф$, $R_н$ (Ом), то значение $U_н$. будет равно:

$$U_н = \frac{U_ф}{R_ф + R_н} \cdot R_н = \frac{U_ф}{R_ф/R_н + 1}$$

Обычно $R_н \leq 2 \cdot R_ф$, поэтому $U_н \leq \left(\frac{2}{3}\right) \cdot U_ф$

Например, в сети $R_н = 2 \cdot R_Н$ при $U_ф$ = 220 В напряжение зануленных корпусов $U_н$ =147 В. Это, безусловно, опасно. Поэтому ПУЭ предусматривает ряд мероприятий, направленных на повышение эффективности зануления:

- увеличение сечения нулевого провода;
- замену плавких вставок автоматами;

- использование для целей зануления металлоконструкций, водопроводов и пр.,

- применение повторного заземления нулевого провода (рис 7).

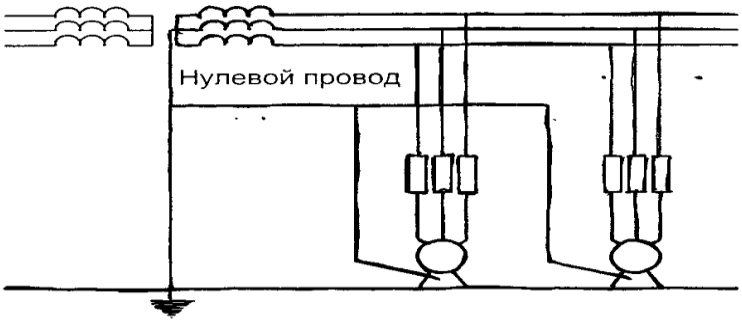


Рис. 7. Зануление корпусов токоприемников

4. Защитное отключение

Защитное отключение – система защиты, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения электрическим током. Опасность поражения возникает при следующих повреждениях электроустановки – замыкании на землю (глухом или неполном), снижении сопротивления изоляции, неисправностях заземления или зануления и устройства защитного отключения. Чтобы обеспечить безопасность, защитное отключение должно осуществлять некоторую совокупность из следующих защит: защиту от глухих и от неполных замыканий на землю (корпус), защиту от утечек, автоматический контроль цепи заземления или зануления, самоконтроль, т. е. автоматический контроль исправности защитного отключения. Кроме того, некоторые устройства осуществляют защиту от перехода напряжения с высшей стороны на низшую, предварительный контроль изоляции перед каждым включением электроустановки и периодический ручной контроль исправности защитного отключения.

Наиболее распространенные схемы защитного отключения: реагирующие на напряжение корпуса относительно земли; ток замыкания на землю;

напряжение нулевой последовательности; напряжение фазы относительно земли; ток нулевой последовательности.

5. Напряжение прикосновения и шаговое напряжение

Не следует думать, что заземление корпусов электрооборудования всегда обеспечивает нулевой потенциал на этих корпусах. Например, при замыкании на корпус одной фазы через заземляющее устройство, начинает протекать ток $I_{зам}$ и потенциал на корпусе будет равен:

$$U_к = I_{зам} \cdot R_{защ}$$

вне поля растекания, и человек, касаясь корпуса, окажется практически под корпусным напряжением.

Контурное заземляющее устройство располагается по контуру вокруг заземляющего оборудования. Коэффициент напряжения прикосновения при контурном заземлении меньше, чем при сосредоточенном (рис. 8). Это объясняется тем, что внутри контура потенциалы от каждого электрода складываются, происходит выравнивание потенциального поля, а это ведет к снижению напряжения прикосновения и шагового напряжения.

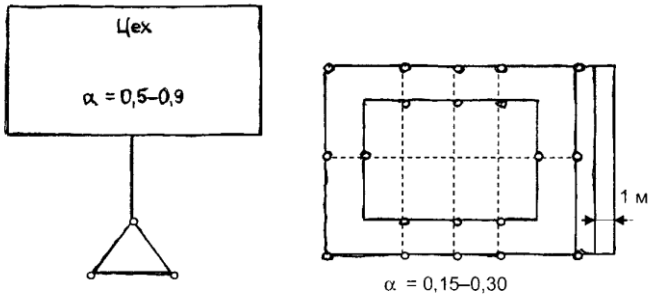


Рис. 8 Сосредоточение и контурное заземление

Благодаря наличию большого количества заземлителей в контурном заземляющем устройстве имеет место явление экранирования, т. е. взаимное влияние электрических полей друг на друга. Поэтому каждый заземлитель в контурном заземляющем устройстве используется не в полной мере, не так, как одиночный. За пределами контура крутой спад потенциальной кривой сохранится. Поэтому ПУЭ требует в электроустановках с большими токами замыкания на землю для снижения

шаговых напряжений в местах выхода и пешеходных дорожках применять дополнительные стальные полосы на постепенно увеличивающейся глубине, соединенных с контуром заземления не менее чем в двух местах. В этом случае кривая спада потенциала будет более пологой. Чем глубже лежат полосы контура, тем напряжение шага будет меньше (рис. 9).

Для выравнивания потенциалов внутри контура должна закладываться сетка из проводников параллельно осям оборудования (рис. 10), на расстоянии 0,8-1,0 м от него (где чаще находятся люди) и поперечных связей через каждые 6,0 м (не более). Глубина заложения сетки - 0,5- 0,7 м.

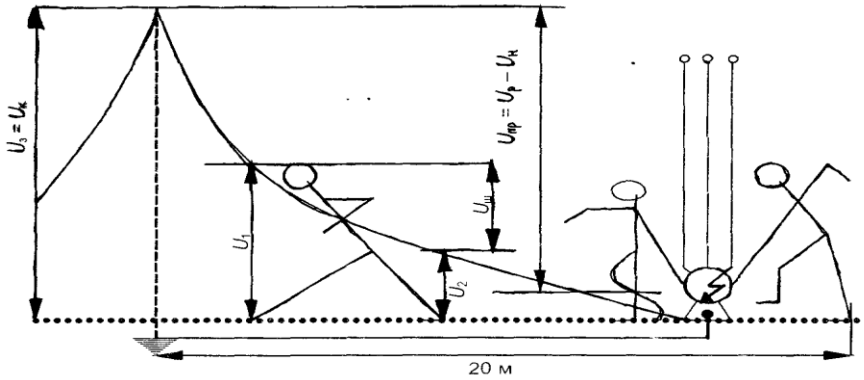


Рис. 9. Напряжение прикосновения и шаговое напряжение

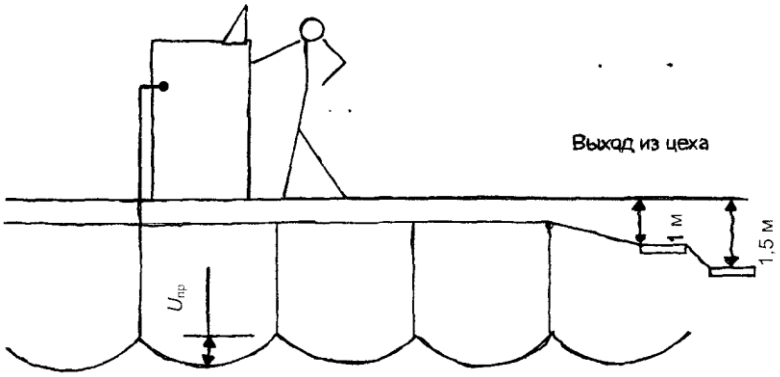


Рис. 10. Выравнивание потенциальных полей

ЛЕКЦИЯ 9. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

1. Основные понятия. 2. Физико-химические основы процесса горения.3. Мероприятия по укреплению пожарной безопасности на объектах. 4. Тушение пожаров. 5. Первичные средства пожаротушения.

1. Основные понятия

В соответствии с нормативными требованиями применяются следующие понятия в области пожарной безопасности:

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Пожарная охрана – совокупность созданных в установленном порядке органов управления, сил и средств, в том числе противопожарных формирований, предназначенных для организации предупреждения пожаров и их тушения, проведение связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ.

Пожар – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством РФ, нормативными документами или уполномоченным государством органом.

Противопожарный режим – правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания помещений (территорий) обеспечивающих предупреждение нарушений требований пожарной безопасности и тушение пожаров.

Нарушение требований пожарной безопасности – невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности.

Меры пожарной безопасности – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности.

Система обеспечения пожарной безопасности – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами.

Основными задачами пожарной охраны в области пожарной безопасности являются:

– организация предупреждения пожаров;

– тушение пожаров.

2. Физико-химические основы процесса горения

С физической точки зрения, *пожаром* называется процесс горения. Горение возможно при наличии трех условий: горючего вещества достаточного количества окислителя, источника воспламенения определенной мощности.

Горением называется сложный физико-химический процесс превращения исходных горючих веществ и материалов в продукты сгорания, сопровождающийся интенсивным выделением тепла, дыма и световым излучением факела пламени.

Все горючие (сгораемые) вещества содержат углерод и водород, основные компоненты газопаровоздушной смеси, участвующие в реакции горения. Температура воспламенения горючих веществ и материалов различна и не превышает для большинства 300 °С.

Физико-химические основы горения заключаются в термическом разложении вещества или материала до углеводородных паров и газов, которые под воздействием высоких температур вступают в химическое взаимодействие с окислителем (кислородом воздуха), превращаясь в процессе сгорания в углекислый газ (диоксид углерода), угарный газ (оксид углерода), сажу (углерод) и воду, и при этом выделяется тепло и световое излучение.

Горение газовоздушной смеси подразделяется на диффузионное или кинетическое. Основным отличием является содержание или отсутствие

окислителя (кислорода воздуха) непосредственно в горючей газопаровоздушной смеси.

Кинетическое горение представляет собой горение предварительно перемешанных горючих газов и окислителя (кислорода воздуха).

При диффузионном горении окислитель поступает в зону горения извне. Поступает он, как правило, снизу пламени вследствие разрежения, которое создается у его основания. В верхней части пламени, выделяющейся в процессе горения, тепло создает давление.

Диффузионное горение, в свою очередь, бывает ламинарным (спокойным) и турбулентным (неравномерным во времени и пространстве).

Горение может осуществляться в двух режимах: самовоспламенения и распространения фронта пламени. Важнейшая особенность процесса горения – самоускоряющийся характер химического превращения.

Типичные стадии горения:

1. Зажигание (начальная стадия).

2. Распространение (стадия объемного развития).

3. Погашение (затухающая стадия).

Зажигание – это процесс инициирования начального очага горения. Происходит при контакте с накаленной поверхностью, при появлении искр различного происхождения или пламени.

Температура зажигания – это температура, выше которой происходит зажигание смеси. Температура зажигания всегда выше температуры воспламенения.

Самовоспламенение – это явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения вещества в отсутствии источника зажигания.

Взрыв – это относительно большое выделение количества энергии в конечном ограниченном объеме за сравнительно короткий промежуток времени. Это процесс интенсивного выделения тепловой энергии из горючей смеси при ее сгорании в ограниченном объеме.

Показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов приведены в табл. 1.

Воспламенение – возгорание (возникновение горения под воздействием источника зажигания), сопровождающееся появлением пламени.

Таблица 1

Показатели взрывопожароопасности веществ и материалов

Показатели	Газы	Жидкости	Твердые	Пыли
Группа горючести	+	+	+	+
Температура вспышки	-	+	-	-
Температура воспламенения	-	+	+	+
Температура самовоспламенения	+	+	+	+
Концентрационные пределы воспламенения	+	+	-	+
Условия теплового самовозгорания	-	-	+	+
Кислородный индекс	-	-	+	-
Коэффициент дымообразования	-	-	+	-
Способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами	+	+	+	+
Показатель токсичности продуктов горения полимерных материалов	-	-	+	-

Температура воспламенения – минимальная температура вещества, при которой происходит загорание (неконтролируемое горение вне специального очага).

Температура вспышки – минимальная температура горючего вещества, при которой на его поверхности образуются газы и пары, способные вспыхивать (вспыхивать – быстро сгорать без образования сжатых газов) в воздухе от источника зажигания (горючего или раскаленного тела, а также электрического разряда), обладающие запасом энергии и температурой, достаточными для возникновения горения вещества.

Температура самовозгорания – самая низкая температура, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермической реакции (при отсутствии источника зажигания), заканчивающегося пламенным горением.

Концентрационные пределы воспламенения – минимальная (нижний предел) и максимальная (верхний предел) концентрации, которые характеризуют области воспламенения.

НКПВ и ВКПВ – это такая (массовая) объемная доля горючего в смеси с окислительной средой (выраженная в % или г/м^3), ниже (выше) которой смесь становится неспособной к распространению пламени.

В «Правилах устройства электроустановок» определены следующие понятия: тление, электрическое искрение, искробезопасная электрическая цепь, температура тления, легковоспламеняющаяся жидкость, горючая жидкость, легкий газ, тяжелый газ, сжиженный газ, взрывоопасная смесь и взрывоопасная зона.

Тление – горение без свечения, обычно опознаваемое по появлению дыма.

Электрическое искрение – искровые, дуговые и тлеющие электрические разряды.

Температура тления – самая низкая температура вещества (материалов, смеси), при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением горения.

При анализе пожарной опасности используются термины и определения:

Легковоспламеняющаяся жидкость (в дальнейшем ЛВЖ) – жидкость, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющая температуру вспышки не выше 61 °С (при этом давление паров при температуре 20 °С составляет менее 100 кПа (около 1 атм).

Горючая жидкость – жидкость, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющая температуру вспышки выше 61 °С.

Горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С относятся к пожароопасным, но, нагретые в условиях производства до температуры вспышки и выше, относятся к взрывоопасным.

Легкий газ – газ, который при температуре окружающей среды 20 °С и давлении 100 кПа имеет плотность 0,8 или менее по отношению к плотности воздуха.

Тяжелый газ - газ, который при температуре окружающей среды 20 °С и давлении 100 кПа имеет плотность более 0,8 по отношению к плотности воздуха.

Сжиженный газ - газ, который при температуре окружающей среды ниже 20 °С, или давлении выше 100 кПа, или при совместном действии обоих этих условий обращается в жидкость.

Горючие газы относятся к взрывоопасным при любых температурах окружающей среды.

Горючие пыль и волокна относятся к взрывоопасным, если их нижний концентрационный предел воспламенения не превышает 65 г/м^3.

Взрывоопасная смесь – смесь с воздухом горючих газов, паров ЛВЖ, горючих пыли или волокон с НКПВ не более 65 г/м^3 при переходе их во взвешенное состояние, которая при определенной концентрации способна взорваться при возникновении источника инициирования взрыва.

К взрывоопасным относятся также смесь горючих газов и паров ЛВЖ с кислородом или другим окислителем (например, хлором и т. д.).

Взрывоопасная зона – помещение или ограниченное пространство в помещении или наружной установке, в котором имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси.

Пожароопасной зоной называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие вещества и в котором они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

3. Мероприятия по укреплению пожарной безопасности на объектах

Меры пожарной безопасности разрабатываются в соответствии с законодательством РФ, нормативными документами по пожарной

безопасности, а также на основе опыта борьбы с пожарами, оценки пожарной опасности веществ, материалов, технологических процессов, изделий, конструкций, зданий и сооружений.

Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на объектах включают в себя:

– соблюдение требований пожарной безопасности, а также выполнение предписаний, постановлений и иных законных требований должностных лиц пожарной охраны;

– проведение противопожарной пропаганды, а также обучение своих работников мерам пожарной безопасности;

– включение в коллективный договор (соглашение) вопросов пожарной безопасности;

– содержание в исправном состоянии систем и средств противопожарной защиты, включая первичные средства тушения пожаров, не допуская их использование не по назначению;

– создание и содержание в соответствии с установленными нормами органов управления и подразделений пожарной охраны, в том числе на основе договоров с Государственной противопожарной службой;

– содействование деятельности добровольных пожарных;

– незамедлительное сообщение в пожарную охрану о возникших пожарах, неисправностях имеющихся систем и средств противопожарной защиты, об изменении состояния дорог и проездов;

– содействие пожарной охране при тушении пожаров, установлении причин и условий их возникновения и развития, а также при выявлении лиц, виновных в нарушении требований пожарной безопасности и возникновении пожаров.

К организационно-техническим мероприятиям относятся:

– указание в соответствующей технической документации по выпускаемой продукции (веществ, материалов, изделий, оборудования и т. п.) показателей ее

пожарной опасности, а также меры пожарной безопасности при обращении с ней;

– разработка для производств в обязательном порядке планов тушения пожаров, предусматривающих решения по обеспечению безопасности людей;

– разборка и реализация норм и инструкций о порядке работы с пожаровзрывоопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара;

– разработка планов по действиям администрации, рабочих и служащих на случай возникновения пожара и организации эвакуации людей;

– осуществление противопожарного страхования в добровольной и обязательной формах;

– осуществление сертификации продукции и услуг.

Сертификация – деятельность по подтверждению соответствия продукции и услуг установленным требованиям пожарной безопасности.

К инженерно-техническим мероприятиям по обеспечению пожарной безопасности относятся:

– применение средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;

– применение автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;

– применение основных строительных конструкций объектов с регламентированными пределами огнестойкости и пожарной опасности;

– применение пропитки конструкций объектов антиперенами и нанесение на них огнезащитных красок (составов);

– устройства, обеспечивающие ограничение распространения пожара;

– противопожарные преграды;

– предельно допустимые площади противопожарных отсеков и секций, ограничением этажности;

– аварийное отключение и переключение установок и коммуникаций;

– средства, предотвращающие или ограничивающие разлив и растекание жидкости при пожаре;

– огнепреграждающие устройства в оборудовании.

Каждый объект должен иметь такое объемно-планировочное и техническое исполнение, чтобы эвакуация людей из него была завершена до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, а при нецелесообразности эвакуации была обеспечена защита людей в объекте. Для этого необходимо:

– установить количество, размеры и соответствующее конструктивное положение эвакуационных путей, выходов;

– обеспечить возможность беспрепятственного движения по эвакуационным путям;

– организовать при необходимости управление движением людей по эвакуационным путям (световые указатели, звуковые и речевые оповещатели и т. д.);

– применение средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара (убежища и т. д.).

– применение систем противодымной защиты.

Она должна обеспечивать незадымление, снижение температуры и удаление продуктов горения на путях эвакуации в течение времени, необходимого для эвакуации людей, или коллективную защиту людей.

4. Тушение пожаров

Для прекращения горения необходимо добиться такого понижения температуры в зоне реакции, при которой горение прекратится. Абсолютный предел такой температуры называется температурой потухания.

В процессе тушения пожара условия потухания создаются: охлаждением зоны горения или горящего вещества, изоляцией реагирующих веществ от зоны горения; разбавлением реагирующих веществ, химическим торможением реакции горения.

В практике тушения пожара чаще всего используют сочетание приведенных принципов, среди которых один является в ликвидации горения доминирующим, а остальные – способствующими.

Вид и характер выполнения действий в определенной последовательности, направленных на создание условий прекращения горения, называют способом тушения пожара. Существующие способы и средства тушения пожаров показаны на схеме (рис. 1).

Рис. 1. Способы и средства тушения пожаров

Огнетушащие вещества по доминирующему принципу прекращения горения подразделяются на четыре группы: охлаждающего, изолирующего, разбавляющего и ингибирующего действия.

Наиболее распространенные огнетушащие средства, относящиеся к конкретным принципам прекращения горения, представлены в табл. 2.:

Таблица 2.

Огнетушащие средства охлаждения	Вода, раствор воды со смачивателем, твердый диоксид углерода (углекислота в снегообразном виде), водные растворы солей
Огнетушащие средства изоляции	Огнетушащие пены: химическая, воздушно-механическая; огнетушащие порошковые составы; негорючие сыпучие вещества: песок, земля, шлаки, флюсы, графит; листовые материалы: покрывала, щиты
Огнетушащие средства разбавления	Инертные газы: диоксид углерода, азот, аргон, дымовые газы; водяной пар; тонкораспыленная вода; газоводяные смеси; продукты взрыва ВВ; летучие ингибиторы, образующиеся при разложении галоидоуглеродов
Огнетушащие средства химического торможения реакции горения	Галоидоуглеводороды: бромистый этил, хлодоин 114В2 (тетрафтордибромэтан) и 13В1 (трифторбромметан); составы на основе галоидоуглеводородов: 3,5; ННД; 7; БМ; БФ-1; БФ-2; водобромэтиловые растворы (эмульсии), огнетушащие порошковые составы

Рассмотрим некоторые огнетушащие средства подробнее.

Вода. Она доступна для целей пожаротушения, экономически целесообразна, инертна по отношению к большинству веществ и материалов, имеет незначительную вязкость и несжимаемость.

При тушении пожаров воду используют в виде компактных, распыленных и тонкораспыленных струй. Удельная теплоемкость, равная 4,19 кДж/(кг·град), придает воде хорошие охлаждающие свойства. В условиях тушения пожара, вода, превращаясь в пар (из 1 л воды образуется 1700 л пара) разбавляет реагирующие вещества. Высокая теплота парообразования воды (2236 кДж/кг) позволяет отнимать большое количество тепла в процессе тушения пожара. Низкая теплопроводностъ способствует созданию на поверхности горящего материала надежной тепловой изоляции. Значительная термическая стойкость воды (она разлагается на кислород и водород при температуре 1700 °С) способствует тушению большинства твердых материалов, а способность растворять некоторые жидкости (спирт, ацетон, альдегиды, органические кислоты) позволяет разбавлять их до негорючей концентрации. Вода растворяет некоторые пары и газы, поглощает аэрозоли.

Однако вода характеризуется и отрицательными свойствами:

– электропроводна;

– имеет большую плотность (не применяется для тушения нефтепродуктов как основное огнетушащее средство);

– способна вступать в реакцию с некоторыми веществами и бурно реагирует с ними: калий, кальций, натрий, гидриды щелочных и щелочноземельных металлов, селитра, сернистый ангидрид, нитроглицерин;

– имеет низкий коэффициент использования в виде компактных струй;

– сравнительно высокую температуру замерзания (затрудняется тушение в зимнее время) и высокое поверхностное натяжение – 72,8 -103 Дж/м^2 (является показателем низкой смачивающей способности воды).

Вода со смачивателем. Добавка смачивателей (пенообразователя, сульфанола, эмульгаторов- смачивателей и т. д.) позволяет значительно снизить поверхностное натяжение воды (до 36,4 · 103Дж/м^2). В таком виде она обладает хорошей проникающей способностью, за счет чего достигается наибольший эффект в тушении пожаров, и особенно при горении волокнистых материалов: торфа, сажи. Водные растворы смачивателей позволяют уменьшить расход воды на 30–50%, а также продолжительность тушения пожара.

Водяной пар. Эффективность тушения невысокая, поэтому применяют для защиты закрытых технологических аппаратов и помещений объемом до 500 м^3, для тушения небольших пожаров на открытых площадках и создания завес вокруг защищаемых объектов. Огнетушащая концентрация – 35% по объему.

Тонкораспыленная вода (размеры капель менее 100 мкм) получается с помощью специальной аппаратуры, работающей при высоком напоре (давление 200–300 мм вод. ст.). Струи воды имеют небольшую величину ударной силы и дальность полета, однако орошают значительную поверхность, более благоприятны к испарению воды, обладают повышенным охлаждающим эффектом, хорошо разбавляют горючую среду. Они позволяют не увлажнять излишне материалы при их тушении, способствуют быстрому снижению температуры, осаждению дыма или отравляющих облаков. Тонкораспыленную воду используют не только для тушения горящих твердых материалов, нефтепродуктов, но и для защитных действий.

Твердый диоксид углерода (углекислота в снегообразном виде) тяжелее воздуха в 1,53 раза, без запаха, плотность 1,97 кг/м^3. Твердый диоксид углерода имеет широкую область применения: при тушении горящих электроустановок, двигателей, при пожарах в архивах, музеях, выставках и других местах с наличием особых ценностей. При нагревании переходит в газообразное вещество, минуя жидкую фазу, что позволяет применять его для тушения материалов, которые портятся при смачивании (из 1 кг углекислоты образуется 500 л газа). Теплота испарения при 78,5 °С составляет 572,75 Дж/кг. Неэлектропроводен, не взаимодействует с горючими веществами и материалами. Не используют его для тушения загоревшихся магния и его сплавов, металлического натрия, так как при этом происходит разложение углекислоты с выделением атомарного кислорода.

Химическая пена сейчас в основном получается в огнетушителях при взаимодействии щелочного и кислотного растворов. Состоит из углекислого газа (80% об), воды (19,7%), пенообразующего вещества (0,3%). Обладает высокой стойкостью и эффективностью в тушении многих пожаров. Однако вследствие электропроводности и химической активности химическую пену не применяют для тушения электро- и радиоустановок, электронной техники, двигателей различного назначения, других аппаратов и агрегатов.

Воздушно-механическая пена (ВМП) получается смешением в пенных стволах или генераторах водного раствора пенообразователя с воздухом. Пена бывает: низкой кратности (К < 10), средней (10 < К < 200) и высокой (К > 200). ВМП обладает необходимой стойкостью, дисперсностью, вязкостью, охлаждающими и изолирующими свойствами, которые позволяют использовать ее для тушения твердых материалов, жидких веществ и осуществления защитных действий, для тушения пожаров по поверхности и объемного заполнения горящих помещений. Для подачи пены низкой кратности применяют воздушно-пенные стволы СВП, а для подачи пены средней и высокой кратности – генераторы ГПС. Для получения ВМП

используют пенообразователи (ПО): ПО-ЗАНП; ТЭАС; «САМПО» ПО-6НП; ПО-ЗА и ПО-6К и др.

Фторсинтетический пленкообразующий пенообразователь «Легкая вода» – универсальный, высокоэффективный, биологически мягкий, экологически чистый и экономичный продукт. Применяется для тушения различных видов пожаров класса А и пожаров класса Б, особенно эффективен при тушении пожаров на больших площадях. Применяется в одинаковой концентрации с пресной и морской водой. Пенообразователь утилизируется в индивидуальных очистных сооружениях, он не оказывает вредного воздействия на окружающую среду, быстрое тушение снижает вред, наносимый пожаром. Срок хранения пенообразователя более 25 лет, он защищен от замерзания до –20 °С, а многократное замерзание-оттаивание не изменяет свойства, высокая эффективность обеспечивает низкий расход при тушении, снижение материальных потерь и риска для людей.

Огнетушащие порошковые составы (ОПС НПБ 174-98) являются универсальными и эффективными средствами тушения пожаров при сравнительно незначительных удельных расходах. ОПС применяют для тушения горючих материалов и веществ любого агрегатного состояния, электроустановок под напряжением, металлов, в том числе металлоорганических и других пирофорных соединений, не поддающихся тушению водой и пеной, а также пожаров при значительных минусовых температурах. Они способны оказывать эффективные действия на подавление пламени комбинированно: охлаждением (отнятием теплоты), изоляцией (за счет образования пленки при плавлении), разбавлением газообразными продуктами разложения порошка или порошковым облаком, химическим торможением. Порошки: СИ-2; ПСБ-ЗМ; П-1А; ПС-1; П-ФКЧС; Пирант А; Вексон-АВС; ПХК и др.

Азот N_2 не горюч и не поддерживает горения большинства органических веществ. Плотность при нормальных условиях 1,25 кг/м^3. Хранят и транспортируют в баллонах в сжатом состоянии. Используют в основном в

стационарных установках. Применяют для тушения натрия, калия, бериллия, кальция и других металлов, которые горят в атмосфере диоксида углерода, а также пожаров в технологических аппаратах и электроустановках. Расчетная огнетушащая концентрация – 40% по объему. Азот нельзя применять для тушения магния, алюминия, лития, циркония и некоторых других металлов, способных образовывать нитриды, обладающих взрывчатыми свойствами и чувствительных к удару. Для их тушения используют инертный газ аргон.

Галоидоуглеводороды и составы на их основе (огнетушащие средства химического торможения реакции горения) эффективно подавляют горение газообразных, жидких, твердых горючих веществ и материалов при любых видах пожаров. По эффективности они превышают инертные газы в 10 и более раз.

Галоидоуглеводороды и составы на их основе являются летучими соединениями, представляют собой газы или легкоиспаряющиеся жидкости, которые плохо растворяются в воде, но хорошо смешиваются со многими органическими веществами. Они обладают хорошей смачивающей способностью, неэлектропроводны, имеют высокую плотность в жидком и в газообразном состоянии, что обеспечивает возможность образования струи, проникающей в пламя, а также удержания паров около очага горения.

Эти огнетушащие вещества можно применять для поверхностного, объемного и локального тушения пожаров. Галоидоуглеводороды и составы на их основе практически можно использовать при любых отрицательных температурах. С большим эффектом их можно использовать при ликвидации горения волокнистых материалов; электроустановок и оборудования, находящегося под напряжением; для защиты от пожаров транспортных средств; вычислительных центров, особо опасных цехов химических предприятий, окрасочных камер, сушилок, складов с горючими жидкостями, архивов, музейных залов, других объектов особой ценности, повышенной пожаро- и взрывоопасности.

Недостатками этих огнетушащих средств являются коррозионная активность; токсичность; их нельзя применять для тушения материалов, содержащих в своем составе кислород, а также металлов, некоторых гидридов металлов и многих металлоорганических соединений. Хладоны не ингибируют горения и в тех случаях, когда в качестве окислителя участвует не кислород, а другие вещества (оксиды азота).

Кроме того, некоторые галоидоуглеводороды неприменимы в чистом виде (бромистый этил, при концентрации 6,5–11,3% может воспламениться от мощного источника). Используются галоидоуглеводороды: хладон 114В2; хладон 12В1; БФ-1; БФ-2; состав: 3,5; 4НД; БМ и др.

5. Первичные средства пожаротушения

К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители, песок, земля, шлаки, листовые материалы, покрывала, щиты.

Огнетушители предназначены для тушения загораний и пожаров в начальной стадии их возникновения. В зависимости от условий тушения загораний созданы различные типы огнетушителей, которые подразделяют на две основные группы: переносные (НПБ 155-96**) и передвижные (НПБ 159-97*).

