

Министерство образования и науки Российской Федерации
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.Ю. КОРОБЕНКОВА, М.В. ЛЕГАН

НОКСОЛОГИЯ МОНИТОРИНГ ОПАСНОСТЕЙ. ЗАЩИТА ОТ ОПАСНОСТЕЙ

Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК
2016

ББК 68.9я73
К 68

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент *А.В. Белоглазов*
канд. техн. наук, доцент *М.Д. Горбатенков*

Работа подготовлена на кафедре безопасности труда
для студентов II курса ФЭН, обучающихся по направлению
подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность

Коробенкова А.Ю.

К 68 Ноксология: учеб. пособие / А.Ю. Коробенкова, М.В. Леган. –
Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – 88 с.

ISBN 978-5-7782-3044-6

Учебное пособие «Ноксология. Мониторинг опасностей. Защита от опасностей» посвящена вопросам, связанным с техногенными и антропогенно-техногенными опасностями человека в условиях производственной среды. В пособии рассмотрены показатели негативного влияния опасностей, системы наблюдения и оценки состояния опасностей (мониторинг опасностей). Предложена тактика и способы защиты от опасностей.

ББК 68.9я73

ISBN 978-5-7782-3044-6

© Коробенкова А.Ю., Леган М.В., 2016
© Новосибирский государственный
технический университет, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Естественнo-техногенные опасности	4
2. Антропогенно-техногенные опасности	6
3. Техногенные опасности	10
3.1. Постоянные региональные и глобальные опасности	12
3.2. Чрезвычайные локально действующие опасности	12
3.3. Постоянные локально действующие опасности	21
3.3.1. Вредные вещества	21
3.3.2. Виброакустические колебания воздушной среды	25
3.3.3. Неионизирующие электромагнитные поля	30
Вопросы для самопроверки к главам 1–3	41
4. Оценка состояния опасностей и их мониторинг	42
4.1. Показатели негативного влияния реализованных опасностей	42
4.2. Объектовый мониторинг источников техногенной опасности. Потенциально опасные объекты	45
4.3. Аэрокосмическая система мониторинга природных и природно- техногенных чрезвычайных ситуаций	48
4.4. Мониторинг окружающей среды	55
Вопросы для самоконтроля к главе 4	58
5. Защита от опасностей	59
5.1. Защита персонала и населения от локально действующих опас- ностей	59
5.1.1. Электробезопасность	59
5.1.2. Защита от воздействия вредных веществ	63
5.1.3. Защита от виброакустических колебаний воздушной среды	65
5.1.4. Защита от неионизирующих электромагнитных полей	70
5.2. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций	72
5.3. Защита окружающей среды	78
Вопросы для самоконтроля к главе 5	84
Библиографический список	85

1. ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

Многие стихийные процессы и явления, возникающие в природе, часто сопровождаются их негативным взаимодействием с объектами техносферы (разрушение зданий, транспортных магистралей, взрывы и возгорания сооружений, прорыв плотин и т. п.).

Воздействие естественных опасностей на людей и окружающую среду усиливается, и поэтому их суммарное влияние целесообразно называть естественно-техногенным, а возникшие при этом опасности – естественно-техногенными.

Так, одной из причин опасности возникновения лесных пожаров являются так называемые «сухие грозы». Настоящие «сухие» грозы – довольно редкие грозовые явления. Они связаны с изолированными кучево-дождевыми облаками, возникающими в тропической воздушной массе. В умеренных широтах они возникают летом при дневной температуре $+28^{\circ}\text{C}$ и выше. Обычно при этом относительная влажность (до грозы) составляет 40 % и менее, нижняя граница кучево-дождевых облаков находится высоко (1500...2000 м и выше), конус выпадения осадков сравнительно узкий. К тому же, падая вниз, осадки интенсивно испаряются в сухом воздухе, так что до земли долетает лишь небольшой процент капель и создается ощущение, что дождя нет совсем. А из-за сильного испарения возникает большая разность температур под облаком и впереди него, что нередко приводит к возникновению шквалов (13...18 м/с, а иногда и более). При мало увлажненной почве они сопровождаются кратковременными пыльными бурями. Сухие грозы являются источником лесных пожаров, которые в свою очередь могут часто вызывать повреждения объектов техносферы [1].

К *естественно-техногенным опасностям* относятся и экологические опасности. Во многих районах планеты наблюдается кризисное состояние естественной среды, а некоторые экологические проблемы приобрели глобальный характер:

- усиление парникового эффекта;
- кислотные дожди;
- загрязнение Мирового океана;
- снижение плодородия почв;
- деградация лесов и ландшафтов;
- нарушение озонового слоя.

В данном пособии мы не будем рассматривать этот вид опасностей, так как о них подробно рассказано в [2].

2. АНТРОПОГЕННО-ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

Антропогенно-техногенные опасности возникают по следующим причинам.

Нарушения трудоспособности и здоровья персонала

Серьезную угрозу возникновения антропогенно-техногенных опасностей представляет *внезапное* или *преднамеренное* (из-за применения алкоголя, наркотиков или других токсикантов) *нарушение трудоспособности и здоровья работающих* и прежде всего операторов технических систем. В последние годы эти угрозы значительно возросли. В России, по данным официальной статистики на 2013 г., число наркоманов оценивается в 503 000 человек, состоящих на диспансерном учете. Но это только те люди, которые официально зарегистрированы и находятся под наблюдением в наркологических диспансерах. А по экспертным оценкам, в наркологические учреждения обращается только каждый десятый человек, употребляющий наркотики. Так что реальная их численность на сегодняшний день – более 5 млн россиян. Более того, спектр наркотических и токсических веществ продолжает расширяться, количество людей, например, употребляющих курительные смеси, так называемые «спайсы», вообще не поддается какой-либо статистике. Серьезную опасность для человека представляет потребление алкоголя.

Бурный рост потребления алкогольных напитков в РФ начался вместе с рыночными реформами (со 2 января 1992 г.). Реформы сопровождались не только либерализацией цен и продаж напитков: в общем потоке либерализации *правительство Е. Гайдара временно отменило государственную монополию на производство и торговлю спиртным*. На алкогольном рынке появились не облагаемые акцизами, а значит, очень дешевые фальсификаты. Часть из них изготавливалась на основе низкосортных технических спиртов, токсичность которых была много больше по сравнению с самогонном. Резкий рост потребления спиртного продолжался до 1994 г., затем начался спад

вплоть до 1998 г. (13,5 л на человека) и новый рост в 1999–2001 гг. (14,5 л на человека в 2000 г.). По данным НИИ Минздравсоцразвития России, количество проданного в 2008 г. спиртного составляет 18 л чистого алкоголя на душу населения. А между тем, если указанный показатель превышает 8 л, начинается угасание этноса. Кроме того, данные государственной официальной статистики в России о производстве и продаже спиртных напитков не позволяют судить о реальном количестве их потребления, так как не поддается учету завоз нелегального спирта и некачественных вин, изготовление водки из технического спирта, самогонование и т. д.

В настоящее время РФ занимает первое место в мире по потреблению алкоголя. Для сравнения – потребление в 2008 году на душу населения в других странах значительно меньше, а именно: страны Европы (Австрия, Швейцария, Словения, Чешская Республика, Греция, Бельгия и Италия) – 8–9,5 л на человека, Израиль – 2,1 л, Турция – 1,5 л. В 55–60 % случаев россияне пьют крепкие алкогольные напитки (водка, коньяк и т. п.), в 32–35 % – пиво и лишь в 7–8 % – различные вина. Больше всего в стране алкоголем (обычно пивом) злоупотребляют подростки. Из каждых 100 тыс. населения алкоголизмом больны уже 22 человека, а 827 подростков регулярно принимают спиртное без проявления признаков алкогольной зависимости. Распространенность самоубийств в 12 % случаев связана с хроническим алкоголизмом. Алкоголь обнаруживается не менее чем у 30 % самоубийц. Более 30 % дорожно-транспортных происшествий (ДТП) приходится на долю пьяных водителей [3].

Сознательные действия человека

Антропогенно-техногенные опасности, возникающие в результате сознательных действий человека, это – терроризм, военные конфликты, сознательное нарушение правил поведения и т. п. Происхождение таких опасностей во многом носит целевой характер и всегда связано с *планируемой деятельностью* отдельных личностей или группировок, а уровень опасностей, как правило, является крайне высоким.

Эта группа опасностей в учебном пособии не анализируется вследствие отличий в их происхождении и смены акцентов на противоположные в системе источник опасности – объект защиты.

В конце концов, антропогенно-техногенные опасности могут возникнуть из-за ***принятия неправильного решения (непреднамеренно), в силу так называемого человеческого фактора.***

По статистике из-за неправильных действий людей происходит около 45 % аварийных ситуаций на АЭС, свыше 60 % аварий на объектах с повышенным риском, 80 % авиакатастроф и катастроф на море, а также 90 % автомобильных аварий.

Ошибка как источник и причина антропогенной опасности определяется как невыполнение поставленной задачи (или выполнение человеком запрещенного действия), которое может явиться причиной тяжелых последствий – травм, гибели людей, повреждения оборудования или имущества либо нарушения нормального хода запланированных операций. *Свойство человека ошибаться является функцией его психологического состояния*, и интенсивность ошибок во многом зависит от состояния окружающей среды и действующих на человека нагрузок. Установлено, что зависимость частоты появления ошибок от действующих нагрузок является нелинейной.

Так, при очень низком уровне нагрузок большинство операторов работают неэффективно (задание кажется скучным и не вызывает интереса), и качество работы не соответствует должному.

При умеренных нагрузках качество работы оператора оказывается оптимальным, поэтому умеренную нагрузку можно рассматривать как условия, достаточные для обеспечения внимательной работы оператора.

При дальнейшем увеличении нагрузок качество работы человека ухудшается, что объясняется, главным образом, такими проявлениями стресса, как страх, беспокойство, учащение пульса и частоты дыхания, повышение температуры, выброс в кровь адреналина и гормонов стресса и т. п. Основные особенности личности и состояния организма человека, толкающие его к совершению ошибок, можно разделить на врожденные особенности и временные состояния.

К *врожденным особенностям* относятся физиологические характеристики человека и его наследственность, в том числе органы чувств (слух, зрение, обоняние, осязание, вкус), опорно-двигательная (мышечная сила, скорость движения, координация и т. п.) и психомоторная системы (рефлексы, реакции и т. д.), интеллект (уровень знаний, способность ориентироваться).

Временные состояния, такие как физические и эмоциональные перегрузки, вызывающие усталость и приводящие к снижению внимания и мышечной силы, ухудшению состояния здоровья и работоспособности, способствуют возникновению ошибок. Факторами, отвлекающими внимание, могут быть временные функциональные нарушения организма (например, неожиданно появившаяся острая головная боль, головокружение, судорога мышцы и т. п.), временное переключение внимания на

какое-то событие или предмет, не связанный с работой; утомление, внезапное внешнее воздействие (шум или яркая вспышка света).

Непосредственные причины ошибок зависят от психологической структуры действий оператора (ошибки восприятия – не узнал, не обнаружил; ошибки памяти – забыл, не запомнил, не сумел восстановить; ошибки мышления – не понял, не предусмотрел, не обобщил; ошибки принятия решения, ответной реакции и т. п.) и вида этих действий, т. е. от психологических закономерностей, определяющих оптимальную деятельность – несоответствие психическим возможностям переработки информации (объем или скорость поступления информации, отношение к порогу различения, малая длительность сигнала и т. д.). Непосредственные причины связаны с рабочим местом, организацией труда, подготовкой оператора, состоянием организма, психологической установкой, психическим состоянием организма.

Причины ошибок в деятельности можно также классифицировать следующим образом, как ошибки:

- в ориентации (неполучение информации);
- принятии решения (неправильные решения);
- выполнении действий (неправильные действия).

Виды ошибок, допускаемых человеком на различных стадиях создания и использования технических систем:

- ошибки проектирования – обусловлены неудовлетворительным качеством проектирования. Например, управляющие устройства и индикаторы могут быть расположены настолько далеко друг от друга, что оператор будет испытывать затруднения при одновременном пользовании ими;

- ошибки изготовления и ремонта – например, неправильной сварки, неправильного выбора материала, изготовления изделия с отклонениями от конструкторской документации;

- ошибки технического обслуживания в процессе эксплуатации вследствие недостаточной подготовленности обслуживающего персонала, неудовлетворительного оснащения необходимой аппаратурой и инструментами;

- ошибки обращения – возникают вследствие неудовлетворительного хранения изделий или их транспортировки с отклонениями от рекомендаций изготовителя;

- ошибки в организации рабочего места – теснота рабочего помещения, повышенная температура, шум, недостаточная освещенность и т. п.;

- ошибки в управлении коллективом – недостаточное стимулирование специалистов, их психологическая несовместимость и т. п. [4].

3. ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

Техногенные опасности – опасности, которые возникают в процессе функционирования технических объектов по причинам, связанным с деятельностью человека, обслуживающего эти объекты. Техногенные опасности – самый распространенный вид опасностей в современном мире.

Классификация техногенных опасностей

По времени действия:

- 1) постоянно (периодически) действующие (вибрации, шум);
- 2) спонтанно (чрезвычайно) действующие (пожар, взрыв).

По размерам сфер влияния:

- 1) местные или локальные (человек, группа людей);
- 2) региональные (на уровне региона, групп государств, бассейнов реки);
- 3) глобальные (в масштабах всей планеты).

Техногенные аварии чаще происходят в угольной, нефтегазовой, химической и металлургической отраслях промышленности, геолого-разведке, на объектах котлонадзора, на транспорте, а также газового и подъемно-транспортного хозяйства.

По природе воздействия на человека на рабочем месте техногенные опасности нормируются соответствующими Госстандартами и подразделяются на пять групп.

Механические опасности возникают из-за неисправностей и дефектов в технических системах, неправильного их использования, неисправности машин и нарушения режимов работы. Опасности этого типа также могут быть вызваны катастрофами, авариями, взрывами и внезапными разрушениях зданий и сооружений.

Физические подразделяется на следующие подгруппы: температура поверхностей оборудования, материалов; температура, влажность, подвижность воздуха, его ионизация, запыленность и загазованность;

уровни шума, вибрации, инфразвуковых колебаний, ультразвука, статического электричества и т. д.

Биологические включает биологические объекты (рис. 3.1), воздействие которых на работающих вызывает травмы или заболевания: микроорганизмы (бактерии, вирусы, спирохеты, грибы, простейшие и др.), микроорганизмы (растения и животные)



Рис. 3.1. Защита от химических и биологических опасностей

Психофизиологические по характеру воздействия подразделяются на следующие подгруппы: физические перегрузки (статические и динамические), гиподинамию, нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение и перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).



Рис. 3.2. Монотонность труда как психофизиологический фактор

Химические факторы подразделяется по характеру воздействия на организм человека: токсикологические, раздражающие, мутагенные, канцерогенные и т. д.

Техногенные опасности также подразделяются на следующие группы:

- постоянные региональные и глобальные опасности;
- чрезвычайные локально действующие опасности;
- постоянные локально действующие опасности,

3.1. ПОСТОЯННЫЕ РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ОПАСНОСТИ

К постоянным региональным и глобальным опасностям относятся отходы промышленности, сельского хозяйства и транспортных средств, оказывающие значительное негативное влияние на атмосферу, гидросферу и литосферу, при этом в природе возникают масштабные, не свойственные ей негативные явления и процессы. Так, в атмосфере образуются кислотные осадки, фотохимический смог, возникает парниковый эффект и разрушается озоновый слой; в гидросфере происходит эвтрофирование водоемов, образование депрессионных воронок; в литосфере – нарушение кислотности почв, растворение тяжелых металлов, образование отвалов и свалок. Все это существенно снижает качество окружающей человека среды, отрицательно влияет на его здоровье.

3.2. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ ЛОКАЛЬНО ДЕЙСТВУЮЩИЕ ОПАСНОСТИ

К этой группе опасностей относятся *спонтанно возникающие опасности* – электрический ток, движущиеся механические устройства, режущие и колющие предметы, падение с высоты и т. п. Возникновение таких опасностей обычно происходит из-за неправильной эксплуатации электрических сетей, транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования, инструментария.

В чрезвычайных ситуациях проявление первичных негативных факторов (обрушение конструкций, столкновение транспортных средств и т. п.) может вызвать цепь вторичных негативных воздействий (эффект «домино») – пожар, загазованность или затопление помещений, разрушение систем повышенного давления, химическое,

радиоактивное и бактериальное воздействие и т. п. Часто последствия от действия вторичных факторов превышают потери от первичного воздействия.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА, ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ НА ЧЕЛОВЕКА

Остановимся на чрезвычайно опасном воздействии электрического тока на организм человека и его последствиях. Система организационно-технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредных воздействий электрического тока, электрической дуги, статического электричества, называется *электробезопасностью*.

Нарушение требований электробезопасности приводит к электротравмам (количество электрических травм в общем числе производственных травм невелико – до 1,5 %, но для электроустановок напряжением до 1000 В количество их достигает 80 %). *Электрическая травма* – травма, вызванная воздействием электрического тока и дуги. Совокупность электротравм называется *электротравматизмом*.

Причины электротравматизма

1. Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

2. Прикосновение к отключенным частям, на которых может иметь место напряжение в случае:

2.1) остаточного заряда;

2.2) ошибочного включения электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;

2.3) разряда молнии, попавшего в электроустановку или вблизи нее;

2.4) прикосновения к металлическим нетоковедущим частям или связанного с ними электрооборудования (корпуса, кожухи, ограждения) после перехода напряжения на них с токоведущих частей (в случае возникновения аварийной ситуации – замыкание фазы на корпус).

3. Поражение напряжением шага или пребывание человека в поле растекания электрического тока в случае замыкания тока на землю.

4. Поражение через электродугу при напряжении электроустановки выше 1000 В, при приближении на недопустимо малое расстояние.

5. Действие атмосферного электричества при газовых разрядах.

6. Нарушение правил электробезопасности – например, освобождение человека, находящегося под напряжением без соблюдения мер электробезопасности.

Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током

1. *Род и частота тока.* Человек при воздействии переменного тока частотой 50 Гц начинает ощущать ток силой 1 мА, а постоянного – силой 6 мА. Таким образом, при напряжениях до 250...300 В постоянный и переменный ток одинаковой силы оказывает разное воздействие на человека. Наиболее неблагоприятным является переменный ток промышленной частоты 50...60 Гц. При постоянном токе значения неотпускающего тока становятся больше примерно в три раза.

При невысоких напряжениях (до 100 В) постоянный ток примерно в три раза менее опасен, чем переменный частотой до 50 Гц. При напряжениях 400...500 В опасность их примерно одинакова, а при более высоких напряжениях постоянный ток даже опаснее переменного. С увеличением частоты тока до 50 Гц опасность поражения несколько увеличивается, а при частоте свыше 50 Гц опасность поражения уменьшается. При частоте 450...500 Гц опасность исчезает (это объясняется поверхностным эффектом – ток высокой частоты проходит по нечувствительной поверхности кожи). Но токи частотой 450...500 Гц сохраняют опасность ожогов. При повышении частоты переменного тока (начиная с 1000...2000 Гц) опасность электрического тока снижается.

