

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Курс лекций
для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01
«Строительство»

Составитель Е.А. Жидко

Воронеж 2015

УДК 331.45.(073)

ББК 20.18.я7

Б40

Рецензенты:

кафедра безопасности жизнедеятельности

Воронежской государственной лесотехнической академии;

Е.Г. Спиридонов, д. т. н., проф. 24 кафедры криогенной техники систем кондиционирования и метрологического обеспечения Военного учебно-научного центра ВВС "Военно-воздушной академии им. профессора

Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина" (г. Воронеж)

Б40 **Безопасность жизнедеятельности:** курс лекций / сост. Е.А. Жидко; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2015. – 163 с.

Курс лекций освещает часть дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», в которой подробно рассматриваются проблемы безопасности человека в условиях современного производства. В частности, рассматривается система «человек - производственная среда» с позиции формирования опасных и вредных факторов, возможностей человеческого организма в условиях производственной деятельности и обеспечения технической, правовой, организационной и санитарной защиты человека на производстве.

Лекции составлены в соответствии с новейшей системой действующих государственных нормативных актов в области охраны труда и социальной защиты, утвержденных органами законодательной власти Российской Федерации.

Курс предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство», 9.03.02 «Информационные системы и технологии», 20.00.00 «Техносферная безопасность и природообустройство». Материал может быть использован студентами, обучающимися по программе ускоренного обучения.

Ил. 16. Табл. 8. Библиогр.: 50 назв.

УДК 331.
ББК 20.18.я7

*Печатается по решению учебно-методического совета
Воронежского ГАСУ*

-
© Жидко Е.А. составление, 2015
©Воронежский ГАСУ, 2015

Введение

Конспект лекций разработан с учетом Примерной программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» для специальностей высшего профессионального образования Российской Федерации, рекомендованной Министерством образования Российской Федерации.

Курс «Безопасность жизнедеятельности» предусматривает познание сложных связей человеческого организма и среды обитания. Безопасность жизнедеятельности в целом рассматривает:

- безопасность в окружающей природной, бытовой, производственной и городской средах;
- охрану труда на производстве;
- пожарную безопасность и промышленную экологию.

Цели и задачи дисциплины

- формирование культуры безопасности, предполагающей готовность и способность выпускника использовать приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в любой сфере деятельности, в том числе и безопасности технологических процессов и производств;
- формирование мышления безопасности и системы ценностных ориентиров, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритетных;
- приобретение знаний, умений и навыков для идентификации опасностей и оценки рисков в сфере своей профессиональной деятельности для последующей защиты от опасностей и минимизации неблагоприятных воздействий на основе сопоставления затрат с выгодами;
- освоение теоретических знаний и практических навыков для обеспечения безопасности технологических процессов и производств и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности;
- формирование способностей для аргументированного обоснования своих решений с точки зрения безопасности;
- формирование мотивации и способностей для самостоятельного повышения уровня культуры безопасности.

Основным направлением в практической деятельности в области безопасности жизнедеятельности является профилактика причин и предупреждение условий возникновения опасных ситуаций

Термины и понятия

Среда обитания – окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство. Действуя в этой системе, человек решает следующие задачи:

- обеспечить свое существование (потребности в пище, воде, воздухе, жилье, одежде...);
- создать и использовать защиту от негативного воздействия со стороны среды обитания любого происхождения;
- создать и использовать защиту от воздействия со стороны себе подобных;

Биосфера – область существования жизни на Земле, включающая в себя литосферу (верхнюю часть земли), гидросферу и тропосферу (нижние слои атмосферы). В результате преобразующей деятельности человека биосфера разрушается и создаются новые типы среды обитания: техносфера, регион, производственная среда, бытовая среда и др.

Техносфера – часть биосферы (регион в прошлом), преобразованная людьми с помощью технических средств, с целью наилучшего соответствия своим материальным и социально-экономическим потребностям (ее можно рассматривать как регион города, промышленной зоны и др.).

Регион – территория, обладающая общими характеристиками состояния природной и производственной среды (биосферы или техносферы).

Производственная среда – пространство, в котором совершается трудовая деятельность человека. Состояние среды обитания и человека может быть комфортным, допустимым, опасным и чрезвычайно опасным.

Комфортным считается такое состояние, при котором воздействующие факторы создают оптимальные (наилучшие) условия жизнедеятельности, проявление наивысшей работоспособности, гарантирующей сохранение здоровья человека и целостности сферы обитания.

Допустимым считается такое состояние, при котором воздействующие факторы не оказывают негативного влияния на здоровье человека, но могут привести к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека.

Опасным считается такое состояние, при котором воздействующие факторы оказывают негативное влияние на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, или приводят к деградации природной среды.

Чрезвычайно опасным считается такое состояние, при котором воздействующие факторы могут нанести травму или привести к летальному исходу за короткий период времени воздействия, вызвать разрушения в природной среде.

Основные понятия в курсе "Безопасности жизнедеятельности":

Авария – происшествие в технической системе, не приводящее к гибели людей, хотя восстановление технических средств часто не возможно или нецелесообразно.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) — состояние объекта территории или акватории, как правило, после ЧП, при котором возникает угроза жизни и здоровья для группы людей, наносится материальный ущерб населению и экономике, деградирует природная среда.

Катастрофа – происшествие в технической системе, которое сопровождается гибелью людей или пропажей их без вести.

Опасность – явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить вред здоровью человека непосредственно или косвенно.

Травмоопасный фактор – негативное воздействие на человека, приводящее к травме или к летальному исходу (электрический ток, взрыв и т.д.).

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, реабилитационные и иные мероприятия. Охрана труда включает в себя следующие разделы:

РАЗДЕЛ I

Физиолого-гигиенические основы труда

Тема 1

Принципы, методы и средства обеспечения безопасности

1. Системный анализ безопасности и его цель

Системный анализ - это совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам (например, обеспечение безопасности).

Система - это совокупность взаимосвязанных компонентов, взаимодействующих между собой таким образом, что достигается определённый результат (цель).

Под *компонентами* (элементами, составными частями) системы будем понимать не только материальные объекты, но и отношения, связи.

Система управления, где один из элементов - человек-оператор, называется эргатической. Например, вездеход - это техническая система, а пожар - системное явление, где компонентами являются горючее вещество, окислитель и источник воспламенения.

Цель системного анализа опасности состоит в том, чтобы выявить причины, влияющие на появление нежелательных событий (аварий, катастроф) и разработать предупредительные мероприятия, уменьшающие вероятность их появления (повторения). Известно, что реализация потенциальной опасности возможна через "причины". Чаще всего имеется целый ряд причин, способствующих проявлению опасности. Причины обычно связаны и образуют совместно с опасностями цепные структуры. Графическое изображение таких структур напоминает ветвящееся дерево.

2. «Дерево причин опасностей» как система

Любая опасность реализуется, принося ущерб, как следствие какой-то причины или нескольких причин, поэтому предотвращение опасностей или защита от них возможны только при выявлении причин. Между реализовавшимися опасностями и причинами существует причинно-следственная связь: опасность есть следствие некоторой причины, которая, в свою очередь, является следствием другой причины и т. д. Таким образом, причины и опасности об-

разуют иерархические, цепные структуры, или системы. Графическое изображение таких зависимостей напоминает ветвящееся дерево, поэтому в литературе, анализирующей безопасность объектов, используются такие термины, как «дерево причин», «дерево отказов», «дерево событий» и др. В строящихся деревьях имеются ветви причин и ветви опасностей, что отражает диалектический характер причинно-следственных связей. Разделение этих ветвей нецелесообразно, а иногда и невозможно, поэтому полученные в процессе анализа безопасности объектов графические изображения называют «деревьями причин и опасностей». Построение «деревьев» является эффективной процедурой выявления причин различных нежелательных событий (аварий, травм, пожаров, ДТП и т.п.) [35, 36]. Границы ветвления определяются логической целесообразностью получения новых ветвей и определяют разрешающую способность дерева.

3. Принципы, методы, средства обеспечения безопасности

Психофизиологические способности человека достаточно хорошо защищают его от опасностей. Но полагаться только на естественную систему защиты нельзя. Её необходимо дополнить надёжными техническими средствами, создаваемыми на основе практики с учётом новейших достижений науки и техники. Техническая направленность в развитии цивилизации породила проблему защиты человека от им же созданной техносферы. Эта проблема имеет много аспектов. Важнейшим из них является задача обеспечения безопасности человека в производственных условиях. Существует три стратегических метода защиты от опасностей на производстве.

1. *Пространственное* или временное разделение ноक्सферы (пространство, в котором с высокой вероятностью возможна реализация потенциальной опасности) и гомосферы (пространство, в котором находится человек, например - рабочее место). В геодезии этот метод реализуется при дистанционном съёме информации в опасных зонах (загазованность, радиация) [28]. Нормализация ноक्सферы, то есть обеспечение безопасного состояния среды, окружающей человека. При этом используют блокировки, ограждения, отделяющие опасные механизмы от человека, вентилирование и кондиционирование воздуха рабочей зоны и др.

Принципы обеспечения безопасности труда условно разделяют на четыре класса: *ориентирующие, технические, организационные и управленческие*.

1. *Ориентирующие принципы* определяют направление поиска безопасных решений. При этом используется системность в подходе к решению проблем, принцип возможности замены человека в опасной зоне промышленными роботами, принцип сбора информации об объекте и классификации опасностей (например, классификация зданий по пожароопасности), принцип нормирования (нормы освещённости, шума) и некоторые другие.

2. Группа *технических* принципов включает в себя: защиту расстоянием и временем; экранирование опасности; слабое звено (предохранители, клапаны); блокировку и др.

3. К *организационным* относятся принципы:

-несовместимости (например, правила хранения некоторых химических веществ); -компенсации (предоставления льгот лицам, работающим в опасных зонах); -нормирования и др.

4. В группу *управленческих* входят принципы: плановости (планирование профилактических и иных мероприятий); обратной связи, подбора кадров, стимулирования; контроля и ответственности.

Поясним некоторые принципы обеспечения безопасности труда.

Нормирование - установление параметров, соблюдение которых обеспечит защиту человека от опасностей, например, предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимый уровень (ПДУ), нормы переноски тяжестей, продолжительность рабочего времени и др.;

Слабое звено - в систему специально включают слабый элемент для обеспечения безопасности всей системы, например, клапаны, предохранители, молниеотводы, защитное заземление и др. Средства обеспечения безопасности делятся на две группы: средства коллективной защиты (СКЗ); средства индивидуальной защиты (СИЗ).

И те и другие делятся на классы. СКЗ классифицируются в зависимости от опасных и вредных факторов (средства защиты от шума, вибрации, электростатических разрядов и т.д.), а СИЗ - в зависимости от защищаемых органов (защита органов дыхания, рук, головы, лица, глаз и т.д.).

По техническому исполнению СКЗ делятся на группы:

1. ограждения; -блокировочные; -тормозные; -предохранительные устройства -световая и звуковая сигнализации;
2. приборы и знаки безопасности; цвета сигнальные;
3. изолирующие и герметизирующие средства, вентиляция, отопление, освещение.

К СИЗ относятся: противогазы; респираторы; маски, спецодежда, обувь, каски, рукавицы, очки, вкладыши, предохранительные пояса.

Наряду с СИЗ, применяют методы, обеспечивающие адаптацию человека к производственной среде, например, обучение работающих безопасным приемам работы, инструктирование и т.п.

В настоящее время возрастает роль автоматических средств безопасности, например, для предупреждения пожаров, наблюдения за качеством воды и др. Анализ показывает, что отказы в техносфере обычно внезапны, случайны и независимы между собой. Это позволяет применять при изучении отказов математический аппарат. Кроме внезапных отказов есть и постепенные отказы. Они проявляются в результате усталости и старения материалов, коррозии и т.п.

Под управлением БЖД будем понимать такое воздействие на систему "Человек - Среда обитания", которое организовано с определённой целью. Чаще, управляя БЖД, переводят систему (объект) из более опасного состояния в менее опасное. Требования безопасности жизнедеятельности должны учиты-

ваться на всех стадиях творческой деятельности - научный замысел, научно-исследовательская работа (НИР), опытно-конструкторская работа (ОКР), создание проекта, реализация проекта, испытания, производство, эксплуатация, модернизация, консервация, ликвидация и захоронение. При управлении безопасностью жизнедеятельности можно выделить такие стадии:

- анализ и оценка состояния объекта;
- прогнозирование и планирование мероприятий для достижения целей и задач управления БЖД;
- формирование управляемой и управляющей систем;
- контроль за ходом управления безопасностью;
- определение эффекта от запланированных мероприятий;

При управлении безопасностью жизнедеятельности необходимо учитывать следующие аспекты: мировоззренческий; физиологический; социальный; психологический; воспитательный; организационно-оперативный; экономический; юридический и др. Соответственно указанным аспектам существуют различные средства управления БЖД. К ним относятся: воспитание культуры безопасного поведения; обучение населения; применение технических и организационных средств коллективной защиты; применение индивидуальных средств защиты; использование системы льгот и компенсаций и др.

Тема 2

Классификация основных форм трудовой деятельности

Трудовая деятельность человека и производственная среда постоянно меняются в результате постоянного использования достижений и продукции научно-технического прогресса и осуществления широких социально-экономических преобразований. Вместе с тем труд остается первым, основным и непременным условием существования человека, экономического, социального и духовного развития общества, всестороннего совершенствования личности.

В соответствии с принятой физиологической классификацией трудовой деятельности в настоящее время различают следующие формы труда [2,10].

Формы труда, требующие значительной мышечной энергии (физический труд). Этот вид трудовых операций применяется при отсутствии механизированных средств и требует повышенных энергетических затрат от 17 до 25 МДж (4000 - 6000 ккал) и выше в сутки.

Физический труд характеризуется нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма человека (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и др.),обеспечивающие его деятельность.

Развивая мышечную систему и стимулируя обменные процессы, напряженный физический труд имеет и ряд недостатков. Это, прежде всего его неэффективность, связанная с низкой производительностью и необходимостью перерывов на восстановление физических сил, достигающих до 50% рабочего времени.

Физическая тяжесть работы определяется энергетическими затратами в

процессе трудовой деятельности и подразделяется на следующие категории: легкие, средней тяжести и тяжелые физические работы.

I. Легкие физические работы (категория I) подразделяются на две категории:

- I а, при которой энергозатраты составляют до 120 ккал/ч (139 Вт);

- I б, при которой энергозатраты равны 121-150 ккал/ч (140- 174 Вт).

К категории **I а** относятся работы, выполняемые сидя и без – значительных физических усилий. К категории **I б** - работы, выполняемые сидя, стоя и связанные с ходьбой при незначительных физических усилиях.

Физические работы **средней тяжести** (категории II) подразделяются на две категории:

- II а, при которой энергозатраты составляют 175-232 Вт;

- II б, при которой энергозатраты составляют 233-290 Вт.

К категории **II а** относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 м) изделий или предметов в положении стоя или сидя, и требующие определенных физических усилий. К категории **II б** относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением тяжестей до 10 кг при умеренном физическом напряжении.

Тяжелые физические работы характеризуются расходом энергии более 290 Вт. К этой категории относятся работы, связанные с постоянными передвижениями и перемещениями значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

Энергия, необходимая человеку для жизнедеятельности, выделяется в его организме в процессе окислительно-восстановительного распада белков, жиров, углеводов и других органических соединений, содержащихся в продуктах питания.

Совокупность химических реакций в организме человека называется обменом веществ. Для характеристики суммарного энергетического обмена веществ используют понятия основного обмена и обмена при различных видах деятельности.

Основной обмен характеризуется величиной энергетических затрат в состоянии полного мышечного покоя в стандартных условиях (при комфортной температуре окружающей среды, спустя 12-16 часов после приема пищи в положении лежа). Энергозатраты на процессы жизнедеятельности в этих условиях для человека массой 75 кг составляют 87,5 Вт.

Изменение позы, интенсивности мышечной деятельности, информационной насыщенности труда, степени эмоционального напряжения и других факторов приводят к дополнительным затратам энергии.

Например, в положении сидя, за счет работы мышц туловища, затраты энергии превышают на 5-10% уровень общего обмена, в положении стоя - на 10-15%, при вынужденной неудобной позе - на 40-50%.

Повышение обмена веществ и расхода энергии при работе приводит к повышению теплообразования. При тяжелой физической работе температура тела

может повышаться на 1 -1,5 °С.

II. Механизированные формы труда. При этих формах труда энергетические затраты рабочих колеблются в пределах 12,5-17 МДж (3000 - 4000 ккал) в сутки.

Механизированные формы труда изменяют характер мышечных нагрузок и усложняют программы действий. Профессии механизированного труда нередко требуют специальных знаний и навыков.

В условиях механизированного производства наблюдается уменьшение объема мышечной деятельности, в работу вовлекаются мелкие мышцы дистальных отделов конечностей, которые должны обеспечить большую скорость и точность движений, необходимые при управлении механизмами. Однообразие простых и большей частью локальных действий, однообразие и малый объем воспринимаемой в труде информации приводят к монотонности труда.

III. Формы, связанные с частично автоматизированным производством. Полуавтоматическое производство исключает человека из процесса непосредственной обработки предмета труда, который целиком выполняют механизмы. Задача человека ограничивается обслуживанием автоматизированных линий и управлением электронной техникой. Характерные черты этого вида работ - монотонность, повышенный темп и ритм работы, нервная напряженность.

Физиологическая особенность автоматизированных форм труда --это постоянная готовность работника к действию и быстрота реакции по устранению возникающих неполадок. Такое функциональное состояние "оперативного ожидания" различно по степени утомляемости и зависит от отношения к работе, срочности необходимого действия, ответственности предстоящей работы и т. д.