1. По виду огнетушащего вещества огнетушители классифицируются на:

а) воздушно-пенные (ОВП):

– от химической природы заряда (с углеводородным зарядом и фторсодержащим зарядом);

– по кратности (низкой кратности и средней кратности);

б) газовые:

– углекислотные (ОУ) подают углекислый газ в виде газа или снега (в качестве заряда применен жидкий углекислый газ);

– хладоновые (ОХ), это аэрозольные и углекислотно-бромэтиловые подают парообразующие огнетушащие вещества (в качестве заряда применены галоидированные углеводороды);

в) порошковые (ОП) - подают огнетушащие порошки (в качестве заряда применены сухие порошки типа ПСБ, П-1А и ПФ);

г) водные (ОВ) - по виду выходящей струи (мелкораспыленной, распыленной и компактной).

2. По способу подачи огнетушащего вещества (принципу вытеснения):

– под давлением газов, образующихся в результате химической реакции (газогенерирующим элементом);

– под давлением заряда или рабочего газа, находящегося в емкости с огнетушащим веществом (углекислотные, аэрозольные, воздушно-пенные) (закачные);

– под давлением рабочего газа, находящегося в отдельном баллоне (воздушно-пенные, аэрозольные, порошковые) (с баллоном сжатого газа);

– свободным истечением огнетушащего вещества (порошковые типа «Турист») (с термическим элементом);

– с эжектирующим устройством.

3. По количеству огнетушащего вещества:

– малолитражные ручные с объемом корпуса до 5 л включительно;

– переносные ручные с объемом корпуса до 10 л включительно;

– передвижные и стационарные с объемом корпуса более 10 л.

4. По возможности перезарядки (перезаряжаемые, неперезаряжаемые).

Химические пенные огнетушители. Промышленность выпускает три вида ручных химических пенных огнетушителей: ОХП-10, ОП-М и ОП-9ММ. Химические пенные огнетушители предназначены для тушения пожаров химической пеной, которая образуется в результате взаимодействия щелочной и кислотной частей зарядов.

Чтобы привести в действие химический пенный огнетушитель, поднимают вверх рукоятку, открывающую клапан кислотного стакана, и опрокидывают

огнетушитель вниз головкой. Вытекающая из стакана кислотная часть заряда смешивается со щелочной, залитой в корпус огнетушителя, и между ними происходит реакция с образованием углекислого газа, заполняющего пузырьки пены. Углекислотный газ создает давление 1,4 МПа (14 кг/см^2) внутри корпуса, которое выталкивает пену из огнетушителя в виде струи. Ввиду того, что в корпусах химических пенных огнетушителей создается сравнительно высокое давление, перед работой необходимо прочистить спрыск шпилькой, подвешенной к ручке огнетушителя. Химический густопенный морской огнетушитель ОП-М предназначен для тушения загораний на судах, в портовых сооружениях и на складах.

Химический пенный маломагнитный огнетушитель ОП-9ММ предназначен для тушения загораний и пожаров всех горючих материалов, а так же электроустановок, находящихся под напряжением.

Воздушно-пенные огнетушители предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, кроме щелочных металлов и веществ, горящих без доступа воздуха, а также электроустановок, находящихся под напряжением. В качестве заряда применяют, как правило, 6%-ный раствор пенообразователя ПО-1.

Различают два вида воздушно-пенных огнетушителей: ручные (ОВП-5 и ОВП-10) и стационарные (ОВПУ-250 и ОВП-100).

Для приведения в действие огнетушителя необходимо нажать на пусковой рычаг. При этом пломба срывается и щиток прокалывает мембрану баллона. Выходящая из баллончика через ниппель углекислота создает в корпусе огнетушителя давление, под действием которого раствор по сифонной трубке поступает через распылитель к насадку. В насадке раствор смешивается с воздухом, и образуется воздушно-механическая пена.

Углекислотные огнетушители предназначены для тушения загораний углекислотой в газо- или снегообразном виде. Применяют также стационарные установки или передвижные углекислотные прицепы. Снегообразную углекислоту применяют для локального тушения загораний снижением

температуры горящего вещества и уменьшения содержания кислорода в зоне горения.

Ручные углекислотные огнетушители ОУ-2,0, ОУ-5 и ОУ-8 предназначены для тушения загораний различных веществ (за исключением тех, которые могут гореть без доступа воздуха) и электроустановок, находящихся под напряжением. Для приведения в действие раструб огнетушителя направляют на горящий объект и поворачивают маховичок вентиля до упора.

Ручные малогабаритные углекислотные огнетушители ОУ-2ММ и ОУ-5ММ предназначены для тушения загораний в электроустановках, находящихся под напряжением в условиях минимального магнитного поля, а также различных веществ и материалов, за исключением тех, которые могут гореть без доступа воздуха.

Аэрозольные и углекислотно-бромэтиловые огнетушители предназначены для тушения загораний ЛВЖ, твердых веществ, электроустановок, находящихся под напряжением, и различных материалов, кроме щелочных металлов и кислородосодержащих веществ.

Зарядами огнетушителей служат составы на основе галоидированных углеводородов (бромистого этила, бромистого метилена, тетрафтор-бромэтана и пр.).

Аэрозольные огнетушители ОА-1 и ОА-3 предназначены для тушения загораний на транспортных средствах с двигателями внутреннего сгорания, а также на электроустановках с напряжением до 380 В. Для приведения в действие огнетушителя поднимают рукоятку и нажимают на пусковой рычаг, опирающийся на конец штока.

Шток прокалывает мембрану баллона, перемещает шарик и таким образом открывает доступ газа из баллона в корпус огнетушителя, из которого он через сифонную трубку поступает в выходное сопло.

Углекислотно-бромэтиловые огнетушители ОУБ-3 и ОУБ-7 предназначены для тушения загораний на бензораздаточных станциях, бензоколонках, грузовых и специальных автомобилях, перевозящих горюче-

смазочные материалы, в складских помещениях, а также на электроустановках, находящихся под напряжением.

Порошковые огнетушители предназначены для тушения загораний ЛВЖ и ТЖ, твердых горючих материалов, щелочноземельных металлов, электроустановок, находящихся под напряжением, а также для тушения пожаров на объектах с большими материальными ценностями.

Разработаны несколько типов порошковых огнетушителей: переносные ОПС-6 и ОПС-10 и возимые ОППС-100 и СИ-120.

Переносные порошковые огнетушители ОПС-6 и ОПС-10 предназначены для тушения загораний небольших количеств щелочных металлов, ЛВЖ, а также электроустановок, находящихся под напряжением. Чтобы огнетушитель привести в действие, снимают удлинитель, вынимают из него резиновую пробку, направляют насадок на очаг пожара и открывают вентиль на газовом баллончике.

В настоящее время широкое распространение получили эффективные самосрабатывающие огнетушители.

ОСП – огнетушитель самосрабатывающий порошковый (ОСП-1; ОСП-2). Предназначен для тушения пожаров без участия человека, на электроустановках под напряжением в небольших помещениях производственного, складского и общественного назначения, а также в офисах, коттеджах, гаражах, дачах и квартирах. Представляет собой герметичный стеклянный сосуд длиной 410 мм, диаметром 50 мм, заполненный специальным огнетушащим порошком массой 1 кг и газообразователем. Срабатывает в течение 30–60 с при достижении температуры в зоне его установки 100–200 °С. При этом происходит импульсный выброс огнетушащего порошка, ликвидирующего загорание в защищаемом объеме. Способ тушения – объемный, до 8 м^3.

«Буран» – импульсный самосрабатывающий порошковый модуль предназначен для тушения без участия человека пожаров, а также электроустановок под напряжением в производственно-административных и

общественных зданиях, хранилищах, складах ГСМ, помещениях с электрическим и электронным оборудованием, гаражах, офисах, коттеджах и т. п. Представляет собой металлическую полусферу, заполненную специальным огнетушащим порошком (марки П2АП, Пирант-А, П-2АШ, ПСБ-3 м) габариты: диаметр – 250, высота – 170 мм. Срабатывает при достижении температуры в зоне его установки 85–90 °С, также предусмотрен запуск электрическим импульсом от пожарных извещателей или ручной кнопки, что позволяет осуществлять монтаж автоматических установок пожаротушения. Способ тушения объемный – до 18 м^3 и по площади – до 7 м^2.

«Допинг-2» – генератор огнетушащего аэрозоля предназначен для оперативного аэрозольного тушения пожаров в закрытых, технически сложных объектах объемом до 2 м^3. Это – моторные и багажные отсеки автомобилей, электрошкафы, сейфы и т. п. Представляет собой стационарно устанавливаемый в защищаемом отсеке, металлический цилиндр со следующими размерами: диаметр – 78 мм; длина – 166 мм и масса – 1,1 кг. Срабатывает автоматически при воздействии открытого пламени или температуры 170 °С, а также принудительно от аккумулятора при включении тумблера, выведенного в салон автомобиля. Время работы – 25–30 с. Дополнительно может быть использован в качестве противоугонного устройства, создавая отпугивающий эффект для угонщика, препятствуя несанкционированному запуску двигателя.

ЛЕКЦИЯ 10. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

1. Классификация и общая характеристика чрезвычайных ситуаций (ЧС).

2. Стихийные бедствия и их последствия. 3. Характеристика очагов поражения. 4 Обеспечение безопасности жизнедеятельности в ЧС.

1. Классификация и общая характеристика чрезвычайных ситуаций

Стихийные бедствия, промышленные аварии и катастрофы на транспорте, применение противником в случае войны различных видов оружия создают ситуации, опасные для жизни и здоровья значительных групп населения. Все указанные явления принято объединять понятием чрезвычайной ситуации (ЧС). В общем случае под ЧС принимается обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, в том числе применение возможным противником средств поражения, которые могут повлечь (или повлекшим) за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Последствия ЧС могут быть самыми разнообразными. Они зависят от вида, характера и масштабов ситуации. Основными видами последствий ЧС являются: гибель и заболевания людей, разрушения, радиоактивное загрязнение, химическое или бактериологическое загрязнение и т. п. Следует подчеркнуть, что на людей, находящихся в экстремальных условиях ЧС, наряду с различными поражающими факторами, действуют и психотравмирующие обстоятельства, представляющие собой обычно комплекс сверхсильных раздражителей, вызывающих нарушение психической деятельности в виде реактивных (психогенных) состояний. Психогенное воздействие экстремальных условий складывается не только из прямой, непосредственной угрозы жизни человека, но и опосредованной, связанной с ожиданием ее реализации вне зон поражения. Если радиусы воздействия опасных и вредных факторов ЧС можно с разной степенью достоверности определить

заблаговременно расчетным путем, то радиус психологического воздействия в действительности может иметь самые различные значения. В ряде случаев он может во много раз превосходить радиусы других поражающих факторов.

Территория, на которую воздействуют опасные и вредные факторы ЧС, с расположенными на ней населением, животными, зданиями и сооружениями, инженерными сетями и коммуникациями, называется очагом поражения. Они бывают простые (однородные) и сложные (комбинированные). Простым очагом поражения называют очаг, возникающий под воздействием одного поражающего фактора, например, разрушения от взрыва, пожара, только химического или бактериологического заражения. Сложные очаги поражения возникают в результате действия нескольких поражающих факторов чрезвычайной ситуации. Например, взрыв на химическом предприятии влечет за собой разрушение, пожары, химическое заражение окружающей местности; землетрясение и ураган помимо разрушения сооружений, могут вызвать затопление прибрежной полосы, пожары от повреждения электрических сетей, химическое заражение в результате утечки ядовитых веществ при разрушении емкостей и т.д.

Чрезвычайные ситуации классифицируются по различным признакам, описывающим эти сложные явления с различных сторон их природы и свойств. Постановлением Правительства РФ от 21 мая 2007 г. N 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера подразделяются на:

а) чрезвычайную ситуацию локального характера, в результате которой территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация и нарушены условия жизнедеятельности людей (далее - зона чрезвычайной ситуации), не выходит за пределы территории объекта, при этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью (далее - количество пострадавших), составляет не более 10 человек либо размер ущерба окружающей природной среде и материальных потерь (далее - размер материального ущерба) составляет не более 100 тыс. рублей;

б) чрезвычайную ситуацию муниципального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн. рублей, а также данная чрезвычайная ситуация не может быть отнесена к чрезвычайной ситуации локального характера;

в) чрезвычайную ситуацию межмуниципального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн. рублей;

г) чрезвычайную ситуацию регионального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн. рублей, но не более 500 млн. рублей;

д) чрезвычайную ситуацию межрегионального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более субъектов Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн. рублей, но не более 500 млн. рублей;

е) чрезвычайную ситуацию федерального характера, в результате которой количество пострадавших составляет свыше 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 500 млн. рублей.

На рис. 1 и 2 приводится классификация построенная по типам и видам ЧС.