Таким образом, переменный ток в 4...5 раз опаснее постоянного при напряжениях до 250...300 В. При более высоких напряжениях постоянный ток опаснее переменного.

2. *Сила тока и напряжения.* Сила тока является основным фактором, обуславливающим степень поражения человека. Установлены три категории воздействия для переменного тока частотой 50 Гц:

1) пороговый ощутимый ток 0,6...1,5 мА (пороговое значение около 1 мА), вызывающий ощутимые человеком раздражения, выражающиеся в онемении, покалывании, ощущении теплоты;

2) пороговый неотпускающий ток, вызывающий сокращение мышц – 10...15 мА (пороговое значение 10 мА). При прохождении такого тока болезненные ощущения становятся сильнее и сильнее, они едва переносимы и охватывают всю руку и сопровождаются непроизвольным сокращением мышц. В результате человек сам не может разжать руку, в которой зажата токоведущая часть. При длительном прохождении такой ток нарушает работу жизненно важных органов, что может привести к летальному исходу;

3) фибрилляционный ток, и наименьшее его значение – пороговый фибрилляционный ток (пороговое значение 100 мА). При прохожде-

нии такого тока через человека в течение 1...3 с наступает *фибрилляция сердца*. При этом нарушается не только кровообращение, но и дыхание, и в итоге наступает клиническая смерть, если вовремя не оказать первую доврачебную помощь. Фибрилляция сердца заключается в беспорядочном сокращении и расслаблении мышечных волокон сердца. Сердце затрачивает значительную энергию, но не производит полезной работы, кровообращение прекращается, сердце истощается и останавливается;

4) ток величиной 5 А и более, минуя стадию фибрилляции, вызывает мгновенную смерть. Остановка сердца вызывается током в несколько сотен миллиампер при сравнительно малой длительности воздействия (доли секунды), причем мышцы сердца расслабляются и остаются в таком состоянии. Как и при фибрилляции, при остановке сердца работа его самостоятельно не восстанавливается.

3. *Время прохождения тока через организм человека.* Чем короче время воздействия тока, тем меньше опасность. Если ток *не отпускающий*, но еще не нарушает дыхания и работы сердца, быстрое отключение спасет пострадавшего, который не смог бы сам освободиться. При длительном воздействии тока сопротивление тела человека падает, и ток возрастает до значений, способных вызвать остановку дыхания или фибрилляцию сердца. Своевременное отключение пострадавшего позволяет предотвратить прекращение работы дыхательных мышц.

Таким образом, вероятность наступления фибрилляции, а также остановки сердца зависит от длительности действия тока. Нормально сердце сокращается 60...80 раз в мин, т. е. можно принять длительность полного цикла (сокращение–расширение) равной 1 с. В каждом цикле в течение промежутка времени, равного 0,15...0,2 с, сердце наиболее чувствительно к току. Этот промежуток времени называется фазой T . Если время действия тока не совпадает с фазой T , большие токи не вызывают фибрилляции.

При длительности действия тока равной длительности цикла ток проходит через сердце также и в течение фазы T . Вероятность поражения при этом небольшая. Если длительность действия тока меньше длительности цикла работы сердца, возможно несовпадение момента прохождения тока и фазы T . Таким образом, *чем меньше длительность действия тока на человека, тем меньше вероятность совпадения времени, в течение которого через сердце проходит ток с фазой T* (рис. 3.3).

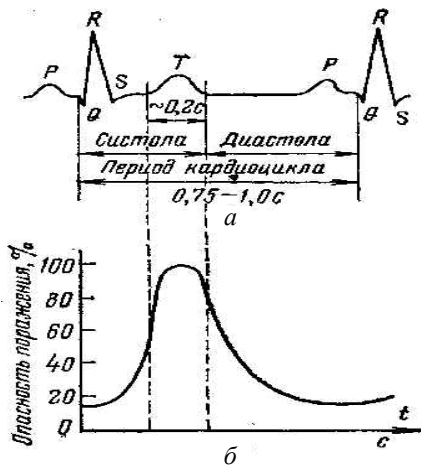


Рис. 3.3. Фаза T (сердце наиболее чувствительно к электрическому току)

4. *Путь или петля прохождения тока* (например, ноги–руки; голова–рука).

Наиболее опасно прохождение тока через дыхательные мышцы и сердце.

Пути (петля) тока:

рука–рука – через сердце проходит 3,3 % общего тока;

левая рука–ноги – через сердце проходит 3,7 % общего тока;

нога–нога – через сердце проходит 0,4 % общего тока;

голова–ноги – через сердце проходит 6,8 % общего тока;

голова–руки – через сердце проходит 7 % общего тока.

По данным статистики потеря трудоспособности на три дня и более при пути тока рука–рука наблюдалось в 83 % случаев, левая рука–ноги – в 80 %, правая рука–ноги – в 87 %, нога–нога – в 15 %.

Таким образом, путь тока влияет на исход поражения; ток в теле человека проходит не обязательно по кратчайшему пути, что объясняется большой разницей в удельном сопротивлении различных тканей.

5. *Сопротивление тела человека* складывается из сопротивления верхнего слоя кожи и сопротивления внутренних органов; основным сопротивлением в цепи тока через тело человека является верхний роговой слой кожи, практически диэлектрик, толщина которого составляет 0,05...0,2 мм. При снятом роговом слое кожи сопротивление

внутренних тканей не превышает 800...1000 Ом. При сухой, не поврежденной коже R может быть от 10 000 до 100 000 Ом. Расчетная величина $R_{\text{чел}} = 1000 \text{ Ом}$.

На величину сопротивления тела человека влияет состояние организма человека (например, кардиологические заболевания, заболевания нервной системы и наличие алкоголя в крови снижают сопротивление тела человека).

6. *Условия внешней среды* (температура, влажность и т. д.). Повышенная влажность (сырость) ведет к увлажнению кожи человека, а влажная кожа обеспечивает больший контакт с электрическим током.

Действие тока на организм человека приводит к различным электротравмам – местным и общим. К местным электротравмам относятся:

- *электроожоги* – токовые, контактные, дуговые (ожоги сопровождаются обугливанием тканей);

- *электрознаки* (метки тока – специфические пятна бледно-желтого или серого цвета); являются безболезненными для человека, но с течением времени приводят к некрозу тканей, болезненны, но излечиваются без особых последствий для организма;

- *металлизация кожи* (электротатуировки – попадание расплавленных частиц металла электродуги на кожу); металл может проникать под кожу вследствие электролиза в местах соприкосновения человека с токоведущими частями. Поврежденный участок кожи приобретает жесткую шероховатую поверхность, цвет которой определяется цветом соединений металла, внедрившегося в кожу. Со временем металл рассасывается или поврежденная кожа сходит, пораженный участок приобретает нормальный вид, болезненные явления исчезают;

- *механические повреждения* (ушибы, переломы и т. д.); механические повреждения происходят из-за судорожного сокращения мышц или падения с высоты вследствие резких произвольных движений или потери сознания, вызванных действием тока;

- *электроофтальмия* (ожог слизистой оболочки глаз). Ожоги вызваны, как правило, электрической дугой, которая содержит ультрафиолетовые лучи, приводящие к ожогам слизистой глаза.

Все указанные травмы, как правило, излечиваются с полным восстановлением работоспособности.

К общим повреждениям относят электрические удары.

При электрических ударах поражается или возникает угроза поражения всего организма из-за нарушения нормальной деятельности

жизненно важных органов (сердца, мозга, легких). Выделяют четыре степени электрического удара:

- 1) судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- 2) судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившейся работой сердца;
- 3) потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо и того и другого);
- 4) клиническая смерть (отсутствие дыхания и кровообращения).

Клиническая смерть – это переходный процесс от жизни к смерти, наступающий с момента прекращения работы сердца и легких. У человека отсутствуют признаки жизни, зрачки расширены (мозг плохо снабжается кровью), однако жизненные процессы идут на прежнем уровне (мозг еще жив). В это время путем воздействия на органы можно вернуть пострадавшего к жизни. Первыми гибнут клетки головного мозга (нейроны), очень чувствительные к кислородному голоданию. Поэтому длительность комы ограничивается с момента прекращения сердцебиения и составляет 6...8 мин.

Биологическая (истинная) смерть – необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках организма и распадом белковых структур. Эта фаза смерти наступает после клинической смерти. Состояние пораженного в момент электротравмы может быть настолько тяжелым, что он мало отличается от умершего: бледная кожа, широкие, не реагирующие на свет зрачки, отсутствие дыхания и пульса – «мнимая смерть».

Воздействие электрической дуги на человека

Количество поражений электродугой среди травматизма персонала достаточно велико, возможными причинами являются:

- *ошибочные действия персонала* при подключении оборудования, находящегося под напряжением к заземленным токоведущим частям;
- *отказ оборудования* (без какого-либо воздействия персонала), имеющий самопроизвольный характер или связанный с действием релейной защиты и автоматики.

Таким образом, можно сделать вывод, что среди факторов опасности, сопровождающих деятельность электроперсонала, электрическая дуга занимает одно из первых мест. Температура плазмы в канале электрической дуги при атмосферном давлении достигает 6000...20 000 °С, а продолжительность ее действия колеблется от миллисекунд до нескольких секунд.

Одним из действий электрической дуги, помимо выделения большого количества энергии в короткий срок и эффекта сверхвысоких температур (ожоги тела), является выделение озона и угарного газа, которые связываясь с гемоглобином в крови человека, образуют соединение, переизбыток которого приводит к кислородному голоданию, удушью и далее к летальному исходу. Судебно-медицинские эксперты в посмертном статусе пострадавшего устанавливают венозное полнокровие внутренних органов, жидкое состояние крови, отек головного мозга, дистрофию печени.

Ввиду тяжести поражения человека электрическим током рассмотрим *первую помощь пострадавшему от действия тока и дуги*.

При оказании первой помощи главным является немедленное прекращение действия электрического тока, так как от продолжительности действия на организм зависит тяжесть электротравмы. Первым действием оказывающего помощь должно быть быстрое отключение той части электроустановки, которой касается пострадавший.

Отключить электроустановку можно с помощью выключателя, рубильника или отключающего аппарата, а также путем снятия предохранителей, разъема штепсельного соединения, создания искусственного короткого замыкания (КЗ) на воздушной линии (набросом) и т. п. Оказывающий помощь не должен прикасаться к пострадавшему без применения надлежащих мер предосторожности, так как это опасно для жизни.

При напряжении до 1000 В для отделения пострадавшего от токоведущих частей или провода следует воспользоваться канатом, палкой, доской или каким либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. Можно оттянуть пострадавшего от токоведущих частей за одежду (если она сухая и отстает от тела), например за полы пиджака или пальто, за воротник, избегая при этом прикосновения к окружающим металлическим предметам. Если электрический ток проходит в землю через пострадавшего и он сжимает в руке токоведущий элемент (например, провод), проще прервать действие тока, отделив пострадавшего от земли (подсунув под него сухую доску или оттянув ноги от земли веревкой или одеждой).

При повреждениях, сопровождающихся легкими общими явлениями (обморок, кратковременная потеря сознания, головокружение, головная боль, боли в области сердца), первая помощь заключается в создании покоя и доставке больного в лечебное учреждение. Необходимо помнить, что общее состояние пострадавшего может резко и внезапно ухудшиться в ближайшие часы после травмы: возникают нарушения

кровообращения мышцы сердца (стенокардия и инфаркт миокарда), явления вторичного шока. При оценке терминального состояния пострадавшего отмечается отсутствие признаков жизни (рис. 3.6), расширенные зрачки (мозг плохо снабжается кровью), однако жизненные процессы идут на прежнем уровне (мозг еще жив).



Рис. 3.6. Диагностика остановки сердца

Если помощь пострадавшему оказывается одним реаниматором, то необходимо произвести 15 нажатий на грудину и два вдоха (соответственно); если помощь оказывается двумя реаниматорами, то пять нажатий на грудину нужно сочетать с двумя вдохами (рис. 3.7) [5].

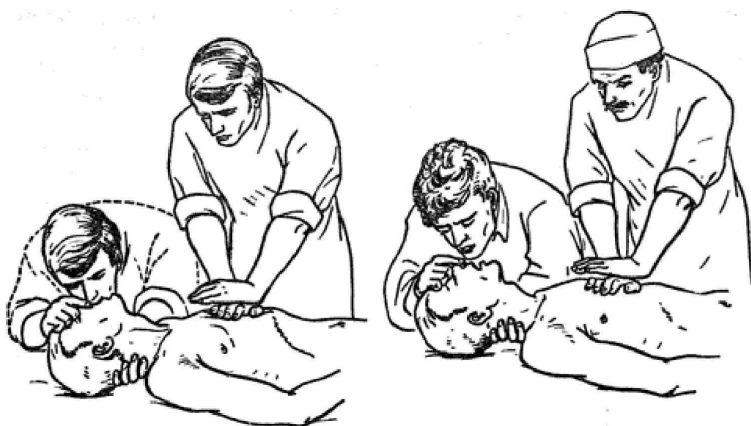


Рис. 3.7. Сердечно-легочная реанимация

3.3. ПОСТОЯННЫЕ ЛОКАЛЬНО ДЕЙСТВУЮЩИЕ ОПАСНОСТИ

Постоянные локально действующие опасности, как правило, возникают при действии на человека избыточных материальных или энергетических потоков (выбросы веществ, шумы, вибрации, ЭМП на рабочих местах, в зоне эксплуатации средств транспорта и связи, других объектов экономики). Их влияние характеризуется длительным, а иногда и сочетанным действием указанных выше факторов.

Рассмотрим некоторые из них подробнее.

3.3.1. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

К вредным относят вещества и соединения, которые при контакте с организмом человека могут вызывать заболевания как в процессе контакта, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. *Опасность вещества* – это возможность возникновения неблагоприятных для здоровья эффектов в реальных условиях производства.

По практическому использованию все вредные вещества подразделяются на следующие группы:

- *промышленные яды*, используемые в производстве (органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин));
- *ядохимикаты*, используемые в сельском хозяйстве (пестициды);
- *бытовые химические вещества*, используемые в виде средств санитарии, личной гигиены;
- *биологические растительные и животные яды*, которые содержатся в растениях и грибах, у животных и насекомых (змей, пчел, скорпионов);
- *отравляющие вещества (ОВ)* (зарин, иприт, фосген).

Классификация вредных веществ по действию на организм человека:

- *общетоксичные* вызывают отравление всего организма или поражают отдельные системы, например, гепатотоксичные вещества в основном поражают печень, действие *нефротоксичных* веществ направлено в основном на почки человека. Примером таких веществ являются ртуть, сулема;
- *раздражающие* вещества вызывают раздражение слизистых оболочек (например, хлор, аммиак);

- *канцерогенные* вещества вызывают злокачественные новообразования (например, асбест, бензапирен);
- *мутагенные* вещества приводят к нарушению генетического кода, изменению наследственной информации (например, свинец, марганец, ртуть);
- *вещества, влияющие на репродуктивную (детородную) функцию*. Это уже знакомые нам вредные вещества, такие как ртуть или свинец, а также борная кислота, аммиак;
- *удушающие* (например, окись углерода, сероводород, хлор, аммиак);
- *наркотические* (например, ацетон, ацетилен, бензол).

Действие вредных веществ на организм

Пути поступления токсических веществ в организм:

- *через органы дыхания* (ингаляционный) – наиболее опасный путь, так как вещества поступают через систему легочных альвеол непосредственно в кровь и разносятся по всему организму;
- *через поврежденные кожные покровы* – из жидкой среды при контакте с руками; в случае высоких концентраций токсических паров и газов в воздухе;
- *через желудочно-кишечный тракт* (пероральный) – ядовитые вещества всасываются уже в полости рта, желудка, поступая сразу в кровь.

Попадание ядов в желудочно-кишечный тракт возможно при несоблюдении правил личной гигиены: приеме пищи и курении без предварительного мытья рук. Ядовитые вещества могут всасываться уже в полости рта, поступая сразу в кровь. К таким веществам относятся все жирорастворимые соединения, фенолы, цианиды. Кислая среда желудка или слабощелочная среда кишечника могут способствовать усилению токсичности некоторых соединений (например, сульфат свинца переходит в более растворимый хлорид свинца, который легко всасывается). Попадание яда (ртути, меди, цезия, урана) в желудок может быть причиной поражения его слизистой оболочки. Вредные вещества могут попадать в организм человека через поврежденные кожные покровы, причем не только из жидкой среды при контакте с руками, но и в случае высоких концентраций токсических паров и газов в воздухе.

Показатели токсичности вещества

1. Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны – максимальная концентрация вредного вещества, которая за

определенное время воздействия не влияет на здоровье человека и его потомство, а также на компоненты экосистемы и природное сообщество.

2. Среднесмертельная концентрация вещества в воздухе – это концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при 2...4-часовом ингаляционном воздействии (мг/м^3).

3. Среднесмертельная доза при введении в желудок (мг/кг).

4. Среднесмертельная доза при нанесении на кожу (мг/кг).

По степени опасности для человека вредные вещества разделяют на четыре класса опасности (согласно ГОСТ ССБТ) [6]:

1) чрезвычайно опасные – ПДК $< 0,1 \text{ мг/м}^3$ (бериллий, ртуть, сулема, кварцевая пыль);

2) высокоопасные – ПДК $0,1 \dots 1,0 \text{ мг/м}^3$ (окислы азота, анилин, бензол, пыль гранита);

3) умеренно опасные – ПДК $1,1 \dots 10,0 \text{ мг/м}^3$ (вольфрам, борная кислота, угольная пыль);

4) малоопасные – ПДК $> 10,0 \text{ мг/м}^3$ (аммиак, ацетон, пыль известняка).

Токсический эффект при действии различных доз и концентраций ядов может проявиться:

- функциональными нарушениями в организме;
- структурными изменениями в организме;
- гибелью клеток и всего организма.

Порог вредного действия (однократного острого или хронического) – это минимальная (пороговая) концентрация (доза) вещества, при действии которой в организме возникают изменения биологических показателей на организменном уровне, выходящие за пределы приспособительных реакций. Вредные вещества, попадая в организм человека, могут вызывать следующие формы отравлений (интоксикаций):

– *острое отравление*. Острой называется интоксикация, развивающаяся в результате однократного или повторного действия веществ в течение ограниченного периода времени (до нескольких суток);

– *подострое отравление*. Подострой называется интоксикация, развивающаяся в результате непрерывного или прерываемого во времени (интермиттирующего) действия токсиканта продолжительностью до 90 суток;

– *хроническое отравление*. Хронической называется интоксикация, развивающаяся в результате продолжительного действия токсиканта (иногда годы).