IV. Групповые формы труда - конвейер. Особенность этой формы заключается в разделении общего процесса на конкретные операции, строгой последовательности их выполнения, автоматической подаче деталей к каждому рабочему месту с помощью движущейся ленты конвейера.

Конвейерная форма труда требует синхронной работы участников в соответствии с заданным ритмом и темпом. При этом, чем меньше времени тратит работник на операцию, тем монотоннее работа и проще ее содержание.

Монотония - одно из отрицательных последствий конвейерного труда, которое выражается в преждевременной усталости и нервном истощении. В основе этого явления лежит преобладание процесса торможения в корковой деятельности, развивающееся при действии однообразных повторных раздражителей, что снижает возбудимость анализаторов, рассеивает внимание, уменьшает скорость реакции, и, как следствие, быстро наступает утомление.

V. Формы труда, связанные с управлением производственными процессами и механизмами. Человек включен в систему управления как необходимое оперативное звено - чем менее автоматизирован процесс управления, тем больше участие человека. С физиологической точки зрения различаются

две основные формы управления производственным процессом: в одних случаях пульты управления требуют частых активных действий человека, а в других - редких. В первом случае непрерывное внимание работника получает разрядку в многочисленных движениях или речедвигательных актах, во втором - работник находится главным образом в состоянии готовности к действию, его реакции малочисленны.

VI. Формы интеллектуального (умственного) труда. Этот труд представлен как профессиями, относящимися к сфере материального производства, например конструкторы, инженеры, техники, диспетчеры, операторы и др., так и вне его - ученые, врачи, учителя, писатели, артисты, художники и др.

Интеллектуальный труд заключается в переработке и анализе большого объема разнообразной информации и, как следствие этого, - мобилизация памяти и внимания, частота стрессовых ситуаций. Однако мышечные нагрузки, как правило, незначительны, суточные энергозатраты составляют 10-11,7 МДж (2000-2400 ккал) в сутки.

Для интеллектуального труда характерна *гипокинезия*, т. е. значительное снижение двигательной активности человека, приводящее к ухудшению реактивности организма и повышению эмоционального напряжения. Гипокинезия является неблагоприятным производственным фактором, одной из причин сердечно-сосудистой патологии у лиц умственного труда.

В условиях научно-технического прогресса возрастает роль творческого элемента во всех сферах профессиональной деятельности. В наступивший компьютерный век во многих профессиях, преимущественно физического труда, увеличивается доля умственного компонента, когда даже функции управления и контроля возлагаются на электронную технику.

Умственный труд связан с приемом и переработкой информации, требует напряжения сенсорного аппарата, внимания, памяти, а также активации процессов мышления, эмоциональной сферы.

Формы умственного труда подразделяются на операторский, управленческий, творческий труд, труд медицинских работников, труд преподавателей, учащихся и студентов. Отличаются они по организации трудового процесса, равномерности нагрузки, степени эмоционального напряжения.

Операторский труд. В условиях современного многофакторного производства на первый план выдвигаются функции управления и контроля за работой технологических линий, процессами товародвижения и обслуживания покупателей. Например, труд диспетчера оптовой базы или главного администратора супермаркета связан с переработкой большого объема информации за короткое время и повышенной нервно-эмоциональной напряженностью.

Управленческий труд - труд руководителей учреждений, предприятий, характеризуется чрезмерным ростом объема информации, быстрым принятием решения, повышенной личной ответственностью, периодически возникновением конфликтных ситуаций.

Творческий труд - наиболее сложная форма трудовой деятельности, тре-

бующая значительного объема памяти, напряжения внимания, что повышает нервно-эмоциональное напряжение. Это труд педагогов, программистов, дизайнеров, научных работников, писателей, композиторов, артистов, художников, архитекторов, конструкторов.

Труд преподавателей, торговых и медицинских работников, работников всех сфер услуг отличается постоянными контактами с людьми, повышенной ответственностью, часто дефицитом времени и информации для принятия правильного решения, что обуславливает высокую степень нервно-эмоционального напряжения.

Труд учащихся и студентов - это напряжение основных психических функций, таких как память, внимание, восприятие, наличие стрессовых ситуаций (экзамены, зачеты).

Успешное осуществление различных форм трудовой деятельности человека возможно при обязательном учете физиологических основ умственного и физического труда, проведении необходимых мер по повышению работоспособности организма, созданию комфортных условий для трудовых коллективов и отдельных работников.

Условия труда - это совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

Исходя из гигиенических критериев Р 2.2.2006-05 “Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда” (утв. Роспотребнадзором 29.07.2005), условия труда подразделяются на четыре класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные (рис. 1.).

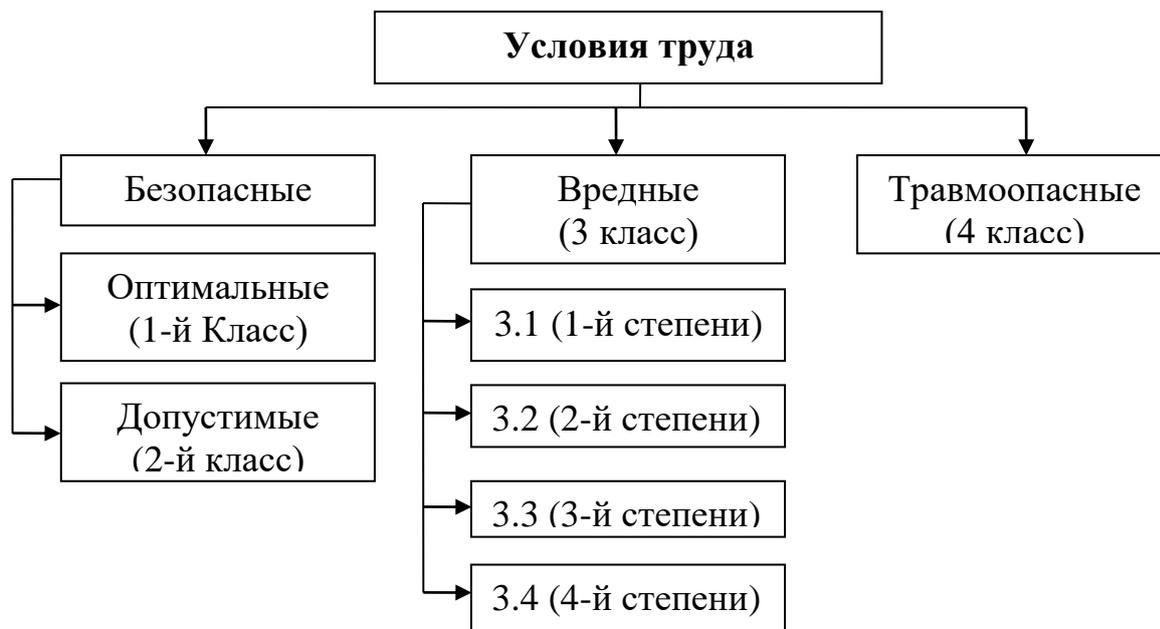


Рис. 1. Классификация условий труда

1-й класс - оптимальные условия труда, при которых работающие, выполняя профессиональные обязанности, сохраняют свое здоровье, имеют предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

2-й класс - допустимые условия труда характеризуются значениями факторов, не превышающими установленных гигиеническими нормами, а функциональное состояние организма от их воздействия восстанавливается к началу следующей смены, не оказывая неблагоприятного воздействия на работающего и его потомство.

3-й класс - вредные условия труда. Этим классом характеризуются рабочие места, на которых производственные факторы превышают гигиенические нормы. В зависимости от уровня превышения нормативов факторы этого класса подразделяются на четыре степени вредности:

1-я степень 3-го класса (3.1) – условия труда, характеризующиеся такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения (восстанавливающиеся, как правило, при более длительном прерывании контакта с вредными факторами) и увеличивают риск повреждения здоровья;

2-я степень 3-го класса (3.2) – условия труда, характеризующиеся воздействием таких уровней вредных факторов, которые вызывают стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости, появлению начальных признаков или легких форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции;

3-я степень 3-го класса (3.3) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степени тяжести в период трудовой деятельности, к росту хронической патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

4-я степень 3-го класса (3.4) – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний, отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

4-й класс - опасные (экстремальные) условия труда. Уровни производственных факторов этого класса таковы, что их воздействие на протяжении рабочей смены или ее части создает угрозу для жизни и (или) высокий риск возникновения тяжелых форм острых профессиональных заболеваний.

Тема 3

Эргономика и инженерная психология

Поскольку человек - главное звено производственного процесса и для него необходимы безопасные и комфортные условия в рабочей зоне, на рабочем месте, то нужно знать о нем все или почти все.

В физиологии труда важнейшими являются понятия **работоспособности** и утомления.

Под **работоспособностью** понимают потенциальную возможность человека выполнять на протяжении заданного времени и с достаточной эффективностью работу определенного объема и качества. Под влиянием множества факторов работоспособность изменяется во времени и условно подразделяется на следующие фазы:

1 фаза - вработываемости. В этот период повышается активность центральной нервной системы (ЦНС), возрастает уровень обменных процессов, усиливается деятельность сердечно-сосудистой системы, что приводит к возрастанию работоспособности;

2 фаза относительно устойчивой работоспособности. В этот период отмечается оптимальный уровень функционирования ЦНС, эффективность труда максимальная;

3 фаза снижения работоспособности связана с развитием утомления.

Продолжительность каждой из этих фаз зависит как от индивидуальных особенностей ЦНС, так и от условий среды и характера деятельности, от эмоционального и физического состояния.

Понимание процессов изменения работоспособности позволяет предупредить или отдалить наступление утомления.

Под **утомлением** понимают особое физиологическое состояние организма, возникающее после проделанной работы и выражающееся во временном понижении работоспособности.

При длительном воздействии на организм вредных факторов производственной среды может развиваться **переутомление**, называемое иногда хроническим утомлением, когда ночной отдых полностью не восстанавливает снизившуюся за день работоспособность.

Переутомление - это патологическое состояние, болезнь, которая не исчезает после обычного отдыха, требует специального лечения.

Симптомы переутомления - различные нарушения со стороны нервно-психической сферы, например ослабление внимания и памяти. Наряду с этим у переутомленных людей наблюдаются головные боли, расстройства сна (бессонница), ухудшение аппетита и повышенная раздражительность.

Кроме того, хроническое переутомление обычно вызывает ослабление организма, снижение его сопротивляемости внешним воздействиям, что выражается в повышении заболеваемости и травматизма. Довольно часто это состояние предрасполагает к развитию неврастения и истерии.

Мероприятия по профилактике утомления:

- 1) физиологическая рационализация труда по экономии и ограничению движений при работе;
- 2) равномерное распределение нагрузки между различными мышечными группами;
- 3) соответствие производственных движений привычным движениям че-

ловека;

4) освобождение от излишних подсобных операций;

5) правильная организация перерывов в работе;

б) механизация и автоматизация производства, санитарное благоустройство производственных помещений (кубатура, микроклиматические условия, вентиляция, освещенность, эстетическое оформление).

Важное место в вопросах физиологии труда занимают понятия *тяжести и напряженности труда*.

Понятие «**тяжесть**» чаще всего относят к работам, при выполнении которых преобладают мышечные усилия.

Понятие «**напряженность**» труда чаще относится к работам с преобладанием нервно-эмоционального напряжения. Критериями напряженности труда являются:

- напряжение внимания (число производственно-важных объектов наблюдения, длительность сосредоточенного наблюдения в процентах от общего времени смены, плотность сигналов или сообщений в среднем в 1 час);

-эмоциональное напряжение;

-напряжение анализаторов;

-объем оперативной памяти;

-интеллектуальное напряжение;

-монотонность работы.

Напряженность труда в каждом конкретном случае зависит как от тяжести (будь то умственный или физический труд), так и от индивидуальных особенностей работника. Труд одинаковой тяжести может вызвать у разных людей разную степень напряженности.

При физической работе важное значение имеет правильная организация рабочих движений, чередование статических и динамических усилий. Статические мышечные усилия характеризуются преобладанием напряжения над расслаблением. При этом работа мышц осуществляется в бескислородных (анаэробных) условиях. Клетки и ткани мышц получают энергию в результате диссимиляции, расщепления сложных органических веществ (до CO_2 и H_2). Примером может служить гликолиз - расщепление глюкозы, которое протекает в 2 основных этапа - бескислородный и кислородный.

На бескислородном этапе молекула глюкозы расщепляется до молочной кислоты, причем выделяется наибольшее количество энергии и образуется всего две молекулы АТФ.

АТФ - основное энергетическое вещество клетки, единица измерения энергии в клетке, все процессы превращения энергии сопровождаются синтезом или распадом АТФ.

При статических усилиях, когда мышцы сжаты, кровеносные сосуды сдавлены, в клетки не поступает кислород, гликолиз останавливается на бескислородном этапе, энергия не образуется, в клетках накапливается молочная кислота ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$), появляется чувство утомления, боль в мышцах. При чередо-

вании напряжения мышц и расслабления гликолиз идет в два этапа - молочная кислота расщепляется до CO_2 и H_2O и при этом клетка получает почти в 20 раз больше энергии - 38 молекул АТФ.

Таким образом, при правильном чередовании статических и динамических усилий можно добиться преобладания кислородного расщепления над бескислородным, что способствует более длительному сохранению работоспособности. В этой связи исключительно важной является физиологическая рационализация, основными направлениями которой являются:

- рациональная организация трудового процесса;
- создание условий для быстрого овладения трудовыми навыками;
- рациональная организация труда и отдыха.

Решению этих задач служит **эргономика** - научная дисциплина, изучающая трудовые процессы с целью оптимизации орудий и условий труда, повышения эффективности трудовой деятельности и сохранения здоровья работающих.

Эргономика изучает функциональные возможности человека в процессе деятельности с целью создания таких условий, которые делают деятельность эффективной и обеспечивают комфорт для человека. Другими словами, речь идет об определенных совместимостях характеристик человека, техники и производственной среды. При этом решаются определенные задачи безопасности, и в этом случае эргономика выступает как средство решения. Однако, не следует отождествлять эти области знаний. Эргономика стремится приспособить технику к человеку. Но это не всегда разрешимая задача. Безопасность рассматривает и проблемы приспособления человека к технике [9].

Выделяют пять видов совместимостей, обеспечение которых гарантирует успешное функционирование системы: информационная, биофизическая, энергетическая, пространственно-антропометрическая, технико-эстетическая.

1. Информационная совместимость. В сложных системах оператор, обычно, непосредственно не управляет технологическими процессами. Зачастую он удален от места их выполнения на значительные расстояния. Объекты управления могут быть невидимы, неосязаемы, неслышимы. Оператор видит показания приборов, экранов, слышит сигналы, свидетельствующие о ходе процесса. Все эти устройства называют средствами отображения информации (СОИ). При необходимости, оператор пользуется рычагами, ручками, кнопками, выключателями и другими органами управления, в совокупности образующими сенсомоторное поле.

СОИ и сенсомоторные устройства - так называемая, информационная модель машины (комплекса). Через нее оператор и осуществляет управление самими сложными системами. Задача эргономики состоит в том, чтобы обеспечить создание такой информационной модели, которая отражала бы все нужные характеристики машины в данный момент и, в то же время, позволила оператору безошибочно принимать и перерабатывать информацию, не перегружая его внимание и память. Эта задача очень сложная. От ее решения зависят без-

опасность, точность, качество, производительность труда оператора. Иначе говоря, информационная модель должна соответствовать психофизиологическим возможностям человека. В этом и заключается требование информационной совместимости.

2. Биофизическая совместимость. Подразумевает создание такой окружающей среды, которая обеспечивает приемлемую работоспособность и нормальное физиологическое состояние оператора. Эта задача стыкуется с требованиями безопасности труда. Предельные значения для многих факторов окружающей среды установлены законодательством, но они не всегда увязаны с функциональными задачами оператора. Поэтому при работе машин или технологических процессов появляется необходимость специального исследования параметров шума, вибрации, освещенности, воздушной среды.

3. Энергетическая совместимость. Предусматривает согласование органов управления машиной с оптимальными возможностями оператора в отношении прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений. Силовые и энергетические параметры человека имеют определенные границы. Для приведения в действие сенсомоторных устройств (рычагов, кнопок, переключателей) могут потребоваться очень большие или чрезвычайно малые усилия. И то, и другое плохо. В первом случае человек будет уставать, что может привести к нежелательным последствиям в управляемой системе. Во втором - возможно снижение точности работы системы, так как оператор не почувствует сопротивление рычагов.

4. Пространственно-антропометрическая совместимость.

Предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положение операторов во время работы. При решении этой задачи определяют объем рабочего места, зоны досягаемости для конечностей оператора до приборного пульта и т.д. Некоторая сложность в обеспечении этой совместимости заключается в том, что антропометрические данные у всех людей разные.

5. Техничко-эстетическая совместимость. Заключается в обеспечении удовлетворительности человека от общения с машиной, от процесса труда. Всем знакомо положительное ощущение при пользовании изящно выполненным прибором или устройством. Для решения многочисленных и чрезвычайно важных задач эргономика привлекает художников-конструкторов, дизайнеров.

Для решения проблемы «человек - машина - природа» привлекаются многие науки: анатомия, физиология, психология и др. (Рис. 2.).

Инженерная психология - отрасль психологической науки, изучающая объективные закономерности процессов информационного взаимодействия человека и техники с целью использования их в практике проектирования, создания и эксплуатации систем "человек - машина" (СЧМ). Инженерная психология изучает человеческий фактор в технике.