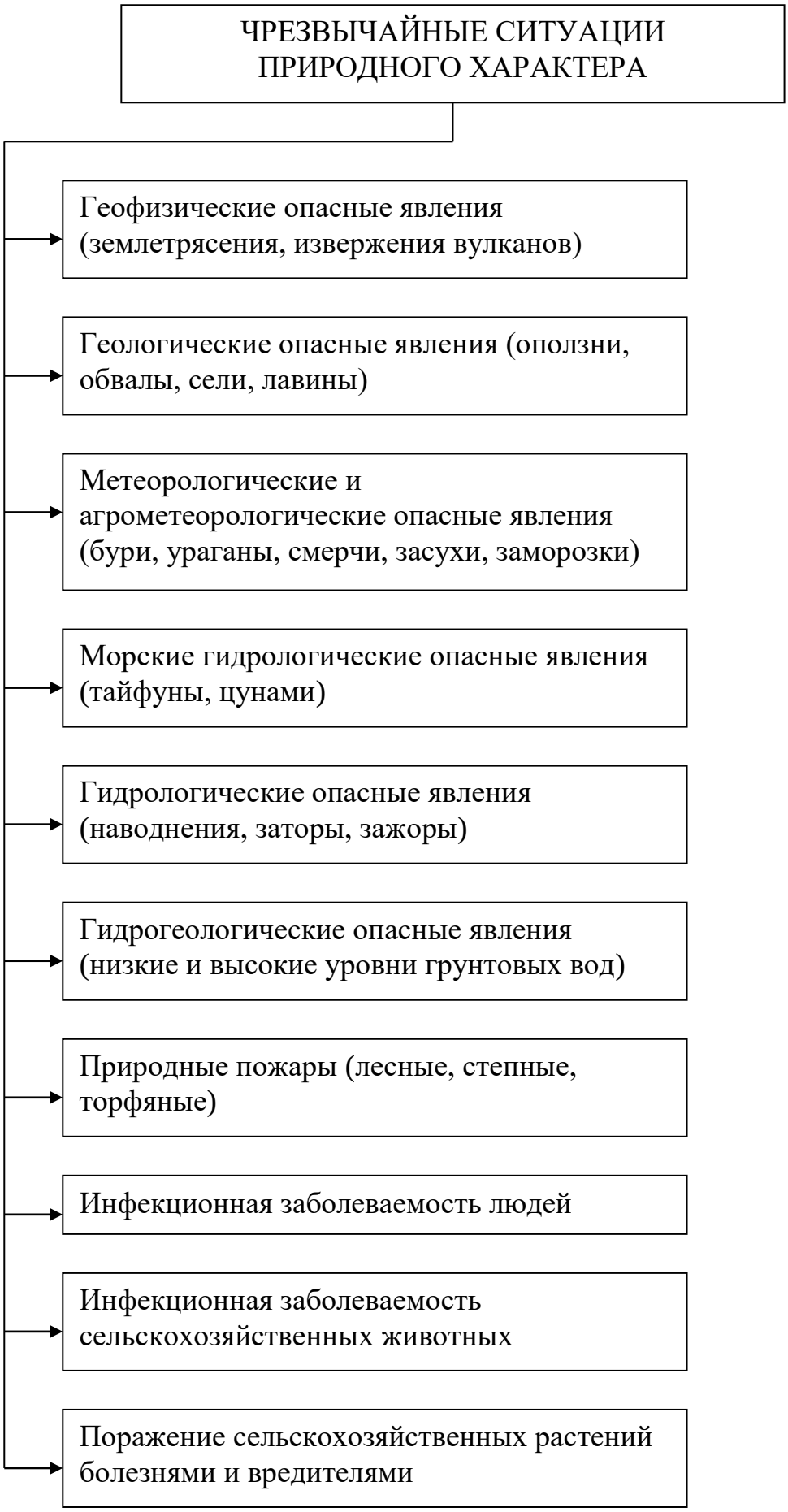


Рис. 1. Классификация чрезвычайных ситуаций природного характера

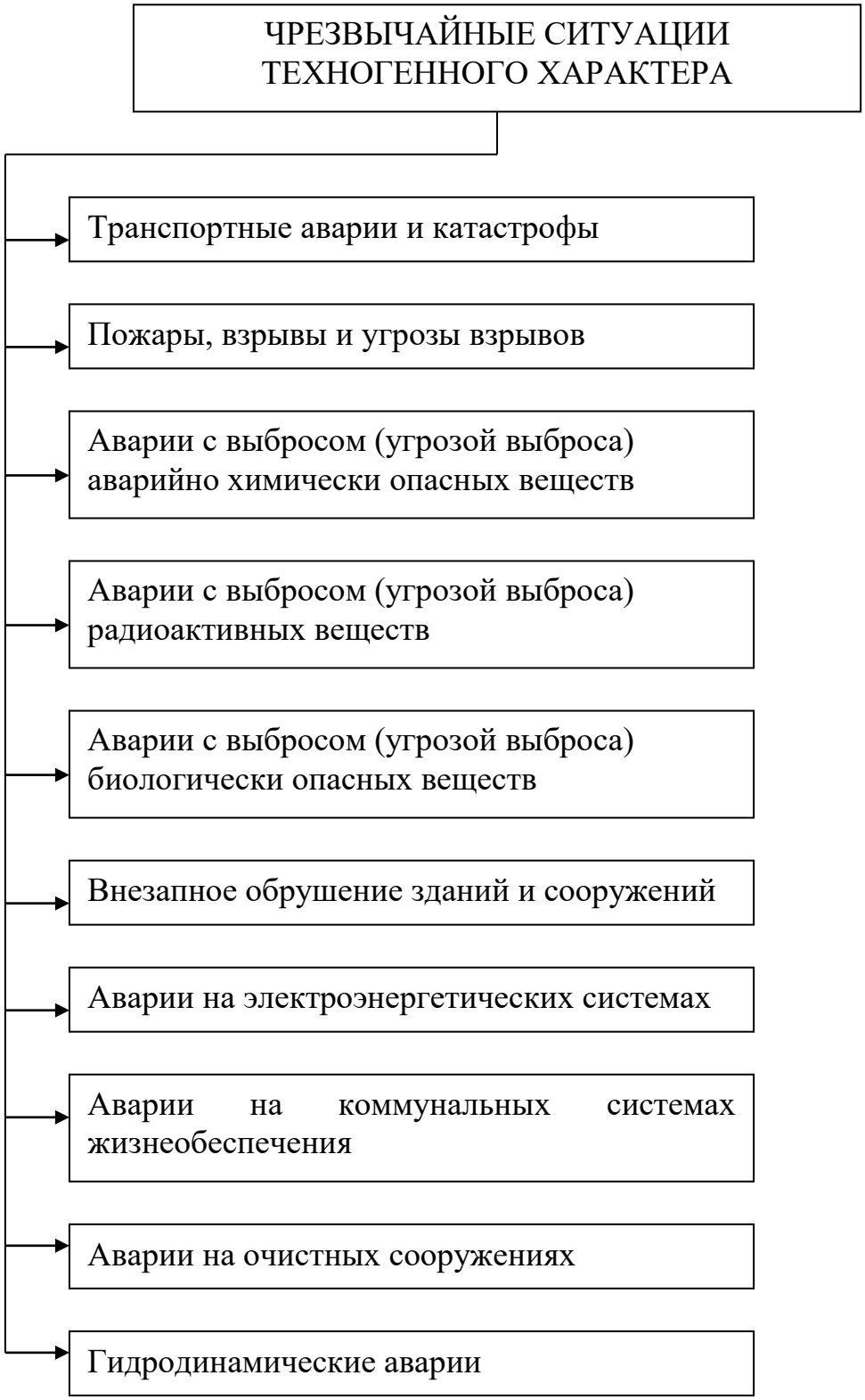


Рис 2. Классификация чрезвычайных ситуаций техногенного характера

Существуют и другие классификации чрезвычайных ситуаций.

2. Стихийные бедствия и их последствия

Под стихийным бедствием понимают природные явления или процессы, имеющие чрезвычайный характер и приводящие к нарушению повседневного уклада жизни более или менее значительных групп населения, человеческим жертвам, уничтожению материальных ценностей. По природе возникновения и вызываемому ущербу они могут быть самыми разнообразными: землетрясения, наводнения, цунами, извержения вулканов, селевые потоки, оползни, обвалы, ураганы и смерчи, лесные и торфяные пожары, снежные заносы и лавины и т. п.

Стихийные бедствия могут возникать как независимо друг от друга, так и во взаимосвязи: одно из них может повлечь за собой другое. Некоторые из них часто возникают в результате не всегда разумной деятельности человека. Например, лесные и торфяные пожары; производственные взрывы в горной местности (при строительстве плотин, разработке карьеров) зачастую приводят к оползням, снежным лавинам, обвалам ледников и т. п. По продолжительности действия стихийные бедствия отличаются: от нескольких секунд и минут (землетрясения, снежные лавины) до нескольких часов (сели), дней (оползни) и месяцев (наводнения). Характерными для них являются разрушение зданий и сооружений, выход из строя линий электропередач, разрушения и повреждения инженерных коммуникаций, участков дорог, людские потери и т.д.

По данным статистики наибольший ущерб составляют наводнения (40 % от общего уровня), далее идут ураганы (20 %), землетрясения и засухи (по 15 %). Около 10 % общего ущерба приходится на остальные виды стихийных бедствий. Ниже приводится краткая характеристика наиболее распространенных стихийных бедствий.

Землетрясения – это колебания земной коры, вызываемые тектоническими или вулканическими причинами и приводящие к разрушению зданий, сооружений, пожарам и человеческим жертвам. Основными характеристиками землетрясений являются глубина очага, магнитуда и интенсивность энергии на поверхности земли. Глубина очага землетрясения обычно находится в пределах от 10 до 30 км, в ряде случаев она может быть

значительно больше.

Магнитуда характеризует общую энергию землетрясения и представляет собой логарифм максимальной амплитуды смещения почвы в микронах, измеренной по сейсмограмме на расстоянии 100 км от эпицентра. Магнитуда (М) по Рихтеру изменяется от 0 до 9 (самое сильное землетрясение). Увеличение М на единицу означает десятикратное увеличение амплитуды колебаний в почве и увеличение энергии землетрясения в 30 раз. Интенсивность энергии на поверхности земли оценивается в баллах по 12-бальной шкале интенсивности. Она зависит от глубины очага, магнитуды, расстояния от эпицентра, геологического строения грунтов и других факторов. Обычно ощутимые разрушения производственных и жилых зданий происходят при землетрясениях силой 7–8 баллов и более. Соотношения между магнитудой землетрясений по шкале Рихтера и его силой в эпицентре по 12-бальной шкале зависит от глубины очага. Некоторые данные о землетрясениях приведены в табл. 1.

Землетрясения наносят большой материальный ущерб и уносят тысячи человеческих жизней. Так, например, в результате катастрофического землетрясения интенсивностью 6 баллов по шкале Рихтера 21 июня 1990 г. на севере Ирана в провинции Гилян погибло свыше 50 тыс. человек и около 1 млн. человек оказались раненными и лишенными крова. В Ашхабаде в октябре 1948 г. удар подземной стихии сдвинул город горизонтально на 2,5 м. Подавляющее число домов превратилось в руины, из каждых десяти человек погибли восемь. Общее число жертв землетрясения – 110 тыс. чел.

Землетрясение в Ташкенте в 1966 г. также имело катастрофические последствия – разрушена значительная часть города, пострадали сотни тысяч жителей. Землетрясение в Гватемале в феврале 1976 г. продолжалось несколько дней; более миллиона гватемальцев остались без крова, число погибших превысило 20 тыс. чел., раненых – более 60 тыс. 28 июля 1976 г. при землетрясении в Китае погибли около 148 тыс. чел. И около 80 тыс. получили тяжелые ранения.

Таблица 1

Данные о землетрясениях

Магнитуда по Рихтеру	Среднее число землетрясений в мире за 1 год	Длительность сотрясений грунта, с	Радиус района, захваченного сильными сотрясениями грунта, км
8,0 – 8,9	1	30 – 90	80 – 160
7,0 – 7,9	15	20 – 50	50 – 120
6,0 –6,9	140	10 – 30	20 – 80
5,0 – 5,9	900	2 – 15	5 – 30
4,0 – 4,9	8000	0 – 5	0 – 15

Одним из наиболее сейсмичных, как считают ученые, является Кавказ, а в его пределах – северо-западная часть Армении и прилегающий к ней участок Грузии. Так, в IX в. была разрушена землетрясением древняя столица Армении г. Двин (около Еревана); после чего столицу перенесли к югу от нынешнего Ленинакана в г. Ани. В XIV в. и Ани до основания был разрушен землетрясением. Несколько раз такие землетрясения происходили и в районе самого Ленинакана; предпоследнее силой 8…9 баллов в 1926 г. Последнее в этом районе землетрясение силой в эпицентре свыше 8 баллов по 12-бальной шкале, охватившее зону диаметром 80 км, произошло 7 декабря 1988 г. Полностью разрушены г. Спитак и большая часть городов Ленинакан и Кировакан, из 400 селений полностью разрушены 58, сильно повреждены около 100, погибли свыше 25 тыс. чел., лишились крова около полумиллиона. Разрушены сотни жилых домов, школ, общественных и производственных зданий и сооружений, повреждены 40 км железнодорожного пути, автомобильные дороги, выведены из строя системы жизнеобеспечения – города лишились освещения, водо-, электро- и теплоснабжения. Материальный ущерб превысил 8 млрд. р.

При землетрясениях в горах происходят обвалы, сход снежных лавин. Подводные землетрясения вызывают цунами (в переводе с японского «волна в заливе»), длиннопериодные океанские волны, возникающие внезапно и

движущиеся с большой скоростью. При приближении к берегу образуются водные валы высотой 5–10 м и более. Современные сейсмические и гидроакустические приборы позволяют обнаружить цунами за несколько часов.

Хотя достаточно надежных методов прогнозирования землетрясений и их последствий нет, по изменению характерных свойств земли, необычайному поведению живых организмов перед землетрясением ученым удается составлять прогнозы. Предвестниками землетрясения являются: быстрый рост частоты слабых толчков (форшоков); деформации земной коры, определяемая наблюдением со спутников из космоса или съемкой на поверхности земли с помощью лазерных источников света; изменение отношения скоростей распространения продольных и поперечных волн накануне землетрясения; изменение электросопротивления горных пород, уровня грунтовых вод в скважинах; содержание радона в воде и др.

Необычное поведение животных накануне землетрясения выражается, например, в том, что кошки покидают селения и переносят котят в луга, а птицы в клетках за 10–15 минут до начала землетрясения начинают летать; перед толчком слышатся необычные крики птиц; домашние животные в хлевах впадают в панику и т. п. Вероятной причиной такого поведения животных считают аномалии электромагнитного поля перед землетрясением.

Для защиты от землетрясений проводится сейсмическое районирование, т. е. заблаговременно выявляются сейсмически опасные зоны в различных регионах страны. На картах сейсмического районирования обычно выделяются области, которым угрожают землетрясения интенсивностью выше 7-8 баллов по шкале Рихтера. В этих районах предусматриваются различные меры защиты, начиная с неукоснительного выполнения требования нормативных документов при возведении и реконструкции зданий, сооружений и других объектов до приостановки действия опасных производств (химических заводов, АЭС и т. п.).

Наводнение – это затопление значительных территорий, возникающее в результате разлива рек во время половодья и паводков, ливневых дождей,

ледяных заторов рек, обильного таяния снегов в горах и других причин. Наводнения наносят огромный материальный ущерб и приводят к человеческим жертвам. Непосредственный материальный ущерб от наводнения связан с повреждением и разрушением жилых и производственных зданий, автомобильных и железнодорожных дорог, линий электропередач и связи, мелиоративных систем, гибелью скота и урожая сельскохозяйственных культур, порчей и уничтожением сырья, топлива, продуктов питания, кормов, удобрения и т. п. Например, в результате небывалых наводнений в Забайкалье из-за ливневых дождей в начале июля 1990 г. снесено более 400 мостов, народному хозяйству Читинской области нанесен ущерб в 400 млн. рублей, тысячи людей остались без крова, имелись и человеческие жертвы. Прорыв плотины водохранилища у пос. Саргазонский в Таджикистане в марте 1987 г. связан с переполнением водохранилища во время паводка и селя. (Объем воды в водохранилище был 3 млн. $м^3$). Повреждены и разрушены 53 дома, участки ЛЭП, связи и дорог, мосты, имеются пострадавшие.

Основные направления борьбы с наводнениями состоят в уменьшении максимального расхода воды в реке путем перераспределения стока во времени. Для этого используются посадка лесозащитных полос, распашка земли поперек склонов, сохранение прибрежных водохранительных полос растительности, террасирование склонов и т. д. Определенный эффект дает устройство прудов, запруд и других емкостей в логах, балках и оврагах для перехвата талых и дождевых вод. Для средних и крупных рек одно из радикальных средств – регулирование паводкового стока с помощью водохранилищ. Кроме этого применяется устройство дамб, разрушение льда взрывами за 10–15 дней до вскрытия реки.

Сели (от арабского «сайль» – бурный поток) – это паводки с очень большой концентрацией минеральных частиц, камней и обломков горных пород (от 10–15 до 75 % объема потока), возникающие в бассейнах небольших горных рек и сухих логов и вызванных, как правило, ливневыми осадками, реже интенсивным таянием снегов, а также прорывом моренных и завальных

озер, обвалом, оползнем, землетрясением. Опасность селей не только в их разрушительной силе, но и во внезапности проявления. По составу переносимого твердого материала селевые потоки могут быть грязевыми (смесь воды с мелкоземом при небольшой концентрации камней, объемный вес γ = 1,5–2,0 т/м^3), грязекаменными (смесь воды, гальки, гравия, небольших камней, γ = 2,1–2,5 т/м^3) и водокаменные (смесь воды с преимущественно крупными камнями, γ = 1,1–1,5 т/м^3). Так, в Карпатах встречаются селевые потоки сравнительно небольшой мощности, на Северном Кавказе – преимущественно грязекаменные, в Средней Азии – грязевые потоки.