Для гигиенической оценки изолированного действия вредного вещества на человека обычно используется соотношение с ПДК. На производстве и в окружающей среде редко встречается изолированное действие вредных веществ. Обычно работающий на производстве подвергается комбинированному влиянию факторов одной природы, чаще всего это несколько химических веществ.

Комбинированное действие – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления.

Различают несколько типов комбинированного действия ядов: аддитивное, потенцированное, антагонистическое.

Аддитивное действие – это суммарный эффект смеси, равный сумме эффектов действующих компонентов:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1,$$

где $C_1, C_2, \dots, C_n$ – концентрации каждого вещества в воздухе, мг/м³; ПДК – предельно допустимые концентрации этих веществ, мг/м³.

Аддитивное действие характерно для веществ однонаправленного действия, когда компоненты смеси оказывают влияние на одни и те же системы организма, причем при количественно одинаковой замене компонентов друг другом токсичность смеси не меняется. Примером аддитивности является наркотическое действие смеси углеводов (бензола и изопропилбензола).

Потенцированное действие (синергизм) вредных веществ в организме человека проявляется тогда, когда компоненты смеси действуют таким образом, что одно вещество усиливает действие другого. Эффект комбинированного действия при синергизме выше аддитивного, и это учитывается при анализе гигиенической ситуации в конкретных производственных условиях. Потенцирование отмечается при совместном действии диоксида серы и хлора; алкоголь повышает опасность отравления анилином, ртутью и некоторыми другими промышленными ядами. Явление потенцирования обычно проявляется в случае острого отравления.

Антагонистическое действие наблюдается, когда эффект комбинированного действия вещества меньше ожидаемого. Компоненты смеси действуют таким образом, что одно вещество ослабляет действие другого. Примером может служить обезвреживающее взаимодействие эзерина и атропина.

Наряду с комбинированным влиянием ядов возможно их *комплексное действие*, когда яды поступают в организм одновременно, но разными путями (через органы дыхания и желудочно-кишечный тракт, органы дыхания и кожу и т. д.).

Возможно также *сочетанное действие* опасностей разной природы (физических, химических), например вредных веществ и избыточной теплоты или повышенной влажности. Зоны воздействия вредных веществ различны. В производственных и бытовых условиях они, как правило, ограничены размерами помещения (цех, участок) или контурами рабочего места. В условиях поступления вредных веществ на производственные площадки, территории селитебных, городских и природных зон их влияние определяется параметрами процесса рассеивания веществ в атмосферном воздухе с учетом реальной территориальной обстановки, изменения мощности выбросов веществ по времени и т. п. Расчет рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе осуществляется в соответствии с ОНД–86 [7].

3.3.2. ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Вибрации – малые механические колебания, возникающие в упругих телах. В зависимости от способа передачи колебаний человеку вибрацию подразделяют на общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и локальную, передающуюся через руки человека. Вибрация, воздействующая на ноги сидящего человека, на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, также относится к локальной.

Вибрацию оценивают *частотой* f (Гц) или *периодом колебаний* T и одним из трех параметров: амплитудой вибросмещения ζ_a , амплитудой виброскорости $V_a = \zeta_a \omega$; амплитудой виброускорения $A_a = \zeta_a \omega^2$, где $\omega = 2\pi f$ – круговая частота, f – частота колебания (число колебаний за секунду).

Степень ощущения вибрации оценивают по закону Вебера–Фехнера логарифмической относительной величиной – уровнем виброскорости L_v в децибелах (дБ),

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{V_0},$$

где V – действующее среднеквадратичное значение виброскорости, м/с; V_0 – пороговая виброскорость, равная $5 \cdot 10^{-8}$ м.

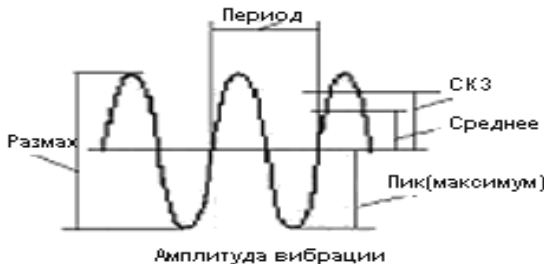


Рис. 3.8. Характеристики вибрации

Общую вибрацию рассматривают в частотном диапазоне со среднегеометрическими частотами 1...63 Гц, а локальную вибрацию – 8...1000 Гц.

По направлению действия общую вибрацию подразделяют:

- на *вертикальную*, направленную перпендикулярно опорной поверхности;
- *горизонтальную*, действующую в плоскости, параллельной опорной поверхности.

Если продолжительность воздействия вибрации составляет менее 20 % рабочего времени в смену, нормы уровня виброскорости можно увеличить, но не более чем в 1,5 раза.

Воздействие вибрации на организм человека

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выделяют следующие виды вибрационной патологии: от воздействия общей вибрации и локальной вибрации.

Воздействие *общей вибрации* проявляется в расстройстве центральной нервной системы (ЦНС), сердечно-сосудистой системы, при котором возникают головные боли, головокружения, нарушения сна и цветоощущения, страдает вестибулярный аппарат, увеличивается в размерах щитовидная железа, снижается острота зрения до 40 %, появляются изменения в пояснично-крестцовом отделе позвоночника и боли в желудке.

Локальная вибрация (при работе с виброинструментом) воздействует на вегетативную нервную систему, вызывая изменения в сосудистом тоне рук (спазмы сосудов, которые, начиная с пальцев, распространяются на кисти и предплечья), что ведет к снижению чувствительности кожи, болям в суставах, интенсивному отложению солей и,

как следствие, к деформации и снижению подвижности суставов. Если вибрация *толчкообразная*, она может вызывать микротравмы различных тканей, которые приведут к последующим реактивным изменениям.

При длительном воздействии вибрации возможно развитие профессионального заболевания – вибрационной болезни, тяжелая стадия которой неизлечима. Пределы частот 35...250 Гц являются областью критических частот для человека, когда вибрационная болезнь развивается чаще всего. Симптомы вибрационной болезни многогранны и проявляются в нарушении работы сердечно-сосудистой и нервной систем, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций опорно-двигательного аппарата. Опасность состоит в том, что симптомы вибрационной болезни развиваются исподволь.

Таблица 3.1

Доля заболевших вибрационной болезнью (%) в зависимости от профессии и стажа работы

Профессия	Доля заболевших, %, при стаже работы, лет				
	5	10	15	20	25
Слесарь	0	0	4	21	54
Формовщик	0,5	2,3	14	40	72
Обрубщик	0	11	49	86	89

Когда частота лежит в области 16...20 000 Гц, механические колебания создают слуховое восприятие.

Шум – сочетание звуков различной частоты и интенсивности. *Звук* – это акустическое гармоническое колебание с определенной частотой. По частоте колебаний выделяют: инфразвук до 20 Гц; слышимый звук от 20 Гц до 20 000 Гц; ультразвук более 20 кГц.

Характеристиками звука:

- частота, Гц;
- интенсивность или сила звука I (Вт/м²), равная потоку звуковой энергии, проходящей в единицу времени через 1 м² площади перпендикулярно распространению звуковой волны. Интенсивность пропорциональна квадрату звукового давления;
- звуковое давление P (Па) – это разность между мгновенным давлением в волне и атмосферным давлением.

Уровень ощущения звука L (логарифмический уровень звукового давления) пропорционален логарифму звукового давления P , отнесенной к интенсивности P_0 на пороге слышимости.

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

где I, P – действующие значения интенсивности и звукового давления; $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м², $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – интенсивность и звуковое давление на пороге слышимости.

Уровень звука L оценивают в относительных логарифмических единицах – децибелах (дБ). По характеру спектра шумы делят на *широкополосные* и *смешанные*, в которых присутствуют тональные составляющие.

По временной характеристике шумы бывают *постоянные* и *непостоянные*, непостоянные оценивают эквивалентным уровнем звука. Кроме спектральной характеристики шум оценивают одним числом – уровнем звука в дБА. Это общий уровень шума, откорректированный в соответствии с кривой слышимости.

Воздействие шума на человека

Повышенный уровень шума однозначно является вредным производственным фактором. Высокий уровень шума отрицательно влияет на ЦНС, желудок, двигательные функции, умственную работу, зрительный анализатор. Изменяются частота и наполнение пульса, кровяное давление, замедляются реакции, ослабляется внимание, ухудшается разборчивость речи, меняется цветоощущение. Снижается чувствительность органа слуха, что приводит к временному повышению *порога слышимости*.

При длительном воздействии шума высокого уровня возникают необратимые потери слуха и развивается профессиональное заболевание – тугоухость. Ощущения человека при воздействии повышенных уровней шума распределяются примерно следующим образом.

Шум с уровнем звукового давления:

- до 30...35 дБ – привычен для человека, не беспокоит;
- до 40...70 дБ – нагрузка на нервную систему, ухудшение самочувствия, при длительном воздействии может быть причиной неврозов;
- выше 80 дБ – может привести к потере слуха (профессиональной тугоухости);
- более 140 дБ – возможны разрыв барабанных перепонки, контузия.

Реальные уровни звука в местах возможного пребывания человека могут изменяться в весьма широких пределах от 0 до 160 дБА и поэтому сопровождаются широкой гаммой ответных реакций организма человека.

Источниками *инфразвуковых колебаний* на производстве является оборудование, которое работает с частотой циклов менее 20 в секунду (вентиляторы, поршневые компрессоры, машины и т. д.). Рассмотрим влияние инфразвуковых колебаний на человека, которые имеют свои особенности, такие как малое поглощение энергии инфразвука в среде, благодаря чему он распространяется на значительные расстояния.

Опасность инфразвуковых колебаний для здоровья человека заключается в том, что их диапазон совпадает с внутренней частотой колебаний отдельных органов человека (6...8 Гц), следовательно, из-за резонансных явлений могут возникнуть тяжелые последствия, выражающиеся в нарушении работы органов. Инфразвуковые колебания действуют на нервную систему человека, который начинает испытывать страх, тревогу, головокружения, головные боли, ощущения покачивания, и т. д.). Увеличение звукового давления до 150 дБА приводит к изменению пищеварительных функций и сердечного ритма. Возможна потеря слуха и зрения.

Не меньшую опасность представляет для человеческого организма и *ультразвуковые колебания*.

Ультразвук – колебание звуковой волны в диапазоне частот свыше 20 кГц, обычно не воспринимаемое человеческим ухом. Ультразвук используется в оптике (например, ультразвуковые мойки для очистки и для обезжиривания деталей, при сварке, сушке и т. д.). По частоте колебаний выделяют:

- *низкочастотные* ультразвуковые колебания (от $1,12 \cdot 10^4 \dots 1,0 \cdot 10^5$ Гц) распространяются воздушным и контактным путем;

- *высокочастотные* ультразвуковые колебания (от $1,0 \cdot 10^5 \dots 1,0 \cdot 10^9$ Гц) распространяются только (!) контактным путем.

Контактное воздействие ультразвука чаще всего бывает на руки в момент загрузки и выгрузки деталей из ультразвуковых ванн. Высокочастотные колебания приводит к нарушению капиллярного кровообращения в кистях рук, болевой чувствительности, изменению костной структуры, а следовательно, к снижению плотности костной ткани.

Воздействие через воздушную среду влияет на сердечно-сосудистую, нервную, эндокринную системы; нарушаются терморегуляция и обмен веществ [8].

3.3.3. НЕИОНИЗИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

Неионизирующие электромагнитные поля – очень широкое понятие, их спектр по частоте находится в диапазоне от 0 Гц (статическое электрическое и постоянное магнитное поле) до 10^{12} Гц.

Электрические, магнитные и электромагнитные поля создаются *естественными* (естественное электрическое и магнитное поле Земли, атмосферное электричество, радиоизлучения Солнца и галактик) и *искусственными (техногенными)* источниками.

В последние десятилетия значительно возросло и продолжает увеличиваться количество техногенных источников, к которым относятся индукторы, конденсаторы, фидерные линии, трансформаторы, антенны, фланцевые соединения волновых трактов, открытые концы волноводов, генераторы и т. д.

Линии электропередачи напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы, соединительные шины и вспомогательные устройства электроподстанций, а также все электробытовые приборы являются источниками ЭМП промышленной частоты.

Источниками постоянных магнитных полей являются электромагниты, соленоиды, импульсные установки, магниты, сильноточные системы постоянного тока, которые используются при производстве алюминия, цинка и других цветных металлов.

Электромагнитное поле (ЭМП), создаваемое источниками, характеризуется непрерывным распределением в пространстве, способностью распространяться со скоростью света, воздействовать на заряженные частицы и токи, вследствие чего энергия поля преобразуется в другие виды энергии. Переменное ЭМП является совокупностью двух взаимосвязанных переменных полей – электрического и магнитного, которые характеризуются соответствующими векторами напряженности E (В/м) и H (А/м).

Электрическое поле – это одна из двух сторон электромагнитного поля, обусловленная электрическими зарядами и изменением магнитного поля, оказывающая силовое воздействие на неподвижные заряженные тела и частицы.

Магнитное поле – одна из двух сторон электромагнитного поля, обусловленная движущимися заряженными частицами и изменением электрического поля, оказывающая силовое воздействие на движущиеся заряженные частицы и выявляемая по силовому воздействию,

направленному нормально к направлению движения этих частиц и пропорциональному их скорости.

Существуют различные классификации ЭМП, в основном по частоте (длине волны) электромагнитных колебаний. Большую часть их спектра составляют радиоволны (3 Гц ... 3000 ГГц). В радиосвязи применяется классификация, приведенная в табл. 3.2 [9].

Т а б л и ц а 3.2

Диапазоны электромагнитных полей по регламенту радиосвязи

Диапазон	Название диапазона радиочастот	Границы диапазона	Название диапазона радиоволн	Границы диапазона
1-й диапазон	Крайне низкие КНЧ	3...30 Гц	Декамегаметровые	100...10 Мм
2-й диапазон	Сверхнизкие СНЧ	30...300 Гц	Мегаметровые	10...1 Мм
3-й диапазон	Инфранизкие ИНЧ	0,3...3 кГц	Гектокилометровые	1000...100 км
4-й диапазон	Очень низкие ОНЧ	3...30 кГц	Мириаметровые	100...10 км
5-й диапазон	Низкие частоты НЧ	30...300 кГц	Километровые	10...1 км
6-й диапазон	Средние частоты СЧ	0,3...3 МГц	Гектометровые	1...0,1 км
7-й диапазон	Высокие частоты ВЧ	3...30 МГц	Декаметровые	100...10 м
8-й диапазон	Очень высокие ОВЧ	30...300 МГц	Метровые	10...1 м
9-й диапазон	Ультравысокие УВЧ	0,3...3 ГГц	Дециметровые	1...0,1 м
10-й диапазон	Сверхвысокие СВЧ	3...30 ГГц	Сантиметровые	10...1 см
11-й диапазон	Крайне высокие КВЧ	30...300 ГГц	Миллиметровые	10...1 мм
12-й диапазон	Гипервысокие ГВЧ	0,3...3 ТГц	Децимиллиметровые	1...0,1 мм

Выделяют *ближнюю зону излучения* (зону индукции) – это область пространства, в которой расстояние до источника электромагнитного

поля существенно меньше длины волны. В этой зоне электромагнитная волна не сформирована, а интенсивность поля оценивается отдельно напряженностями электрического и магнитного полей. При промышленной частоте (50 Гц), например, длина волны равна 6000 км, и в любом удалении от источника расположена ближняя зона [10].

Напротив, *дальняя зона излучения* (волновая зона, зона излучения) характеризуется сформировавшейся электромагнитной волной, в которой расстояние до источника электромагнитного поля существенно больше длины волны. Например, антенны базовых станций сотовой связи (рис. 3.9) работают на частоте около 950 МГц и выше. При таких частотах длина волны будет составлять всего 31,5 см и меньше, т. е. даже в небольшом удалении от антенны расположена дальняя зона. Интенсивность поля в такой зоне характеризуется плотностью потока энергии электромагнитного поля Π (Вт/м², мкВт/см²) (вектор Умова–Пойнтинга) [11].



Рис. 3.9. Пример размещения антенн базовой станции сотовой связи на крыше здания

Воздействие техногенных источников ЭМП может быть вредным и опасным для биологических объектов. С точки зрения воздействия на человека санитарные правила и нормы [12] устанавливают предельно допустимые уровни следующих электромагнитных полей:

- электростатического поля (ЭСП);
- постоянного магнитного поля (ПМП);
- электрического и магнитного полей промышленной частоты 50 Гц (ЭП и МП ПЧ), в том числе импульсного магнитного поля 50 Гц;

- электромагнитных полей в диапазоне частот $\geq 10 \dots 30$ кГц;
- электромагнитных полей в диапазоне частот ≥ 30 кГц $\dots 300$ ГГц.

Также отдельными нормативными документами устанавливаются допустимые уровни воздействия конкретных типов техногенных источников: систем сотовой связи (сухопутной подвижной радиосвязи), воздушных линий электропередач, микроволновых печей, импульсных электромагнитных полей радиотехнических объектов и медицинских приборов и др. Кроме того, в Российской Федерации нормируются гипогеомагнитные поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях (отсутствие или уменьшение напряженности магнитного поля Земли в экранированных зонах считается вредным для человека) [13].

Геомагнитное поле (ГМП) состоит из главного геомагнитного поля, источники которого находятся во внешнем электропроводящем ядре Земли (естественное постоянное магнитное поле Земли составляет более 95 % ГМП), аномального, создаваемого намагниченными горными породами, и внешнего. Силовые линии и напряженность ГМП находятся в непрерывном изменении. Величина магнитного поля Земли у магнитных полюсов составляет приблизительно 55,7 А/м, на магнитном экваторе – 33,4 А/м [10].

Плазма солнечного ветра, постоянно обтекающая Землю, создает вокруг Земли область, ограничивающую геомагнитное поле (магнитосферу). Приход на Землю высокоскоростного потока солнечной плазмы, генерируемого нестационарными процессами на Солнце, и связанной с ним ударной волны вызывает геомагнитные бури. Для описания уровня геомагнитной возмущенности введено несколько геомагнитных индексов, которые рассчитываются по данным наземных измерений поля в геомагнитных обсерваториях. Отмечается возможность связи нервных и сердечно-сосудистых заболеваний с геомагнитными бурями [14].

Нормирование ГМП осуществляется путем установления предельно допустимого уровня ослабления геомагнитного поля, а также требований к методам контроля гипогеомагнитных условий и лечебно-профилактическим мероприятиям [13]. В жилых комнатах квартир, спальнях и игровых помещениях детских дошкольных учреждений, учебных комнатах общеобразовательных учреждений и учреждений профессионального образования, палатах больниц и других подобных помещениях допускается снижение напряженности постоянного магнитного поля не более чем в 1,5 раза по сравнению с напряженностью поля открытого пространства. На рабочих местах (при работе в экра-

нированной зоне более двух часов за смену) допускается ослабление уровня постоянного магнитного поля не более чем в четыре раза.