Как психологическая наука инженерная психология изучает психические процессы и свойства человека, выясняя, какие требования к техническим

устройствам вытекают из особенностей человеческой деятельности, т.е. решает задачу приспособления техники и условий труда к человеку.

Как техническая наука инженерная психология изучает пульты управления, кабины машин, процессы и алгоритмы их функционирования для выяснения требований, предъявляемых к психологическим и физиологическим особенностям человека-оператора.



Рис. 2. Классификация наук, входящих в эргономику

Объект инженерной психологии – взаимодействие в системе «Человек – Машина» (СЧМ). Человек в этой системе называется оператором. Под машиной понимается любое техническое устройство (калькулятор, самолет, компьютер и т.д.), посредством которой он (они) осуществляет трудовую деятельность. Инженерная психология охватывает все виды техники. Инженерно-психологические исследования необходимы всюду, где речь идет о создании тех или иных устройств, рассчитанных на восприятие, представление, мышление человека, на его действия.

Предмет инженерной психологии – психологические закономерности взаимодействия человека и техники и пути оптимизации этого взаимодействия, в том числе процессы приема, переработки, хранения информации человеком, принятия решения и психической регуляции управляющих действий. Поскольку человек остается ведущим звеном в организации трудовой деятельности, то и основное внимание уделяется деятельности человека-оператора и тем слож-

ностям, с которыми ему приходится сталкиваться в процессе выполнения сложных заданий.

Общие теоретические задачи:

1. Максимальное приспособление техники к человеку (по параметрам конструкции и технологического процесса).

2. Максимальное приспособление человека к технике (по параметрам профессиональной пригодности и профессиональной подготовленности).

3. Рациональное распределение функций между человеком и автоматическими устройствами в системах "человек-техника".

Основные проблемы инженерной психологии и эргономики: рост нервно-психических заболеваний (т.н. «индустриальный стресс»), текучесть кадров и вытекающие отсюда проблемы переподготовки и адаптации, травматизм (производственный, транспортный и бытовой), эффективность СЧТС.

Традиционная техника безопасности базируется на категорическом императиве - обеспечить безопасность труда, не допустить никаких аварий. Как показывает практика, такая концепция не соответствует законам техносферы. Требования абсолютной безопасности, подкупающие своей гуманностью, могут обернуться трагедией для людей, потому что обеспечить нулевой риск в действующих системах невозможно.

Современный мир отверг концепцию абсолютной безопасности и пришел к концепции приемлемого (допустимого) риска, суть которой в стремлении к такой безопасности, которую приемлет общество в данный период времени.

Концепция приемлемого риска в России пока не востребована. Некоторые специалисты подвергают ее критике, усматривая в ней антигуманный подход к проблеме. На самом деле приемлемый риск на 2-3 порядка строже фактических.

-совершенствование технических систем;

-подготовка персонала;

-ликвидация последствий.

В системе «человек - машина» человек является наиболее переменчивым компонентом: на его поведение действует около миллиона индивидуальных факторов. Это выражается в том, что никто из операторов не повторяет аналогичного задания точно такими же действиями. При обстоятельствах, одинаковых для всех работающих, поведение на производстве определяется индивидуальными качествами, отражающими совокупность психологических и физиологических свойств: тип нервной системы, темперамент, особенности мышления, уровень подготовки, опыт и т.д. Тем не менее, широкий спектр свойств личности, социальных обстоятельств и производственных условий труда формируют одиннадцать психологических причин сознательного нарушения правил безопасной работы.

1. *Экономия сил* - потребность, которая побуждает к действиям, направленным на сохранение энергоресурсов. Поведение человека строится по принципу «наименьшего действия».

2. *Экономия времени* - стремление увеличить производительность труда

для выполнения плана или личной выгоды за счет темпа работы, пропуска отдельных операций, не влияющих на конечный результат, но необходимых для обеспечения безопасности.

3. *Адаптация к опасностям* или недооценка опасности и ее последствий - причина, которая возникает в результате способности человека привыкать к явлениям, осваиваться с ними. Основа фактора «недооценка опасности» - безнаказанность физическая и социальная за совершение неправильных действий.

4. *Самоутверждение в глазах коллег*, желание нравиться окружающим. Проявляются эти моменты рискованными действиями. Риск для таких людей - дело не просто привычное - «благородное».

5. *Стремление следовать групповым нормам трудового коллектива*. Это происходит там, где нарушения правил техники безопасности или технологического процесса поощряются молчаливо или громогласно. Девиз производственной деятельности - «план любой ценой». Выполнение правил безопасности в таких случаях может поставить человека в положение «Белой вороны».

6. *Ориентация на идеалы*. Идеалами могут быть как примерные работники, так и нарушители.

7. *Самоутверждение в собственных глазах* может быть причиной сознательного игнорирования безопасных методов труда. Часто это объясняется врожденной неуверенностью в себе или упреками каких-либо лиц, не связанных с конкретным производством. Переоценка собственного опыта приводит к тому, что, зная об опасности и ее последствиях, человек рискует, думая, что его расторопность и опыт помогут ему, даже гарантируют возможность быстро принять меры для предотвращения негативного события.

8. *Привычка работать с нарушениями*, перенесение привычек. Это качества могут быть приобретены на другой работе или вне работы.

9. *Стрессовые состояния*, побуждающие к действиям, которые способны снять «стресс» или ослабить. Более сильная форма этого - Эмоциональный шок. Человеком движут чувства, а не разум.

10. *Склонность к риску*, вкус к риску как личностная характеристика. В психологической структуре некоторых лиц имеется повышенная тенденция к рискованным действиям. Такие люди испытывают удовольствие «поставить все на карту».

11. *Надситуативный риск* (бескорыстный, спонтанный, немотивированный, риск ради риска). Явление состоит в том, что субъект осуществляет какие-либо действия, как бы «вдруг» ставит перед собой цель, появление которой не продиктовано ситуацией и прямо не вытекает из нее.

Причины нарушений правил безопасности по сути своей направлены на одну цель: искать ближайшие допустимые и наиболее легкие пути удовлетворения вызывавших их потребностей.

Деятельность человека-оператора при решении определенной технологической задачи состоит из следующих этапов:

-восприятие информации, ее оценки анализа и обобщения на основе зара-

нее заданных критериев оценки;

- принятие решения о действиях;
- приведение в исполнение принятого решения.

На всех этих этапах деятельности человека возможны ошибочные действия.

Под ошибкой следует понимать действие, отклоняющееся от нормального, то есть предусматриваемого, ожидаемого и таким образом приводящее к травмам, увечью, гибели людей, материальному ущербу. Иначе говоря, ошибка - неосознанные опасные действия. В одних случаях подобные опасные действия совершаются осознанно, умышленно и квалифицируются как нарушения, в других, когда человек не осознает, что выполняет опасное действие – как ошибка.

Классификация помогает в теоретическом плане представить и широту и глубину проблем, в практическом плане диагностировать ошибки, чтобы накопить опыт, позволяющий анализировать обстоятельства и выявлять их причину.

Используя кибернетическую схему, классифицировать причины ошибок можно следующим образом:

- ошибки в ориентации (неполучение информации);
- ошибки принятия решения, то есть принятие неправильного решения;
- ошибки выполнения действий, то есть неправильные действия.

Если распределить ошибки по схеме поступления и переработки информации, то выясняется, что нужно совершенствовать процессы приема информации и выполнения двигательных действий. Это значит, что человек должен быть информирован обо всем, что он должен знать и уметь. Затем нужно обеспечить оптимальные условия для переработки информации и правильного реагирования, как для принятия правильного решения, так и безошибочного действия (соответствующее устройство и размещение органов управления).

Психологи делят ошибки на обратимые и необратимые, систематические и случайные. Случайные ошибки не предсказуемы, систематические предсказуемы и, следовательно, легко исправимы.

В большинстве своем ошибки являются результатом изменения самочувствия работающего, что сказывается на его надежности как управляющей системы.

Основные причины, приводящие к травмам:

- усталость (утомление);
- употребление алкоголя, наркотиков и некоторых лекарств;
- изменение погоды;
- болезнь;
- недостатки образования, профессиональных навыков;
- низкое качество инструкций по безопасности труда;
- отсутствие «климата безопасности» в коллективе, плохие производственные взаимоотношения;
- стресс;

- материальные и другие личные заботы;
- несоответствие индивидуальных психических качеств требованиям трудовой деятельности;
- снижение возможности выполнять работу в экстремальных условиях после пережитой опасности или травмы.

Чтобы правильно понять механизм, толкающий человека к совершению ошибок, нужно хорошо представить основные особенности личности и состояния человека. Их можно разделить на врожденные особенности и временные состояния.

К *врожденным* относятся биологические характеристики человека и его наследственный «багаж», в том числе анализаторы (слух, зрение, вкус, обоняние), двигательная система, психомоторная система, интеллект.

Временные состояния – усталость, физическая и психологическая нагрузки.

В силу своих биологических и унаследованных возможностей, а также временных состояний человек может представлять собой, до известной степени, ненадежный элемент в производственной системе. Однако, признание возможности совершения человеком ошибки и его ненадежности не вменяется человеку в вину, а ненадежность человека в производственной системе является весьма относительной, как относительна сама ненадежность системы.

Контрольные вопросы

1. Что такое жизнедеятельность и безопасность жизнедеятельности?
2. Назовите основные функции безопасности жизнедеятельности.
3. Что такое системный анализ? Каковы его цели?
4. Перечислите принципы обеспечения безопасности труда. Охарактеризуйте их.
5. Какие стадии можно выделить при управлении безопасностью жизнедеятельности?
6. Какие факторы называются опасными и вредными?
7. Что такое условия труда? Какие условия труда считаются безопасными?
8. Что понимается под терморегуляцией и какие виды ее нарушений могут быть?
9. Какие формы трудовой деятельности Вы знаете?
10. Как классифицируются условия труда.
11. Что такое эргономика? Какие виды совместимостей она включает?
12. Что изучает инженерная психология?
13. Что такое надситуативный риск?
14. Перечислите психологические причины сознательного нарушения правил безопасной работы.

РАЗДЕЛ II

Анатомо – физиологическое воздействие на человека негативных факторов

Тема 1

Функции и строение нервной системы

Обеспечение безопасности деятельности человека на производстве представляет собой разработку мер защиты от опасностей, формирующихся в системе «человек - машина - производственная среда». Каждая подсистема этой системы содержит свойственные ей опасности, которые в сумме формируют все опасности в этой системе [6].

Подсистему «человек» целесообразно рассматривать как взаимосвязанные понятия организма и личности. Поэтому опасности этой подсистемы формируются физиологическими, психологическими возможностями человека, которые в основном определяются нервной системой - центром деятельности всего организма, а также антропометрическими показателями.

Способность организма отвечать на воздействия факторов окружающей среды называется реактивностью.

Реактивность - свойство организма как целого отвечать изменениями жизнедеятельности на воздействия окружающей среды. Реактивность обеспечивается защитно-компенсаторными системами и механизмами, решающая роль в осуществлении которых принадлежит нервной системе.

Защита человека от опасностей среды обитания заложена «природой» в его организме в форме безусловных и условных рефлексов.

Рефлекс - основной акт нервной системы, это реакция организма на раздражение из внешней или внутренней среды, осуществляемая при посредничестве центральной нервной системы.

Нервная система выполняет следующие важнейшие функции:

- осуществляет взаимодействие организма с окружающей средой, обеспечивая приспособление организма к постоянно меняющимся условиям среды;
- объединяет органы и системы тела в единое целое и согласует их деятельность;
- на высшем этапе развития нервная система осуществляет психическую деятельность на основе физиологических процессов ощущения, восприятия и мышления.

Нервная система условно делится на две части: *соматическая*, управляющая мускулатурой скелета и некоторых внутренних органов (язык, гортань, глотка); *вегетативная* - иннервирующая все мышцы кожи, сосуды. Условность такого деления явствует из того, что вегетативная нервная система имеет отношение к иннервации всех органов, а также определяет тонус скелетной мускулатуры.

Кроме такой классификации, соответствующей строению организма,

нервную систему делят по топографическому принципу на *центральный* и *периферический* отделы или системы. Под центральной нервной системой понимается спинной и головной мозг, под периферической - нервные корешки, узлы, сплетения, нервы и периферические нервные окончания. Как в центральной, так и в периферических отделах нервной системы содержатся элементы соматической и вегетативной частей, чем достигается единство нервной системы.

Рецепторы - это специализированные нервные клетки, обладающие избирательной чувствительностью к воздействию определенных факторов. Рецепторы могут быть в виде простых нервных окончаний, иметь форму волосков, пластинок, колбочек, папочек, шариков, спиралей, шайбочек. Часть рецепторов предназначены для восприятия факторов окружающей среды (экстерорецепторы), другая часть воспринимает изменения внутренней среды организма (интерорецепторы).

Осуществление высшей нервной деятельности как основной деятельности нервной системы связано с низшей нервной деятельностью, которая объединяет и регулирует работу всех внутренних органов. Без согласованной деятельности всех органов тела, соответствующей условиям жизни, не мыслимо существование организма (рис.3).

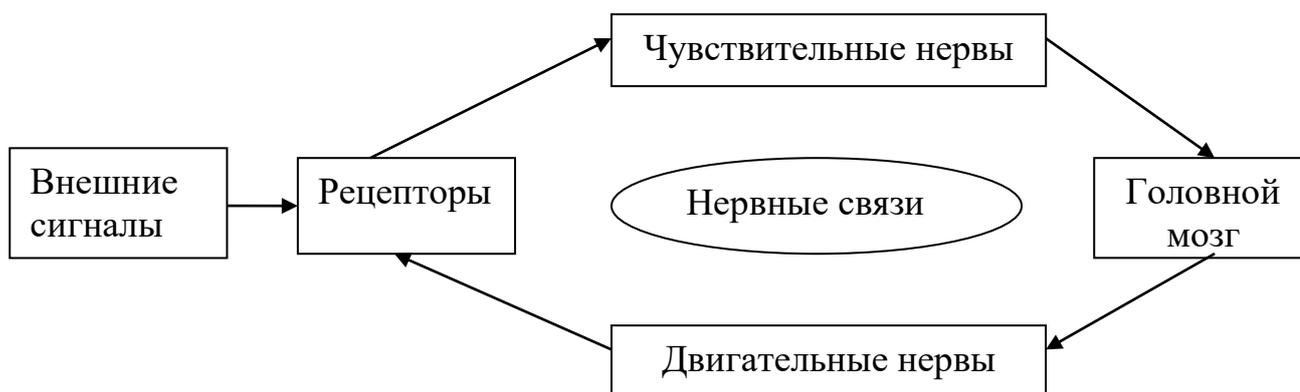


Рис. 3. Функциональная схема анализатора

Тема 2 Особенности структурно – функциональной деятельности организма человека

С давних времен традиционно выделяют пять видов ощущений, информирующих человека об изменениях в окружающей среде. Это осязание, вкус, обоняние, слух и зрение. В настоящее время, однако, установлено, что существует также много других ощущений и что организм для восприятия непрерывно атакующих его бесконечно разнообразных стимулов снабжен очень сложными механизмами, обеспечивающими постоянное взаимодействие его органов чувств

между собой. Функционирование органов чувств определяют анализаторы.

В зависимости от специфики принимаемых сигналов различают следующие анализаторы:

-внешние - зрительный (рецептор глаз), слуховой (ухо) тактильный, болевой, температурный, обонятельный, вкусовой;

-внутренние - анализатор давления, кинетический, вестибулярный, специальные, расположенные во внутренних органах полостях тела.

1.1 . Зрительный анализатор

Зрительный анализатор - наиболее информативный канал (80 - 90 % информации об окружающем мире). Восприятие световых раздражений осуществляется с помощью светочувствительных клеток, палочек и колбочек, расположенных в сетчатке глаза. К недостаткам зрительного канала можно отнести ограниченность его поля зрения (по горизонтали 120-160⁰, по вертикали 55-70⁰) При цветовом восприятии размеры поля сужаются. Зрительный анализатор обладает спектральной чувствительностью. У современного человека видимость приходится на желто-зеленую составляющую спектра.

Зрительный анализатор характеризуется следующими показателями:

-острота зрения - способность раздельного восприятия объектов, управляется большим числом биокibernетических устройств; существует система, обеспечивающая четкость изображения на сетчатке путем изменения кривизны хрусталика; кроме того, освещенность сетчатки регулируется диаметром зрачка;

-поле зрения - состоит из центральной области бинокулярного зрения, обеспечивающей стереоскопичность восприятия; его границы у отдельных лиц зависят от анатомических факторов (размер и форма носа, век, орбит и т.д.); поле зрения охватывает около 240° по горизонтали и 150° по вертикали нормального естественного освещения; любое уменьшение освещенности, некоторые болезни (глаукома), дефекты кровеносных сосудов, недостаток кислорода приводят к резкому уменьшению поля зрения;

-яркостный контраст - чувствительность к нему является важным показателем зрительного анализатора; его порог (наименьшая воспринимаемая разность яркостей) зависит от уровня яркости в поле зрения и ее равномерности; оптимальный порог регистрируется при естественном освещении;

-цветовосприятие - способность различать цвета предметов. Цветовое зрение - это одновременно физическое, физиологическое, психологическое явление, заключающееся в способности глаза реагировать на излучение различной длины волны в специфическом восприятии этих излучений. На ощущение цвета влияют: длина волны излучения, яркость источника света, коэффициент отражения или пропускания света объектом, качество и интенсивность освещения. Цветовая слепота (дальтонизм) – генетическая аномалия, но цветовое зрение может меняться под влиянием приема некоторых лекарственных препаратов и под действием химических веществ. Например, прием снотворных и седативных средств вызывает временные дефекты в желто-зеленой зоне; кокаин – усиливает чувствительность к синему цвету и ослабляет к красному; кофеин,

кофе, кока-кола ослабляют чувствительность к синему, усиливают красный цвет; табак - вызывает дефекты в красно –зеленой зоне, особенно в красной (дефекты могут быть постоянными).