Скорость течения селевого потока обычно составляет 2,5–4,0 м/с, но при прорыве заторов может достигать 8–10 м/с и более. Последствия селей бывают катастрофическими со значительным материальным ущербом и человеческими жертвами.

Основной способ борьбы с селями – это строительство различных гидротехнических сооружений. Плотины для задержки твердого стока и пропуска смеси воды и мелких фракций пород, каскад запруд для разрушения селевого потока и освобождения его от твердого материала, подпорные стенки для укрепления откосов, нагорные стокоперехватывающие и водосборные каналы для отвода стока в ближайшие водотоки и др.

Хотя методов прогноза селей в настоящее время не существует, для некоторых селевых районов установлены определенные критерии, позволяющие оценить вероятность возникновения селей. Так, для районов с большой вероятностью селей ливневого происхождения – определяется критическая сумма осадков за 1–3 суток; селей гляциального происхождения (образующихся при прорыве ледниковых озер и внутриледниковых водоемов) – критическая средняя температура воздуха за 10–15 суток или сочетание этих двух критериев.

Оползни – это скользящие смещения масс горных пород по склону, возникающие из-за нарушения равновесия, вызываемого различными причинами: подмывом пород водой, ослаблением их прочности вследствие

выветривания или увлажнения, систематическими толчками, неразумной хозяйственной деятельностью человека и др. Оползни могут происходить на всех склонах с крутизной 20º и более. Они различаются скоростью смещения пород (медленные, средние и быстрые) и масштабами. Скорость медленных смещений пород составляет несколько десятков см в год, средних – несколько м в час или сутки и быстрых – десятки км в час. Объем пород, смещаемых при оползнях, составляет от нескольких сот до многих млн. и даже млрд. кубометров.

Наиболее действенной защитой от оползней является их предупреждение. В комплекс предупредительных мероприятий входит собирание и отведение поверхностных вод, уменьшение нагрузки на склоны, фиксация склона с помощью свай, строительство подпорных стенок.

Снежные лавины также относятся к оползням и возникают так же, как и другие оползневые смещения. Силы сцепления снега переходят определенную границу, и гравитация вызывает смещение снежных масс по склону. Снежная лавина представляет собой смесь кристалликов снега и воздуха. Крупные лавины возникают на склонах 25–60º. Гладкие травянистые склоны наиболее лавиноопасны. Кустарники, большие камни и другие препятствия сдерживают возникновение лавин. В лесу лавины образуются очень редко. Снежные лавины наносят большой материальный ущерб и часто сопровождаются гибелью людей. В качестве примера можно привести снежные лавины и заносы, сели, обвалы и наводнения в Душетском, Казбекском, Местийском и др. районах Грузии, имевшие место в январе–марте 1987 г., вызвавшие катастрофические последствия; разрушено и повреждено около 4500 жилых домов, производственных зданий. Вышли из строя 26 км железнодорожного полотна, 1800 км автомобильных дорог, 1300 км линий связи. Общая площадь оползней, селей, обвалов около 3 млн. га. В опасной зоне оказалось до 3 тыс. населенных пунктов. Затоплено в Колхидской низменности в результате прорыва дамбы на р. Риони 200 км^2 территории. Погибло 110 чел. Материальный ущерб около 350 млн. руб.

Защита от лавин может быть пассивной и активной. При пассивной защите избегают использования лавиноопасных склонов или ставят на них заградительные щиты. При активной защите производят обстрел лавиноопасных склонов, вызывая сход небольших неопасных лавин и препятствуя, таким образом, накоплению критических масс снега.

Бури, ураганы, штормы представляют собой движение воздушных масс с большой скоростью (12 баллов по шкале Бофорта, т. е. скорость более 32,6 м/с), возникающие в зоне циклонов и на периферии обширных антициклонов. Ниже приведены примеры.

Ураган в районе Южно-Сахалинска в ноябре 1988 г. Ураганный ветер силой до 40 м/с с дождем и снегом вызвал оледенение и обрывы проводов, разрушение опор на 80 % магистральных высоковольтных линий электроснабжения и связи. Без электропитания оказались города Холмск, Долинск, Невельск, Чехов и др. Повреждена железная и автомобильная дороги.

Смерч на территории Ивановской, Костромской и Ярославской областей в июне 1984 г. Сильные разрушения жилых и производственных зданий и сооружений (в т. ч. водонапорных башен), линий электропередач и связи на широкой полосе (до 10 км) длиной почти 100 км. Лесоповал; пожары. Наличие пострадавших.

Ураган в Ленинградской области. Повышения уровня воды в каналах р. Нева, затопление территорий, участков дорог, повреждение линий электропередачи в результате обледенения.

Тайфуны в районе г. Владивостока в августе 1986 г. Затопление больших территорий в результате ливневых дождей и ураганных ветров, повреждение зданий, линий электропередачи, дорожных сооружений.

Современные методы прогноза погоды позволяют за несколько часов и даже суток предупредить население города или целого прибрежного района о надвигающемся урагане (шторме).

Основными видами пожаров как стихийных бедствий, охватывающих обширные территории, являются **ландшафтные пожары** – лесные и степные.

Лесные пожары делятся на низовые, верховые и подземные (когда горят торфяники). При низовом – горит лесная подстилка, сухая трава, валежник, подлесок. Скорость движения фронта низового пожара составляет 0,3–1,0 м/мин (при слабом пожаре) и доходит до 16 м/мин (при сильном пожаре). Незатушенный низовой пожар может разрастись и перейти в верховой (горят кроны и стволы деревьев). При беглом верхнем пожаре пламя распространяется главным образом с кроны на крону с большой скоростью (8–25 км/ч), составляя иногда целые участки нетронутого огнем леса. При устойчивом верховом пожаре огнем охвачены не только кроны, но и стволы деревьев. Пламя распространяется со скоростью 5–8 км/ч, охватывая весь лес от почвенного покрова и до вершин деревьев.

Подземные пожары возникают как продолжение лесных и распространяются по находящемуся в земле торфяному слою на глубину до 50 см и более. Горение идет медленно, почти без доступа воздуха, со скоростью 0,1–0,5 м/мин с выделением большого количества дыма и образованием выгоревших пустот (прогара). Поэтому подходить к очагу подземного пожара надо с большой осторожностью, постоянно прощупывая грунт шестом или щупом. Горение может продолжаться длительное время (даже зимой под слоем снега).

Степные (полевые) пожары возникают на открытой местности при наличии сухой травы или созревших хлебов. Скорость их распространения может достигать 20–30 км/ч.

Основными способами борьбы с лесными пожарами является: захлестывание кромки огня ветвями лиственных деревьев, засыпка его землей, заливка водой (химикатами), создание заградительных и минерализованных полос (удаление верхнего слоя подстилки до минерального грунта), пуск встречного огня (отжиг). Отжиг применяют при крупных пожарах и недостатка сил и средств для пожаротушения. Для этого вдоль имеющегося препятствия (дороги, реки, просеки) устраивают вал из сухого валежника, затем, дождавшись тяги воздуха в сторону пожара, поджигают его вначале напротив

центра фронта пожара на участке 20–30 м, а после продвижения огня на 2–3 м и соседние участки.

Тушение лесного верхового пожара осуществлять сложнее. Его тушат путем создания заградительных полос, применяя отжиг и используя воду. Ширина заградительных полос должна быть не менее полуторной высоты деревьев. Степные пожары тушат теми же способами, что и лесные.

Тушение лесных пожаров включает три последующие стадии: локализация пожара; дотушивание оставшихся очагов горения; окарауливание пожарища. Локализация заключается в остановке распространения пожара воздействием на горящую кромку, прокладкой заградительных минерализованных полос и обработкой периферии пожара. Дотушивание производится сразу после локализации и состоит в ликвидации очагов горения, оставшихся на пройденной пожаром площадке. Окарауливание заключается в непрерывном или периодическом осмотре пройденных пожаром участков с целью предотвращения возобновления пожара от скрытых очагов, не выявленных при дотушивании.

Тушение подземных пожаров осуществляется, в основном, двумя способами. При первом – вокруг торфяного пожара на расстоянии 8–10 м от его кромки роют траншею (канаву) до минерализованного слоя грунта или до уровня грунтовых вод и заполняют ее водой. Второй заключается в устройстве вокруг пожара полосы насыщенной растворами химикатов. Для этого с помощью мотопомп, оснащенных специальными стволами-пиками (иглами) длиной до 2 м, в слой торфа сверху нагнетается водный раствор поверхностно-активных веществ-смачивателей (сульфанол, стиральный порошок и др.), которые в сотни раз ускоряют процесс проникновения влаги в торф. Нагнетание осуществляется на расстоянии 5–8 м от предполагаемой кромки подземного пожара и через 25–30 см друг от друга. Попытки заливать подземный пожар водой успеха не имели.

При тушении пожаров личный состав формирований подвергается воздействию дыма и оксида углерода (CO). Поэтому при концентрации CO

более 0,02 мг/л (определяется газосигнализатором) работы должны проводиться в изолирующих противогазах или фильтрующих с гопкалитовыми патронами.

3. Характеристика очагов поражения

Из многочисленных очагов поражения, возникающих в результате различных стихийных бедствий и аварий, наиболее значительными по масштабам последствий являются очаги, образующиеся при землетрясениях и наводнениях, при авариях на объектах ядерной энергетики, на предприятиях, имеющих аварийно химически опасные вещества (АХОВ), и производствах со взрыво- и пожароопасной технологией.

Очагом поражения при землетрясении называется территория, в пределах которой произошли массовые разрушения и повреждения зданий, сооружений и других объектов, сопровождающиеся поражениями и гибелью людей, животных, растений. Очаги массового поражения возникают обычно в районе землетрясения, где интенсивность его по шкале Рихтера составляет 7–8 баллов и более. При этом большинство зданий и сооружений получают средние и сильные разрушения.

Оценка возможных масштабов разрушений при землетрясении может быть проведена аналогично оценке разрушений при взрыве, но с той разницей, что в качестве критерия берется не максимальное избыточное давление в фронте ударной волны, а максимальная интенсивность землетрясения в баллах по шкале Рихтера. При прогнозировании характер и степень ожидаемых разрушений на объекте могут быть определены для различных дискретных значений интенсивности в интервале от величин, вызывающих слабые разрушения подавляющего большинства зданий и сооружений, до величин, вызывающих полные их разрушения. Эти данные приведены в табл. 2.

Очагом поражения при наводнении называется территория, в пределах которой произошли затопления местности, повреждения и разрушения зданий, сооружений и других объектов, сопровождающихся поражениями и гибелью

людей, животных и урожая сельскохозяйственных культур, порчей и уничтожением сырья, топлива, продуктов питания, удобрений и т. п. Масштабы наводнений зависят от высоты и продолжительности стояния опасных уровней воды, площади затопления, времени затопления (весной, летом, зимой) и др.

Таблица 2

Оценка возможных масштабов разрушений при землетрясении

Характеристика зданий и сооружений	Интенсивность в баллах, приводящая к разрушению:			
	слабому	среднему	сильному	полному
Массивные промышленные здания с металлическими каркасами и крановым оборудованием грузоподъемностью 25–50 т	VII–VIII	VIII–IX	IX–X	X–XII
Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкции	VI–VII	VII–VIII	VIII–IX	IX–XII
Промышленные здания с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления 30 %	VI–VII	VII–VIII	VIII–IX	IX–X
Здания из сборного железобетона	V–VII	VII–VIII	–	VIII–XI
Кирпичные бескаркасные производственно-вспомогательные одно- и многоэтажные здания с перекрытием (покрытием) из ж/б сборных элементов	VI–VII	VII–VIII	VIII–IX	IX–XI
Административные многоэтажные здания с металлическим или железобетонным каркасом	VII–VIII	VIII–IX	IX–X	X–XI
Кирпичные многоэтажные здания	VI	VI–VII	VII–VIII	VIII–IX
Складные кирпичные здания	V–VI	VI–VIII	VIII–IX	IX–X
Трубопроводы на металлических или ж/б эстакадах	VII–VIII	VIII–IX	IX–X	–

Рассмотрим определение размеров зон наводнений и затоплений на примере прорыва плотин и разрушения гидротехнических сооружений. Основными параметрами, необходимыми для этих определений, являются параметры волны

попуска на различных расстояниях от плотины: высота волны попуска и продолжительность ее прохождения на заданных расстояниях. Для определения этих параметров необходимы следующие данные: объем водохранилища (W), $м^3$; ширина прорана или участка перелива воды через гребень не разрушенной плотины (B), в м; глубина воды перед плотиной (глубина прорана) H, м; средняя скорость движения волны попуска (V), м/с.

Зная заданное расстояние от плотины (R) в км, определяем время прихода волны попуска (в ч) на это расстояние:

$$t_{пр} = \frac{R}{V \cdot 3{,}6}, \text{ ч.}$$

Определяем время опорожнения водохранилища:

$$T = \frac{W}{N \cdot B \cdot 3600}, \text{ ч,}$$

где N –максимальный расход воды на 1 м ширины прорана (участка перелива воды через гребень плотины), $м^3$/с·м. Для его ориентировочного определения пользуются данными таблицы 3.

Таблица 3

Соотношение максимального расхода воды и глубины воды перед плотиной

H, м	5	10	25	50
N, $м^3$/с·м	10	30	125	350

Зная время опорожнения водохранилища и глубину прорана по эмпирическим формулам (табл. 4) определяются ориентировочные значения высоты волны попуска и продолжительности прохождения волны попуска, необходимые для оценки зон наводнения и затопления на данном расстоянии от плотины.

Таблица 4

Определение высоты волны попуска

Наименование параметров	Расстояние от плотины, км						
	0	25	50	100	150	200	250
Высота волны попуска h, м	0,25H	0,2H	0,15H	0,75H	0,05H	0,03H	0,02H
Продолжительность прохождения волны попуска t, ч	T	1,7T	2,6T	4T	5T	6T	7T

Очаги поражения на предприятиях со взрыво- и пожароопасной технологией образуются вследствие истечения газообразных или сжиженных углеводородных продуктов, при перемешивании которых с воздухом образуются взрыво- и пожароопасные смеси таких газов, как пропилен, метан, пропан, бутан, этилен, бутилен и др. Взрыв или возгорание наступает при определенном содержании газа в воздухе, что приводит к разрушению и повреждению зданий и сооружений, технологических установок, емкостей и трубопроводов. При взрыве газовоздушной смеси образуется ударная волна. Степень разрушения объектов зависит от избыточного давления во фронте ударной волны $\Delta P_ф$ (разность между максимальным давлением во фронте ударной волны и нормальным атмосферным давлением перед этим фронтом).

При действии нагрузок, создаваемых ударной волной, здания и сооружения могут подвергаться полным ($\Delta P_ф$ = 40–60 кПа), сильным ($\Delta P_ф$ = 20–40 кПа), средним ($\Delta P_ф$ = 10–20 кПа) и слабым ($\Delta P_ф$ = 8–10 кПа) разрушениям (табл. 5).

Поэтому расчеты сводятся к определению избыточного давления ударной волны ($\Delta P_ф$) при взрыве газовоздушной смеси на определенном расстоянии (R) от емкости, в которой хранится определенное количество (Q) взрывоопасной смеси.