Электростатическое поле (ЭСП) обусловлено статическим электричеством – совокупностью явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности или в объеме диэлектриков или на изолированных проводниках. В окружающем заряды пространстве образуется электрическое поле, действие которого проявляется и обнаруживается при внесении в него заряженных и нейтральных предметов как проводников, так и непроводников.

Статическое электричество породило в промышленности ряд проблем, среди которых главными являются защита от пожаров и взрывов, защита от технологических помех, защита от физиологического воздействия на организм человека.

Физиологическое воздействие статического электричества на организм человека может проявляться в форме малого тока, длительно протекающего через тело человека, кратковременного электрического разряда, а также электрического поля, действующего на организм человека. Статическое электричество, накапливаясь на теле человека, может при прикосновении человека к заземленным конструкциям обусловить разряд, вызывающий неприятные, а иногда даже болевые ощущения. Кроме того, искра, проскакивающая между телом человека и заземленным или, напротив, заряженным объектом, вызывает испуг, сопровождающийся непроизвольными, нескоординированными движениями, что может привести к несчастному случаю. Исследования биологических эффектов, возникающих под действием электростатического поля, показали, что наиболее чувствительными к нему являются нервная и сердечно-сосудистая системы организма. У людей, работающих в зоне воздействия электростатического поля, встречаются разнообразные жалобы на раздражительность, головную боль, нарушение сна и снижение аппетита. Оценка и нормирование ЭСП осуществляются по уровню электрического поля, который оценивается в единицах напряженности электрического поля (E) в кВ/м.

Постоянное магнитное поле (ПМП) создается проводниками с постоянным током, равномерно движущимися электрическими зарядами или заряженными частицами и характеризуется напряженностью магнитного поля H (А/м). ПМП используется в промышленности, на электротранспорте, в медицине, а также создается оборудованием для научных или геологических исследований. При воздействии ПМП на человека основная масса симптомов свидетельствует о функциональ-

ных расстройствах в деятельности нервной и сердечно-сосудистой систем. Стойкость и глубина вызванных нарушений определяются величиной напряженности ПМП, длительностью и периодичностью пребывания в нем, а также условиями воздействия поля (общее или локальное) на организм человека. ПМП может способствовать возникновению брадикардии (уменьшение числа сердечных сокращений по сравнению с нормальным) или тахикардии (увеличение числа сердечных сокращений по сравнению с нормальным) в зависимости от индивидуальных особенностей работника, приводить к понижению кровяного давления, изменению электроэнцефалограммы и состава крови, появлению болей и онемения пальцев рук. Оценка и нормирование ПМП осуществляются по уровню магнитного поля дифференцированно, в зависимости от времени его воздействия на работника за смену, для условий общего (на все тело) и локального (кисти рук, предплечье) воздействий [10].

Если рассматривать электрические, магнитные и электромагнитные поля в диапазоне частот 10 Гц ... 300 ГГц, то выделяют энергетическое и информационное действие электромагнитных полей. Энергетическое действие может быть тепловым и силовым [15].

Электрическое поле промышленной частоты (ЭП ПЧ) создает в теле человека токи смещения и вызывает перенос электрических зарядов (протекание электрического тока), поляризацию связанного заряда (возникновение электрических диполей) и переориентацию диполей в тканях. Величина этих эффектов зависит от напряженности ЭП и электрических свойств тела, таких как электропроводность (определяющая перенос электрических зарядов) и диэлектрическая проницаемость (определяющая степень поляризации). Электропроводность и диэлектрическая проницаемость зависят от типа ткани. ЭП ПЧ влияет также на распределение электрических зарядов на поверхности проводящей ткани. Распределение зарядов зависит от условий воздействия, размеров и формы тела, а также от расположения тела в электрическом поле [15, 16].

Таким образом, ЭП ПЧ оказывает силовое действие. Восприимчивость ЭП ПЧ человеком сугубо индивидуальна: 5 % чувствуют поле 7 кВ/м, 60 % не ощущают поле 20 кВ/м. Для нарушения естественных процессов функционирования органов необходимо создание внутри клеток искусственного поля, сопоставимого с фоновой напряженностью электрического поля. Тогда внешнее поле должно достигать ориентировочно 100 МВ/м, т. е. таких уровней, создание которых на практике невозможно. Поэтому случаев непосредственного поражения

человека ЭП ПЧ не зарегистрировано, однако доказано вредное воздействие существующих уровней ЭП ПЧ [17].

При длительном пребывании человека в ЭП ПЧ более 10 кВ/м могут возникнуть неблагоприятные физиологические изменения, связанные с воздействием на нервную и сердечно-сосудистую системы, мышечную ткань и органы [18]. Под влиянием ЭП ПЧ воздушных линий электропередачи и подстанций высокого и сверхвысокого напряжений у работников отмечались жалобы неврологического характера (головная боль, вялость, повышенная утомляемость, сонливость), а также нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы. Указанные жалобы сопровождались некоторыми функциональными расстройствами нервной и сердечно-сосудистой систем в форме вегетативной дисфункции, склонностью к тахикардии и брадикардии, артериальной гипертензии или гипотонии. Отмечено также увеличение времени зрительно-моторной реакции, повышение порогов обонятельной чувствительности, снижение памяти, внимания, урежение пульса. Изменения в составе периферической крови выражались в умеренной тромбоцитопении, нейтрофильном лейкоцитозе, снижении гемоглобина и числа эритроцитов, замедлении скорости оседания эритроцитов [19].

Магнитное поле промышленной частоты (МП ПЧ) наводит в тканях организма ЭДС, под действием которых в теле человека протекают индуцированные токи. Величина индуцированных токов зависит от напряженности МП ПЧ (магнитной индукции), размера контура, через который протекает ток, и электропроводности ткани. При воздействии МП ПЧ одной напряженности наиболее сильные индуцированные токи будут протекать в контуре с наибольшими размерами [16].

МП ПЧ также оказывает силовое действие на человека. В исследованиях за рубежом показано, что воздействие индуцированных электрических токов на уровнях, превышающих эндогенные биоэлектрические сигналы в тканях, может привести к некоторым физиологическим эффектам, тяжесть которых увеличивается с ростом плотности тока. Так, при плотности индуцированного тока в диапазоне $10 \dots 100 \text{ мА/м}^2$ были отмечены тканевые эффекты и изменения мыслительных функций мозга. При плотности тока от 100 до нескольких сотен мА/м^2 и частотах внешнего поля от 10 Гц до 1 кГц превышает порог нервной и нервно-мышечной возбудимости. При очень высоких значениях плотности тока, превышающих 1 А/м^2 , могут происходить тяжелые и угрожающие жизни эффекты, такие как, например, фибрилляция сердечных желудочков, мышечный столбняк и изменения в дыхательной системе. Тяжесть и вероятность необратимости тканевых

эффектов увеличивается при хроническом воздействии индуцированных электрических токов, превышающих $10 \dots 100 \text{ мА/м}^2$. Восприимчивость МП ПЧ человеком значительно меньше, чем электрического. Во многих исследованиях добровольцы свидетельствовали о визуальном восприятии слабых мерцающих вспышек света, известных как магнитные фосфены, при воздействии МП ПЧ выше $3 \dots 5 \text{ мТл}$. Эти визуальные эффекты также могут быть индуцированы прямым воздействием слабых электрических токов на голову человека [19]. Кроме возникающих световых вспышек и кругов перед глазами, других эффектов, связанных с восприятием даже сильных напряженностей МП ПЧ, не отмечено. По расчетам для непосредственного поражения человека МП ПЧ напряженность внешнего поля должна достигать 1 мА/м . По другим данным [15, 19] для фибрилляции желудочков сердца достаточно поля $0,4 \text{ мА/м}$. В любом случае, на практике такие напряженности МП ПЧ не встречаются, однако доказано вредное действие индуцированных электрических токов, протекающих в тканях под влиянием поля. Вероятные биологические эффекты, вызываемые МП ПЧ, в зависимости от напряженности магнитного поля и соответствующей величины наведенного в теле человека индуцированного тока приведены в табл. 3.3 [15].

Таблица 3.3

Вероятные биологические эффекты, вызываемые МП ПЧ

Напряженность магнитного поля, А/м	Магнитная индукция, мТл	Плотность индуцированного электрического тока, мА/м^2	Вероятные биологические эффекты
400...4000	0,5...5	1...10	Минимальные биологические эффекты
4000...40 000	5...50	10...100	Эффекты со стороны органов зрения и нервной системы
40 000...400 000	50...500	100...1000	Существует опасность для здоровья, стимуляция возбудимой ткани
Более 400 000	Более 500	Более 1000	Острое нарушение здоровья, фибрилляция желудочков сердца

Индукцированные электрические токи вызывают стимуляцию роста костей, регенерацию нервной ткани, изменение биохимических процессов в клетке. При длительном и систематическом контакте с МП ПЧ могут возникать изменения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, иммунной систем. В частности, отмечается увеличение времени реакции на внешние воздействия, поражение краткосрочной оперативной памяти, затормаживание поведенческих реакций, изменение электроэнцефалограммы, появление изменений в составе крови [20].

В зарубежных исследованиях отмечается вероятность увеличения риска развития лейкозов и злокачественных новообразований центральной нервной системы. Исследования шведских ученых показали, что у детей до 15 лет, проживающих около высоковольтных линий (ВЛ), при магнитной индукции 0,2 мкТл вероятность заболевания лейкемией в 2,7 раза выше, чем в контрольной группе, проживающей вдали от ВЛ, и в 3,8 раза выше, если индукция превышает 0,3 мкТл [20]. Результаты исследований в Канаде свидетельствуют о повышенном риске лейкемии у новорожденных детей в случае воздействия магнитных полей на мать во время беременности [21]. Предполагается также, что хроническое внешнее воздействие МП ПЧ может угнетать синтез мелатонина и таким образом увеличить риск рака молочной железы и других опухолей [17, 21].

Однако такие выводы нельзя считать бесспорными из-за небольшого числа тяжело больных детей, которые подвергались воздействию МП ПЧ более 0,2 мкТл в Северной Америке, Великобритании, Германии и Новой Зеландии. Результаты исследований в скандинавских странах (Дания, Финляндия, Норвегия и Швеция), полученные для детей, подвергавшихся воздействию поля напряженностью более 0,2 мкТл, основаны на такой малой выборке, что они, возможно, являются случайными [21].

Тем не менее, как безопасный уровень для условий продолжительного воздействия, не приводящий к онкологическим заболеваниям, независимо друг от друга шведскими и американскими специалистами рекомендована величина магнитной индукции 0,2 мкТл (0,16 А/м).

Для электромагнитного поля высоких частот (10 кГц ... 300 ГГц) характерно быстрое увеличение концентрации поглощенной энергии с увеличением частоты, так как глубина проникновения волны убывает с частотой.

Доказано тепловое действие ЭМП высоких частот на человека. При высоких частотах человек подвергается воздействию уже сформиро-

вавшегося ЭМП, находясь в дальней зоне электромагнитного излучения. Электромагнитные волны, взаимодействуя с биологическими структурами, теряют часть энергии, превращающейся в теплоту за счет генерации токов проводимости в электролитах (крови, лимфе, цитоплазме клеток) и за счет поляризации диэлектриков тканей организма. Величина воздействия зависит от частоты и напряженности (плотности потока энергии) ЭМП, а также диэлектрической проницаемости и электропроводности ткани, которые меняются с изменением частоты приложенного поля. При воздействии ЭМП высоких частот на организм человека происходит отвод избыточной энергии до плотности потока энергии 10 мВт/см^2 . Эта величина называется тепловым порогом, начиная с которого система терморегуляции уже не справляется с отводом выделяемого тепла, происходит перегрев организма человека, что негативно влияет на его здоровье.

Наиболее интенсивно ЭМП высоких частот воздействуют на органы с большим содержанием воды. Перегрев особенно вреден для тканей со слаборазвитой сосудистой системой или с недостаточным кровообращением (глаза, мозг, почки, желудок, желчный и мочевого пузыри, половые железы). Облучение глаз вызывает помутнение хрусталика (катаракту), которое обнаруживается не сразу, а через несколько дней или недель после облучения (могут вызвать сильные ЭМП в диапазоне $300 \text{ МГц} \dots 300 \text{ ГГц}$).

Однако воздействие плотности потока энергии ниже теплового порога также небезопасно для человека. Оно нарушает функции сердечно-сосудистой системы, ухудшает обмен веществ, приводит к изменению состава крови, снижает биохимическую активность белковых молекул. В табл. 3.4 представлены данные о наиболее характерных биологических эффектах, вызываемых ЭМП высоких частот в зависимости от плотности потока энергии.

Кроме энергетического, исследователями отмечается возможность информационного воздействия ЭМП на человека. Оно проявляется во влиянии полей на протекание информационных процессов в организме: изменяются характер и скорость передачи информации внутри организма, процесс формирования условных рефлексов, количество ключевых ферментов энергетического обмена. Величина информационных биологических эффектов в отличие от энергетических не зависит от интенсивности ЭМП, а зависит от его модуляционно-временных параметров, от особенностей организма, подверженного воздействию, от внешних условий воздействия (например, температуры окружающей

шей среды), от размеров облучаемой поверхности, от длительности воздействия [11, 15].

Т а б л и ц а 3.4

Характерные биологические эффекты, вызываемые ЭМП высоких частот

Плотность потока энергии, мВт/см ²	Характерные биологические эффекты
0,5...1	Понижение уровня кровяного давления, тенденция к учащению пульса, расстройка механизмов управления иммунологической защиты
2...3	Выраженный характер снижения кровяного давления, учащение пульса
10	Изменение условно-рефлекторной деятельности, морфологические изменения в коре головного мозга
100	При включении – повышение кровяного давления с последующим резким спадом; при хроническом воздействии – стойкая гипотония
500...800	Болевое ощущение при облучении

Исследователями отмечается, что ЭМП в диапазоне крайне низких частот (3...300 Гц) может имитировать электрические процессы, которые обычно происходят в живых клетках организма. А длительное информационное действие ЭМП высоких частот вызывает стойкое снижение работоспособности, возникновение проявлений тревожного поведения и депрессивного состояния при отсутствии каких-либо объективных симптомов (так называемая «радиоволновая болезнь»). Особенно информационное действие возможно при влиянии на человека модулированного ЭМП при наличии частотных и амплитудных «окон», в которых воздействие ЭМП на организм резко усиливается [17, 20].

Таким образом, неионизирующие электромагнитные поля являются постоянными локально действующими опасностями, многие аспекты их воздействия на человека и окружающую среду еще предстоит исследовать.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ К ГЛАВАМ 1–3

1. Назовите причины антропогенно-техногенных опасностей.
2. Техногенные опасности. Классификация техногенных опасностей.
3. Классификация вредных веществ по действию на организм человека. Показатели токсичности вещества.
4. Чрезвычайные локально действующие опасности.
5. Воздействие электрического тока, электрической дуги на человека. Причины электротравматизма.
6. Виброакустические колебания.
7. Характеристики вибрации. Действие на организм человека.
8. Звук. Классификация шума. Вредное воздействие на организм человека.
9. Неионизирующие электромагнитные поля.
10. Магнитное поле промышленной частоты (МП ПЧ). Биологические эффекты, вызываемые МП ПЧ.
4. Система наблюдения и оценки состояния опасностей (мониторинг опасностей).

4. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОПАСНОСТЕЙ И ИХ МОНИТОРИНГ

4.1. ПОКАЗАТЕЛИ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ РЕАЛИЗОВАННЫХ ОПАСНОСТЕЙ

Реализованные в среде обитания человека опасности неизбежно сопровождаются потерей здоровья людей или их гибелью. Для оценки этих потерь на объектах экономики в условиях города, региона или в быту используют следующие показатели:

- численность $T_{пв}$ погибших от внешних факторов за год;
- численность $T_{тр}$ пострадавших от травмирующих факторов за год;
- численность T_z получивших региональные или профессиональные заболевания от воздействия вредных факторов.

Для оценки травматизма в производственных условиях, кроме абсолютных показателей, используют относительные показатели частоты и тяжести травматизма.

Показатель частоты травматизма K_q определяет число несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный период:

$$K_q = 1000(T_{тр} / C),$$

где C – среднесписочное число работающих.

Показатель тяжести травматизма K_t характеризует среднюю длительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай:

$$K_t = D / T_{тр},$$

где D – суммарное число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям.

Показатель травматизма со смертельным исходом $K_{\text{си}}$ определяет число несчастных случаев из расчета на 1000 работающих за определенный период времени (обычно в год):

$$K_{\text{си}} = 1000(T_{\text{пп}} / C),$$

где $T_{\text{пп}}$ – численность погибших на производстве.

Для оценки уровня нетрудоспособности вводят *показатель нетрудоспособности* $K_{\text{н}} = 1000 \text{ Д} / C$; следовательно, $K_{\text{н}} = K_{\text{ч}} K_{\text{т}}$.

Показатели $K_{\text{ч}}$, $K_{\text{т}}$ и $K_{\text{си}}$ обычно используют на объектах экономики и в системе государственного управления для анализа производственного травматизма.

В качестве показателей, отражающих опасность процесса жизнедеятельности в стране или регионе, используют:

- младенческую смертность (число смертей детей в возрасте до одного года из 1000 новорожденных) от внешних причин;
- детскую смертность, определяемую как численность умерших в возрасте до 15 лет от внешних причин;
- смертность населения в трудоспособном возрасте от внешних причин.

Общее состояние экономики страны, общественных отношений, уровня социальной защиты и безопасности в отраслях экономики, качества среды обитания и ряда других факторов, влияющих на жизнь населения, находит свое отражение в интегральных показателях продолжительности жизни людей, таких как:

- средняя продолжительность жизни людей в пенсионном возрасте;
- средняя продолжительность жизни людей.

Средняя продолжительность жизни людей в пенсионном возрасте как интегральный показатель влияния условий жизни, в том числе опасностей от экономических процессов, среды обитания, определяется как разность средней продолжительности жизни людей пенсионного возраста, установленного в стране. Данные, приведенные в табл. 4.1, свидетельствуют о серьезной ситуации с продолжительностью жизни мужчин в России в пенсионном и предпенсионном возрасте.

Из приведенных данных следует, что мужчины у нас в стране умирают, едва достигнув пенсионного возраста.

Такой демографический параметр, как средняя продолжительность жизни, позволяет оценивать качество жизни человека. Различают индивидуальную, максимальную и среднюю продолжительность жизни.

Индивидуальная продолжительность жизни – это срок от рождения до смерти конкретного человека. Максимальная достоверно зарегистрированная индивидуальная продолжительность жизни человека находится в пределах 113–121 года.