1.2. Слуховой анализатор

Слуховой анализатор в наибольшей степени дополняет информацию, полученную с помощью зрительного анализатора, так как обладает «круговым обзором». Обеспечивает восприятие звуковых колебаний с помощью чувствительных окончаний слухового нерва.

С помощью звуковых сигналов человек получает до 10% информации. Раздражители, вызывающие слуховые ощущения, представляют собой волны, которые образуются в результате колебаний частиц воздуха.

Функция уха заключается в преобразовании этих колебаний в нервные импульсы. Слуховое ощущение зависит, главным образом, от характеристик звуковой волны. Так, громкость звука определяется амплитудой, что человеческое ухо может безболезненно воспринимать звук, интенсивность которого в тысячу миллиардов (10^{12}) раз выше интенсивности едва слышимого звука. Частоты звуковых колебаний, воспринимаемые человеческим ухом, имеют диапазон от 20 до 20000 Гц.

Важной характеристикой слуха является его острота или слуховая чувствительность. Она определяется минимальной величиной звукового раздражителя, вызывающего слуховое ощущение. Острота слуха зависит от частоты воспринимаемого сигнала. Абсолютный порог слышимости - минимальная интенсивность звукового давления, которая вызывает слуховое ощущение - составляет $2 \cdot 10^{-5}$ Н/м².

При увеличении интенсивности звука возможно появление неприятного ощущения, а затем и боли в ухе. Наименьшая величина звукового давления, при которой возникают болевые ощущения, называется *порогом слухового дискомфорта*. Он равен в среднем 80-100 дБ относительно абсолютного порога слышимости.

Характерными особенностями слухового анализатора являются:

- способность быть готовым к приему информации в любой момент времени;
- способность воспринимать звуки в широком диапазоне частот и выделять необходимые;
- способность устанавливать, со значительной точностью, место расположение источника звука.

Механизм защиты слухового анализатора от повреждения при воздействии интенсивных звуков предусмотрен анатомическим строением среднего уха, системой слуховых косточек и мышечных волокон, которые являются механическим передаточным звеном, ответственным за появление акустического рефлекса блокировки звука в ответ на интенсивный звуковой раздражитель.

Таким образом, орган слуха выполняет два задания: снабжает организм информацией и обеспечивает самосохранение, противостоит повреждающему

действию акустического сигнала.

1.3. Обонятельный анализатор

Обоняние - способность воспринимать запахи, осуществляется посредством обонятельного анализатора, рецептором которого являются нервные клетки, расположенные в слизистой оболочке верхнего и отчасти среднего носовых ходов. Человек обладает различной чувствительностью к пахучим веществам.

Снижение обоняния часто возникает при воспалительных и атрофических процессах в слизистой оболочке носа. В некоторых случаях нарушение обоняния является одним из существенных симптомов поражения ЦНС.

Запахи способны вызывать отвращение к пище, обострять чувствительность нервной системы, способствовать состоянию подавленности, повышенной раздражительности. Так, сероводород, бензин могут вызывать отрицательные реакции вплоть до тошноты, рвоты, обморока. Например, установлено, что запах бензола и герантола обостряет слух, а индол притупляет слуховое восприятие, запахи пиридина и толуола обостряют зрительную функцию в сумерках, запах камфоры повышает чувствительность зрительной рецепции зеленого цвета и снижает красный.

1.4. Вкусовой анализатор

Вкус - ощущение, возникающее при воздействии раздражителей на специфические рецепторы, расположенные на различных участках языка. Вкусовое ощущение складывается из восприятия кислого, соленого, сладкого и горького; вариации вкуса являются результатом комбинации основных перечисленных ощущений. Разные участки языка имеют неодинаковую чувствительность к вкусовым веществам.

Механизм восприятия вкусовых веществ связывают со специфическими реакциями на границе «вещество - вкусовой рецептор». Предполагают, что каждый рецептор содержит высокочувствительные белковые вещества, распадающиеся при воздействии определенных вкусовых веществ. Возбуждение от вкусовых рецепторов передается в ЦНС по специфическим проводящим путям.

1.5. Кожный анализатор

Одной из важнейших функций кожи является рецепторная. В коже заложено огромное количество рецепторов, воспринимающих различные внешние раздражения: боль, тепло, холод, прикосновение. На 1 см² кожи располагается примерно 200 болевых рецепторов, 20 холодных, 5 тепловых и 25 воспринимающих давление, которые представляют собой периферический отдел кожного анализатора.

Болевые ощущения вызывают оборонительные рефлекс, в частности, рефлекс от раздражителя. Болевая чувствительность являясь сигналом, мобилизует организм на борьбу за самосохранение, под влиянием болевого сигнала перестраивается работа всех систем организма и повышается его реактивность.

Неболевыми, механическими воздействиями на кожные покровы (давление) воспринимаются тактильным анализатором. Тактильная чувствительность является основной частью осязания. Чувствительность различных участков тела к

действию тактильных раздражителей различна, то есть они имеют разные пороги тактильной чувствительности, например, минимальный порог ощущения для кончиков пальцев кистей рук - 3 мг/мм², тыльной стороны кисти - 12 мг/мм², для кожи на пятке - 250 мг/мм².

Тактильная чувствительность совместно с другими видами чувствительности кожи может, в некоторой степени, компенсировать отсутствие или недостаточность функции других органов чувств.

Температурная чувствительность обеспечивается холодowymi терморепцепторами с максимумом восприятия температуры 25-30° и тепловыми - с максимумом восприятия - 40°. Наибольшая плотность терморепцепторов - в коже лица, меньше их в коже туловища, еще меньше в коже конечностей. Передавая информацию об изменениях температуры окружающей среды, терморепцепторы играют важнейшую роль в процессах терморегуляции.

1.6. Двигательный анализатор

Двигательный или кинетический анализатор - это физиологическая система, передающая и обрабатывающая информацию от рецепторов скелетно-мышечного аппарата и участвующая в организации и осуществлении координированных движений.

Двигательная активность способствует адаптации организма человека к изменениям окружающей среды (климата, временных условий производства и т.д.).

Различные виды движений характеризуются динамикой физиологических процессов, которая, при их оптимизации, обеспечивает наилучшее сохранение жизнедеятельности организма. Чрезмерная мобилизация функциональной активности, обеспечиваемая необходимым уровнем координации и активности восстановительных процессов в ходе работы и в течение длительного времени после ее окончания, характеризуется как гипердинамика. Это состояние возникает при чрезмерном занятии спортом или тяжелым физическим трудом, при длительных эмоциональных стрессах. Гипердинамика развивается в результате неадекватной для функционального состояния организма сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем и может сопровождаться рядом болезненных симптомов.

Другим полюсом двигательной активности является гиподинамия. Это состояние характеризуется снижением деятельности всех органов, систем и расстройством их взаимосвязи в организме. В целом двигательная активность человека - это процесс, способствующий сохранению здоровья и трудовой активности. Достижение физического совершенства - важный итог всего многообразия и взаимосвязи различных по характеру движений на всех уровнях психофизиологической регуляции целостного организма.

Двигательный анализатор имеет исключительно важное значение для выполнения и разучивания движений. Он контролирует правильность и точность движений. Например, при сгибании руки в локтевом суставе сокращается двуглавая мышца плеча и растягивается трехглавая. Возбуждение, возникшее в

рецепторах этих мышц, сигнализирует о том, что одна мышца сокращена, а другая растянута. Рецепторы трущихся поверхностей локтевого сустава и растянутых сухожилий информируют мозг об амплитуде и скорости сгибания. Эта сигнализация не только дает возможность человеку ощутить данное движение, но и позволяет коре головного мозга проконтролировать точность и правильность его выполнения. Возбуждение от рецепторов двигательного анализатора поступает в чувствительно-двигательную зону коры. Оттуда идет поток импульсов к работающим мышцам, обеспечивающий своевременное исправление выполняемых движений.

Двигательный анализатор играет ведущую роль при разучивании новых движений. Любые движения, которые приобретает человек в течение жизни, являются сложными условными двигательными рефлексами. Умение писать пером и играть на рояле, делать *battement tendu* из первой позиции и выполнять сложнейшие комбинации хореографических движений появляется в результате образования этих рефлексов. Они вырабатываются с помощью двигательного анализатора.

В двигательной деятельности человека участвуют и подкорковые центры, Оки регулируют мышечный тонус, уточняют координацию движений во время бега, ходьбы и танца, согласуют деятельность внутренних органов с двигательными рефлексам.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под физиологическими характеристиками человека?
2. Какие функции выполняет нервная система?
3. Дайте характеристику нервной клетки (ее строение).
4. Что такое рецепторы?
5. Перечислите параметры, характеризующие анализаторы человека.
6. Какие виды анализаторов в зависимости от специфики принимаемых сигналов Вы знаете?
7. Какими показателями характеризуется зрительный анализатор?
8. Перечислите важные характеристики для слухового анализатора.
9. Какие важные функции являются для кожного анализатора?

РАЗДЕЛ III

Вредные факторы производственной среды, их влияние на организм человека и методы защиты.

Тема 1

Профессиональные вредности производственной среды

Большую часть времени активной жизнедеятельности человека занимает целенаправленная профессиональная работа, осуществляемая в условиях конкретной производственной среды, которая при несоблюдении принятых нормативных требований может неблагоприятно повлиять на его работоспособность и здоровье [46].

Опасности бывают:

1. Непосредственные (повышенная температура, влажность, электромагнитные поля, шум, вибрация, ионизирующее излучение). Воздействуя на живой организм, эти опасности вызывают те или иные ощущения. В определённых случаях эти воздействия могут быть не безопасны.

2. Косвенные опасности воздействуют на человека не сразу. Например, коррозия металлов непосредственной угрозы для человека не представляет. Но в результате её снижается прочность деталей, конструкций, машин, сооружений. При отсутствии мер защиты они приводят к авариям, порождая непосредственную опасность.

Опасные факторы подразделяются на:

◆химические, возникающие от токсичных веществ, способных вызвать неблагоприятное воздействие на организм К ним относятся:

- вредные вещества, используемые в технологических процессах;
- промышленные яды, используемые в сельском хозяйстве и быту;
- ядохимикаты;
- лекарственные средства, применяемые не по назначению и т.д.

◆физические, причиной которых могут быть шум, вибрация и другие виды колебательных воздействий, неионизирующие и ионизирующие излучения, климатические параметры (температура, влажность и подвижность воздуха), атмосферное давление, уровень освещённости, а также фиброгенные пыли;

◆биологические, вызванные патогенными микроорганизмами, микробными препаратами, биологическими пестицидами, сапрофитной спорообразующей микрофлорой (в животноводческих помещениях), микроорганизмами, являющимися продуцентами микробиологических препаратов.

К вредным (или неблагоприятным) факторам относятся:

◆ физические (статические и динамические) перегрузки - подъем и перенос тяжестей, неудобное положение тела, длительное давление на кожу, суставы, мышцы и кости;

◆физиологические - недостаточная двигательная активность (гипокинезия);

◆нервно-психические перегрузки - умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов.

Опасные и вредные факторы по природе своего действия могут относиться одновременно к различным группам. Опасные и вредные факторы производственной среды, характерные для большинства современных производств приведены в табл. 1. и на рис.4.

Таблица 1

Классификация опасных и вредных факторов производства

Факторы среды и трудовой деятельности	Производства и работы, при которых эти факторы встречаются
1	2
1. Химические производственные факторы	
Газы, пары, жидкости, аэрозоли, оказывающие общетоксические, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенное, мутагенное действие, влияние на репродуктивную функцию	Химические, машиностроительные заводы, литейные, гальванические, малярные цеха, применение ядохимикатов в сельском хозяйстве и на предприятиях пищевой промышленности.
2. Биологические производственные факторы	
Микро- и макроорганизмы –источники инфекции, инвазии, грибковых заболеваний.	Уход за больными животными, обработка туш, субпродуктов, шкур; микробиологическая промышленность
Витамины, гормоны, антибиотики, вещества белковой природы	Фармацевтические заводы, мясокомбинаты, производства искусственных кормов и питательных смесей
3. Физические производственные факторы	
Повышенная или пониженная температура, влажность и подвижность воздуха в рабочей зоне	Металлургические и машиностроительные заводы, красильные цеха, холодильники; строительные работы
Повышенный уровень инфракрасного излучения	Металлургические, стекольные заводы, заводы с источниками теплового излучения
Повышенный уровень ультрафиолетового излучения	Электроплавка металла, сварочные работы
Повышенный уровень монохроматического (лазерного) излучения	Исследовательские работы, приборостроение, медицина
Повышенный уровень ионизирующего излучения	Атомные электростанции, гамма- и рентгенодефектоскопия
Повышенный уровень электромагнитных излучений, напряженности электромагнитного и магнитного полей	Производство и применение генераторов, радиолокация
Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны (нетоксические фиброгенные газы)	Рудники, шахты, карьеры, строительная индустрия, машиностроительные заводы
Повышенный уровень шума, вибрации, ультразвука, инфракрасных колебаний	Транспортные средства, авиастроение и испытательные организации двигателей авиационных и ракетных, работа с механизированным инструментом на стройках и заводах, работа строитель-

	ной и сельскохозяйственной техники
Недостаточная освещенность или нерациональное освещение рабочей зоны	Шахты, приборостроительные, машиностроительные, деревообрабатывающие и другие цеха
Повышение или понижение атмосферного давления	Строительство туннелей, мостов, авиатранспорт, высокогорные пастбища
Движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования	машиностроение, транспорт, пищевые, деревообрабатывающие, бытовые и другие предприятия
4. Психофизические факторы в организации труда, устройства рабочего места и оборудования, обслуживания машин, механизмов, систем	
Физические перегрузки опорно – двигательного аппарата	Немеханизированный труд: погрузочно-разгрузочные работы, швейное производство, ткацкие фабрики
Физиологически недостаточная двигательная активность	Большинство видов умственного труда
Физиологические перегрузки органов кровообращения, дыхания, голосовых связок	Тяжелые работы в разных отраслях промышленности
Нервно – психические перегрузки	Труд водителей, диспетчеров, работы на сборочных конвейерах

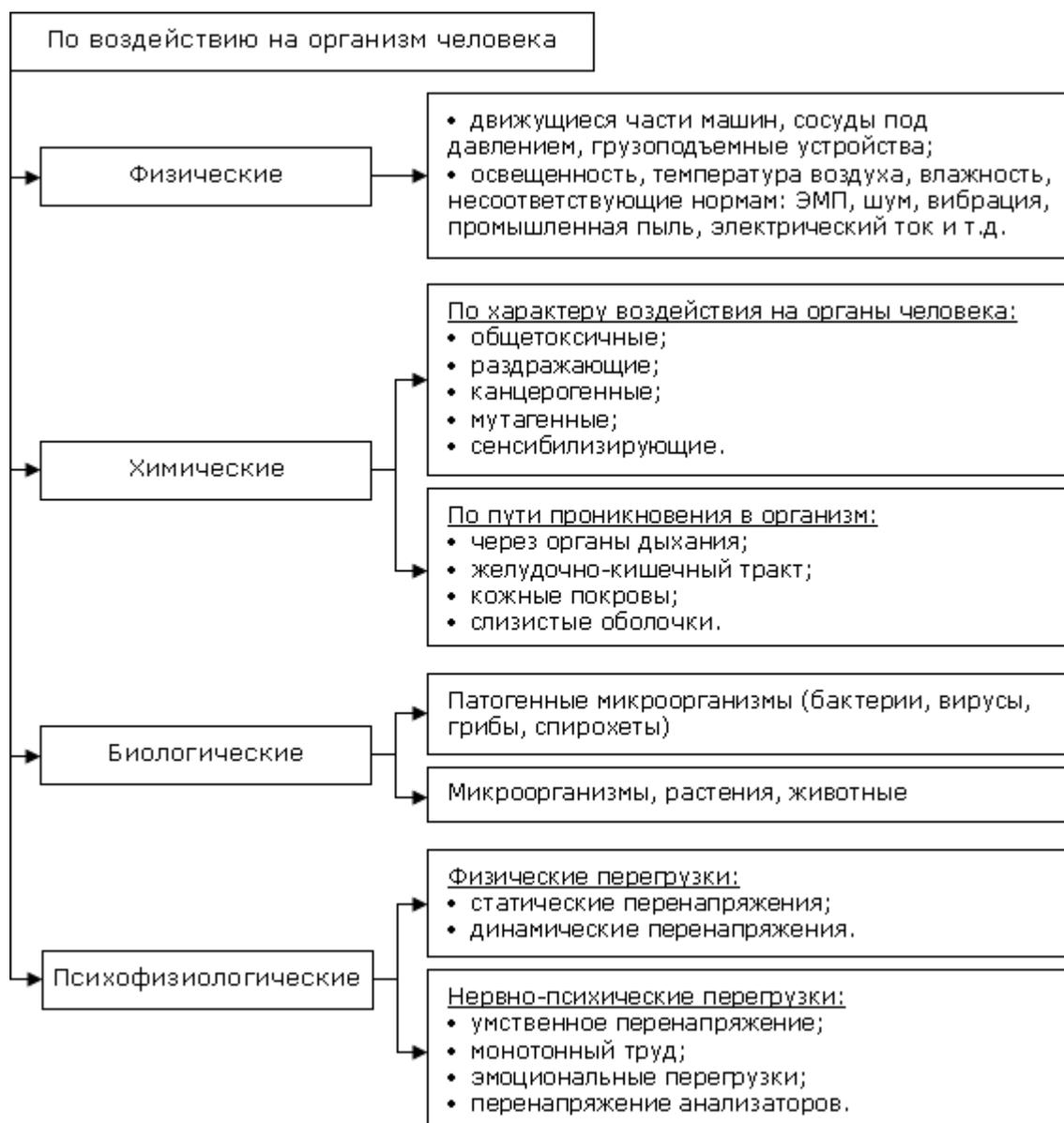


Рис.4. Опасные и вредные производственные факторы

Свойство опасности проявляется только в определённых условиях, называемых потенциальностью. Уберечь человека от скрытых потенциальных опасностей удастся не всегда, так как, во-первых, некоторые опасности носят скрытый характер, обнаруживаются не сразу, возникают неожиданно, непредвиденно; во-вторых, человек не всегда подчиняется сигналам, не выполняет правил безопасности, которые ему хорошо известны.