Таблица 5

Разрушающие нагрузки, создаваемые ударной волной

Элементы объекта	Значения $\Delta P_ф$, кПа, приводящие к разрушениям			
	слабым	средним	сильным	полным
Массивные промышленные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25–50 т	20–30	30–40	40–50	50–70
Бетонные и ж/б здания и здания антисейсмической конструкции	25–35	80–120	150–200	200
Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкции	10–20	20–30	30–50	50–70
Административные многоэтажные здания с металлическим или ж/б каркасом	20–30	30–40	40–50	50–60
Кирпичные многоэтажные здания	8–12	12–20	20–30	30–40
Краны и крановое оборудование	20–30	30–50	50–70	70
Кабельные наземные линии	10–30	30–50	50–60	60
Трубопроводы наземные	20	50	130	–
Трубопроводы на металлических или ж/б эстакадах	20–30	30–40	40–50	–
Трубопроводы, заглубленные на 20 см	150–200	250–350	500	–

Для ориентировочного определения избыточного давления ударной волны пользуются эмпирическими формулами:

$$\Delta P_ф = \frac{700}{\left(\sqrt{1 + 29{,}8 \cdot K^3} - 1\right)}, \text{ кПа;}$$

при К>2:

$$\Delta P_ф = \frac{22}{K \cdot \sqrt{\lg \cdot K + 0{,}158}}, \text{ кПа,}$$

где К – эмпирический коэффициент, зависящий от R (м) и Q (т):

$$K = 0{,}24 \cdot \frac{R}{17{,}5 \cdot \sqrt[3]{Q}}.$$

Определив $\Delta P_ф$, по табл. 5 находят возможные последствия от взрыва.

Очаги химического поражения (заражения). Аварии с истечением (выбросом) аварийно химически опасных веществ (АХОВ) и заражением

окружающей среды возникают на предприятиях химической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной, мясомолочной и пищевой промышленности, водопроводных и очистных сооружениях, а также при транспортировке АХОВ по железной дороге. Аварийно химически опасными веществами называются химические соединения, которые в определенных количествах, превышающих предельно допустимые концентрации (плотность заражения), оказывают вредное воздействие на людей, сельскохозяйственных животных, растения и вызывают у них поражения различной степени.

АХОВ могут быть элементами технологического процесса (аммиак, хлор, серная и азотная кислоты, фтористый водород и др.) и могут образовываться при пожарах (оксид углерода, оксид азота, хлористый водород, сернистый газ), краткие физико-химическая и токсическая характеристики некоторых АХОВ приведены в табл. 6.

Рассмотрим несколько подробнее характеристику наиболее распространенных на водопроводных и очистных сооружениях АХОВ и способы защиты от них.

Аммиак – бесцветный газ с запахом нашатыря (порог восприятия – 0,037 мг/л), в 1,5 раза легче воздуха. Применяют его в холодильном производстве, для получения азотных удобрений, при аммонизации воды и т. п. Сухая смесь аммиака с воздухом (4:3) способна взрываться. Аммиак хорошо растворяется в воде. При высоких концентрациях он возбуждает центральную нервную систему и вызывает судороги. Чаще смерть наступает через несколько часов или суток после отравления от отека гортани и легких. При попадании на кожу может вызвать ожоги различной степени. Первая помощь: свежий воздух, вдыхание теплых водяных паров 10%-ного раствора ментола в хлороформе, теплое молоко с боржоми или содой; при удушье – кислород; при спазме голосовой щели – тепло на область шеи, теплые водяные ингаляции; при попадании в глаза – немедленное промывание водой или 0,5–1%-ным раствором квасцов; при поражении кожи – обмывание чистой водой, наложение примочек из 5%-ного раствора уксусной, лимонной кислоты.

Таблица 6

Характеристики АХОВ

АХОВ	Плотность, г/см^3	ПДК, мг/л	Токсические свойства				Дегазирующие вещества
			Поражающая концентрация, мг/л	Экспозиция	Смертельная концентрация, мг/л	Экспозиция, мин	
Аммиак	0,68	0,02	0,2	6 ч	7	30	Вода
Хлор	1,56	0,001	0,01	1 ч	0,1-0,2	60	Гашеная известь
Сернистый ангидрид	1,46	0,01	0,4-0,5	50 мин	1,4-1,7	50	Аммиачная вода, гашеная известь
Оксид углерода	–	0,02	0,22	2,5 ч	3,4-5,7	30	–
Фосген	1,42	0,0005	0,05	10 мин	0,4-0,5	10	Щелочные отходы и вода
Фтористый водород	0,98	0,0005	0,4	10 мин	1,5	5	Щелочи, аммиачная вода
Синильная кислота	0,7	0,0003	0,02-0,04	30 мин	0,1-0,2	15	То же

Для защиты применяются фильтрующие промышленные противогазы, а при очень высоких концентрациях – изолирующие противогазы и защитная одежда.

Хлор при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении – зеленовато-желтый газ с резким неприятным запахом. Применяется в целлюлозно-бумажной, текстильной промышленности, для обеззараживания воды и т. д. Хлор в 2,5 раза тяжелее воздуха, поэтому он скапливается внизу помещения, в низких местах и медленно рассеивается в воздухе. Хлор раздражает дыхательные пути и вызывает отек легких. При высоких концентрациях смерть наступает от 1–2 вдохов, при несколько меньших – дыхание останавливается через 5–25 мин. Первая помощь: вынести из зоны

заражения, создать полный покой, ингаляция кислородом. При раздражении дыхательных путей – вдыхание нашатырного спирта, питьевой соды; промывание глаз, носа и рта 2%-ным раствором соды; теплое молоко с боржоми или содой, кофе. Для защиты используются промышленные фильтрующие противогазы, при очень высоких концентрациях – изолирующие противогазы.

В результате производственной аварии с выбросами (выливом) АХОВ может создаться сложная химическая обстановка с образованием на значительной площади зон химического заражения и очагов химического поражения (рис. 3). Зона химического заражения включает территорию, подвергшуюся непосредственному воздействию АХОВ (участок разлива), и территорию, над которой распространилось облако АХОВ. Зона химического заражения характеризуется шириной L, глубиной Г и площадью S_3

Очагом химического поражения называют территорию, в пределах которой в результате воздействия АХОВ произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений. Границы очагов химического поражения (площади S_0^1 и S_0^2 на рис. 3) определяются границами (площадями) населенных пунктов или их частей, оказавшихся в зоне химического заражения. Совокупность последствий химического заражения местности АХОВ называют химической обстановкой. Оценка химической обстановки производится методом прогнозирования и по данным разведки. Она включает:

– определение масштабов и характера химического заражения;

– анализ их влияния на деятельность объектов, сил гражданской обороны и населения;

– выбор наиболее целесообразных вариантов действий, при которых исключается поражение людей.

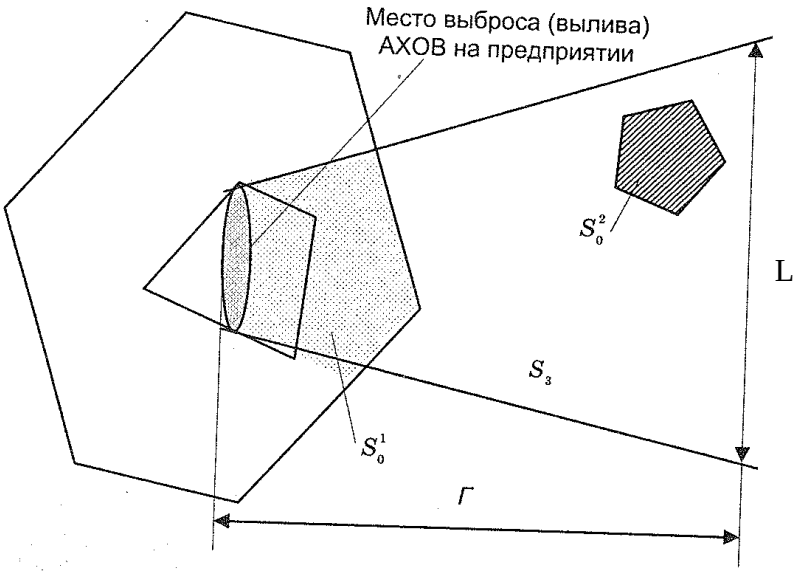


Рис. 3. Схема зоны химического заражения

Исходными данными для оценки химической обстановки являются:

– тип и количество АХОВ;

– район и время выброса (вылива) ядовитых веществ;

– степень защищенности людей;

– топографические условия местности и характер застройки на пути распространенного зараженного воздуха;

– метеоусловия, включающие скорость и направление ветра в приземном слое, температура воздуха и почвы, степень вертикальной устойчивости воздуха.

Различают три вертикальные степени устойчивости воздуха: инверсию, изотермию и конвекцию.

При инверсии нижние слои воздуха холоднее верхних, что препятствует рассеиванию его по высоте и создает наиболее благоприятные условия для сохранения высоких концентраций зараженного воздуха. Инверсия возникает обычно в вечерние часы примерно за час до захода солнца и разрушается в течение часа после его восхода.

Изотермия характеризуется стабильным равновесием между нижними и верхними слоями воздуха. Она наиболее характерна для пасмурной погоды, но

может возникать также как переходное состояние от инверсии к конвекции утром и, наоборот, вечером.

При конвекции нижние слои воздуха нагреты сильнее верхних, что способствует быстрому рассеиванию зараженного облака и уменьшению его поражающего действия. Конвекция возникает обычно через 2 ч после восхода солнца и разрушается за 2–2,5 ч до его захода. Она обычно наблюдается в летние солнечные дни.

Степень вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха может быть определена по данным прогноза погоды с помощью графика (рис. 4).

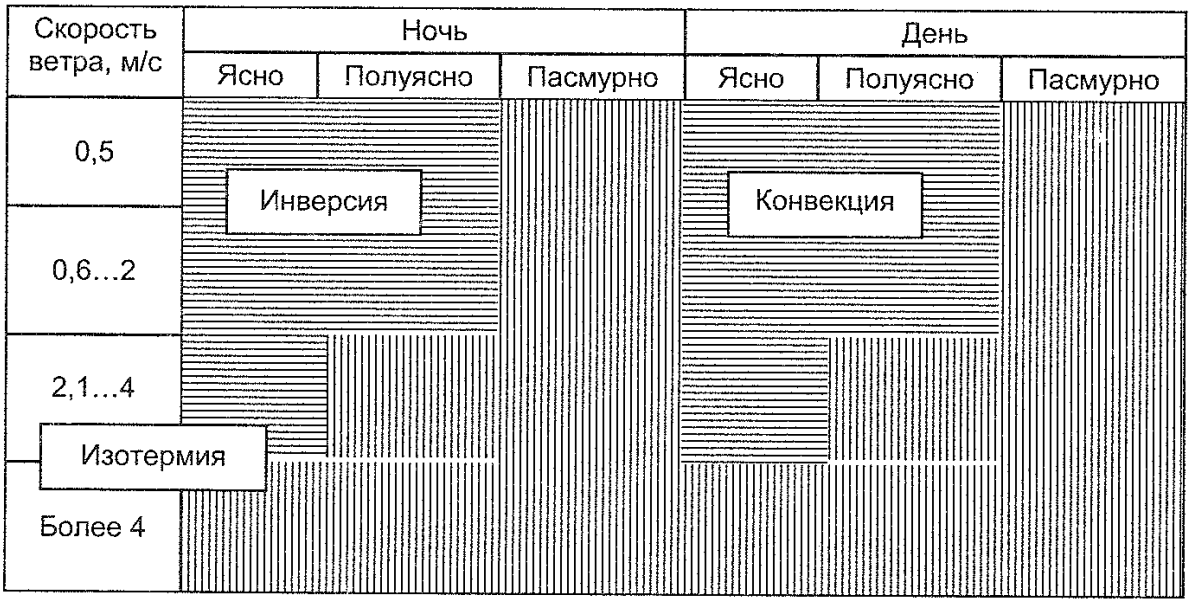


Рис. 4. График для оценки степени вертикальной устойчивости воздуха по данным прогноза погоды

Имея необходимые исходные данные, с помощью эмпирических формул, таблиц и графиков определяют размеры зоны химического заражения и очагов химического поражения, время подхода зараженного воздуха к определенному населенному пункту или другому объекту, время поражающего действия и возможные потери людей в очаге химического поражения. Эти расчеты проводятся с целью организации защиты людей, которые могут оказаться в очагах химического поражения.

Радиоактивное загрязнение (заражение) местности. Под радиоактивной обстановкой понимают совокупность последствий радиоактивного загрязнения (заражения) местности, оказывающих влияние на деятельность объектов народного хозяйства и населения.

Оценка радиоактивной обстановки производится методом прогнозирования и по данным разведки. Основной формулой для оценки радиационной обстановки при ядерном взрыве является изменение уровней радиации на радиоактивно загрязненной местности во времени:

$$P_t = P_0 \cdot \left(\frac{t}{t_0}\right)^{-n}$$

где P_0 – уровень радиации (Р/ч) в момент времени t_0 после взрыва;

P_t – то же в рассматриваемый момент времени t после взрыва;

n – показатель степени, характеризующий величину спада радиации во времени и зависящий от изотопного состава радионуклидов (при ядерном взрыве n = 1,2).

Оценка радиационной обстановки в случае аварий на атомных электростанциях принципиально не отличается, но, как показала авария на Чернобыльской АЭС, следует учитывать ряд существенных особенностей загрязнения территорий и их последствий для населения по сравнению с последствиями ядерного взрыва. Первая отличительная черта – растянутость во времени выброса радионуклидов (в случае аварии на ЧАЭС – 10 суток). За это время направление ветра может измениться на 360°, поэтому конфигурация зоны загрязнения носит веерный, очаговый характер, а при ядерном взрыве – эллипс, вытянутый в направлении среднего ветра. Площади радиоактивного загрязнения местности, ограниченные сопоставимыми с ядерным взрывом изоуровнями мощности доз, по сравнению с ним ничтожно малы. Так, например, площадь с изоуровнем мощности дозы 1 Р/ч составляла менее 10 км^2, в то время как при ядерном взрыве такие площади составляют сотни квадратных километров.

Основная опасность при длительном проживании на загрязненных территориях – постоянное воздействие малых доз, особенно в результате ежедневного поступления радионуклидов в организм человека с воздухом, пищей, водой, что может привести к хронической лучевой болезни.

При оценке дозы внешнего облучения населения при длительном его проживании на загрязненных территориях следует учитывать суммарное воздействие всех радионуклидов до практически полного распада их основной массы, с учетом последующего воздействия обычно одного наиболее долгоживущего γ-активного радионуклида с достаточно высокой средней энергией γ-излучения и периодом полураспада (Т), на порядок и более отличающимся от основной массы. При аварии на ЧАЭС большинство радионуклидов (имея Т несколько мин, ч, дней) распались уже в течение нескольких месяцев. Из относительно долгоживущих – γ-активен цезий-134 (^{134}Cs с Т = 2 года), поэтому ориентировочное время суммарного воздействия основной массы радионуклидов берется по ^{134}Cs. Учитывая, что уже через 5 периодов полураспада активность радионуклида уменьшается в 32 раза, можно ориентировочно принять, что практически суммарное воздействие основной массы радионуклидов аварийного выброса будет в течение примерно 10 лет. После этого доза внешнего облучения будет в основном определяться наиболее долгоживущим γ-активным радионуклидом с относительно высокой средней энергии γ-излучения (~0,7 МэВ) - цезием-137 (^{137}Cs с Т = 30 лет).