Таблица 4.1

Продолжительность жизни людей в пенсионном возрасте

Страна	Средняя продолжительность жизни, лет	Пенсионный возраст, лет	Средняя продолжительность в пенсионном возрасте, лет
Япония	80	65	15
США: мужчины	76,4	66	9,3
Россия: женщины	74,7	55	19,7
мужчины	62,8	60	2,8

Средняя продолжительность жизни зависит от социальных, экономических, экологических, медико-биологических условий.

Мониторинг опасностей – это систематические наблюдения за потенциально опасными объектами, оценки фактического состояния этих объектов, прогноза их состояния и оценки прогнозируемого состояния.

Мониторинг – это информационная система, создающая основу для управленческих решений. От качества мониторинга зависит возможность правильно и своевременно реагировать на возникшие опасности и предотвращать появление новых опасностей. Объектами мониторинга могут быть объекты природы, окружающей среды (ОС), производственной сферы, работающий на производстве персонал и все население.

Классификация систем мониторинга

– Мониторинг источников опасностей (объектовый и аэрокосмический мониторинг) включает наблюдение за источниками опасностей; контроль безопасности оборудования и продукции, неразрушающий технический контроль, экспертизу условий труда.

– Мониторинг здоровья работающих и населения (оценка воздействия на человека опасных факторов техносферы, таких как вибрация, шум, ЭМП и ЭМИ, радиация и др.).

– Мониторинг окружающей среды (глобальный, государственный, региональный, локальный, фоновый).

Мониторинг источников опасностей осуществляется с целью получения оперативной и систематической информации о состоянии окружающей среды, а также для обеспечения технологической и экологической безопасности на самих контролируемых объектах (так называемый объектовый мониторинг).

В РФ составлен Единый государственный реестр опасных промышленных объектов (ОПО), включающий 29 000 гидротехнических сооружений, 40 000 АЗС, в том числе около 8000 взрывоопасных и пожароопасных объектов, 150 000 км магистральных газопроводов, 62 000 км нефтепроводов, 30 000 водохранилищ, несколько сотен накопителей промышленных стоков и отходов, а также 60 крупных водохранилищ емкостью более 1 млрд м³.

4.2. ОБЪЕКТОВЫЙ МОНИТОРИНГ ИСТОЧНИКОВ ТЕХНОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ. ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Анализ чрезвычайных ситуаций техногенного характера показывает, что значительная их часть возникает в результате аварий и катастроф на промышленных объектах. Как правило, они приводят к поражению людей и потерям материальных ценностей.

Для облегчения работы по определению и осуществлению мер по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), уменьшению тяжести их последствий и созданию условий для их ликвидации важно систематизировать объекты по признаку, наиболее влияющему на возникновение аварий на этих объектах. Определяющим признаком является опасность, возникающая в результате производственной аварии на данном объекте, например, выброс в окружающую среду вредных веществ (радиоактивные вещества (РВ), сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ), боевые отравляющие вещества (БОВ)), взрыва, пожара.

Объект экономики или иного назначения, при аварии на котором может произойти гибель людей, сельскохозяйственных животных и растений, возникнуть угроза здоровью людей либо наносится ущерб народному хозяйству и окружающей природной среде, называется потенциально опасным объектом.

По своей потенциальной опасности объекты экономики подразделяются на четыре группы:

- I – химически опасные объекты;
- II – радиационно-опасные объекты;
- III – пожаро- и взрывоопасные объекты;
- IV – гидродинамически опасные объекты.

В настоящее время только крупных предприятий, представляющих опасность регионального или даже глобального характера, на террито-

рии России насчитывается более двух тысяч. В основном это химически опасные объекты.

Химически опасные объекты (ХОО) – это объекты, при аварии на которых или при разрушении которых может произойти поражение людей, сельскохозяйственных животных и растений либо химическое заражение окружающей природной среды опасными химическими веществами в концентрациях или количествах, превышающих естественный уровень их содержания в среде.

Радиационно-опасные объекты (РОО) – любой объект, в том числе ядерный реактор, завод, использующий ядерное топливо или перерабатывающий ядерный материал, а также место хранения ядерного материала и транспортное средство, перевозящее ядерный материал или источник ионизирующего излучения, при аварии на которых или при разрушении которых может произойти облучение или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также окружающей природной среды.

Пожаро-взрывоопасный объект (ПВОО) – это объект, на котором производятся, хранятся, используются или транспортируются продукты и вещества, приобретающие при определенных условиях (авариях, инициировании) способность к возгоранию (взрыву).

По своей потенциальной опасности эти объекты подразделяются на пять категорий:

А – объекты нефтяной, газовой, нефтеперерабатывающей, химической, нефтехимической промышленности, склады нефтепродуктов;

Б – производства угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, синтетического каучука;

В – лесопильные, деревообрабатывающие, столярные цеха, склады масла;

Г – металлургические производства, термические цеха, котельные;

Д – объекты переработки и хранения негорючих материалов в холодном виде.

Гидродинамический опасный объект (ГДОО) – это гидротехническое сооружение или естественное образование, создающее разницу уровней воды до и после этого объекта. К типовым ГДОО относятся плотины; напорные бассейны ГЭС и ТЭС; подпорные стены; водоприемники.

К гидротехническиопасным объектам относятся естественные плотины и гидротехнические сооружения напорного фронта. При их прорыве появляется волна прорыва, обладающая большой разрушительной силой, и образуются обширные зоны затопления.

Идентификация, т. е. установление степени опасности объектов, включает:

– первичное (начальное) определение степени опасности объекта экономики, основанное на анализе возможных видов ущерба, наносимого человеку и окружающей среде;

– выделение приоритетных для последующего анализа объектов.

При проведении идентификации учитывается две категории опасностей:

а) опасности, возникающие в процессе нормальной эксплуатации объекта;

б) опасности аварийной природы, в том числе нештатные ситуации, при которых имеет место значительное повышение уровня риска.

Процедура начального определения степени опасности объекта реализуется с помощью табл. 4.2, характеризующей возможный ущерб от функционирования объекта, а также информации о количестве вредных веществ и материалов, которые производятся, перерабатываются, хранятся на объекте или транспортируются.

Т а б л и ц а 4.2

Качественная оценка возможных видов ущерба от функционирования опасных объектов экономики

№ п/п	Опасные объекты и технологические процессы	Возможность возникновения ущерба							
		при нормальном функционировании объекта				при авариях и других нештатных ситуациях			
		постоянное (хроническое) вредное воздействие	разрушение зданий и сооружений	экономический ущерб	ущерб окружающей среде	летальное поражение	постоянное (хроническое) вредное воздействие	разрушение зданий и сооружений	ущерб окружающей среде
1	Завод органического синтеза								
2	Технологические узлы и процессы	Да	Нет	Возможно	Да	Да	Да	Возможно	Да

Анализ потенциальной опасности объектов при авариях, катастрофах и стихийных бедствиях (т. е. в чрезвычайных ситуациях) предполагает проведение процедуры оценки риска, которая включает в себя

определение численных значений вероятности реализации этих событий, построение сценариев развития ЧС и оценку на этой основе возможных последствий (см. Ноксология. Часть I). Опасность объекта характеризуется максимальной потенциальной угрозой, создаваемой массой находящихся на объекте опасных веществ.

4.3. АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Аэрокосмический мониторинг (АКМ) – высотная аэрокосмическая съемка, система комплексов дистанционного зондирования. Высотная аэрокосмическая съемка позволяет определить и картировать следующие явления:

- загрязнение нефтепродуктами и некоторыми цветоконтрастными веществами (торф, взвеси почвы и грунта, буровые растворы для нефте- и газодобычи и др.) водных акваторий;
- разлив нефти по поверхности земли;
- заболевание деревьев в лесах;
- территории лесных пожаров с выделением выгоревших зон и зон горения; затопления и подтопления.

Аэрокосмический мониторинг осуществляется с помощью:

- искусственных спутников Земли (ИСЗ);
- высотных самолетов-лабораторий с высотой полетов $H > 1...2$ км;
- низколетающих самолетов-лабораторий с высотой полетов $H > 50...100$ м;
- вертолетных лабораторий.

Одной из важнейших задач аэрокосмического мониторинга является оценка последствий и опасности лесных пожаров. Ввиду особой важности вопроса остановимся на аэрокосмической съемке лесных пожаров подробнее.

В РФ ежегодно возникает более 30 тыс. лесных пожаров на площади 1...2 млн га. Например, летом 2013 года только в Сибирском федеральном округе наивысший пятый класс пожарной опасности прогнозировался в Рубцовском, Алейском, Змеиногорском районах Алтайского края, Доволенском, Баганском, Карасукском районах Новосибирской области, Эрзинском районе Республики Тыва, Селенгинском районе Республики Бурятия.

Кроме того, на территории 20 районов шести субъектов Сибирского федерального округа наблюдался четвертый класс пожарной опасности. Таким образом, существует высокая вероятность перехода огня на хозяйственные постройки, опоры линий электропередач (ЛЭП) и другие техногенные объекты на территории Забайкальского края, Республики Бурятия, Алтайского края, Республики Хакасия, Республики Тыва, Иркутской области, Новосибирской области, Красноярского края.

Ущерб от лесных пожаров – это не только затраты, связанные с тушением пожаров, это и снижение продуктивности лесных насаждений, и нарушение экологических функций леса (санитарно-гигиенической, водоохранной, кислородопроизводящей), это и уничтожение огнем лесных массивов и лесной фауны, материальных ценностей, а нередко и гибель людей.

Анализ причин возникновения лесных пожаров показывает, что на первом месте, с огромным отрывом от остальных причин, находятся пожары, начавшиеся по вине местного населения. Основная масса возгораний происходит неподалеку от населенных пунктов, и, как правило, в выходные дни. Халатное обращение с огнем в лесу местным населением вызвано тем, что в последнее время в связи с резким сокращением финансирования лесной отрасли сократилась и воспитательная работа с подрастающим поколением в различных учебных заведениях и с местным населением, что повлекло за собой безответственное поведение людей на природе. Второй основной причиной возникновения пожаров являются, так называемые «сухие грозы» [22].

В целях защиты лесов *проводятся авиационные работы по охране и защите лесов от возгораний*. Порядок организации работ по охране и защите лесов устанавливается уполномоченным Правительством РФ федеральным органом исполнительной власти (в ред. ФЗ [23]). Типовая форма 22-авиа «Оперативное сообщение о крупных лесных пожарах» представляется ежедневно в течение пожароопасного сезона в ФГУ «Авиалесоохрана» согласно письму [24].

Проведение космического мониторинга обеспечивается геоинформационной системой (ГИС) и является в настоящее время составной частью государственной программы инвентаризации лесов и в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 407 «О проведении государственной инвентаризации лесов» выполняется с целью выявления и учета изменений состояния лесов, происходящих в результате негативных воздействий лесных пожаров, причин их возникновения.

Для определения степени пожарной опасности необходимы данные о температурном режиме земной поверхности и атмосферы, наличии лесных горючих материалов (ЛГМ) и их состоянии – все эти параметры могут быть определены по результатам космической съемки земной поверхности. Съемка Земли из космоса требует обеспечения для изображения заданной высокой разрешающей способности. Под разрешением на местности понимается минимальный размер элемента местности, который разрешает аппаратура. Основные трудности наблюдения за лесными пожарами из космоса – зависимость аппаратуры от облачности и дымовых образований.

ГИС имеют следующие подсистемы.

1. Подсистема сбора данных, которая собирает и проводит предварительную обработку данных из различных источников (например, от изолиний топографической карты к модели рельефа ГИС).

2. Подсистема хранения и выборки данных, организующая пространственные данные с целью их выборки, обновления и редактирования.

3. Подсистема манипуляции данными и анализа, которая выполняет различные задачи на основе этих данных, группирует и разделяет их, устанавливает параметры и ограничения и выполняет моделирующие функции.

4. Подсистема вывода, которая отображает всю базу данных или часть ее в табличной, диаграммной или картографической форме.

Ключевые преимущества геоинформационных систем:

- удобное для пользователя отображение пространственных данных. Картографирование пространственных данных, в том числе в трехмерном измерении, наиболее удобно для восприятия, что упрощает построение запросов и их последующий анализ;

- интеграция данных внутри организации. Коллективное использование накопленных данных и их интеграция в единый информационный массив дает существенные конкурентные преимущества и повышает эффективность эксплуатации геоинформационных систем;

- принятие обоснованных решений. Автоматизация процесса анализа, связанного с пространственными данными, помогает ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений;

- удобное средство для создания карт. Геоинформационные системы оптимизируют процесс расшифровки данных космических и аэросъемок и используют уже созданные планы местности, схемы, чертежи. ГИС существенно экономят временные ресурсы,

автоматизируя процесс работы с картами, и создают трехмерные модели местности.

ГИС состоят из аппаратных средств; программного обеспечения (программное обеспечение ГИС содержит инструменты, необходимые для хранения, анализа и визуализации географической информации); данных (данные могут быть представлены в виде готовых карт с требуемыми тематическими слоями либо в виде снимков космической и аэрофотосъемки).

Космический мониторинг лесных пожаров, проведение которого обеспечивает ГИС, является в настоящее время составной частью государственной программы инвентаризации лесов и выполняется с целью выявления и учета изменений состояния лесов, происходящих в результате негативных воздействий лесных пожаров, причин их возникновения, а также в целях проведения оценки эффективности мероприятий по охране лесов от пожаров, их тушению, лесохозяйственному регламенту и проекту освоения лесов. При этом одной из важных задач космического мониторинга является оценка последствий лесных пожаров.

В зависимости от уровня интенсивности соответствующих мероприятий вся территория лесного фонда делится в настоящее время на следующие зоны мониторинга:

- наземного и авиационного мониторинга;
- космического мониторинга первого уровня;
- космического мониторинга второго уровня.

К основным продуктам, формирующимся в системе на основе спутниковых данных, сегодня можно отнести: различные пространственные и цветосинтезированные композитные изображения, предназначенные для оценки состояния и динамики облачных структур и действующих пожаров. Для работы с этими данными создана система динамических интерфейсов, позволяющая пользователям самостоятельно выбирать произвольный регион и осуществлять анализ данных, полученных по этому региону.

К зоне космического мониторинга второго уровня относятся территории, на которых плановое авиационное патрулирование не проводится. Обнаружение лесных пожаров производится преимущественно с использованием данных мониторинга лесных пожаров. Тушение лесных пожаров производится с применением авиации и авиапожарных команд.

К зоне космического мониторинга первого уровня относятся удаленные и труднодоступные территории, на которых авиапатрулирование не производится и не планируется, а тушение лесных пожаров выполняется только при наличии угрозы населенным пунктам или объектам экономики.

Следует отметить, что на этих территориях статистика о действующих пожарах и их последствиях формируется исключительно на основе спутниковых данных, являющихся, безусловно, ключевыми в системе, поскольку именно они позволяют оперативно получать информацию по всей территории лесного фонда РФ (1100 млн га). Несмотря на непрерывное развитие технических средств космического мониторинга, в последние годы большую роль играют алгоритмы и методы обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с помощью искусственного спутника Земли.

Дистанционное зондирование Земли – современное направление мониторинга земной поверхности. ДЗЗ с помощью искусственного спутника Земли – наблюдение поверхности Земли космическими средствами, оснащенными различными видами съемочной аппаратуры. Рабочий диапазон съемочной аппаратуры составляет от видимого оптического излучения до метров (радиоволны).

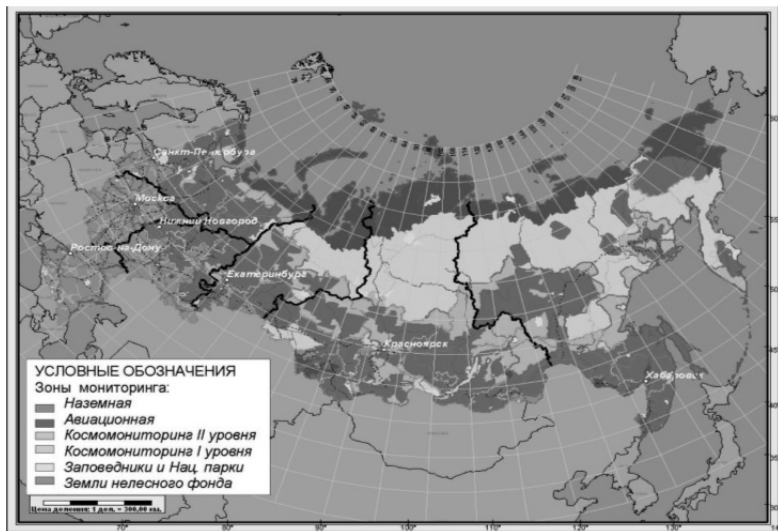


Рис. 4.1. Зоны мониторинга лесных пожаров

Методы зондирования могут быть пассивными, где используется естественное отраженное или вторичное тепловое излучение объектов на поверхности Земли, обусловленное солнечной активностью, и активными – использующими вынужденное излучение объектов, инициированное искусственным источником направленного действия. При ДЗЗ анализируется динамика отраженного от земной поверхности спектра, который может быть вызван изменением растительности под воздействием лесных пожаров или других лесопатологических факторов (например, усыхание в результате деятельности лесных вредителей).

Неразрушающий контроль (НК) – контроль надежности основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов/узлов, не требующий выведения объекта из работы либо его демонтажа.

Преимущество данного метода контроля: возможность выявления дефектов конструкций непосредственно в процессе их эксплуатации и при профилактических осмотрах. НК особенно важен при создании и эксплуатации жизненно важных изделий, компонентов и конструкций для выявления различных изъянов, таких как разъедание, ржавление, растрескивание. Классификация видов и методов НК регламентируется ГОСТ [25].

Контроль безопасности оборудования и продукции

Безопасность производственного оборудования и производственных процессов – одна из важных труднорешаемых проблем. От их решения зависят жизнь и здоровье работающих. Материалы по производственному травматизму свидетельствуют, что причины несчастных случаев (инцидентов) из-за несовершенства производственных процессов составляют не меньшую долю, чем из-за конструктивного несовершенства оборудования.

ГОСТ [26] является основополагающим стандартом системы стандартов безопасности труда (ССБТ) на требования безопасности к производственным процессам. Кроме общих требований безопасности «Процессы производственные. Общие требования безопасности» ГОСТ содержит раздел «Особенности построения стандартов ССБТ на требования безопасности к группам производственных процессов». В нем даны методические основы построения и содержание стандартов на конкретные технологические процессы.

Контроль безопасности оборудования и продукции проводится для исключения эксплуатации оборудования, не соответствующего требова-

ниям безопасности, другими словами, представляет собой проверку оборудования как перед его вводом в эксплуатацию, так и в ее процессе.

Мониторинг здоровья работающих и населения

Контроль безопасности труда работающих включает:

- гигиеническую оценку условий и характера труда (на основании [27]);
- оценку травмоопасности рабочих мест;
- оценку обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ).