Тема 2

Опасные и вредные факторы производства и методы защиты от них

2.1. Типы загрязнений

Опасные и вредные факторы производственной среды в соответствии с [6,20] подразделяют на 5 групп:

I. Физические (параметрические) опасные и вредные производственные факторы подразделяются на: движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрывающиеся горные породы; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации; повышенный уровень инфразвуковых колебаний; повышенный уровень ультразвука; повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение; повышенная или пониженная влажность воздуха; повышенная или пониженная подвижность воздуха; повышенная или пониженная ионизация воздуха; повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; повышенный уровень статического электричества; повышенный уровень электромагнитных излучений; повышенная напряженность электрического поля; повышенная напряженность магнитного поля; отсутствие или недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенная яркость света; пониженная контрастность; прямая и отраженная блескость; повышенная пульсация светового потока; повышенный уровень ультрафиолетовой радиации; повышенный уровень инфракрасной радиации; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола); невесомость.

II. Химические (ингредиентные) -токсичные вещества различного агрегатного состояния, загрязнение аэрозолями, химическими веществами, пластмассами, пестицидами и тяжёлыми металлами, ПАВ- поверхностно активные вещества).

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

- по характеру воздействия на организм человека на:
 - токсические;
 - раздражающие;
 - сенсibiliзирующие;
 - канцерогенные;
 - мутагенные;
 - влияющие на репродуктивную функцию;
- по пути проникания в организм человека через:
 - органы дыхания;
 - желудочно-кишечный тракт;
 - кожные покровы и слизистые оболочки.

III. Биологические загрязнения вызываются патогенными микроорганизмами. Патоген - это болезнетворный микроб.

-недостаточно очищенные бытовые стоки, вызывающие кожные, кишечные и глистные заболевания.

-лекарственное загрязнение

-загрязнение внутренней среды человека за счёт использования в пище нетрадиционных продуктов питания.

IV. Эстетическое загрязнение- связано с деятельностью человека, это преднамеренное или случайное изменение визуальных природных или антропогенных ландшафтов. Причинами служат: землетрясения, цунами, сели, лавины, оползни, обвалы, наводнения, смерчи, тайфуны и т. д. Эстетич. загрязнения техногенного происхождения связаны со строительной деятельностью, горнодобывающей промышленностью, сельским хозяйством и т.д.

V. Психофизическое - статические и динамические перегрузки

Рассмотрим некоторые факторы производственной среды.

2.2. Шум на производстве и методы защиты

Шум- это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности (силы), возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. Шумом принято называть звуковые колебания, выходящие за рамки звукового комфорта. Шум воспринимается ухом человека в пределах частот от 16 до 20000 Гц (ниже- инфразвук, выше-ультразвук). Шум является общебиологическим раздражителем, способным влиять на все органы и системы организма, вызывая разнообразные физиологические изменения [11].

Шумы делятся на:

- низкочастотные (до 350 Гц);
- среднечастотные (350-800 Гц);
- высокочастотные (выше 800 Гц).

Ухо человека переносит шум до 130 дБ, при 150 дБ шум для человека непереносим, шум при 180 дБ вызывает «усталость» металлических конструкций и их разрушение.

Измерение шума осуществляется двумя методами:

- по предельному спектру шума (в основном, для постоянных шумов в стандартных октавных полосах со среднегеометрическими частотами - 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 8000 Гц);

-по уровню звука в децибелах «А» шумомером (дБА), измеренного при включении корректировочной частотной характеристики «А», (для приблизительной оценки шума - средне-чувствительного слуха человека).

По **физической** природе шумы имеют следующие происхождения:

1. *механическое*, связанное с работой машин и оборудование, вследствие ударов в сочленениях, вибрации роторов и т.п.;

2. *аэродинамическое*, вызванное колебаниями в газах;

3.*гидравлическое*, связанное с колебаниями давления и гидроударами жидкостях;

4. *электромагнитное*, вызванное колебаниями элементов электромеханических устройств под действием переменного электромагнитного поля или электрических разрядов.

Источниками шума являются все виды транспорта (авто, железнодорожный, погрузчики и т.д.), промышленные предприятия и бытовое оборудование. Например: станки по механической обработке металлов, дерева, пластмасс, прессы, штамповочные машины, внутрицеховые краны, транспорт, системы вентиляции, механизированный транспорт.

Влияние шума на организм человека. Шум на производстве неблагоприятно действует на организм человека: повышает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабляет внимание работающих, увеличивает число ошибок в работе, замедляет скорость психических реакций, в результате чего снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта (автопогрузчики, мостовые краны и т. п.), что способствует возникновению несчастных случаев на производстве.

Шум оказывает вредное влияние на физическое состояние человека: угнетает центральную нервную систему (ЦНС); вызывает изменение скорости дыхания и пульса; способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни; может приводить к профессиональным заболеваниям.

Исследованиями последних лет установлено, что под влиянием шума наступают изменения в органе зрения человека (снижается устойчивость ясного видения и острота зрения, изменяется чувствительность к различным цветам и др.) и вестибулярном аппарате; нарушаются функции желудочно-кишечного тракта; повышается внутричерепное давление; происходят нарушения в обменных процессах организма и т. п.

Шум, особенно прерывистый, импульсный, ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации

Шум сокращает жизнь человека на 8-12 лет. Адаптация к шуму невозможна.

Нормируемые параметры шума на работающих местах определены ГОСТ 12.1.003-83 [11]. Они являются обязательными для всех промышленных предприятий. Для нормирования постоянных шумов применяют допустимые уровни звукового давления в восьми октавных полосах частот в зависимости от вида производственной деятельности. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» устанавливают предельно допустимые уровни (ПДУ) звука для различных зон на производстве.

Методы и средства защиты

Для уменьшения шума применяют следующие основные методы:

- устранение причин или ослабление шума в источнике возникновения;
- изменение направленности излучения и экранирование шума;

- снижение шума на пути его распространения;
- акустическая обработка помещений;
- архитектурно-планировочные и строительно-акустические методы.

Для защиты людей от воздействия шума используют средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ). Предотвращение неблагоприятного воздействия шума обеспечивается также лечебно-профилактическими и организационными мероприятиями, включающими, например, медосмотры, правильный выбор режимов труда и отдыха, сокращение времени пребывания в условиях промышленного шума.

Снижение шума непосредственно в источнике осуществляется на основе выявления конкретных причин шумов и анализа их характера. Шум технологического оборудования чаще имеет механическое и аэродинамическое происхождение. Для снижения *механического* шума предусматривают тщательное уравнивание движущихся деталей агрегатов, заменяют подшипники качения подшипниками скольжения, обеспечивают высокую точность изготовления узлов машин и их сборки, заключают в масляные ванны вибрирующие детали, заменяют металлические детали пластмассовыми. Для уменьшения уровней *аэродинамического* шума в источнике необходимо в первую очередь снижать скорость обтекания деталей воздушными и газовыми потоками и струями, а также вихреобразование путем использования обтекаемых элементов.

Большинство источников шума излучают звуковую энергию в пространстве неравномерно. Установки с направленным излучением следует ориентировать так, чтобы максимум излучаемого шума был направлен в сторону, противоположную рабочему месту или жилому дому.

Экранирование шума заключается в создании звуковой тени за экраном, располагающимся между защищаемой зоной и источником шума. Экраны наиболее эффективны для снижения шума высоких и средних частот и плохо снижают низкочастотный шум, который за счет эффекта дифракции легко огибает экраны.

В качестве экранов, защищающих рабочие места от шума обслуживаемых агрегатов, используют сплошные металлические или железобетонные щиты, облицованные со стороны источника шума звукопоглощающим материалом. Линейные размеры экрана должны превосходить линейные размеры источников шума не менее чем в 2 - 3 раза. Акустические экраны, как правило, применяются в сочетании со звукопоглощающей облицовкой помещения, так как экран снижает только прямой звук, а не отраженный.

В качестве звукоизолирующих материалов используют листы из оцинкованной стали, алюминия и его сплавов, древесноволокнистые плиты, фанеру и др. Наиболее эффективными являются панели, состоящие из чередующихся слоёв звукоизолирующих и звукопоглощающих материалов.

Для защиты персонала от шума устраивают звукоизолированные кабины наблюдения и дистанционного управления, а наиболее шумные агрегаты закрывают звукоизолирующими кожухами. Кожухи выполняют обычно из стали,

их внутренние поверхности облицовывают звукопоглощающим материалом для поглощения энергии шума внутри кожуха. Уменьшить шум в помещении можно также путём снижения уровней отраженного звука с использованием метода звукопоглощения. В этом случае обычно применяют звукопоглощающие облицовки и при необходимости штучные (объёмные) поглотители, подвешенные к потолку.

К звукопоглощающим относятся материалы, у которых коэффициент звукопоглощения (отношение интенсивностей поглощенного и падающего звуков) на средних частотах превышает 0.2. Процесс поглощения звука происходит за счёт перехода механической энергии колеблющихся частиц воздуха в тепловую энергию молекул звукопоглощающего материала, поэтому в качестве звукопоглощающих материалов используют ультратонкое стекловолокно, капроновое волокно, минеральную вату, пористые жесткие плиты.

В качестве СИЗ рабочих от шума применяют вкладыши из ваты, пропитанной воском или глицерином, или пробочки из губчатой резины, закладываемые в наружное отверстие уха, и специальные противошумы, плотно закрывающие ухо.

2.3. Вибрация на производстве и методы защиты

Вибрация- механические колебательные движения объекта, передаваемые человеческому телу или отдельным его частям при непосредственном контакте.

Вибрацию классифицируют по следующим признакам [12]:

- по способу воздействия на человека - общая и локальная;
- по источнику возникновения - *транспортная* (при движении машин), *транспортно-технологическая* (при совмещении движения с технологическим процессом, например при косьбе или обмолоте самоходным комбайном, рытье траншей экскаватором и т. п.) и *технологическая* (при работе стационарных машин, например насосных агрегатов);
- по частоте колебаний - низкочастотная (менее 22,6 Гц), среднечастотная (22,6...90 Гц) и высокочастотная (более 90 Гц);
- по характеру спектра - узко- и широкополосная;
- времени действия - постоянная и непостоянная; последнюю, в свою очередь, делят на колеблющуюся во времени, прерывистую и импульсную.

Источниками вибрации являются:

- 1) возвратно-поступательные движущиеся системы (ручные перфораторы, агрегаты виброформования, вибротрамбовки и т.п.);
- 2) неуравновешенные вращающиеся массы (ручные электрические шлифовальные машины, дрели и т.п.);
- 3) удары деталей (подшипниковые узлы);
- 4) ударный инструмент (пневматические рубильные молотки).

Вибрацию применяют на предприятиях стройиндустрий при уплотнении и укладки бетонной смеси, дроблении и сортировке инертных материалов, разгрузке и транспортировании сыпучих материалов и т.д.

Согласно ГОСТ 12.1.012-90. «Вибрационная безопасность. Общие требования» [12] вибрации делятся на общие и локальные.

Общая- передача через опорные поверхности на тело сидячего или стоячего человека.

Локальная- передается через руки человека.

Локальным вибрациям подвергаются работающие с ручным механизированным инструментом. Они вызывают спазм сосудов кисти, предплечий, нарушение снабжение конечностей кровью.

Под воздействием вибрации в организме человека наблюдается изменение в сердечно-сосудистой системе (ССС), ЦНС, наблюдается спазм сосудов, изменения в суставах, приводящие к ограничению их подвижности. Происходит нарушение функций половых органов, изменение в вестибулярном и зрительном анализаторах, появляется шум в ушах, происходит ухудшение памяти, снижается работоспособность. Вибрация вызывает у работающих раздражительность, бессонницу, головную боль, ноющие боли в руках людей, имеющих дело с вибрирующим инструментом. При длительном воздействии вибрации перестраивается костная ткань.

Длительное воздействие вибраций приводит профессиональному заболеванию - вибрационной болезни. Она выражается в нарушении многих физиологических функций человека (головокружения, расстройство координации движения, симптомы укачивания). Эффективное лечение возможно только на ранней стадии заболевания. Очень часто в организме наступают необратимые изменения, приводящие к инвалидности.

Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются: амплитуда (наибольшее отклонение от положение равновесия) A , м; частота колебаний f , Гц (число колебаний в секунду); колебательная скорость V , м/с; ускорение колебаний W , м/с²; период колебаний T , сек.

Методы и средства защиты

Для защиты от вибрации применяют следующие методы: снижение виброактивности машин; отстройка от резонансных частот; вибродемпфирование; виброизоляция; виброгашение, а также индивидуальные средства защиты.

Снижение виброактивности машин достигается изменением технологического процесса, применением машин с такими кинематическими схемами, при которых динамические процессы, вызываемые ударами, ускорениями и т. п. были бы исключены или предельно снижены. Например, заменой клепки сваркой; хорошей динамической и статической балансировкой механизмов, смазкой и чистотой обработки взаимодействующих поверхностей; применением кинематических зацеплений пониженной виброактивности, например, шевронных и косозубых зубчатых колес вместо прямозубых; заменой подшипников качения на подшипники скольжения; применением конструкционных материалов с повышенным внутренним трением.

Отстройка от резонансных частот заключается в изменении режимов работы машины и соответственно частоты возмущающей вибросилы; собственной частоты колебаний машины путем изменения жесткости системы с например установкой ребер жесткости или изменения массы системы (например путем закрепления на машине дополнительных масс).

Вибродемпфирование - это метод снижения вибрации путем усиления в конструкции процессов трения, рассеивающих колебательную энергию в результате необратимого преобразования ее в теплоту при деформациях, возникающих в материалах, из которых изготовлена конструкция. Вибродемпфирование осуществляется нанесением на вибрирующие поверхности:

- слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение,

- мягких покрытий (резина, пенопласт ПХВ-9, мастика ВД17-59, мастика «Анти-вибрит»);

- жестких покрытий (листовые пластмассы, стеклоизол, гидроизол, листы алюминия);

- применением поверхностного трения (например, прилегающих друг к другу пластин, как у рессор);

- установкой специальных демпферов.

Виброизоляция заключается в уменьшении передачи колебаний от источника к защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. Для виброизоляции чаще всего применяют виброизолирующие опоры типа упругих прокладок, пружин или их сочетания. Эффективность виброизоляторов оценивают коэффициентом передачи КП, равным отношению амплитуды виброперемещения, виброскорости, виброускорения защищаемого объекта, или действующей на него силы к соответствующему параметру источника вибрации. Виброизоляция только в том случае снижает вибрацию, когда $KП < 1$. Чем меньше КП, тем эффективнее виброизоляция.

Виброгашение (увеличение массы системы) осуществляют путем установки агрегатов на массивный фундамент. Виброгашение наиболее эффективно при средних и высоких частотах вибрации. Этот способ нашел широкое применение при установке тяжелого оборудования (молотов, прессов, вентиляторов, насосов и т. п.).

Повышение жесткости системы, например путем установки ребер жесткости. Этот способ эффективен только при низких частотах вибрации.

Профилактические меры по защите от вибраций заключаются в уменьшении их в источнике образования и на пути распространения, а также в применении индивидуальных средств защиты, проведении санитарных и организационных мероприятий.

Уменьшения вибрации в источнике возникновения достигают:

- изменением технологического процесса с изготовлением деталей из капрона, резины, текстолита, своевременным проведением профилактических мероприятий и смазочных операций;

- центрированием и балансировкой деталей;
- уменьшением зазоров в сочленениях.

Передачу колебаний на основание агрегата или конструкцию здания ослабляют посредством экранирования, что является одновременно средством борьбы и с шумом.

Если методы коллективной защиты не дают результата или их нерационально применять, то используют СИЗ. В качестве средств защиты от вибрации при работе с механизированным инструментом применяют антивибрационные рукавицы и специальную обувь. Антивибрационные полусапоги имеют многослойную резиновую подошву.

Длительность работы с вибрирующим инструментом не должна превышать 2/3 рабочей смены. Операции распределяют между работниками так, чтобы продолжительность непрерывного действия вибрации, включая микропаузы, не превышала 15...20 мин. Рекомендуется делать перерывы на 20 мин через 1...2ч после начала смены и на 30 мин через 2 ч после обеда.

2.4. Производственные излучения и защита от них

К производственным излучениям относятся: лазерные, инфракрасные, ультрафиолетовые, ионизирующие излучения, электромагнитные волны. Всеизлучения представляют огромную опасность для здоровья человека, вызывая изменения в организме [13,15,17,19].

Защита от электромагнитных полей

К ЭМП промышленной частоты относятся линии электропередач (ЛЭП) напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автомата, измерительные приборы. Они являются источниками электрических и магнитных полей промышленной частоты (50 Гц).