Также необходимо отметить, что спад радиации при воздействии основной массы радионуклидов идет значительно медленнее, чем при ядерном взрыве. Так, за 7-кратный промежуток времени уровень радиации уменьшается примерно в 2 раза, а не в 10 раз, как при ядерном взрыве. С учетом этого при оценке радиационной обстановки при аварии (разрушении) АЭС можно ориентировочно принять:

$$P_t = P_0 \cdot \left(\frac{t}{t_0}\right)^{-0,4}$$

Тогда доза внешнего облучения за время от t_1 до t_2 рассчитывается путем интегрирования этого выражения от t_1 до t_2:

$$D \approx 1{,}7\ (P_2 t_2 - P_1 t_1)$$

или окончательно, с учетом коэффициента среднесуточной защиты $К_{с.з.}$:

$$D = \frac{1{,}7 \cdot (P_к \cdot t_к - P_н \cdot t_н)}{К_{с.з.}}.$$

Здесь $P_н$ и $P_к$ – уровни радиации соответственно в начале ($t_н$) и конце ($t_к$) пребывания в зоне заражения, $К_{с.з.}$ показывает, во сколько раз в среднем уменьшается доза в зависимости от времени нахождения людей в помещениях.

Для примера в табл. 7 приведены рассчитанные дозы внешнего облучения в зависимости от величины первоначального уровня радиации (мР/ч) за первые 10 лет после чернобыльской аварии. Расчеты сделаны для $К_{с.з.}$ = 2,5.

Практический интерес представляет также оценка возможной дозы внешнего облучения, которую может получить население при длительном его проживании (в том числе в течение жизни) на загрязненной территории от наиболее долгоживущего γ-активного радионуклида в аварийном выбросе (для Чернобыля – ^{137}Cs), и определение (при необходимости) его вклада в суммарную дозу излучения.

Таблица 7

Доза внешнего облучения за 10 лет после аварии (Зв $\cdot 10^{-2}$)

Уровень радиации на 10.05.86 г., мР/ч	Время, годы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Доза внешнего облучения									
1	1,6	2,3	3	3,6	4	4,6	5,2	5,6	5,9	6
3	4,8	7	9	11	12	14	15	16	17	18
5	8	12	15	18	20	23	26	28	29	30
8	13	18	24	29	32	37	42	45	47	48

Для этих расчетов пользуются законом радиоактивного распада и методикой оценки первоначального (исходного) уровня радиации, соответствующего первоначальной поверхностной активности (уровню

загрязнения) радионуклида. Не вдаваясь в подробности этих расчетов, приведем лишь данные по рассчитанным дозам внешнего облучения в зависимости от степени загрязнения по цезию-137 (Ки/км^2) через более чем 10 лет после аварии в Чернобыле (табл. 8). Расчеты сделаны для коэффициента среднесуточной защиты $К_{с.з.}$= 2,5.

В числителе табл. 8 даны дозы внешнего облучения, в знаменателе – суммарная доза с учетом облучения за первые 10 лет. При этом принято ориентировочное соотношение: 1 мР/ч на 10.05.86 г. соответствует 5 Ки/км^2 по ^{137}Cs.

Таблица 8

Доза внешнего облучения в зависимости от степени загрязнения по ^{137}Cs (Зв $\cdot 10^{-2}$)

Степень загрязнения, Ки/км^2	Время после аварии, годы					
	20	30	40	50	60	70
	Доза внешнего облучения					
5	1,8/8	3/9	4/10	5,5/11,7	5,7/11,7	6,3/12,3
15	6/24	9/27	12/30	17/35	18/36	19/37
25	10/40	15/45	20/50	28/58	29/59	31/61
40	16/64	24/72	32/80	44/93	46/94	50/98

Доза внутреннего облучения людей наиболее сложна для оценки.

Оценка, проведенная с использованием данных научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР), показывает, что поглощенная доза, создаваемая в организме в целом, может составить: 2 мЗв при степени загрязнения почвы цезием-137 1 Ки/км^2, 10 мЗв – при 5 Ки/км^2; 30 мЗв – при 15 Ки/км^2 и 50 мЗв – при 25 Ки/км^2. В табл. 9 приведены возможные дозы внутреннего облучения, а также суммарные дозы внутреннего и внешнего облучения в зависимости от степени загрязнения территории.

В числителе показателей табл. 9 даны дозы внутреннего облучения, а в знаменателе - суммарная доза внешнего и внутреннего облучения. Как видно из этой таблицы, суммарная доза облучения при степени загрязнения территории 15–40 Ки/км^2 может значительно (в 2–5 раз) превысить установленную еще

Минздравом СССР предельную пожизненную дозу в 35 Зв $\cdot 10^{-2}$. Эта доза может быть набрана за 4 года при 40 Ки/км^2, 7 лет – при 25 Ки/км^2 и 20 лет – при 15 Ки/км^2. И только при степени загрязнения 5 Ки/км^2 доза облучения в 35 Зв $\cdot 10^{-2}$ не будет превышена. Отсюда – отселение людей необходимо осуществлять уже при степени загрязнения по $^{137}C_S$ свыше 5 Ки/км^2, а не 25 Ки/км^2, как было первоначально намечено при аварии на ЧАЭС.

Таблица 9

Доза облучения в зависимости от степени загрязнения территории по ^{137}Cs (Зв $\cdot 10^{-2}$)

Ки/км^2 по ^{137}Cs	Время, годы											
	1	3	4	5	7	10	20	30	40	50	60	70
	Доза внутреннего облучения											
5	0,25/1,85	0,75/3,75	1,0/4,6	1,25/5,25	1,65/6,85	2,25/8,2	4,8/12,8	5,4/14,4	6,5/16,5	7,8/19,3	8,2/20	8,8/21
15	0,75/5,6	2,2/11	3,0/14	3,7/16	5,0/20	6,0/25	13/37	16/43	20/50	24/59	25/61	26/63
25	1,25/9,3	3,7/19	5,0/23	6,0/23	8,3/34	11/41	21/61	27/72	33/83	39/97	41/100	44/105
40	2,0/15	6,0/30	8,0/37	10/42	13/55	18/66	33/97	44/116	53/133	63/155	65/160	70/168

И в заключение кратко рассмотрим основные меры профилактики и защиты населения на радиоактивно загрязненной местности. Медицинские средства профилактики предусматривают применение специальных химических препаратов, называемых радиозащитными (радиопротекторами), которые снижают в определенной степени радиационные поражения людей. Большинство из них действует наиболее эффективно, если они вводятся в организм до облучения (или в крайнем случае) в первые часы после него.

В период йодной «опасности» в чернобыльской ситуации, например, для снижения накопления изотопов радиоактивного йода в критическом органе – щитовидной железе – рекомендовалось принимать ежедневно по одной таблетке йодистого калия 0,2 г в течение десяти дней после начала облучения. Для ускорения выделения из организма радиоактивного цезия и стронция

назначают прием различных адсорбентов (поглотителей). Так, для выведения цезия принимают: ферроцин 1:100 (т. е. на один прием 1 г в 100 мл дистиллированной воды), бентонит 20:200; для выведения стронция – полисурьмин 4:200, альгинат натрия или кальция 15:200 и др. В качестве адсорбента принимают так же активированный уголь. После приема адсорбентов рекомендуется обильное промывание желудка водой или рвотные средства. После очищения желудка – повторное введение адсорбентов с солевыми слабительными.

Если время упущено и радионуклиды успели по прошествии нескольких дней отложиться в критических органах, то рекомендуется способ их выведения из организма с помощью комплексообразующих веществ – солей органических кислот: лимонной, уксусной, молочной. Комплексообразователями являются также витамин B_1, пентацин в 5%-ном растворе и др.

Для получения достаточно чистой продукции в условиях радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных земель требуется осуществление довольно большого и сложного комплекса мероприятий, к важнейшим из которых следует отнести: зонирование территории в зависимости от плотности загрязнения почвы радионуклидами; агротехнические и другие меры по снижению загрязненности продукции растениеводства, птицеводства и животноводства; организацию строгого радиометрического контроля за степенью загрязнения сельскохозяйственной продукции и воды; переработку загрязненной продукции в более чистую. Зонирование территории дает возможность определить для каждой зоны структуру посевных площадей, а также комплекс агротехнических, агрохимических и других мер (в частности, по содержанию и кормлению животных и птиц), необходимых для получения достаточно чистой продукции.

В настоящее время разработаны рекомендации по делению территории аварийного выброса в зависимости от плотности загрязнения стронцием-90, к которым, на наш взгляд, следует добавить и аналогичные нормативы по

загрязнению цезием-137. С учетом этого первая, наиболее безопасная зона будет характеризоваться плотностью загрязнения стронцием-90 до 1 Ки/км^2 и цезием-137 до 5 Ки/км^2 вторая – стронцием-90 – 1–2 Ки/км^2 и цезием-137 – 5–10 Ки/км^2; третья – стронцием-90 – 2–4 Ки/км^2 и цезием-137 – 10-20 Ки/км^2; четвертая – стронцием-90 – свыше 4 Ки/км^2 и цезием-137 – свыше 20 Ки/км^2.

В первой зоне все отрасли хозяйства могут вестись без ограничений, продукция подвергается выборочному контролю; во второй и третьей – соблюдением мероприятий, снижающих радиоактивное загрязнение продукции (изменение при необходимости структуры посевных площадей, осуществление агротехнических мероприятий, исключается по возможности выпас животных, организуется их стойлово-лагерное содержание, перед убоем кормление в течение 3–4 недель только чистыми кормами и др.); в четвертой – проведение всех работ должно быть запрещено до особого распоряжения. Перепрофилирование хозяйств будет наиболее характерно для третьей зоны. Так, если загрязнение почвы не допускает ведение растениеводства по установившейся технологии, рекомендуется производство технических и масличных культур для дальнейшей их переработки (льна, конопли, сои, картофеля и т. п.), развитие семеноводства.

Агротехнические приемы предусматривают, в частности, глубокую вспашку полей (на 4–5 см глубже обычной) или вспашку на глубину 60–70 см с оборотом верхнего загрязненного пласта почвы на дно борозды. Агрохимические мероприятия весьма разнообразны. Поверхностное известкование почвы для связывания радионуклидов с последующим запахиванием поверхностного слоя ниже плужной подошвы; применение фосфорных и калийных удобрений для увеличения в почве содержания ионов калия и кальция, конкурирующих с ионами стронция-90 и цезия-137 в процессе корневого усвоения (метод изотопного разбавления); культивацию культур, способных «выкачивать» из почвы радионуклиды (люпин и др.), с последующим их сбором и захоронением; выращивание культур, менее

восприимчивых к радионуклидам (например, рожь поглощает меньше стронция, чем пшеница).

Дезактивация территории, дорог, сооружений, техники, продуктов питания, воды и т.п. предусматривает снижение степени их загрязнения радионуклидами до доступных величин. В чернобыльской ситуации применялись следующие способы дезактивации территории: снятие поверхностного слоя загрязненного грунта толщиной 5–10 см с помощью бульдозеров и другой техники, в том числе (на сильно зараженных участках) с дистанционным управлением, с последующим вывозом его в контейнерах в специально организованные «могильники»; насыпка чистого грунта толщиной 5-10 см поверх загрязненного или укладка на него бетонных плит (бетона, асфальта); намыв песка гидроспособом (особенно эффективно в лесу); закрепление (связывание) верхних слоев загрязненного грунта на обочинах дорог полимеризующими растворами с целью исключения пылеобразования путем распыления (разбрызгивания) латекса (дисперсного каучука в воде). Для дезактивации дорог с твердым покрытием, сооружений, техники применялись моющие растворы на основе порошка СФ-2у и др. Дезактивация продовольствия заключается в механическом удалении радиоактивных веществ с поверхности продуктов питания или срезания верхнего слоя толщиной 0,5–1 см; для сыпучих продуктов – снятием поверхностного слоя. Корнеплоды, фрукты и овощи промывают в проточной воде. С кочанов капусты удаляют верхние листья. Дезактивация воды осуществляется отстаиванием, фильтрованием и перегонкой.

Эффективность рассмотренных выше мер защиты может быть существенно повышена при условии соблюдения установленных правил (режимов) поведения людей на загрязненной местности. К важнейшим из них можно отнести: ограничение пребывания на открытой местности; использование СИЗ; удаление пыли с радиоактивными веществами с верхней одежды; ежедневную влажную уборку в помещениях; прием пищи только в закрытых помещениях; мытье рук перед едой и полоскание рта 0,5%-ным

раствором питьевой соды; запрещение сбора ягод, грибов и цветов в лесу, а также охоты и ловли рыбы; исключение купания в открытых водоемах и т. д.

4.Обеспечение безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях

Обеспечение безопасности жизнедеятельности в ЧС представляет собой комплекс организационных, инженерно-технических мероприятий и средств, направленных на сохранение жизни и здоровья человека во всех сферах его деятельности. Ниже рассмотрено содержание основных направлений в решении этих задач.

Принципы и способы защиты населения. Основные принципы обеспечения безопасности населения в ЧС: заблаговременная подготовка, дифференцированный подход, комплексность мероприятий.

Заблаговременная подготовка предполагает накопление средств защиты (коллективных и индивидуальных) от опасных и вредных факторов, возникающих при чрезвычайных ситуациях, и поддерживание их в готовности для использования населения. Сюда входит и подготовка к проведению эвакуации населения из опасных зон или зон риска.

Дифференцированный подход выражается в том, что характер и объем защитных мероприятий устанавливается в зависимости от вида чрезвычайных ситуаций и от местных условий.

Комплексность мероприятий заключается в согласованном осуществлении эффективного применения средств и способов защиты от последствий ЧС со всеми мероприятиями по обеспечению безопасности жизнедеятельности в современной техносоциальной среде.

Основными способами и средствами защиты населения в ЧС являются эвакуация, укрытие в защитных сооружениях, использование средств индивидуальной защиты, а также средств медицинской профилактики.

Укрытие населения в защитных сооружениях является наиболее надежным способом защиты при ЧС, сопровождающихся выбросом радиоактивных и

ядовитых химических веществ. Защитные – это инженерные сооружения, проектируемые в соответствии со СНиП 2.01.51-90, предназначенные для защиты населения от физических и биологических опасных и вредных факторов. В зависимости от защитных свойств они подразделяются на убежища и противорадиационные укрытия (ПРУ).

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) населения предназначены для защиты от попадания внутрь организма, на кожные покровы и одежду радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств.

Медицинские средства индивидуальной защиты предназначены для профилактики и оказания медицинской помощи населению, пострадавшему в ЧС. К ним относятся радиопротекторы (например, цистамин, снижающий степень воздействия ионизирующих излучений), антидоты (вещества, предупреждающие или ослабляющие действие токсичных веществ), противобактериальные средства (антибиотики, интерфероны, вакцины и т. д.), а также средства частичной санитарной обработки (индивидуальный противохимический пакет, перевязочный пакет).