Мониторинг также включает учет соотношений инцидентов на производстве различной степени тяжести (табл. 4.3) и направлен на выявление связи между крупными и мелкими происшествиями. В каждом исследовании прослеживается связь между разными типами событий, менее тяжелые происшествия регистрируются гораздо чаще, чем более тяжелые; каждый раз существует опасность того, что «происшествия без травм» и «опасные ситуации» могут перерасти в более серьезные.

Таблица 4.3

Распределение происшествий, не приведших к авариям или инцидентам по основным категориям (компания Халлибуртон, Россия, 2012 г.)

Основные категории, по которым регистрируются инциденты и наблюдения	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Всего
Охрана окружающей среды	–	–	2	–	–	–	–	2
Оборудование	–	–	8	–	2	1	11	25
Планирование	–	–	–	–	–	–	–	0
Безопасность труда	–	4	16	8	17	2	1	48
Процедуры, регламенты	–	–	5	1	2	–	2	10
Химические вещества	–	–	–	–	–	–	–	0
Персонал	–	–	1	1	2	–	–	4
СИЗ, спецодежда	–	–	–	–	–	–	1	1
Всего	0	4	32	13	23	3	15	90

Мониторинг здоровья населения проводится путем анализа заболеваемости различных возрастных групп в сопоставлении с уровнем загрязнения среды обитания с учетом негативного влияния объектов экономики. По собранным данным определяется роль загрязнений

окружающей среды и факторов производственной среды в ухудшении здоровья населения и снижении его продолжительности жизни. Материалы мониторинга здоровья населения входят отдельными разделами в годовые отчеты Минздравсоцразвития России и Минприроды России.

Негативное воздействие опасностей на человека в наибольшей степени проявляется в крупных городах и промышленных центрах. При проведении мониторинга здоровья населения используется диагностика снижения функций человека под влиянием отдельных опасностей.

Так, например, оценка состояния слуховой функции базируется на количественном определении потери слуха и производится по показателям аудиометрического исследования (основной метод исследования слуха). Для достоверной оценки показателей негативного влияния техносферы на человека необходимо ясно представлять истинное состояние здоровья работающих на промышленном предприятии и различных групп населения города и региона.

Оценка состояния здоровья, принятая в РФ и базирующаяся на данных обращаемости населения в медицинские учреждения, недостоверна и существенно отличается в лучшую сторону от реальной. Достаточно сопоставить следующие цифры: в РФ ежегодно диагностируется около 9 тыс. случаев профессиональных заболеваний, а в США – более 450 тыс. Эти данные свидетельствуют о низком уровне профилактических осмотров, проводимых сегодня на промышленных предприятиях. Что касается регулярных профилактических осмотров городского населения, то они практически отсутствуют. И эта проблема требует определенных управленческих решений.

4.4. МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Мониторинг окружающей среды – это система регулярного наблюдения, оценки и прогноза состояния среды обитания.

Задачи мониторинга окружающей среды:

- систематические наблюдения за состоянием среды и источниками, воздействующими на окружающую среду;
- оценка фактического состояния природной среды;
- прогноз состояния окружающей среды.

По территориальному охвату различают три ступени мониторинга: локальный, региональный и глобальный.

Региональный (геосистемный) мониторинг – это наблюдения за состоянием экосистем крупных природно-территориальных комплексов (лесных экосистем, бассейнов рек и т. п.) в регионе. Основная задача регионального мониторинга – получение полной и детальной информации о состоянии окружающей среды региона и воздействии на нее техногенного фактора, что не представляется возможным в рамках глобального и государственного мониторинга, так как в их программах нельзя учесть особенности каждого региона.

Локальный мониторинг также называют *биоэкологическим*, или *санитарно-гигиеническим*. Объектами локального мониторинга являются приземный слой воздуха, поверхностные воды, биота и др. Локальный мониторинг обычно ведут применительно к отдельным объектам (лесным, водным, горным), которые чаще всего подвержены интенсивным антропогенным воздействиям. Разновидность локального – импактный мониторинг осуществляется, как правило, в особо опасных зонах и местах.

Примером локального мониторинга является постоянная система наблюдения и контроля загрязнения воздуха в городах, на транспортных магистралях, осуществляемая при помощи стационарных, передвижных или подфакельных постов. Такая система существует в большинстве крупных городов нашей страны.

По результатам локального мониторинга соответствующие компетентные органы могут установить для предприятия временные предельно-допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух (ПДВ) или предельно-допустимые сбросы загрязняющих веществ в водные объекты (ПДС). В особых случаях может ставиться вопрос о полной приостановке деятельности предприятия, его репрофилировании или переносе в другую местность.

Глобальный мониторинг называют также *фоновым*, или *биосферным*. На глобальном уровне осуществляется наблюдение за биосферой. Объектами глобального мониторинга являются атмосфера, гидросфера, растительный и животный мир и биосфера на планете в целом, как среда жизни человека.

В 1971 году Международный совет научных союзов впервые сформулировал принципы построения глобальной системы мониторинга состояния биосферы и определил показатели, за которыми следует установить постоянные наблюдения и контроль. В 1973–1974 годах были разработаны основные положения создания Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС) и определены ее задачи:

- организация расширенной системы предупреждения об угрозе здоровью человека;
- оценка глобального загрязнения атмосферы и его влияния на климат;
- оценка количества и распределения загрязнителей биосферы, особенно пищевых цепей;
- оценка критических проблем, возникающих в связи с сельским хозяйством;
- оценка реакции наземных экосистем на загрязнение окружающей среды;
- оценка загрязнения океана и его влияния на морские экосистемы;
- создание и усовершенствование системы предупреждения о стихийных бедствиях в международном масштабе.

Государственная система мониторинга окружающей среды включает мониторинг:

- 1) атмосферного воздуха;
- 2) земель, лесов, водных объектов;
- 3) объектов животного мира;
- 4) состояния недр и других природных зон (внутренние моря, озеро Байкал, территориальные моря).

С целью повышения эффективности работ по сохранению и улучшению состояния окружающей среды постановлением Правительства РФ от 24 ноября 1993 года создана Единая государственная система экологического мониторинга. В ней участвуют все специально уполномоченные государственные органы в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов. Порядок организации и осуществления государственного мониторинга окружающей среды устанавливается Правительством РФ.

В пределах своей компетенции мониторинг осуществляют: Мин-природы России; Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; Федеральная служба земельного кадастра России; Минсельхоз России и другие органы исполнительной власти [28] .

Организация и проведение мониторинга окружающей среды регулируется многими актами экологического законодательства на уровне Российской Федерации и ее субъектов, включая: № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с. 63); ФЗ № 113 от 19.07.1998 «О гидрометеорологической службе»; Земельный кодекс РФ № 136-ФЗ от 25.10.2001 (ст. 67); № 27-ФЗ от 03.03.1995 «О внесении изменений и дополнений

в Закон РФ “О недрах”» (ст. 36.1); Водный кодекс РФ № 74-ФЗ от 03.06.2006 (ст. 30); № 96-ФЗ от 04.05.1999 «Об охране атмосферного воздуха» (ст. 23); № 52-ФЗ от 24.04.1995 «О животном мире» (ст. 15); № 155-ФЗ от 31.07.1998 «О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации» (ст. 36); Лесной кодекс РФ № 200-ФЗ от 04.12.2006 (ст. 90).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ К ГЛАВЕ 4

1. Классификация систем мониторинга.
2. Мониторинг источников опасностей, объекты мониторинга.
3. Объектовый мониторинг источников техногенной опасности. Потенциально опасные объекты.
4. Аэрокосмическая система мониторинга природных и природно-техногенных ЧС.
5. Геоинформационная система (ГИС), задачи внедрения ГИС.
6. Дистанционное зондирование земли (ДЗЗ), задачи использования ДЗЗ.
7. Неразрушающий контроль и контроль безопасности оборудования и продукции.
8. Мониторинг здоровья работающих, показатели мониторинга.
9. Мониторинг окружающей среды, объекты мониторинга.
10. Показатель частоты травматизма, формула расчета.
11. Показатель тяжести травматизма, формула расчета.
12. Показатель травматизма со смертельным исходом, формула расчета.
13. Перечислить показатели, отражающие опасность процесса жизнедеятельности в стране или регионе.
14. Что показывают интегральные показатели продолжительности жизни людей?

5. ЗАЩИТА ОТ ОПАСНОСТЕЙ

5.1. ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛА И НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЛОКАЛЬНО ДЕЙСТВУЮЩИХ ОПАСНОСТЕЙ

5.1.1 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Нормативными документами установлены предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека. Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции [29].

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения (менее 50 В переменного и 120 В постоянного тока).

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ следует применять устройства защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Принцип действия защитного заземления (в электроустановках до 1000 В) – уменьшение напряжений прикосновения и шага до допустимой величины за счет малой величины сопротивления заземляющего устройства по сравнению с сопротивлениями изоляции фаз относительно земли.

Автоматическое отключение питания представляет собой отключение питания при повреждении изоляции, предназначенное для предотвращения появления напряжения прикосновения, воздействие которого может представлять опасность. Исполнительными органами системы автоматического отключения питания являются защитно-коммутационные аппараты, реагирующие либо на сверхтоки, либо на дифференциальный ток (в последние годы используются при строительстве в РФ). В нашей стране для автоматического отключения питания электроустановок зданий и сооружений используют преимущественно системы, реагирующие на сверхтоки. Возникновение сверхтоков возможно только в тех опасных ситуациях, которые обусловлены неисправностями в электроустановках, например однофазным замыканием на открытые проводящие части. Таким образом, данные системы способны обеспечить защиту от поражения электрическим током лишь в аварийных режимах. В случае касания человека токоведущих частей электроустановки в нормальном режиме ее работы защита может быть обеспечена устройствами защитного отключения. В электроустановках напряжением до 1000 В автоматическое отключение питания при однофазном замыкании на открытые проводящие части обеспечивают применением защитного зануления. *Защитное зануление* – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным провод-

ником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Наличие защитного зануления обеспечивает превращение однофазного замыкания на открытые проводящие части электроустановок в короткое замыкание и появление сверхтока, вызывающего срабатывание защитных аппаратов (плавких вставок предохранителей, тепловых или электромагнитных расцепителей), и тем самым автоматическое отключение поврежденной электроустановки от сети. На рис. 5.1 приведена схема, иллюстрирующая принцип действия системы автоматического отключения питания с защитным занулением в трехфазных сетях, получающих питание от источника с глухозаземленной нейтралью. Именно такие сети, как правило, использовались ранее для питания электроустановок напряжением до 1 кВ жилых, общественных и промышленных зданий и наружных установок.

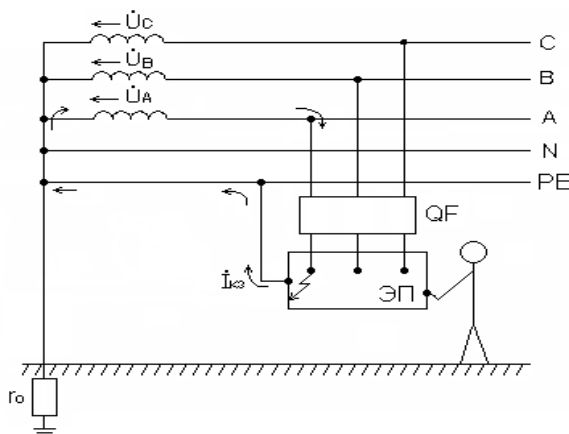


Рис. 5.1. Защитное зануление электроустановок напряжением до 1 кВ, получающих питание от источника с глухозаземленной нейтралью

На рис. 5.1 буквами *A*, *B* и *C* обозначены фазные проводники. Нулевой рабочий (нейтральный) проводник обозначен буквой *N*, нулевой защитный проводник – буквами *PE*. Допускается применять совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник, который обозначается буквами *PEN*. Также использованы следующие обозначения: ЭП – электроприемник; QF – аппарат защиты; r_0 – сопротивление

ние заземляющего устройства, к которому присоединена нейтраль источника питания; $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ – комплексы фазных напряжений источника питания; $\dot{I}_{KЗ}$ – комплекс тока короткого замыкания (сверхтока).

На рис. 5.1 показано прикосновение человека, стоящего на земле (и имеющего с ней электрический контакт), к открытым проводящим частям электроприемника (металлическому корпусу).

В случае однофазного замыкания на открытые проводящие части электроприемника (металлический корпус) возникает ток короткого замыкания $\dot{I}_{KЗ}$, который проходит по цепи: обмотка источника напряжения сети, фазный проводник, аппарат защиты, корпус электроприемника, нулевой защитный проводник, нейтральная точка источника напряжения сети. При достаточно большом значении этого тока аппарат защиты сработает и отключит электроприемник от сети.

До размыкания контактов защитных аппаратов (перегорания плавкой вставки предохранителя) потенциал корпуса электроприемника высок, он соизмерим с фазным напряжением. Значение этого потенциала практически совпадает со значением падения напряжения на части нулевого проводника от нейтрали источника питания до аварийного электроприемника. В связи с этим исход ситуации в значительной степени зависит от времени срабатывания защитного аппарата. После отключения электроприемника потенциал его корпуса снизится до нуля и ток через тело человека прекратится.

Уравнивание потенциалов – электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов.

Выравнивание потенциалов – снижение разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству, или путем применения специальных покрытий земли.

Двойная (состоит из основной и дополнительной изоляций) или *усиленная изоляция* (равноценна двойной изоляции) обеспечивает электробезопасность с помощью дополнительной изоляции, т. е. электрической изоляции, предусмотренной дополнительно к рабочей изоляции для защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении в случае повреждения рабочей изоляции.

Защитное электрическое разделение цепей – отделение одной электрической цепи от других цепей в электроустановках напряжением

до 1 кВ с помощью двойной изоляции, основной изоляции и защитного экрана или усиленной изоляции.

Непроводящие (изолирующие) помещения, зоны, площадки – помещения, зоны, площадки, в которых (на которых) защита при косвенном прикосновении обеспечивается высоким сопротивлением пола и стен и в которых отсутствуют заземленные проводящие части.

При работах в электроустановках электробезопасность обеспечивается комплексом организационных и технических мероприятий:

- оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- допуск к работе и надзор во время работы;
- проверка отсутствия напряжения и установка заземлений;
- ограждение рабочего места, вывешивание плакатов безопасности.

В установленных случаях применяются индивидуальные и коллективные электрозащитные средства: изолирующие штанги, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, диэлектрические ковры, ручной изолирующий инструмент, плакаты и знаки безопасности и др.

5.1.2. ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

К мероприятиям по защите от воздействия вредных веществ, в первую очередь, относятся инженерно-технические мероприятия, направленные на замену устаревших и внедрение новых технологических процессов и оборудования, способствующих устранению неблагоприятных условий труда. Перспективными направлениями здесь являются автоматизация, механизация и дистанционное управление производственных процессов, протекающих в неблагоприятных для организма человека параметрах микроклимата, сопровождающихся выделением вредных веществ:

- применение штамповки вместо поковочных работ, замена кольцевых печей для сушки форм и стержней в литейном производстве туннельными;
- сварка в вакууме предупреждает поступление в воздух токсических газов и аэрозолей;
- окраска в электростатическом поле значительно сокращает выделение паров растворителей и красочного аэрозоля в рабочую зону;
- применение в технологических процессах пневмотранспорта в погрузочно-разгрузочных операциях, механизация при очистке деталей, заготовок позволяет сокращать продолжительность пребывания работающих в неблагоприятных условиях труда;

– герметичность оборудования, а именно плотно подогнанные дверцы, заслонки, блокировка закрытия технологических отверстий с работой оборудования – все это значительно снижает выделение теплоты и вредных веществ от открытых источников ситуаций [30].

Также обеспечение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны и приземном слое атмосферы равным или менее предельно допустимой концентрации (ПДК) достигается применением следующих методов и средств:

- рациональным размещением источников вредных выбросов по отношению к населенным зонам и рабочим местам;
- применением средств очистки воздуха от вредных веществ;
- заменой более токсичных веществ менее токсичными;
- контролем за содержанием вредных веществ в воздухе;
- удалением вредных выделений от источника образования посредством местной или общеобменной вентиляции;
- применением средств индивидуальной защиты.

Наиболее распространенный метод – рациональное размещение источников выбросов и очистка выбросов.

Рациональное размещение предусматривает максимально возможное удаление промышленных объектов – загрязнителей воздуха от населенных зон, создание вокруг них санитарно-защитных зон, учет рельефа местности и преобладающего направления ветра при размещении источников загрязнений и жилых зон по отношению друг к другу.

Основные параметры *систем очистки воздуха* – эффективность и гидравлическое сопротивление. Эффективность определяет концентрацию вредной примеси на выходе из аппарата, а гидравлическое сопротивление – затраты энергии на пропуск очищаемых газов через аппараты. Чем выше эффективность и меньше гидравлическое сопротивление, тем лучше.

Если применение инженерно-технических мероприятий не приводит к снижению концентрации вредных веществ, а также в случае временного пребывания работника в опасной зоне ядовитых испарений и газов, используются фильтрующие и изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД): противогазы, респираторы, панорамные маски, шлем-маски и т. п.

5.1.3. ЗАЩИТА ОТ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Классификация средств и методов защиты от шума приведена в государственном стандарте [31].

Методы защиты от шума основаны:

- 1) на снижении шума в источнике;
- 2) снижении шума на пути его распространения от источника;
- 3) применении СИЗ от шума.

Уменьшение шума в источнике. Борьба с шумом посредством уменьшения его в источнике является наиболее рациональной. Шум возникает вследствие упругих колебаний как машины в целом, так и отдельных ее частей. Причины возникновения этих колебаний – механические, аэродинамические, гидродинамические и электрические явления, определяемые конструкцией и характером работы машины, а также неточностями, допущенными при ее изготовлении, и, наконец, условиями эксплуатации. В связи с этим различают шумы механического, аэродинамического, гидродинамического и электромагнитного происхождения.

Для уменьшения механического шума необходимо:

- заменять ударные процессы и механизмы безударными, например, применять оборудование с гидроприводом вместо оборудования с кривошипными и эксцентриковыми приводами;
- заменять штамповку прессованием, клепку – сваркой, обрубку – резкой и т. д.;
- заменять возвратно-поступательное движение деталей равномерным вращательным движением;
- применять вместо прямозубых шестерен более малошумные (косозубые и шевронные), а также повышать класс точности обработки и уменьшать шероховатость поверхности шестерен (снижает шум на 5...10 дБ);
- по возможности заменять зубчатые и цепные передачи клиноременными и зубчато-ременными (снижает шумы на 10...15 дБ);
- заменять подшипники качения на подшипники скольжения (снижает шум на 10...15 дБ);
- по возможности заменять металлические детали на детали из пластмасс и других незвучных материалов (10...12 дБ);
- использовать пластмассы при изготовлении деталей корпусов;
- при выборе металла для изготовления деталей необходимо учитывать, что внутреннее трение в различных металлах неодинаково, а следовательно, различна звучность;

- более широко применять принудительное смазывание трущихся поверхностей и сочленений;
- применять балансировку вращающихся элементов машин;
- использовать прокладочные материалы, чтобы исключить или уменьшить передачи колебаний от одной детали к другой.