Электромагнитное поле (ЭМП) - физическое поле движущихся электрических зарядов, в котором осуществляется взаимодействие между ними. Частные проявления ЭМП - электрическое и магнитное поля. Поскольку изменяющиеся электрическое и магнитное поля порождают в соседних точках пространства соответственно магнитное и электрическое поля, эти оба связанных между собой поля распространяются в виде единого ЭМП. ЭМП характеризуются частотой колебаний f (или периодом $T = 1/f$), амплитудой E (или H) и фазой, определяющей состоянии волнового процесса в каждый момент времени. Частоту колебаний выражают в герцах (Гц), килогерцах ($1 \text{ кГц} = 10^3 \text{ Гц}$), мегагерцах ($1 \text{ МГц} = 10^6 \text{ Гц}$) и гигагерцах ($1 \text{ ГГц} = 10^9 \text{ Гц}$).

Для защиты человека были разработаны специальные санитарные нормы [13] (ГОСТ 12.1.006-84 регламентирует воздействие электромагнитных излучений на человека), в том числе и те, которые запрещают строительство жилых и прочих объектов вблизи сильных источников излучения. Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляют по предельно допустимым уровням

напряженности электрического и магнитного полей частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем и регламентируются «Санитарными нормами и правилами выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты» № 5802-91 и Сан ПиН 2.2.4.723-98 [17] по переменному магнитному полю частоты (50 Гц) в производственных условиях.

ЭМП оказывают воздействие на иммунную, нервную, эндокринную и половую систему.

Иммунная система уменьшает выброс в кровь специальных ферментов, выполняющих защитную функцию, происходит ослабление системы клеточного иммунитета.

Эндокринная система начинает выбрасывать в кровь большее количество адреналина, как следствие, возрастает нагрузка на ССС организма. Происходит сгущение крови, в результате чего клетки недополучают кислород.

Изменения в *нервной* системе видны невооруженным глазом. Признаками расстройства являются раздражительность, быстрая утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна, общая напряженность, люди становятся суетливыми.

Способы и средства защиты

Защита ведется в трех направлениях: проведение организационных и инженерно-технических мероприятий.

К *организационным* мероприятиям по защите от действия ЭМП относятся:

- выбор режимов работы излучающего оборудования, обеспечивающего уровень излучения, не превышающий предельно допустимый;
- ограничение места и времени нахождения в зоне действия ЭМП (защита расстоянием и временем);
- обозначение и ограждение зон с повышенным уровнем ЭМП;
- использование СИЗ (спецодежда, очки, шлемы).

К *инженерно-техническим* защитным мероприятиям относятся:

- рациональное размещение оборудования;
- экранирования электромагнитных полей непосредственно в местах пребывания человека либо на мероприятиях по ограничению эмиссионных параметров источника поля.

Для экранирования смотровых окон, окон помещений, застекления потолочных фонарей, перегородок применяется металлизированное стекло, обладающее экранирующими свойствами. Такое свойство стеклу придает тонкая прозрачная пленка либо окислов металлов, чаще всего олова, либо металлов - медь, никель, серебро и их сочетания.

Они по своему назначению экраны делятся:

1. Экраны-контейнеры, в которых помещают радиоактивные аппараты;
2. Экраны для оборудования (Оборудование полностью окружают экранами);

3. Передвижные защитные экраны. Применяются для защиты рабочего места на различных участках рабочей зоны;

4. Защитные экраны как часть строительной конструкции :: перекрытия полов и потолков, двери и т.д.);

5. Экран индивидуальные (Щиток из оргстекла).

По принципу действия экраны делятся:

1. На теплоотражающие: 2. Теплопроводящие.

В зависимости от возможности наблюдения за рабочим процессом экраны делятся на:

1. непрозрачные;

2. полупрозрачные (металлические сетки с размером ячейки 3-3,5 мм, цепные завесы, армированное стальной сеткой стекло);

3. прозрачные (силикатное, кварцевое, органическое стекло).

Защита от инфракрасного (ИКИ) излучения

ИКИ-инфракрасное излучение- это тепловое излучение.

подавляющее большинство производственных процессов сопровождается выделением инфракрасного (теплого) излучения как оборудованием, так и материалами. Находясь вблизи нагретых материалов, поверхностей оборудования, аппаратов, трубопроводов, пламени, человек подвергается воздействию ИКИ. Из-за его поглощения повышается не только температура человеческого тела, но и конструкции помещений (пол, стены, перекрытия), оборудования, инструмента. В результате может резко повыситься температура воздуха внутри помещения, что значительно ухудшит микроклимат рабочей зоны. Кроме того, воздействие ИКИ сопровождается морфологическими и функциональными изменениями в организме человека.

По физической природе ИКИ представляет собой поток материальных частиц обладающих волновыми и квантовыми свойствами. Они представляют собой периодические электромагнитные колебания и в то же время являются потоком квантовых фотонов. ИКИ охватывают область спектра с длиной волны, лежащей в пределах от 760 нм до 540 мкм. Энергии кванта лежит в пределах 0,0125-1,25 эВ.

Эффект теплового действия ИКИ на человека зависит от длины волны, которая обуславливает глубину их проникновения. В связи с этим инфракрасное излучение (согласно классификации Международной комиссии по освещению) подразделяется на три области: А, В и С.

К области А относятся излучения с длиной волны (в мкм) 0,76-1,4, к области В от 1,4 - 3 мкм, и к области С - более 3 мкм. Первая обладает большой проникаемостью через кожу и обозначается как коротковолновое инфракрасное излучение, а остальные - как длинноволновое, которое большей частью поглощается в эпидермисе.

Влияние на организм человека

Инфракрасные излучения влияют на функциональное состояние ЦНС, ССС, (учащение пульса, повышается максимальное и понижается минимальное артериальное давление, учащается дыхание, повышается температура тела, усиливается потоотделение), приводят к повышению сердечно-сосудистых заболеваний и органов пищеварения. Кроме того, поглощение длинноволнового инфракрасного излучения слезной жидкостью и поверхностью роговицы глаз оказывает на них тепловое действие, а интенсивное поглощение хрусталиком коротковолнового излучения является причиной катаракты. Эти воздействия могут вызывать ряд других патологических изменений: конъюнктивиты, помутнение роговицы, спазм зрачков, помутнение хрусталика.

Интенсивное воздействие коротковолновых инфракрасных излучений может вызвать солнечный удар, т.е. головную боль, головокружение, учащение пульса, ускорение дыхания, затмение и потерю сознания, нарушение координации движений, тяжелое поражение мозговых оболочек и мозговых тканей вплоть до выраженного менингита и энцефалита.

При длительном пребывании человека в зоне теплового лучистого потока, как и при систематическом воздействии высокой температуры, происходит резкое нарушение теплового баланса в организме. Нарушается работа терморегулирующего аппарата, усиливается деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, усиливается потоотделение, происходят потери нужных организму солей.

При систематических перегревах отмечается повышенная восприимчивость к простудным заболеваниям. Наблюдается снижение внимания, резко повышается утомляемость.

Таким образом, тепловое излучение воздействует на организм человека, нарушая его нормальную деятельность, вызывая серьезные осложнения. На непостоянных рабочих местах при стабильных источниках целесообразно замерять интенсивность излучения на разных расстояниях от источника излучения с одинаковыми интервалами и определять продолжительность облучения рабочих. Поскольку инфракрасное излучение нагревает окружающие поверхности, создавая вторичные источники, которые выделяют тепло, то необходимо измерять интенсивность излучения не только на постоянных рабочих местах или в рабочей зоне, но и в нейтральных точках и других местах помещения. Суммарная допустимая интенсивность излучения не должна превышать 350 Вт/м².

Нормирование ИК-излучения осуществляется по интенсивности допустимых интегральных потоков излучения с учетом спектрального состава, размера облучаемой площади, защитных свойств спецодежды в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 и Санитарными правилами и нормами СН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Снижение интенсивности излучений это:

1. Устройство защитных экранов, покрытых теплоизоляционными материалами;

2. Водяные и воздушные завесы;
3. Укрытие поверхностей нагревательных печей полыми экранами с циркулирующей в них водой.

Защита от ультрафиолетового излучения (УФИ)

Электромагнитное излучение в оптической области, примыкающее со стороны коротких волн к видимому свету и имеющее длины волн в диапазоне 200...400 нм, называют ультрафиолетовым излучением (УФИ).

Влияние его на человека оценивают эритемным действием (покраснение кожи, приводящее через 48 ч к ее пигментации -- загару). УФИ, составляющее около 5% плотности потока солнечного излучения. Под действием УФ - излучений наблюдается более интенсивное выведение химических веществ (марганца, ртути, свинца организма и уменьшение их токсического действия. Однако при длительном воздействии больших доз УФИ могут наступить серьезные поражения глаз и кожи. В частности, это может привести к развитию рака кожи, кератитов (воспалений роговицы) и помутнению хрусталика глаз (фотокератита, который характеризуется скрытым периодом от 0,5 до 24 ч). Ультрафиолетовое излучение *искусственных* источников (например, электросварочных дуг) может стать причиной острых и хронических профессиональных заболеваний.

Снижение интенсивности облучения УФИ достигается:

1. защитой расстоянием;
2. экранированием источников излучения;
3. экранирование рабочих мест;
4. СИЗ. Для защиты используют изготовленную из тканей (поплина и др.) специальную одежду, а также очки с защитными стеклами. Полную защиту от УФИ всех волн обеспечивает флинтглас (стекло, содержащее окись свинца) толщиной 2 мм.;
5. специальной окраской помещения.

Защита расстоянием сводится к удалению обслуживающего персонала от источника УФИ. Экранирование источников излучения- в качестве материалов экрана используют различные материалы и светофильтры, не пропускающие или снижающие интенсивность излучения. Защита окружающих от действия излучений -рабочие места ограждают специальными ширмами, щитками, кабинами. Стены в цехах окрашивают в светлые тона с добавлением в краску оксида цинка. К СИЗ- брюки, рукавицы, фартуки из спец. Тканей, очки. Для защиты кожи применяют мазь содержащую салол, салицилово-этиловый эфир и т.п.

Гигиеническое нормирование [15] УФИ в производственных помещениях осуществляется по СН 4557-88, которые устанавливают допустимые плотности потока излучения в зависимости от длины волн при условии защиты органов зрения и кожи.

Защита от лазерного излучения (ЛИ)

(ЛИ) представляет собой особый вид электромагнитного излучения, генерируемого в диапазоне длин волн 0,1... 1000 мкм.

Лазерное излучение - направленный пучок электромагнитного излучения оптического диапазона, испускаемый техническим устройством оптическим квантовым генератором — лазером.

Лазеры получили широкое применение в научных исследованиях (физика, химия, биология и др.), в практической медицине (хирургия, офтальмология и др.), а также в технике (связи, локации, измерительная техника, география), при исследовании внутренней структуры вещества, разделении протонов, термоядерном синтезе, термообработке, сварке, при изготовлении отверстий малого диаметра, при обработке материалов (пайка, резка, точечная сварка, сверление отверстий в сверхтвердых материалах, дефектоскопия и др.). Области применения лазера определяются энергией используемого лазерного излучения

Влияние лазерного излучения на организм человека

Под воздействием лазерного излучения нарушается жизнедеятельность как отдельных органов, так и организма в целом. В настоящее время установлено специфическое действие лазерных излучений на биологические объекты, отличающееся от действия других опасных производственных физических и химических факторов. При воздействии лазерного излучения на сплошную биологическую структуру (например, на организм человека) различают три стадии: физическую, физико-химическую и химическую.

На первой стадии (физической) происходит нагревание вещества, преобразование энергии электромагнитного излучения в механические колебания, ионизация атомов и молекул, возбуждение и переход электронов с валентных уровней в зону проводимости, рекомбинация возбужденных атомов и др. При воздействии непрерывного лазерного излучения преобладает в основном тепловой механизм действия, в результате которого происходит свертывание белка, а при больших мощностях - испарение биоткани. При импульсном режиме (с длительностью импульсов меньше 10 с.) механизм взаимодействия становится сплошным и приводит к преобразованию излучения в энергию механических колебаний среды, в частности ударной волны. При мощности излучения свыше 10 Вт и высокой степени фокусировки лазерного луча возможно возникновение ионизирующих излучений.

На второй стадии (физико-химической) из ионов и возбужденных молекул образуются свободные радикалы, обладающие высокой способностью к химическим реакциям.

На третьей стадии (химической) свободные радикалы реагируют с молекулами веществ, входящих в состав живой ткани, и при этом возникают те молекулярные повреждения, которые в дальнейшем определяют общую картину воздействия лазерного излучения на облучаемую ткань и организм в целом.

Эффекты воздействия определяются механизмом взаимодействия ЛИ с тканями (тепловой, фотохимический, ударно-акустический и др.) и зависят от

длины волны излучения, длительности импульса (воздействия), частоты следования импульсов, площади излучаемого участка, биологических и физико-химических особенностей облучаемых тканей и органов. Гигиеническая регламентация ЛИ производится по Санитарным нормам и правилам устройства и эксплуатации лазеров- СН 5804-91.

ЛИ вызывают в биологической ткани ряд эффектов: тепловой, ударный, светового давления, образование в пределах клетки микроволнового электрического поля.

ЛИ представляет опасность для тех тканей, которые непосредственно поглощают излучение (глаза, кожа).

Методы защиты от лазерного излучения

Методы подразделяются на организационные, инженерно-технические, планировочные и средства индивидуальной защиты.

Организационные методы защиты направлены на правильную организацию работ, исключая попадание людей в опасные зоны при работе на лазерных установках.

К работе с лазерами допускаются только специально обученные лица, прошедшие предварительный медицинский отбор, проверку знания инструкции по проведению работ, предотвращению и ликвидации аварий. Доступ в помещение лазерных установок разрешен только лицам, непосредственно на них работающим. Подсобный персонал должен быть размещен вне этих помещений. Опасная зона должна быть четко обозначена и ограждена стойкими непрозрачными экранами. Обязателен постоянный контроль работ и наблюдение за медицинским состоянием персонала.

Инженерно-технические методы защиты предусматривают создание безопасных лазерных установок путем уменьшения мощности применяемого лазера и надежной экранировкой лазерной установки. Правильная планировка лаборатории позволяет использовать расстояние и направленность излучения.

Для лазерных установок отводятся специально оборудованные помещения. Установку размещают так, чтобы луч лазера был направлен на капитальную неотражающую огнестойкую стену. Все поверхности в помещении окрашиваются в цвета с малым коэффициентом отражения. Не должно быть поверхностей (в том числе и деталей оборудования), обладающих блескостью, способных отражать падающие на них лучи. Освещение (общее и местное) в этих помещениях должно быть обильным, чтобы зрачок глаза всегда имел минимальные размеры. Никакие работы не должны производиться при недостаточном освещении.

Важно автоматизировать и сделать дистанционным управление и наблюдение за работой установок. Полезно применить автоматическую сигнализацию и блокировку. Генератор и лампу накачки помещают в светонепроницаемую камеру. Лампа накачки снабжается блокировкой, запрещающей вспышку при открытом экране.

В качестве СИЗ применяют защитные очки со светофильтрами типов: СЗС-22 (ГОСТ 9411-66) - для защиты от излучений с длинами волн 0,69-1,06 мкм, ОС-14 - с длинами волн 0,49-0,53 мкм. Иногда защитные очки монтируют в маску, защищающую лицо. Для защиты кожи рук и тела применяют перчатки и халат.

Защита от ионизирующих излучений ИИ

Ионизирующим излучением называют излучения, взаимодействие которых со средой приводит к образованию электрических зарядов различных знаков. Источники этих излучений широко используются в технике, химии, медицине, сельском хозяйстве и других областях, например при измерении плотности почв, обнаружении течей в газопроводах, измерении толщины листов, труб и стержней, антистатической обработке тканей, полимеризации пластмасс, радиационной терапии злокачественных опухолей и др. Однако следует помнить, что источники ионизирующего излучения представляют существенную угрозу здоровью и жизни использующих их людей.

Ионизирующее излучение (ИИ)- такое излучение, которым обладают радиоактивные вещества. Под влиянием ионизирующих излучений у человека возникает лучевая болезнь.

Ионизирующее излучение -это явление, связанное с радиоактивностью. *Радиоактивность*- самопроизвольное превращение ядер атомов одних элементов в другие, сопровождающиеся испусканием ионизирующих излучений. В зависимости от периода полураспада (полураспад-это время, в течение которого распадается половина всех атомов данного радиоактивного изотопа) различают *короткоживущие* изотопы, период полураспада которых исчисляется долями секунды, минуты, часами, сутками и *долгоживущие* изотопы, период полураспада которых от нескольких месяцев до миллиардов лет.

Существует два вида ионизирующих излучений:

1. *корпускулярное*, состоящее из частиц с массой покоя, отличной от нуля (альфа- и бета-излучение и нейтронное излучение);
2. *электромагнитное* (гамма-излучение и рентгеновское) с очень малой длиной волны.

Альфа-излучение представляет собой поток ядер гелия, обладающих большой скоростью. Эти ядра имеют массу 4 и заряд +2. Они образуются при радиоактивном распаде ядер или при ядерных реакциях. В настоящее время известно более 120 искусственных и естественных альфа-радиоактивных ядер, которые, испуская альфа-частицу, теряют 2 протона и 2 нейтрона.

Энергия альфа-частиц не превышает нескольких МэВ (мега-электрон-вольт). Излучаемые альфа-частицы движутся практически прямолинейно со скоростью примерно 20000 км/с.