Для обеспечения безопасной жизнедеятельности населения в чрезвычайной ситуации особое значение приобретает заблаговременное осуществление мероприятий: обучение населения действиям в ЧС; организация своевременного оповещения об угрозе и возникновении ЧС; организация и проведение радиационной, химической и бактериологической разведки, а также дозиметрического и лабораторного контроля; проведение профилактических противопожарных, противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий; создание запасов материальных средств для проведения спасательных и других неотложных работ.

Прогнозирование и оценка возможных последствий ЧС. Сложность прогнозирования заключается в том, что требуется оценить район, характер и масштабы чрезвычайной ситуации в условиях неполной и ненадежной информации, а на их основе ориентировочно определить характер и объем работ по ликвидации последствий ЧС.

В настоящее время хорошо изучены и определены сейсмические районы, районы и места возможных обвалов и селевых потоков, установлены границы зон возможного затопления при разрушениях плотин, при наводнениях, выявлены промышленные объекты, аварии на которых могут привести к большим разрушениям, поражению людей, заражению территории. Это долгосрочный прогноз.

В задачу краткосрочного прогноза входит ориентировочное определение времени возникновения ЧС, по которому принимаются оперативные решения по обеспечению безопасности населения во всех сферах его деятельности. В настоящее время усилия ученых и специалистов направлены на поиски надежных способов прогнозирования процесса формирования и начала ЧС. Наметились реальные возможности прогнозирования начала некоторых стихийных бедствий. При этом используются расчетные статистические данные цикличности солнечной активности; данные, полученные с искусственных спутников Земли; данные метеорологических, сейсмических, вулканических, противоселевых, противолавинных и других станций. Например, ураганы, тайфуны, извержения вулканов, селевые потоки прогнозируются с помощью метеорологических спутников Земли; прогнозирование ландшафтных пожаров – по комплексному показателю на основе суммирования коэффициентов, учитывающих температурные, географические, погодные, статистические и другие условия. Например, для поиска скрытых очагов пожара (торфяные, подземные) применяется инфракрасная аппаратура для съемки с самолетов и спутников Земли. Прогнозирование обстановки, связанной с возникновением ЧС, осуществляется математическими методами. Исходными данными при этом являются: места (координаты) опасных объектов и запасы веществ или энергии; численность и плотность населения; характер построек, количество и тип защитных сооружений; метеорологические условия, характер местности и другие сведения. При прогнозировании обстановки определяются границы зон разрушения, катастрофического затопления, пожаров и заражения (радиационного, химического, бактериологического), возможные потери

населения и ущерб, наносимый объектам народного хозяйства. Данные прогнозирования обобщаются, анализируются и делаются выводы для принятия решения, связанного с организацией и ведением спасательных и других неотложных работ.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности в ЧС – далеко не единственная область, где приходится принимать решения на основе неполной и ненадежной информации. С учетом отечественного и зарубежного практического опыта здесь нужен системный подход, заключающийся в том, что необходимо заранее подготовить комплекс мероприятий нарастающей эффективности и в зависимости от текущих прогнозов развития ЧС выбирать ту или иную совокупность, т. е. ввести в действие многостадийную систему обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в современной техносоциальной среде.

Мероприятия, необходимые для предотвращения ущерба от ЧС, можно сгруппировать следующим образом: фоновые или постоянно проводимые мероприятия, основанные на долгосрочном прогнозе. К ним относятся: выполнение строительно-монтажных работ с учетом требований строительных норм и правил; создание надежной системы оповещения населения об опасностях; накопление фонда защитных сооружений и обеспечение населения СИЗ; организация радиационного, химического и бактериологического наблюдения, разведки и лабораторный контроль; всеобщее обязательное обучение населения правилам поведения и действиям ЧС; проведение режимных, санитарно-гигиенических и противоэпидемиологических мероприятий; перепрофилирование объектов – источников повышенной опасности для здоровья и жизни людей; разработка, материальное, финансовое обеспечение и практическая обработка планов ликвидации последствий ЧС и т. п.

Защитные мероприятия, которые необходимы, когда предсказан момент ЧС: развертывание системы наблюдения и разведки, необходимых для уточнения прогноза; приведение в готовность системы оповещения населения;

ввод в действие специальных правил функционирования экономики и общественной жизни, вплоть до чрезвычайного положения; нейтрализация источников повышенной опасности при ЧС (АЭС, токсичные и взрывоопасные производства и т. п.), прекращение их деятельности, дополнительное укрепление или демонтаж; приведение в готовность аварийно-спасательных служб; частичная эвакуация населения.

Как следует из этого перечня, для осуществления многих защитных мероприятий необязательно точно знать время возникновения ЧС и их характер: разные мероприятия можно начинать при разной определенности предсказаний. Эти соображения и определяют выбор конкретного набора мероприятий. Исходными материалами должны служить каталог возможных мероприятий с оценкой их стоимости и предотвращения ими ущерба, а также набор типовых сценариев (вариантов) действий.

Планирование мероприятий. Планирование является ведущим звеном в обеспечении безопасности жизнедеятельности в ЧС. Оно позволяет конкретизировать цели и задачи по времени, ресурсам и исполнителям. Оно базируется на прогнозных данных, на всестороннем анализе и оценке людских и материальных ресурсов, на достигнутом уровне теории и практики защиты населения в чрезвычайных ситуациях.

Конечным результатом планирования является определенного вида документ-план. Он должен содержать следующие элементы: конкретные показатели (виды работ, мероприятий); сроки выполнения этих работ; необходимые для выполнения плана ресурсов (виды, количество, источники); указания лицам, ответственным за выполнение каждого пункта плана; способы контроля за ходом выполнения плана.

Текстовая часть плана обычно состоит из разделов. В первом – приводятся выводы из оценки обстановки, которая может сложиться в результате ЧС, во втором – излагаются мероприятия по обеспечению безопасности населения. Основными из них являются: порядок оповещения; организация разведки и наблюдения; подготовка сил и средств к проведению спасательных и других

неотложных работ; мероприятия по предупреждению и смягчению последствий ЧС; ускоренное проведение мероприятий по защите людей и материальных ценностей; медицинское обеспечение; выдача населению СИЗ; порядок проведения мероприятий по безаварийной остановке производства; организация эвакомероприятий; организация управления; порядок и очередность ведения спасательных и других неотложных работ в различных условиях; порядок предоставления донесений в вышестоящие органы, в комиссию по чрезвычайным ситуациям.

К плану могут прилагаться различные справочники и поясняющие материалы (графические, текстовые). План должен быть реальным, предельно кратким по изложению, экономически целесообразным, отражающим действительные возможности объекта. Реальность плана проверяется в ходе систематических тренировок и учений, проводимых применительно к действительным условиям организации работ по обеспечению безопасности жизнедеятельности в ЧС природного и техногенного происхождения.

Обеспечение устойчивой работы объектов народного хозяйства. Под устойчивостью работы объектов народного хозяйства (ОНХ) понимают способность противостоять разрушительному воздействию поражающих факторов ЧС, производить продукцию в запланированном объеме и номенклатуре, обеспечивать безопасность жизнедеятельности рабочих и служащих, а также приспособленность к восстановлению своего производства в случае повреждения.

Устойчивая работа объекта достигается путем проведения комплекса организационных, инженерно-технических и других мероприятий, направленных на защиту рабочих и служащих от поражающих факторов ЧС, на исключение возникновения вторичных поражающих факторов. Они тесно связаны с мероприятиями по подготовке и проведению спасательных и других неотложных работ, так как без людских ресурсов и успешной ликвидации последствий ЧС проводить мероприятия по обеспечению устойчивой работы ОНХ практически невозможно.

Процесс разработки мероприятий по обеспечению устойчивой работы предприятий складывается из анализа уязвимости объекта и его элементов, оценки возможности его функционирования в условиях ЧС. Из всего комплекса мероприятий по повышению устойчивой работы объекта в ЧС рассмотрим защиту рабочих и служащих и исключение или ограничение поражения от вторичных факторов, так как они непосредственно связаны с проблемой обеспечения безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях.

Для защиты рабочих и служащих при решении задач повышенной устойчивости работы объектов особое внимание обращается на: заблаговременное строительство убежищ на предприятиях, в технологических процессах которых используются взрывоопасные, токсичные и радиоактивные вещества; разработку режимов работы рабочих и служащих в условиях заражения вредными веществами; обучение персонала объекта выполнению конкретных работ по ликвидации очагов заражения; организацию и поддержание в постоянной готовности локальной системы оповещения рабочих и служащих объекта, проживающего вблизи населения об опасности, исходящей из объекта.

К вторичным поражающим факторам при катастрофах и авариях относятся пожары, взрывы, обрушения сооружений, утечки токсичных, радиоактивных и других вредных веществ. В нормальных условиях производства на объекте проводится ряд мероприятий, обеспечивающих безаварийную и безопасную работу. Однако в чрезвычайных ситуациях этих мероприятий может оказаться недостаточно, поэтому необходимы дополнительные, направленные на ограничение действия вторичных факторов при авариях. К таким мероприятиям можно отнести: сокращение запасов АХОВ, взрыво- и пожароопасных веществ до минимума и хранение их в защищенных хранилищах; применение приспособлений, исключающих разлив токсичных, горючих и агрессивных жидкостей; размещение складов древесины, ядохимикатов, легковоспламеняющихся жидкостей с учетом господствующего направления ветра; устройство противопожарных разрывов и пожарных проездов,

строительство пожарных водоемов и емкостей на ОНХ и создание запасов средств пожаротушения; заглубление в грунт технологических коммуникаций, линий электроснабжения и т. п.

Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Для организации работ по ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, обеспечения постоянной готовности к действиям аварийно-спасательной службы страны, а также для осуществления контроля за разработкой и реализацией мер по предупреждению возможных аварий и катастроф создано Министерство по чрезвычайным ситуациям РФ с постоянно действующими территориальными комиссиями по ЧС.

Работы по ликвидации последствий производственных аварий и стихийных бедствий имеют ряд особенностей, которые необходимо учитывать при их организации и выполнении. Эти особенности характеризуются большим разнообразием работ по виду, характеру и масштабу выполнения. Необходимы специальная подготовка привлекаемых подразделений и формирований и их оснащение соответствующими машинами, механизмами, оборудованием, которые требуются только для данных специфических условий стихийного бедствия или производственной аварии.

Все задачи по ликвидации последствий ЧС выполняются поэтапно, в определенной последовательности, в максимально короткие сроки.

На первом этапе решаются задачи по экстремальной защите населения, предотвращению развития или уменьшения воздействия последствий ЧС и подготовке к выполнению спасательных и других неотложных работ. Основные мероприятия по экстренной защите населения: оповещение об опасности; использование средств защиты; эвакуация из опасных зон; применение средств медицинской профилактики и оказание пострадавшим медицинской и других видов помощи. Для предупреждения развития или уменьшения последствий ЧС производится локализация аварий, приостановка или изменение технологического процесса производства, предупреждение и тушение пожаров. Основные мероприятия по подготовке к выполнению спасательных и других

неотложных работ: приведение в готовность органов управления, сил и средств; ведение разведки очага поражения и оценка сложившейся обстановки.

Выполнение спасательных и других неотложных работ является основной задачей второго этапа ликвидации последствий ЧС. Одновременно продолжается выполнение начатых на первом этапе задач по защите населения и уменьшению воздействия последствий ЧС. Спасательные и другие неотложные работы ведутся непрерывно с необходимой сменой спасателей и ликвидаторов и соблюдением техники безопасности и мер предосторожности.

Спасательные работы включают розыск пострадавших, извлечение их из завалов, горящих зданий, поврежденных транспортных средств, эвакуация людей из опасных зон, оказание пострадавшим первой медицинской и других видов помощи.

К неотложным работам относятся: локализация и тушение пожаров; разборка завалов; укрепление конструкций, угрожающих обрушению; восстановление коммунально-энергетических сетей, линий связи и дорог в интересах обеспечения спасательных работ; проведение санитарной обработки людей, дезактивации, дегазации и т. д. При ведении спасательных и других неотложных работ особое внимание уделяется размещению пострадавшего населения, обеспечению его продовольствием, водой, оказание медицинской, материальной и финансовой помощи.

На третьем этапе решаются задачи по обеспечению жизнедеятельности населения в районах, пострадавших в результате аварии, катастрофы или стихийного бедствия. Для этого осуществляются мероприятия по восстановлению жилья или возведению временных жилых построек, восстановлению энерго- и водоснабжения, объектов коммунального обслуживания, линий связи. Сюда же могут быть отнесены: санитарная очистка очага поражения, оказание населению помощи, снабжение людей продуктами питания, предметами первой необходимости и т. п.

По окончании этих работ проводится возвращение (реэвакуация) эвакуированного населения. На третьем этапе начинаются работы по

восстановлению функционирования объектов народного хозяйства. Эти работы выполняются строителями, монтажными и другими специальными организациями.

Возникновение отдельных видов ЧС может быть спрогнозировано заблаговременно. В этих случаях (в соответствии с планами) проводятся мероприятия в целях защиты населения, предотвращения или уменьшения последствий ЧС и по подготовке к проведению спасательных и других неотложных работ. Характер и объем этих работ зависит от вида чрезвычайных ситуаций, их возможных масштабов и времени до их предполагаемого возникновения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бинеев Э.А. Безопасность и охрана труда в пищевой промышленности: Учеб. Пособие для вузов.- Ростов н/Д: Изд-во Ростовского университета, 2004.- 352с.
2. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов/ Под общей ред. С.В. Белова.- М.: Высшая школа, 1999.- 448с.
3. Фролов А.В., Бакаева Т.Н. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: Учебное пособие для вузов.- Ростов н/Д: Феникс, 2005.- 736с.
4. Безопасность и охрана труда: Учебное пособие для вузов/ Под ред. О.Н. Русака.- Спб.: Изд-во МАНЭБ, 2001.-279с.
5. Фролов А.В., Засухин И.Н. Охрана труда в геологоразведке: Учебное пособие для вузов.- Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2002.- 448с.
6. Федеральный закон Российской Федерации от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» (Российская газета, 30 декабря 2013г. №6271).
7. Р2.2.2006 -05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».
8. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений М.: Минздрав РФ, 1997.
9. Об утверждении методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов…»приказ Минтруда и соцзащиты РФ от 24.01.2014 №33Н.
10. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. М.: Минздрав РФ, 2003.
11. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
12. СН 2.2.4./2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: Инф.-изд. Центр Минздрава РФ, 1997.

13. СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях. М.: Минздрав РФ, 2003.
14. СанПиН 2.2.4./2.1.8.055-96 Электромагнитные излучения радиочастот.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ..... 2

ЛЕКЦИЯ 1. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности 5

ЛЕКЦИЯ 2. Основные разделы и составные части безопасности жизнедеятельности..... 24

ЛЕКЦИЯ 3. Правовые и организационные основы безопасности..... 36

ЛЕКЦИЯ 4. Расследование и учет несчастных случаев на производстве..... 69

ЛЕКЦИЯ 5. Производственная санитария..... 89

ЛЕКЦИЯ 6. Электромагнитные излучения 135

ЛЕКЦИЯ 7. Требования безопасности при эксплуатации персональных электронных вычислительных машин (ПЭВМ) и видеодисплейных терминалов (ВДТ)..... 175

ЛЕКЦИЯ 8. Основы электробезопасности 188

ЛЕКЦИЯ 9. Пожарная безопасность..... 202

ЛЕКЦИЯ 10. Чрезвычайные ситуации..... 223

ЛИТЕРАТУРА 266