Аэродинамические шумы являются главной составляющей шума вентиляторов, воздуходувок, компрессоров, газовых турбин, выпусков пара в атмосферу, двигателей внутреннего сгорания и т. п. К источникам аэродинамического шума относятся вихревые процессы в потоке рабочей среды; колебания среды, вызываемые вращением лопастных колес; колебания среды, вызываемые неоднородностью потока, поступающего на лопатки колес.

Аэродинамические шумы, например, в газотурбинных энергетических установках могут быть снижены увеличением зазора между лопаточными венцами, подбором оптимального соотношения чисел направляющих и рабочих лопаток; улучшением аэродинамических характеристик проточной части компрессоров и турбин и т. п. Снижение шума струи в источнике возможно установкой насадок, действие которых основано на трансформации спектра шума (перевод спектра в высокочастотную область и даже в ультразвук), и это дает возможность снизить шумы на 8...19 дБ. В большинстве случаев меры по ослаблению аэродинамических шумов в источнике оказываются недостаточными, поэтому основное снижение шума достигается звукоизоляцией и установкой глушителей.

Гидродинамические шумы возникают вследствие стационарных и нестационарных процессов в жидкостях (кавитация, турбулентность потока, гидравлические удары). Для борьбы с данными шумами используют улучшение гидродинамических характеристик насосов, выбор оптимального режима их работы, также необходимо правильно проектировать и эксплуатировать гидросистемы.

Электромагнитные шумы возникают в электрических машинах и оборудовании. Причина этих шумов – взаимодействие ферромагнитных масс под влиянием переменных магнитных полей. Снижение электромагнитного шума осуществляется путем конструктивных изменений в электрических машинах.

Изменение направленности излучения шума. В некоторых случаях величина показателя направленности достигает 10...15 дБ, что необходимо учитывать при проектировании установок с направленным излучением, соответствующим образом ориентируя эти установки по отношению к рабочим местам.

Рациональная планировка. Шум на рабочем месте может быть уменьшен увеличением площади, что достигается увеличением расстояния от источника шума до расчетной точки. Поэтому при планировке предприятия наиболее шумные цеха должны быть сконцентрированы в одном-двух местах. Расстояние между шумными цехами и тихими помещениями должно обеспечивать необходимое снижение шума. Внутри здания тихие помещения необходимо располагать вдали от шумных так, чтобы их разделяло несколько других помещений или ограждение с хорошей звукоизоляцией.

Снижение шума на пути распространения достигается путем проведения строительно-акустических мероприятий. Методы снижения шума на пути его распространения – кожухи, экраны, звукоизолирующие перегородки между помещениями, звукопоглощающие облицовки, глушители шума. Под акустической обработкой помещений понимается облицовка части внутренних поверхностей ограждений звукопоглощающими материалами, а также размещение в помещениях штучных поглотителей.

Наибольший эффект – в зоне отраженного звука (60 % от общей площади). Эффективность – 6...8 дБ.

Снижение шума методом *звукопоглощения* основано на переходе звуковых колебаний частиц воздуха в теплоту вследствие потерь на трение в порах звукопоглощающего материала. Чем больше звуковая энергия поглощается, тем меньше отражает. Поэтому для снижения шума в помещении проводят его акустическую обработку, нанося звукопоглощающие материалы на внутренние поверхности, а также размещая в помещении штучные звукопоглотители.

Эффективность звукопоглощающего устройства характеризуется коэффициентом звукопоглощения α , который представляет собой отношение поглощенной звуковой энергии $E_{\text{погл}}$ к падающей $E_{\text{пад}}$,

$$\alpha = E_{\text{погл}} / E_{\text{пад}}.$$

Звукопоглощающие устройства бывают пористыми, пористо-волокнистыми, мембранными, слоистыми, объемными и т. п.

Звукоизоляция – один из наиболее эффективных и распространенных методов снижения производственного шума на пути его распространения.

С помощью звукоизолирующих преград можно снизить уровень шума на 30...40 дБ.

Метод основан на отражении звуковой волны, падающей на ограждение. Однако звуковая волна не только отражается от ограждения, но

и проникает через него, что вызывает колебание ограждения, которое само становится источником шума. Чем выше поверхностная площадь ограждения, тем труднее привести его в колебательное состояние, следовательно, тем выше его звукоизолирующая способность. Поэтому эффективными звукоизолирующими материалами являются металлы, бетон, дерево, плотные пластмассы и т. п.

Для оценки звукоизолирующей способности ограждения введено понятие звукопроницаемости τ , под которой понимают отношение звуковой энергии, прошедшей через ограждение, к падающей на него.

Величина, обратная звукопроницаемости, называется звукоизоляцией (дБ), она связана с звукопроницаемостью следующей формулой:

$$R = 10 \lg (1 / \tau).$$

К средствам индивидуальной защиты от шума относятся вкладыши, наушники и шлемы.

Вкладыши – это вставляемые в слуховой канал мягкие тампоны из ультратонкого волокна, иногда пропитанные смесью воска и парафина, и жесткие вкладыши из резины в форме конуса. Обеспечивают снижение шума на 5...20 дБ.

Наушники плотно облегают ушную раковину и удерживаются дугообразной пружиной. Наиболее эффективны на высоких частотах, где снижают уровни звукового давления до 47 дБ.

Шлемы применяются при воздействии шумов с высокими уровнями (более 120 дБ), так как такой шум действует непосредственно на мозг человека.

При защите от инфразвука традиционные методы защиты от шума с помощью звукоизоляции и звукопоглощения малоэффективны. В этом случае первостепенной является борьба с инфразвуком в источнике его возникновения. К основным мероприятиям по борьбе с инфразвуком можно отнести:

- повышение быстроходности машин, что обеспечивает перевод максимума излучения в область слышимых частот;
- повышение жесткости конструкций больших размеров;
- устранение низкочастотных вибраций;
- установка глушителей реактивного типа, в основном резонансных и камерных.

Защита от действия ультразвука через воздух может быть обеспечена:

- использованием в оборудовании более высоких рабочих частот, для которых допустимые уровни звукового давления выше;

- изготовлением оборудования, излучающего ультразвук, в звуко-изолирующем исполнении;
- устройством экранов, в том числе прозрачных, между оборудованием и работающим;
- размещением ультразвуковых установок в специальных помещениях, выгородках или кабинах, если перечисленные выше мероприятия не обеспечивают необходимый эффект.

Классификация методов и средств защиты от вибрации (виброзащиты) также устанавливается государственным стандартом [32].

Основными методами борьбы с вибрациями машин и оборудования являются:

- снижение вибрации воздействием на источник возбуждения (посредством снижения или ликвидации вынуждающих сил);
- отстройка от режима резонанса путем рационального выбора массы и жесткости колеблющейся системы (либо изменением массы или жесткости системы, либо на стадии проектирования – выбора нового режима);
- вибродемпфирование – превращение энергии механических колебаний в другие виды энергии путем увеличения диссипативных сил при колебаниях с частотами, близкими к резонансными (диссипативные силы – это силы, возникающие в механических системах, полная энергия которых (сумма кинетической и потенциальной энергий) при движении убывает, переходя в другие виды энергии);
- динамическое гашение колебаний – присоединение к защищенному объекту систем, реакции которых уменьшают размах вибрации в точках присоединения системы;
- изменение конструктивных элементов и строительных конструкций (увеличение жесткости системы – введение ребер жесткости);
- виброизоляция – уменьшение передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту при помощи устройств, помещенных между ними (резиновые, пружинные виброизоляторы и т. д.);
- активная виброзащита (затухание колебаний системы при воздействиях внешних источников энергии).

Применяются различные средства индивидуальной защиты человека от вибрации: СИЗ рук (рукавицы, перчатки, вкладыши, прокладки); СИЗ ног (обувь, подметки, наколенники); СИЗ тела (нагрудники, пояса, специальные костюмы); СИЗ головы (подголовники).

5.1.4. ЗАЩИТА ОТ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Для защиты от неионизирующих электромагнитных полей применяют следующие методы и средства:

- уменьшение мощности излучения непосредственно в его источнике, в частности за счет применения поглотителей электромагнитной энергии;

- увеличение расстояния от источника излучения;
- подъем излучателей и диаграмм направленности излучения;
- экранирование излучения;
- блокирование излучения или снижение его мощности для сканирующих излучателей (вращающихся антенн) в секторе, в котором находится защищаемый объект (населенная зона, рабочее место);

- ограничение времени воздействия ЭМП;
- применение средств индивидуальной защиты.

Экранируют сами источники излучения либо зоны, в которых может находиться человек. Экраны могут быть замкнутыми (полностью изолирующие излучающее устройство или защищаемый объект) или незамкнутыми, различной формы и размеров, выполненными из сплошных, перфорированных, сетчатых или сотовых материалов. Экраны частично отражают или частично поглощают электромагнитные волны. Отражающие экраны делают из хорошо проводящих металлов – меди, латуни, алюминия, стали. Защитное действие обусловлено тем, что экранируемое поле создает в экране токи Фуко, наводящие в нем вторичное поле, по амплитуде почти равное, а по фазе противоположное экранируемому полю. Результирующее поле, возникающее при сложении этих двух полей, очень быстро убывает в экране, проникая в него на незначительную величину.

Уменьшение амплитуды падающей волны по мере ее проникновения в проводящую среду характеризует понятие глубины проникновения, под которой понимают расстояние вдоль распространения волны, на котором амплитуда падающей волны уменьшается в e раз. Обычно экран по соображениям прочности изготавливают толщиной не менее 0,5 мм из листового материала с высокой электропроводностью. Смотровые окна и другие технологические отверстия в экране закрывают густой металлической сеткой с ячейками не более 4×4 мм. Экран должен заземляться. Швы между отдельными листами экрана выполняют сваркой, пайкой или точечной сваркой с шагом не более 50...100 мм.

Для оценки функциональных качеств экрана от ЭМП частот 300 МГц ... 300 ГГц используют понятие эффективности, которая определяется отношением плотности потока энергии в данной точке при отсутствии экрана к плотности потока энергии в той же точке при наличии экрана.

Средства защиты из радиопоглощающих материалов выполняют в виде тонких резиновых ковриков, гибких или жестких листов поролона или волокнистой древесины, пропитанной соответствующим составом, ферромагнитных пластин. Коэффициент отражения указанных материалов не превышает 1...3 %. Их склеивают или присоединяют к основе конструкции экрана специальными скрепками.

В зависимости от технологического процесса высокочастотные установки могут размещаться в отдельных помещениях. ЭМП высоких частот распространяются внутри этих помещений, отражаются от стен и перекрытий, частично проходят сквозь них и в небольшой степени рассеиваются в них. В результате образования стоячих волн в помещении могут создаваться зоны с повышенной плотностью ЭМП. Поэтому такие помещения должны быть изолированы от других помещений данного здания и иметь непосредственный выход в коридор или наружу. Толщину стен и перекрытий определяют в каждом случае расчетным путем, исходя из мощности установок и поглощающих свойств материалов. Например, кирпичная стена толщиной 70 см ослабляет поток мощности ЭМП высоких частот от 16 до 21 дБ.

Материалы стен и перекрытий зданий, в том числе и окрасочные материалы, не только поглощают, но и отражают электромагнитные волны. Масляная краска, например, создает гладкую поверхность, отражающую до 30 % электромагнитной энергии сантиметрового диапазона. Поэтому для уменьшения отражения ЭМП потолок целесообразно покрывать известковой или меловой краской.

Один из способов понижения излучаемой мощности – правильный выбор генератора. В тех случаях, когда необходимо уменьшить мощности излучения, применяют поглотители мощности, которые полностью поглощают или ослабляют в необходимой степени передаваемую энергию на пути от генератора к излучающему устройству.

Поглотители мощности бывают коаксиальные и волноводные. Поглотителем энергии служит графитовый или специальный углеродистый состав, а также специальные диэлектрики.

Аттенуаторы с постоянным затуханием применяют для понижения мощности излучения до необходимого значения в коаксиальных

линиях и волноводах. Они работают по принципу поглощения электромагнитного колебания материалами с бóльшим коэффициентом поглощения. К таким материалам относятся резина, полистирол и др.

Для защиты от электрических полей промышленной частоты (ПЧ) необходимо увеличить высоту подвеса фазных проводов высоковольтной воздушной линии электропередачи, уменьшить расстояние между ними и т. д. Путем правильного подбора геометрических параметров можно снизить напряженность поля вблизи высоковольтных воздушных и кабельных линий электропередачи в 1,6...1,8 раза. Расположение растительного массива вблизи и под высоковольтными воздушными линиями электропередачи также позволяет снизить напряженность электрического поля.

В тех случаях, когда рассмотренные методы защиты от ЭМП не дают достаточного эффекта, необходимо пользоваться средствами индивидуальной защиты. Для защиты от электрического поля промышленной частоты применяют экранирующие комплекты, от ЭМП высоких частот – радиозащитные костюмы, комбинезоны, фартуки, очки, маски и т. д. Радиозащитные костюмы, комбинезоны, фартуки в общем случае шьются из хлопчатобумажного материала, вытканного вместе с микропроводом, выполняющим роль сетчатого экрана. Шлем и бахилы костюма сделаны из такой же ткани, но в шлем спереди вшиты очки и специальная проволоочная сетка для облегчения дыхания. Эффективность защиты костюма может достигать 25...30 дБ. Для защиты глаз применяют очки специальных марок со стеклами, металлизированными диоксидом олова. Эффективность очков оценивается в 25...35 дБ.

5.2. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Общие организационно-правовые нормы в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, определены федеральными законами [33].

Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправле-

ния, организаций, в полномочия которых входит решение вопросов по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

РСЧС функционирует на федеральном, межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях.

Основные задачи РСЧС:

- разработка и реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в том числе по обеспечению безопасности людей на водных объектах;

- осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций и повышение устойчивости функционирования организаций, а также объектов социального назначения в чрезвычайных ситуациях;

- обеспечение готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных и выделяемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

- сбор, обработка, обмен и выдача информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций; подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях, в том числе организация разъяснительной и профилактической работы среди населения в целях предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций на водных объектах;

- организация оповещения населения о чрезвычайных ситуациях и информирования населения о чрезвычайных ситуациях, в том числе экстренного оповещения населения;

- прогнозирование угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций, оценка социально-экономических последствий чрезвычайных ситуаций;

- создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций; осуществление государственной экспертизы, государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

- ликвидация чрезвычайных ситуаций; осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от чрезвычайных ситуаций, проведение гуманитарных акций; реализация прав и обязанностей населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций, а также лиц, непосредственно участвующих в их ликвидации; международное сотрудничество в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в том числе обеспечения безопасности людей на водных объектах.

Территория РФ разделена на регионы, в которых созданы региональные центры РСЧС. Органы управления и системы РСЧС приведены на рис. 5.2.

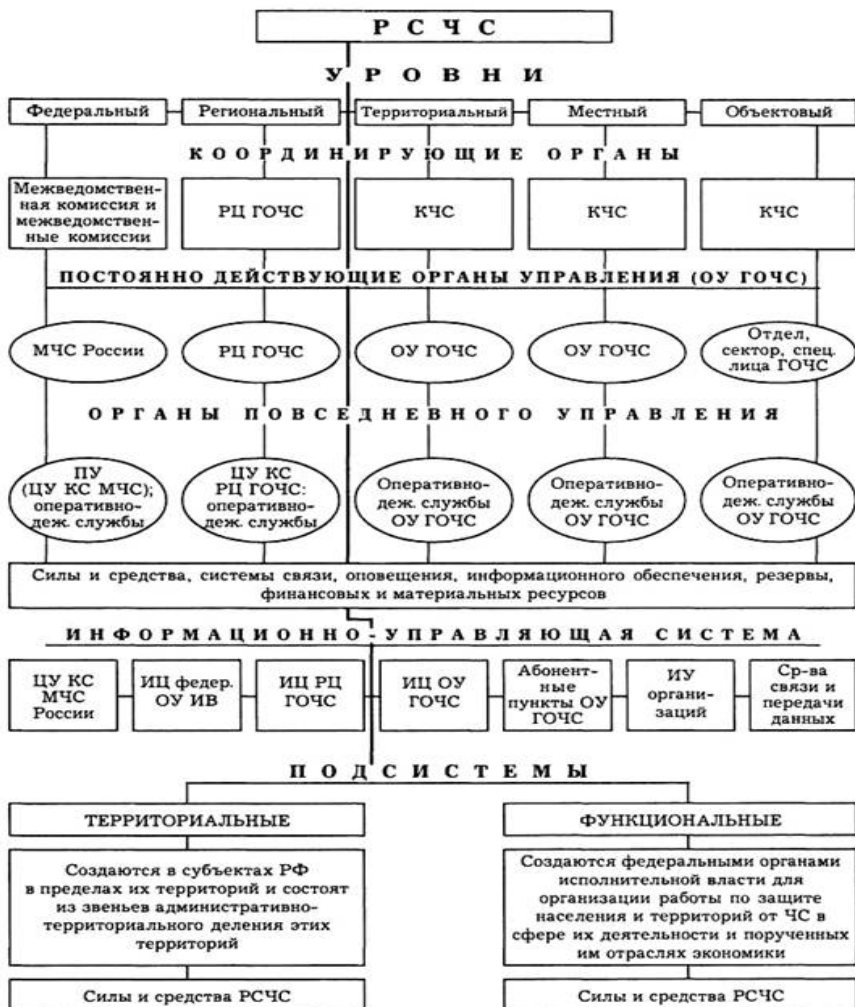


Рис. 5.2. Состав Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций должна осуществляться с соблюдением следующих основных принципов.

1. Мероприятия, направленные на предупреждение чрезвычайных ситуаций, а также на максимально возможное снижение размеров ущерба и потерь в случае их возникновения, проводятся заблаговременно.

2. Планирование и осуществление мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в том числе по обеспечению безопасности людей на водных объектах, проводятся с учетом экономических, природных и иных характеристик, особенностей территорий и степени реальной опасности возникновения чрезвычайных ситуаций.

3. Объем и содержание мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в том числе по обеспечению безопасности людей на водных объектах, определяются исходя из принципа необходимой достаточности и максимально возможного использования имеющихся сил и средств, включая силы и средства гражданской обороны.

4. Ликвидация чрезвычайных ситуаций осуществляется силами и средствами организаций, органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов РФ, на территориях которых сложилась чрезвычайная ситуация. При недостаточности вышеуказанных сил и средств в установленном законодательством РФ порядке привлекаются силы и средства федеральных органов исполнительной власти. Силы и средства гражданской обороны привлекаются к организации и проведению мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций федерального и регионального характера в порядке, установленном федеральным законом.