Под длиной пробега частицы в воздухе или других средах принято называть наибольшее расстояние от источника излучения, при котором еще можно обнаружить частицу до ее поглощения веществом. Длина пробега частицы за-

висит от заряда, массы, начальной энергии и среды, в которой происходит движение. С возрастанием начальной энергии частицы и уменьшением плотности среды длина пробега увеличивается. Если начальная энергия излучаемых частиц одинакова, то тяжелые частицы обладают меньшими скоростями, чем легкие. Если частицы движутся медленно, то их взаимодействие с атомами вещества среды более эффективно и частицы быстрее растрачивают имеющийся у них запас энергии.

Бета-излучение представляет собой поток электронов или позитронов, возникающих при радиоактивном распаде. В настоящее время известно около 900 бета - радиоактивных изотопов.

Масса бета - частиц в несколько десятков тысяч раз меньше массы альфа-частиц. В зависимости от природы источника бета - излучений скорость этих частиц может лежать в пределах 0,3 - 0,99 скорости света. Энергия бета-частиц не превышает нескольких МэВ, длина пробега в воздухе составляет приблизительно 1800 см., а в мягких тканях человеческого тела $\sim 2,5$ см. Проникающая способность бета-частиц, выше, чем альфа-частиц (из-за меньших массы и заряда).

Нейтронное излучение представляет собой поток ядерных частиц, не имеющих электрического заряда. Масса нейтрона приблизительно в 4 раза меньше массы альфа-частиц. В зависимости от энергии различают *медленные* нейтроны (с энергией менее 1 КэВ (кило-электрон-Вольт) = 103 эВ), *нейтроны промежуточных энергий* (от 1 до 500 КэВ) и *быстрые* нейтроны (от 500 КэВ до 20 МэВ). При неупругом взаимодействии нейтронов с ядрами атомов среды возникает вторичное излучение, состоящее из заряженных частиц и гамма - квантов (гамма-излучение). При упругих взаимодействиях нейтронов с ядрами может наблюдаться обычная ионизация вещества. Проникающая способность нейтронов зависит от их энергии, но она существенно выше, чем у альфа- или бета-частиц. Нейтронное излучение обладает высокой проникающей способностью и представляет для человека наибольшую опасность из всех видов корпускулярного излучения. Мощность нейтронного потока измеряется плотность потока нейтронов.

Гамма-излучение представляет собой электромагнитное излучение с высокой энергией и с малой длиной волны. Оно испускается при ядерных превращениях или взаимодействии частиц. Высокая энергия (0,01 - 3 МэВ) и малая длина волны обуславливает большую проникающую способность гамма-излучения. Гамма-лучи не отклоняются в электрических и магнитных полях. Это излучение обладает меньшей ионизирующей способностью, чем альфа- и бета-излучение.

Рентгеновское излучение может быть получено в специальных рентгеновских трубах, в ускорителях электронов, в среде, окружающей источник бета - излучения, и др. Рентгеновское излучение представляет собой один из видов электромагнитного излучения. Энергия его обычно не превышает 1 МэВ. Рент-

геновское излучение, как и гамма-излучение, обладает малой ионизирующей способностью и большой глубиной проникновения.

Влияния ИИ на организм человека

Альфа-частицы, проходя через вещество и сталкиваясь с атомами, ионизируют (заряжают) их, выбивая электроны. В редких случаях эти частицы поглощаются ядрами атомов, переводя их в состояние с большей энергией. Эта избыточная энергия способствует протеканию различных химических реакций, которые без облучения не идут или идут очень медленно. Альфа-излучение производит сильное действие на органические вещества, из которых состоит человеческий организм (жиры, белки и углеводы). На слизистых оболочках это излучение вызывает ожоги и другие воспалительные процессы.

Под действием *бета - излучений* происходит радиолиз (разложение) воды, содержащейся в биологических тканях, с образованием водорода, кислорода, пероксида водорода H_2O_2 , заряженных частиц (ионов) OH^- и HO_2^- . Продукты разложения воды обладают окислительными свойствами и вызывают разрушение многих органических веществ, из которых состоят ткани человеческого организма.

Действие *гамма - и рентгеновского излучений* на биологические ткани обусловлено в основном образующимися свободными электронами. Нейтроны, проходя через вещество, производят в нем наиболее сильные изменения по сравнению с другими ионизирующими излучениями.

Таким образом, биологическое действие ионизирующих излучений сводится к изменению структуры или разрушению различных органических веществ (молекул), из которых состоит организм человека. Это приводит к нарушению биохимических процессов, протекающих в клетках, или даже к их гибели, в результате чего происходит поражение организма в целом.

Различают *внешнее и внутреннее* облучение организма. Под *внешним* облучением понимают воздействие на организм ионизирующих излучений от внешних по отношению к нему источников. *Внутреннее* облучение осуществляется радиоактивными веществами, попавшими внутрь организма через дыхательные органы, желудочно-кишечный тракт или через кожные покровы. Источники внешнего излучения - космические лучи, естественные радиоактивные источники, находящиеся в атмосфере, воде, почве, продуктах питания и др., источники альфа-, бета-, гамма, рентгеновского и нейтронного излучений, используемые в технике и медицине, ускорители заряженных частиц, ядерные реакторы (в том числе и аварии на ядерных реакторах) и ряд других.

Радиоактивные вещества, вызывающие внутреннее облучение организма, попадают в него при приеме пищи, курении, питье загрязненной воды. Поступление радиоактивных веществ в человеческий организм через кожу происходит в редких случаях (если кожа имеет повреждения или открытые раны). Внутреннее облучение организма длится до тех пор, пока радиоактивное вещество не распадется или не будет выведено из организма в результате процессов физио-

логического обмена. Внутреннее облучение опасно тем, что вызывает длительно незаживающие язвы различных органов и злокачественные опухоли.

При работе с радиоактивными веществами значительному облучению подвергаются руки операторов. Под действием ионизирующих излучений развивается хроническое или острое (лучевой ожог) поражение кожи рук. Хроническое поражение характеризуется сухостью кожи, появлением на ней трещин, изъязвлением и другими симптомами. При остром поражении кистей рук возникают отеки, омертвление тканей, язвы, на месте образования которых возможно развитие злокачественных опухолей.

Под влиянием ионизирующих излучений у человека возникает лучевая болезнь. Различают три степени ее: первая (легкая), вторая и третья (тяжелая).

Симптомами лучевой болезни *первой* степени являются слабость, головные боли, нарушение сна и аппетита, которые усиливаются на *второй* стадии заболевания, но к ним дополнительно присоединяются нарушения в деятельности ССС, изменяется обмен веществ и состав крови, происходит расстройство пищеварительных органов. На *третьей* стадии болезни наблюдаются кровоизлияния, выпадение волос, нарушается деятельность ЦНС и половых желез. У людей, перенесших лучевую болезнь, повышается вероятность развития злокачественных опухолей и заболеваний кроветворных органов. Лучевая болезнь в острой (тяжелой) форме развивается в результате облучения организма большими дозами ионизирующих излучений за короткий промежуток времени. Опасно воздействие на организм человека и малых доз радиации, так как при этом могут произойти нарушения наследственной информации человеческого организма, возникнуть мутации.

Лучевая болезнь:

-средней тяжести возникает при дозе 2,5-4,0 Грей (Гр)-наблюдается тошнота, рвота, появляются подкожные кровоизлияния, в 20% случаев возможен смертельный исход, смерть наступает на 2-6 неделе после облучения;

-тяжелая форма развивается при дозе 4-6 Гр. Приводит к 50% смертельных случаев;

-смертельная доза свыше 6 Гр- развивается крайне тяжелая форма лучевой болезни- почти в 100%) случаев смертельный исход.

Степень воздействия радиации зависит от того является облучение внешним или внутренним (т.е. при попадании радиоактивного изотопа внутрь организма).

Гигиеническая регламентация ионизирующего излучения осуществляется Нормами радиационной безопасности (НРБ-2000) [20] применяются для обеспечения безопасности человека в условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.

Методы и средства защиты

Все работы с радионуклеидами подразделяются на 2 вида: на работу с открытыми и закрытыми источниками.

Для защиты стационарных установок от ионизирующих и изолируют в отдельных помещениях. В этом случае стены, потолок, полы, смотровые окна изготавливают из защитных материалов. Защиту от источников излучения выполняют в виде защитных кожухов, экранов, ширм из свинца, стали и т.д.

Способы защиты персонала при работе с открытыми источниками следующие:

1. Уменьшение мощности источников до минимальных величин (защита количеством);
2. Герметизация производственного оборудования, с целью изоляции процессов, являющихся источниками поступления радиоактивных веществ;
3. Мероприятия планировочного характера (планировка помещения);
4. Применение санитарно-гигиенических устройств и оборудования, использование спец. защитных материалов;
5. Сокращение времени работы с источником (защита временем);
6. Увеличение расстояния от источника (защита расстоянием);
7. Экранирование источников излучения материалами, поглощающими ИИ (защита экранами);
8. СИЗ- обязательно после работы проводить дезактивацию (очистка) кожи, одежды и проведение дозиметрического контроля.

2.5. Вредные химические вещества (ВХВ)

Вредное химическое вещество-вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требования безопасности может вызвать заболевания или отклонения в организме человека.

Вредные вещества в промышленности могут входить в состав сырьевых материалов, конечных, побочных или промежуточных продуктов того или иного производства. Они могут быть трех видов: твердые, жидкие и газообразные. Возможно образование пыли этих веществ, паров и газов.

ВХВ могут проникнуть в организм человека через органы дыхания, пищеварения, кожу. Через дыхательные пути попадают пары, газо- и пылеобразные вещества, через кожу - преимущественно жидкие вещества. В желудочно-кишечный тракт вредные вещества попадают при заглатывании их, или при внесении в рот загрязненными руками.

Жидкие вредные вещества чаще всего просачиваются через неплотности в аппаратуре, коммуникациях, разбрызгиваются при открытом сливе их из одной емкости в другую. При этом они могут попасть непосредственно на кожный покров работающих и оказывать соответствующее неблагоприятное действие, а кроме того, загрязнять окружающие наружные поверхности оборудования и ограждений, которые становятся открытыми источниками их испарения. При подобном загрязнении создаются большие поверхности испарения вредных веществ, что приводит к быстрому насыщению воздуха парами и образованию высоких концентраций. Наиболее частыми причинами просачивания жидкостей из аппаратуры и коммуникаций являются разъедание ими прокладок

во фланцевых соединениях, неплотно притертые краны и вентили, недостаточно уплотненные сальники, коррозия металла и т. п.

Если жидкие вещества находятся в открытых емкостях, с их поверхности также происходит испарение и вселение образующихся паров в воздух рабочих помещений; чем больше открытая поверхность жидкости, тем больше она испаряется.

В том случае, когда жидкость частично заполняет закрытую емкость, образующиеся пары насыщают до предела незаполненное пространство этой емкости, создавая в нем весьма высокие концентрации. При наличии неплотностей в данной емкости концентрированные пары могут проникать в атмосферу цеха и загрязнять ее. Выход паров увеличивается, если емкость находится под давлением. Массивные выделения паров происходят также в момент заполнения емкости жидкостью, когда заливаемая жидкость вытесняет из емкости скопившиеся концентрированные пары, которые через открытую часть или неплотности поступают в цех (если закрытая емкость не оборудована специальным воздушным выводом за пределы цеха). Выделение паров из закрытых емкостей с вредными жидкостями происходит при открывании крышек или люков для наблюдения за ходом процесса, перемешивания или загрузки дополнительных материалов, взятия проб и т. п.

Если газообразные вредные вещества используются как сырьевые материалы или получаются как готовые или промежуточные продукты, они, как правило, выделяются в воздух рабочих помещений только через случайные неплотности в коммуникациях и аппаратуре (так как при наличии их в аппаратах последние не могут открываться даже на короткое время).

Источником выделения вредных веществ всех трех видов (аэрозоля, паробразных и газа) часто являются различные нагревательные устройства: сушила, нагревательные, обжиговые и плавильные печи и т. н. Вредные вещества в них образуются вследствие сгорания и термического разложения некоторых продуктов. Выделение их в воздух происходит через рабочие проемы этих печей и сушил, неплотности их кладки (прогары) и от удаляемого из них нагретого материала (расплавленного шлака или металла, высушенных изделий или обожженного материала и т. п.).

Вещества, хорошо растворимые в жирах и липоидах, могут проникать в кровь через неповрежденную кожу. Сильное отравление вызывают вещества, обладающие повышенной токсичностью, жгучестью, быстрой растворимостью. К таким можно отнести, например, нитро- и аминопродукты, ароматические углеводороды, тетраэтилсвинец, метиловый спирт и т. д.

Токсические вещества в организме распределяются неравномерно, причем некоторые из них способны к накоплению в определенных тканях.

Здесь особо можно выделить электролиты, многие из которых весьма быстро исчезают из крови и сосредоточиваются в основном в органах. Свинец накапливается, в основном, в костях, марганец - в печени, ртуть - в почках и

толстой кишке. Естественно, что особенность распределения ядов может, в какой-то мере отражаться на их дальнейшей судьбе в организме.

Токсическое действие отдельных вредных веществ может проявляться в виде вторичных поражений, например, колиты при мышьяковых и ртутных отравлениях, стоматиты при отравлениях свинцом и ртутью и т.д.

Опасность вредных веществ для человека во многом определяется их химической структурой и физико-химическими свойствами.

Условия среды могут либо усиливать, либо ослаблять действие.

Так, при повышенной температуре воздуха опасность отравления повышается; отравления амидо- и нитро- соединением бензола, например, летом бывает чаще, чем зимой. Высокая температура влияет и на текучесть газа, скорость испарения и т.д. Установлено, что влажность воздуха усиливает токсичность некоторых ядов (соляная кислота, фтористый водород).

Большинство промышленных ядов вызывает как острые, так хронические отравления. Однако, некоторые токсические вещества обычно обуславливают развитие преимущественно второй (хронической) фазы отравлений (свинец, ртуть).

По токсическому (вредному) эффекту воздействия на организм человека вещества разделяют на группы:

1. *Общетоксические* химические вещества (углеводороды, спирты, сероводород, соли ртути, оксид углерода и т.п.)- Они вызывают расстройства нервной системы, мышечные судороги, влияют на кроветворные органы.

2. *Раздражающие* вещества (хлор, аммиак, диоксид серы, оксиды азота и др.). Они воздействуют на слизистые оболочки, верхние и глубокие дыхательные пути.

3. *Сенсибилизирующие* вещества, действующие как аллергены (альдегиды, растворители и лаки на основе нитросоединений). Повышают чувствительность организма к химическим веществам.

4. *Канцерогенные* вещества (бензапирен, асбест, ароматические амины и т.д.). Вызывают развитие всех раковых заболеваний.

5. *Мутагенные* вещества (окись этилена, хлорированные углеводороды, соединения свинца, ртути и др). Оказывают воздействия на половые клетки, что сказывается на последующем поколении.

6. *Химические* вещества, влияющие на репродуктивную функцию человека (борная кислота, аммиак, марганец, никотин и т.д.). Вызывают возникновение врожденных пороков.

Три последних вида воздействия вредных веществ – канцерогенное, мутагенное, влияние на репродуктивную функцию, а также ускорение процесса старения сердечно-сосудистой системы относят к отдельным последствиям влияния химических соединений на организм. Это специфическое действие, которое появляется в отдаленные периоды, спустя годы и даже десятилетия. Отмечается появление различных эффектов и в последующих поколениях.

Защита от вредных веществ

- контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- использование СИЗ;
- нормальное функционирование систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, очистки выбросов в атмосферу;

2.6. Защита от производственной пыли

Производственная пыль-это широко распространенный неблагоприятный фактор, оказывающих негативное влияние на организм. Целый ряд технологических процессов сопровождается образованием мелкораздробленных частиц твердого вещества (пыль). Высокие концентрации пыли характерны для горнодобывающей промышленности, машиностроения, металлургии, текстильной промышленности, сельского хозяйства [29,30,31].

Пыль- это мелкодисперсные частицы твердых веществ, которые находятся в воздухе во взвешенном состоянии. В зависимости от размеров пылевые частицы подразделяются на макроскопические, или видимые (более 10 мкм), микроскопические (0,1-10-мкм), различаемые под микроскопом и ультраскопические (менее 0,1 мкм), обнаруживаемые только электронным микроскопом.

Пыль может оказывать на человека фиброгенное воздействие, при котором в легких происходит разрастание соединительных тканей, которое нарушает нормальное строение и функцию органа. Вредность производственной пыли обусловлена ее способностью вызывать профессиональные заболевания легких, в первую очередь пневмокониозы.

Существенное значение имеют также индивидуальные особенности организма человека. В связи с этим для работников, которые работают во вредных условиях проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (1 раз на 3, 6, 12 и 24 месяца, в зависимости от токсичности веществ) медицинские осмотры.

Все виды производственной пыли подразделяются на органические, неорганические и смешанные. *Органические* подразделяются на пыль естественного происхождения (древесная, хлопковая, льняная, шерстяная) и искусственного (пыль пластмасс, резины, смол). *Неорганическая* подразделяется на металлическую (железная, цинковая, алюминиевая). Ик минеральную (кварцевая, цементная, асбестовая). К смешанным видам пыли относят каменноугольную пыль, содержащую частицы угля, кварца и силикатов, а так же пыли, образующиеся в химических и других производствах.

Влияние на организм

Влияние пыли на организм человека может стать причиной заболеваний. Различают специфические (пневмокониозы-болезнь легких, аллергические болезни) и неспецифические (хронические заболевай органов дыхания, заболевание глаз и кожи).Пыль оказывает влияет на верхние дыхательные пути, проникает в кожу и в отверстия сальных и потовых желез, вызывая воспалительные

процессы, язвенные дерматиты и экземы. Влияет на зрение, вызвать возникновение конъюнктивитов.