Таким образом, защита населения в чрезвычайных ситуациях военного и невоенного характера представляет собой комплекс организационных, технических, экономических, медицинских и других мероприятий по предотвращению или максимально возможному снижению потерь населения от поражающих воздействий факторов чрезвычайных ситуаций [30].

Для физической защиты населения от поражающих воздействий факторов чрезвычайных ситуаций применяют:

- защитные сооружения (убежища, противорадиационные укрытия, простейшие укрытия);
- средства индивидуальной защиты (противогазы, респираторы, самоспасатели);

– медицинские средства защиты (индивидуальные аптечки, перевязочные и противохимические пакеты).

В качестве отдельного направления выделяют пожарную безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров [34].

Обеспечение пожарной безопасности объектов защиты (т. е. зданий, сооружений, транспортных средств, оборудования и т. п.) осуществляется путем выполнения следующих требований [35].

1. Каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности.

2. Целью создания системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты являются предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре.

3. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

4. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного Федеральным законом № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара.

Исключение условий возникновения пожаров является целью системы предотвращения пожаров и достигается исключением условий образования горючей среды (с помощью применения или ограничения массы негорючих веществ и материалов, механизации и автоматизации пожароопасных технологических процессов, удаления из помещений пожароопасных отходов производства, отложений пыли, пуха и т. п.) и / или исключением условий образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания (путем применения в конструкции быстродействующих средств защитного отключения электроустановок, применения искробезопасного инструмента, защиты от статического электричества и др.).

Целью создания системы противопожарной защиты является защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и / или ограничение его последствий.

Защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и / или ограничение последствий их воздействия обеспечиваются одним или несколькими из следующих способов:

1) применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага;

2) устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;

3) устройство систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;

4) применение систем коллективной защиты (в том числе противодымной) и средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;

5) применение основных строительных конструкций с пределами огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемым степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности зданий и сооружений, а также с ограничением пожарной опасности поверхностных слоев (отделок, облицовок и средств огнезащиты) строительных конструкций на путях эвакуации;

6) применение огнезащитных составов (в том числе антипиренов и огнезащитных красок) и строительных материалов (облицовок) для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций;

7) устройство аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры;

8) устройство на технологическом оборудовании систем противовзрывной защиты;

9) применение первичных средств пожаротушения;

10) применение автоматических и (или) автономных установок пожаротушения;

11) организация деятельности подразделений пожарной охраны.

Законодательно закреплены требования пожарной безопасности, устанавливающие правила поведения людей, порядок организации производства и / или содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов в целях обеспечения пожарной безопасности (противопожарный режим) [36].

5.3. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Основное негативное воздействие на окружающую среду оказывают отходы техносферы. Они приводят к ухудшению качества природной среды и селитебных зон.

Сокращение отходов производства – процесс сложный и длительный.

Для оценки воздействия проектируемого объекта на человека, окружающую природную среду, селитебную зону необходима экспертная оценка. Процедура экспертизы проектов вновь создаваемых и реконструируемых объектов включает в себя экологическую экспертизу, экологический контроль, декларацию промышленной безопасности.

Экологическая экспертиза

Широкое распространение получила так называемая экологическая оценка проектов (экологическая экспертиза), основополагающие требования к которой приведены в гл. 6 Федерального закона от 10 января 2002 года № 7 «Об охране окружающей среды».

Далее приведем несколько видов экологических нормативных требований:

- нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов;
- нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение;
- нормативы допустимых физических воздействий (количество тепла, уровни шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий);
- нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды;
- нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Защита атмосферного воздуха от выбросов

Внешние средства защиты атмосферного воздуха от выбросов объектов экономики включают:

- очистку выбросов стационарных объектов экономики от примесей в специальных аппаратах и устройствах перед их поступлением в атмосферу;
- защитное зонирование территорий около объектов экономики;
- рассеивание очищенных выбросов в атмосферном воздухе;
- снижение и очистку выбросов автотранспорта.

Очистка отходящих газов от примесей

На объектах экономики широкое применение получили следующие аппараты и устройства:

- сухие пылеуловители (циклоны, фильтры, электрофильтры, рукавные фильтры, адсорберы);
- аппараты мокрой очистки (скрубберы Вентури, барботажно-пенные пылеуловители, туманоуловители, абсорберы, хемосорберы);
- аппараты термической и каталитической нейтрализации газовых выбросов.

Для высокоэффективной очистки выбросов необходимо применять аппараты многоступенчатой очистки. При этом очищаемый поток газов последовательно проходит несколько автономных аппаратов очистки и обеспечивает необходимую степень очистки.

Системы рассеивания выбросов представляют собой процесс организованного выброса и распространения загрязняющих веществ в атмосферный воздух, зависящий от многих факторов (температуры и количества выбрасываемых газов, расположения источника выбросов, метеоусловий и т. д.).

Защитное зонирование

Ширина санитарно-защитной зоны (СЗЗ) от контура промышленной зоны до границы жилой застройки устанавливается в зависимости от класса опасности предприятия, характера и количества выделяемых в окружающую среду веществ. Размер СЗЗ устанавливается:

- для предприятий с технологическими процессами – источниками загрязнения атмосферного воздуха вредными и неприятно пахнущими веществами – непосредственно от источника загрязнения атмосферы, а также мест загрузки сырья или открытых складов;
- для тепловых электростанций, производственных и отопительных котельных – от дымовых труб.

В зависимости от класса опасности предприятия установлено пять возможных вариантов СЗЗ, приведенных в табл. 5.1.

Санитарно-защитная зона для предприятий и объектов может быть увеличена (но не более чем в три раза):

- 1) в случае использования неэффективных методов очистки выбросов в атмосферу;
- 2) при необходимости размещения жилой зоны с подветренной стороны по отношению к предприятию, в зоне возможного загрязнения;

3) в зависимости от розы ветров и других неблагоприятных метеоусловий (частый штиль, туманы и т. д.);

4) в случае строительства новых, еще недостаточно изученных в санитарном отношении производств.

Размеры санитарно-защитной зоны могут быть уменьшены: при изменении технологии производства, совершенствовании технологического процесса, внедрении высокоэффективных и надежных в эксплуатации очистных устройств.

Таблица 5.1

Санитарно-защитные зоны

Класс опасности предприятия	Размер СЗЗ, м	Примеры предприятий
I	1000	Производство по переработке нефти, попутного нефтяного и природного газа, производство целлюлозы, производство стали мартеновским и конверторным способами с цехами по переработке отходов, угольные разрезы и др.
II	500	Станции подземной газификации угля, производство органических растворителей и масел, производство пластмасс на основе хлорвинила, пункты очистки, промывки и пропарки цистерн (при перевозке нефти и нефтепродуктов), производство синтетических моющих средств, производство автомобилей, производство стальных конструкций, производство цемента и др.
III	300	Производство никотина, производство по изготовлению шин, резинотехнических изделий, эбонита, а также резиновых смесей для них, химическая переработка руд редких металлов для получения солей сурьмы, висмута, лития, метизное производство, пересыпка сыпучих грузов крановым способом, домостроительный комбинат, производство железобетонных изделий и др.

Класс опасности предприятия	Размер СЗЗ, м	Примеры предприятий
IV	100	Производство бумаги из готовой целлюлозы и тряпья, производство мыла, производства солеваренные и солеразмольные, производства по переработке пластмасс (литье, экструзия, прессование, вакуум-формование), производство олифы, полиграфические комбинаты, типографии с применением свинца, машиностроительные предприятия с металлообработкой, покраской без литья и др.
V	50	Производство сельхоздеталей, сборка мебели из готовых изделий без лакирования их окраски, производство ковров и др.

Защита гидросферы. При выборе схемы и технологического оборудования станций очистки необходимо знать расход сточных вод и концентрацию содержащихся в них примесей, а также допустимый состав сточных вод, сбрасываемых в водоемы. Допустимый состав сточных вод рассчитывают с учетом Правил охраны поверхностных вод. Правила устанавливают нормы на ПДК веществ, состав и свойства воды водоемов.

Расчет допустимой концентрации примесей в сточных водах, сбрасываемых в водоемы, проводят в зависимости от преобладающего вида примесей сточных вод и характеристик водоема.

Способы и методы очистки сточных вод. Для очистки сточных вод применяют механические, химические, физико-химические и биологические методы. Выбор метода зависит от требований к качеству очищенных сточных вод, от места расположения предприятия и т. д.

В сооружениях для механической очистки сточных вод (рис. 5.3) сначала отделяются наиболее крупные загрязнения на решетках и ситах, устанавливаемых в голове очистных сооружений, а затем в песколовках, где из сточных вод выпадают взвеси с размером фракции, как правило, более 0,15...0,2 мм. Основное количество взвешенных веществ удаляется в отстойниках.

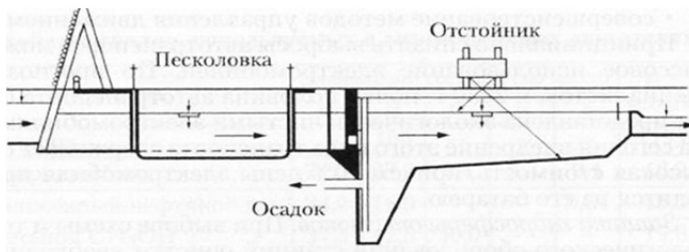


Рис. 5.3. Схема механической очистки воды

Решетки устанавливают на очистных сооружениях обычно с прозорами 16...20 мм, хотя в последнее время появились решетки с меньшими прозорами, вплоть до 4 мм. Обычно решетки устанавливают под углом 60° к горизонту.

К химическим методам очистки сточных вод чаще всего относят нейтрализацию, окисление и восстановление. Эти методы применяют для удаления растворенных веществ перед подачей воды на биологическую очистку.

Сточные воды, содержащие кислоты или щелочи, нейтрализуют путем смешения кислых и щелочных стоков, добавлением реагентов, подаваемых в различных агрегатных состояниях. При этом количество добавляемого реагента определяется доведением рН сточных вод до значения 6,5...8,5.

Для проведения процесса окисления используют озон, что позволяет в некоторых случаях успешно очищать сточные воды от фенола, нефтепродуктов, мышьяка и других токсичных веществ. Достаточно эффективно для очистки сточных вод от сероводорода, гидросульфида, цианидов использование хлора и веществ, содержащих активный хлор.

Методы физико-химической обработки сточных вод обычно включают флотацию, адсорбцию, ионный обмен и др.

В последние годы флотация широко используется для очистки вод от ПАВ. Применение пневматических флотационных машин наиболее распространено при флотации тонкозернистых пульп и оборотных жидкостей. Аэрация жидкостей в этом случае осуществляется путем пропускания воздуха или какого-либо газа через различные пористые элементы, например керамику, пористую резину.

Наряду с флотацией для очистки сточных вод используют адсорбционную технологию с использованием в качестве адсорбента чаще всего активированных углей. Это позволяет получать остаточные кон-

центрации основных ингредиентов ниже нормативных значений. Например, концентрация нефтепродуктов в очищенной воде после адсорбционной очистки не превышает в большинстве случаев 0,05 мг/л, что соответствует ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Наиболее распространенным способом очистки сточных вод является биологический, который известен уже более 100 лет. В биологической очистке использованы особенности микроорганизмов. При такой очистке сточные воды после механической и, возможно, физико-химической очистки смешивают с активным илом. Смешение осуществляют в специальных сооружениях – аэротенках, представляющих собой открытые емкости достаточно большого объема с расположенными в них аэраторами барботажного, механического, струйного или другого типа. В результате достаточно длительного (в течение 10–36 ч) контактирования микроорганизмов с водой в условиях аэрации воздухом происходит биоразложение органических примесей, не удаленных на предыдущих стадиях очистки.

Защита земель и почв от загрязнения. Защита почв от загрязнения имеет специфические особенности, а именно:

- основные источники загрязнения почвы – осаждение выбросов промышленных предприятий и средств транспорта, а также загрязнения от мест ликвидации и захоронения промышленных и бытовых отходов;
- в почве происходит накопление веществ, поскольку она является малоподвижной средой и миграция загрязнений в почве происходит гораздо медленнее, чем в атмосфере и гидросфере;
- влияние загрязнения почвы на человека проявляется косвенно через качество сельскохозяйственной продукции, а влияние на фауну и флору – непосредственное;
- характер и степень влияния загрязнения почв на человека и биосферу изучены много хуже, чем влияние загрязнений атмосферы и гидросферы.

Защита почвы достигается за счет рационального использования удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве. Внесение удобрений компенсирует изъятие растениями из почвы фосфора, калия и других веществ. Однако вместе с удобрениями в почву вносятся тяжелые металлы и соединения, которые содержатся в удобрениях как примеси. К ним относятся: кадмий, медь, никель, свинец, хром и др. Выведение этих примесей из удобрений – трудоемкий и дорогой процесс. Особую опасность представляет использование в качестве удобрений осадков

промышленных сточных вод, как правило, насыщенных отходами гальванического и других производств.

Для защиты земель используют сбор отходов и их последующую утилизацию или организованное захоронение.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ К ГЛАВЕ 5

1. Методы и средства обеспечения электробезопасности.
2. Защита от воздействия вредных веществ на работающих.
3. Классификация средств и методов защиты от вибрации.
4. Современные методы защиты от шума.
5. Методы и средства защиты от электромагнитных полей.
6. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Задачи.
7. Защита атмосферного воздуха от выбросов.
8. Защита гидросферы. Способы и методы очистки сточных вод.
9. Санитарно-защитные зоны согласно классам опасности предприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лупян Е.А.* Спутниковый мониторинг лесных пожаров в России. Итоги. Проблемы. Перспективы. Аналит. обзор / Е.А. Лупян, А.А. Мазуров, Е.В. Флитман, Д.В. Ершов и др. // ИОА; ГПНТБ СО РАН. – Новосибирск, 2003. (Сер. Экология. Вып. 68).
2. *Леган М.В.* Основы социальной экологии: учеб.-метод. пособие / М.В. Леган, Г.И. Дьяченко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009.
3. *Барышев Е.Е.* Ноксология: учеб. пособие / Е.Е. Барышев, А.А. Волкова, Г.В. Тягунов, В.Г. Шишкунов. – 155 с.
4. *Попов В.М.* Психология безопасности профессиональной деятельности: учеб. пособие. – Ч. 1. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. – 131 с.
5. Межотраслевая инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, утвержденная Письмом Минздрава РФ от 28.06.1999 № 16-16/68.
6. *Белов С.В.* Ноксология: учебник для бакалавров, 2-е изд-е, перераб. и доп. / С.В. Белов, Е.Н. Симакова; под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Юрайт, 2015. – 431 с.
7. ГОСТ 12.1.007–76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
8. ОНД–86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий // Гидрометеиздат, Ленинград, 1987. – 69 с.
9. *Сивова Е.В.* Ноксология: учеб.-метод. пособие / Е.В. Сивова, Г.К. Ивахнюк. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2012. – 91 с.
10. ГОСТ 24375–80*. Государственный стандарт Союза ССР. Радиосвязь. Термины и определения (с изменением № 1). Дата введения 1980-08-28.
11. *Сидоров А.И.* Электромагнитные излучения: конспект лекций / А.И. Сидоров, И.С. Краинская. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 119 с.
12. *Куклев Ю.И.* Физическая экология: учеб. пособие / Ю.И. Куклев. 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2003. – 357 с.
13. СанПиН 2.2.4.1191–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Электромагнитные поля в производственных условиях (с изменениями от 02.03.2009). Дата введения 2003-02-19.

14. СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489–09. Гипогеомагнитные поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.

15. *Птицына Н.Г.* Естественные и техногенные низкочастотные магнитные поля как факторы, потенциально опасные для здоровья / Н.Г. Птицына, Дж. Виллорези, Л.И. Дорман, Н. Ючи, М.И. Тясто // УФН (Успехи физических наук). – 1998. – Т. 168. – № 7. – С. 767–791.

16. *Любомудров А.А.* Основы безопасности при работе с источниками электромагнитных полей: учеб. пособие / А.А. Любомудров. – М.: АНО «ИБТ», 2011. – 280 с.

17. *Аполлонский С.М.* Расчеты электромагнитных полей: монография / С.М. Аполлонский, А.Н. Горский; под ред. А.Н. Горского. – М.: Маршрут, 2006. – 992 с.

18. Электромагнитная совместимость воздушных, подземных и подводных линий электропередачи высокого напряжения с биосферой и окружающей средой: монография / К.П. Кадомская, С.А. Кандаков, Ю.А. Лавров, С.С. Шевченко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 119 с.

19. *Александров Г.Н.* Установки сверхвысокого напряжения и охрана окружающей среды: учеб. пособие для вузов / Г.Н. Александров. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1989. – 360 с.

20. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz): ICNIRP GUIDELINES // Health Physics April 1998, Vol. 74, N 4. P. 494–522.

21. *Сидоров А.И.* Электромагнитные поля вблизи электроустановок сверхвысокого напряжения: монография / А.И. Сидоров, И.С. Окраинская. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 204 с.

22. Review of the scientific evidence For Limiting Exposure to Electromagnetic fields (0 – 300 GHz). Volume n. 3. 2004.

23. <http://news.mail.ru/society/1359877/> – служба информации Point.Ru

24. Федеральный закон от 23.07.2008 160-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием осуществления полномочий Правительства Российской Федерации».

25. Письмо Рослесхоза № МГ-06-54/1559 (с приложениями) от 05.03.2007 года.

26. ГОСТ 18353–79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. Дата введения 1980-07-01.

27. ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности (с изменениями № 1, 2) Дата введения 1976-07-01.

28. Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». Дата введения 2005-11-01.

29. Федеральный закон № 331-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 21 ноября 2011 г.

30. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 1.7 Заземление и защитные меры электробезопасности (издание седьмое).

31. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / кол. авторов; под ред. А.И. Сидорова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2012. – 552 с.

32. ГОСТ 12.1.029–80. Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация.

33. ГОСТ 26568–85. Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация.

34. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

35. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

36. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

37. «Правила противопожарного режима в Российской Федерации», утверждены Постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 № 390.

**Коробенкова Александра Юрьевна
Леган Марина Валерьевна**

**НОКСОЛОГИЯ
МОНИТОРИНГ ОПАСНОСТЕЙ.
ЗАЩИТА ОТ ОПАСНОСТЕЙ**

Учебное пособие

Редактор *Е.Н. Николаева*
Выпускающий редактор *И.П. Брованова*
Дизайн обложки *А.В. Ладыжская*
Компьютерная верстка *С.И. Ткачева*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
Издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

Подписано в печать 24.10.2016. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Тираж 150 экз.
Уч.-изд. л. 5,11. Печ. л. 5,5. Изд. № 8. Заказ № 1488. Цена договорная

Отпечатано в типографии
Новосибирского государственного технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20