Защита от производственной пыли

Мероприятия и средства предупреждения загрязнения воздушной среды на производстве и защиты работающих включают:

- гигиеническое нормирование;
- усовершенствование технологических процессов и оборудования;
- автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами и оборудованием, исключающие непосредственный контакт работающих с пылью;
- герметизация производственного оборудования, работа технологического оборудования в вентилируемых укрытиях, локализация вредных выделений за счет местной вентиляции, аспирационных установок;
- нормальное функционирование систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, очистки выбросов в атмосферу;
- замена порошкообразных продуктов пастами, брикетами, растворами;
- смачивание порошкообразных продуктов при транспортировке (душевание);
- переход с твердого топлива на газообразное или электроподогрев;
- применение СИЗ (очков, противогазов, респираторов, спецодежды);
- предварительные и периодические медицинские осмотры работающих, во вредных условиях, профилактическое питание, соблюдение правил личной гигиены;
- контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны;

2.7. Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность. Между организмом и окружающей средой происходит постоянный процесс теплообмена, при котором вырабатываемая организмом человека теплота передается в окружающую среду. Основную роль в этом играет терморегуляция человека, которая регулирует теплообмен организма и поддерживает температуру тела человека в пределах 36 °С. На процесс теплообмена оказывает влияние микроклимат. Он характеризуется влажностью воздуха, температурой и скоростью движения воздуха [16].

Длительное воздействие на человека неблагоприятных условий: 1. Резко ухудшает его самочувствие; 2. Снижает трудоспособность; 3. Приводит к заболеванию.

Отдача теплоты организмом человека во внешнюю среду происходит тремя основными способами (путями): конвекцией, излучением и испарением. Температура воздуха- степень его нагретости, выраженная в градусах. Например, понижение температуры и повышении скорости воздуха способствуют

усилению процессу теплоотдачи при испарении пота, что приводит к переохлаждению организма. При повышении температуры происходит обратное. При повышении температуры более 30°C работоспособность человека начинает падать. Вместе с потом организм теряет значительное количество солей. При неблагоприятных условиях потеря жидкости может достигнуть 8-10 л. за смену и до 60 г. поваренной соли (всего в организме 140 гр NaCl). Потеря соли лишает кровь способность удерживать воду и приводит к нарушению деятельности ССС. Недостаточная влажность приводит к интенсивному испарению влаги со слизистых оболочек, их пересыханию и эрозии, загрязнению болезнетворными микробами. Вода и соли, выделяемые из организма потом, должны замещаться, поскольку их потеря приводит к сгущиванию крови и нарушению деятельности ССС.

При высокой температуре воздуха легко расходуются жиры, углеводы, разрушаются белки, приводит к обезвоживанию организма, что влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижению остроты зрения, и т. п. Воздействие высокой температуры в сочетании с повышенной влажностью приводит к развитию гипертонии.

Потеря теплопроводности осуществляется в результате соприкосновения тела человека с окружающим воздухом (конвекция) или окружающими предметами (кондукция). Основное количество тепла теряется конвекцией. Эта потеря прямо пропорциональна разности между температурой тела и температурой окружающего воздуха - чем больше разница, тем больше теплоотдача. Если температура воздуха возрастает, потеря тепла конвекцией уменьшается и при температуре 35-36°C прекращается. Потеря тепла конвекцией увеличивается при увеличении скорости движения воздуха, которая не должна превышать 2-3 м/с, так как это может привести к переохлаждению организма. Повышение скорости движения воздуха способствует усилению процесса теплоотдачи конвекцией и испарением пота.

Влажность воздуха-содержания в нем паров воды, характеризуется следующими понятиями:

Абсолютная влажность-масса водяного пара, содержащегося в 1 м³ влажного воздуха. Абсолютная влажность при насыщенном состоянии (при данной температуре) называется влагоемкостью воздуха.

Относительная влажность-это отношение абсолютной влажности воздуха к его влагоемкости. Чем больше относительная влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступит перегрев тела. Недостаточная влажность воздуха также может оказаться неблагоприятной для человека вследствие интенсивного испарения влаги слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания, а затем и загрязнения болезнетворными микроорганизмами.

Подвижность воздуха (скорость движения)-измеряется в секунду. Создается в результате разницы температур в смежных участках помещения, проникновения в помещение холодных потоков воздуха из вне при работе венти-

ляционных систем, осуществляется в результате технологических процессов, перемещениями агрегатов и машин и т.п. Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при высоких температурах, но отрицательно при низких.

Средства нормализации параметров микроклимата

Создание оптимальных метеорологических условий в производственных помещениях является сложной задачей, решить которую можно за счет применения следующих мероприятий и средств:

-Усовершенствование технологических процессов и оборудования. Внедрение новых технологий и оборудования, не связанных с необходимостью проведения работ в условиях интенсивного нагрева даст возможность уменьшить выделение тепла в производственные помещения.

-Рациональное размещение технологического оборудования. Основные источники тепла желательно размещать непосредственно под аэрационным фонарем, около внешних стен здания и в один ряд на таком расстоянии друг от друга, чтобы тепловые потоки от них не перекрещивались на рабочих местах.

-Автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами позволяют во многих случаях вывести человека из производственных зон, где действуют неблагоприятные факторы.

-Рациональная вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха. Они являются наиболее распространенными способами нормализации микроклимата в производственных помещениях. Создание воздушных и водовоздушных душей широко используется в борьбе с перегревом рабочих в горячих цехах.

-Рационализация режимов труда и отдыха достигается сокращением длительности рабочего времени за счет дополнительных перерывов, созданием условий для эффективного отдыха в помещениях с нормальными метеорологическими условиями.

-Применение, теплоизоляции оборудования и защитных экранов. В качестве теплоизоляционных материалов широко используют: асбест, асбоцемент, минеральную вату, стеклоткань, керамзит, пенопласт.

-Использование средств индивидуальной защиты. Важное значение для профилактики перегрева организма имеют индивидуальные средства защиты.

Параметры микроклимата оцениваются в соответствии с [16] СанПиН 2.2.4.548-96. Они должны отвечать ГОСТу, который устанавливает оптимальные и допустимые параметры микроклимата.

Оптимальные условия представляют собой сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном воздействии на человека обеспечивают состояние нормального теплового состояния организма и не приводят к нарушению напряжения терморегуляции. Они обеспечивают состояние комфорта и создают высокую трудоспособность. *Допустимые условия* представляют собой сочетание количественных показателей микроклимата, которые

при длительном воздействии на человека могут вызвать напряжения терморегуляции организма, но к изменениям в организме не приводят.

В целях защиты работающих от возможного перегревания и охлаждения при температуре воздуха выше или ниже допустимых величин, установлено время пребывания (в часах) на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену).

В практике санитарно-гигиенического контроля для оценки сочетания воздействия параметров микроклимата и разработки мероприятий по защите работающих от возможного перегревания используется интегральный показатель тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс).

Индекс тепловой нагрузки среды является эмпирическим показателем, характеризующим сочетание действия на организм человека параметров микроклимата (температуры, влажности и скорости движения воздуха) и теплового облучения. ТНС-индекс рекомендуется использовать для интегральной оценки тепловой нагрузки на рабочих местах, на которых скорость движения воздуха не превышает 0,6 м/с, а интенсивность теплового облучения - 1200 Вт/м² (табл. 2).

Таблица 2

**Рекомендуемые величины ТНС-индекса
для профилактики перегревания**

Категории работ по уровню энергозатрат	Величины интегрального показателя, °С
Ia (до 139 Вт)	22,2-26,4
Iб (149-174 Вт)	21,5-25,8
IIa (175-232 Вт)	20,5-25,1
IIб (233-290 Вт)	19,5-23,9
III	18,0-21,8

Обеспечение комфортных параметров микроклимата достигается рациональным использованием отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и теплоизоляцией источников тепла.

2.8. Влияние освещенности на организм человека

Одним из основных вопросов безопасности жизнедеятельности является организация рационального освещения производственных помещений. Неправильное освещение может быть причиной таких заболеваний как близорукость, спазм, аккомодация, зрительное утомление, понижает умственную и физическую работоспособность, увеличивает число ошибок в производственных процессах [4,14,21].

Важнейшим источником информации, которая поступает в мозг человека, является зрение. Из всей информации за счет зрения человек получает около 95%. Вместе с тем, освещение влияет на общее состояние человека его безопасности и производительность труда. Максимальной производительности

труда соответствует оптимальная освещенность. Выяснено, что увеличение освещенности от 100 до 1000 лк при наружной зрительной работе повышает производительность на 10-20, уменьшает брак на 20 и снижает число несчастных случаев на 30%.

Вредной для человека является как недостаточная освещенность - возникновение близорукости, снижение реакции, так и чрезмерная. Избыточная яркость и слепящее действие ламп вызывают повышенную утомляемость глаз, при длительном воздействии – резко увеличивается опасность фотоожога кожи или глаз, возникновение катаракты. Организация освещения в промышленных условиях – это обеспечение достаточного уровня освещенности на всех рабочих местах с использованием наиболее благоприятного (для организма и глаз) спектра излучения.

При недостаточной или непостоянной освещенности орган зрения вынужден приспособляться, что возможно благодаря способности глаз к аккомодации и адаптации.

Аккомодация – это способность глаз приспособиться к ясному видению предметов, которые находятся на разных расстояниях.

Адаптация – это способность глаз менять чувствительность при изменениях условий освещения.

Световое излучение является частью электромагнитного излучения с длинами волн от 10 до 340000 нм, которое называется оптическим спектром и которое делится на ультрафиолетовое - 10-380 нм, видимое - 380-770 нм, инфракрасное - 770-34000 нм.

В видимой части спектра различают цвета от фиолетового (380 нм) до красного (770 нм).

Параметры освещенности

Световой поток (F) измеряется в люменах (лм). Он является произведением силы света на пространственный угол, соответствующий данному пучку световых лучей.

Люмен (лм) – единица измерения светового потока, который оценивается по световым ощущениям человеческого глаза.

Сила света (I) (Кд) -определяется как отношение светового потока $d\Phi$, исходящего от источника и распространяющегося равномерно внутри элементарного телесного угла, к величине этого угла.

Одна кандела - сила света, испускаемого с поверхности площадью $1/6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ полного излучения (государственный эталон света) в перпендикулярном направлении при температуре затвердевания платины (2046,65 К) при давлении 101325 Па.

Яркость (B) измеряется в кд/м^2 . Яркость поверхности источника - это отношение силы света данной поверхности (в перпендикулярном к ней направлении) к площади этой поверхности, $B = I/S$.

Освещенность (Е) измеряется в люксах (лк). Освещенностью называется отношение величины светового потока, падающего на поверхность, к площади этой поверхности ($1 \text{ лк} = 1 \text{ лм/м}^2$), $E = F/S$.

Люкс (лк) – единица измерения освещения, которое характеризуется плотностью светового потока на освещаемой поверхности.

Основные требования к освещению на рабочем месте вне зависимости от источника света должны быть следующими:

- достаточность освещения, что должно обеспечить комфортные условия для общей работоспособности и оптимальные уровни яркости для работы зрительного анализатора;
- обеспечение безопасного выполнения работы;
- равномерность освещения во времени и пространстве, чтобы предметы и объекты, имеющие разную отражательную способность и значительную яркость, воспринимались органом зрения в полном объеме.

Нормы внутреннего освещения задают уровни освещенности для разных классов работ, а также включают требования, обеспечивающие комфортные условия для выполнения зрительной работы [14] (ГОСТ ИСО 8995-2002 Принципы зрительной эргономики. Освещение рабочих систем внутри помещений). С 2011 года вступила в действие актуализированная редакция СНиП 23-05-95, которая называется [21] Свод правил СП 52.13330.2011.

Освещенность рабочей поверхности при тонких работах должна быть не менее 400лк. Минимальная освещенность рабочей зоны для чтения должна быть не менее 30лк, хотя нормы освещенности рабочего места диктуют более высокий уровень освещенности вплоть до 2000лк для особо сложных работ. Нормативы освещенности производственных помещений колеблются в диапазоне от 60 (освещенность склада) до 2000лк (освещенность цеха). Производственная освещенность цеха определяется по стандарту и зависит от сложности работ. В особых случаях создаются зоны освещенности в 50000лк и более для проведения операции и других ответственных работ.

Типы, виды и системы освещения.

Для условий трудовой деятельности различают три основных вида освещения: *естественное* (только за счет солнечного света, инсоляции), *искусственное* (используются только искусственные источники света и освещения) и *совмещенное* (иногда называют смешанным), когда недостаточное естественное освещение дополняется искусственным светом. Естественное освещение нормируется коэффициентом естественного освещения КЕО %. Он представляет собой отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба, к значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выражается в процентах.

Естественное освещение может быть:

-боковое - через отверстия, прорезы во внешних стенах помещений. Оно бывает одностороннее и двустороннее;

-верхнее – через отверстия, прорезы в крыше здания;

-комбинированное (верхнее плюс боковое).

Существует три метода расчета освещенности:

1. *Метод по коэффициенту использования светового потока.* Применяется для расчета общего равномерного искусственного освещения горизонтальной поверхности.

2. *Точечный метод.* Применяется для расчета локализованного, местного и наружного освещения

3. *По удельной мощности лампы.* Применяется при расчете прожекторного освещения.

При проектировании искусственного освещения необходимо выбрать: тип источника света, систему освещения, вид светильников, рассчитать их количество, подобрать мощность ламп, рассмотреть варианты их рационального размещения.

2.9. Электробезопасность ток на производстве

Электронасыщенность современного производства формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструмент, вычислительная и организационная техника, работающая на электричестве [5]. Это определяет актуальность проблемы электробезопасности - ликвидацию электротравматизма. Под термином "*электробезопасность*" понимается система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Действие электрического тока на организм человека носит своеобразный характер. Проходя через организм человека электрический ток производит термическое, электролитическое, механическое, биологическое действия.

Термическое действие - ожог отдельных участков тела нагревом до высокой температуры органов, расположенных на пути тока, вызывая в них значительные функциональные расстройства.

Электролитическое действие - выражается в разложении органической жидкости, в т.ч. крови, в нарушении ее состава (физико-химического), а также существенно изменяет функциональное состояние клеток.

Механическое действие тока - приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта.

Биологическое действие тока - проявляется раздражением и возбуждением живых тканей организма, а так же нарушением внутренних биологических процессов. Вследствие этого наблюдаются судороги скелетных мышц, которые могут привести к остановке дыхания, отрывным переломам и вывихам конечностей, спазму голосовых связок.

Различают два основных вида поражения организма: электрические травмы и электрические удары. Часто оба вида поражения сопутствуют друг другу. Тем не менее, они различны и должны рассматриваться отдельно.

Электрические травмы - это чётко выраженные местные нарушения целостности тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги. Обычно это поверхностные повреждения, то есть поражения кожи, а иногда других мягких тканей, а также связок и костей.

Опасность электрических травм и сложность их лечения обуславливаются характером и степенью повреждения тканей, а также реакцией организма на это повреждение. Обычно травмы излечиваются, и работоспособность пострадавшего восстанавливается полностью или частично. Иногда (обычно при тяжёлых ожогах) человек погибает. В таких случаях непосредственной причиной смерти является не электрический ток, а местное повреждение организма, вызванное током. Характерные виды электротравм - электрические ожоги, металлизация кожи, электроофтальмия и механические повреждения.

Электрические ожоги - наиболее распространенные электротравмы. Они составляют 60-65 %, причем 1/3 их сопровождается другими электротравмами.

Различают ожоги: токовый (контактный) и дуговой.

Контактные электроожоги, т.е. поражения тканей в местах входа, выхода и на пути движения электрического тока возникают в результате контакта человека с токоведущей частью. Эти ожоги возникают при эксплуатации электроустановок относительно небольшого напряжения (не выше 1 -2 кВ.), они сравнительно легкие.

Дуговой ожог обусловлен воздействием электрической дуги, создающей высокую температуру. Дуговой ожог возникает при работе в электроустановках различных напряжений, часто является следствием случайных коротких замыканий в установках от 1000 В до 10 кВ или ошибочных операций персонала. Поражение возникает от перемены электрической дуги или загоревшейся от неё одежды.

Могут быть также комбинированные поражения (контактный электроожог и термический ожог от пламени электрической дуги или загоревшейся одежды, электроожог в сочетании с различными механическими повреждениями, электроожог одновременно с термическим ожогом и механической травмой).

Металлизация кожи - проникновение в ее верхние слои мельчайших частиц металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Это происходит, в основном, при коротких замыканиях, при отключении разъединителей и рубильников под нагрузкой и т.п. Поврежденный участок кожи имеет шероховатую, жесткую поверхность. По цвету пораженный участок напоминает обычно цвет металла, частицы которого проникают в кожный покров. Пострадавший при этом испытывает напряжение кожи от присутствия в ней инородного тела, а также болевые ощущения от ожога за счет тепла занесенного в ко-

жу металла (расплавление частицы металла имеют достаточно высокую температуру – несколько сот °С).

Электрическая офтальмия возникает в результате интенсивного облучения глаза светом, богатым ультрафиолетовыми лучами (свет сильной дуговой лампы при киносъемке, при электросварочных работах).

Электрический удар - это возбуждение живых тканей электрическим током, проходящим через организм, сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц. В зависимости от исхода отрицательного воздействия тока на организм электрические удары могут быть условно разделены на следующие четыре степени:

I - судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II - судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;

III - потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе);

IV - клиническая смерть, то есть отсутствие дыхания и кровообращения.

Для обеспечения электробезопасности на предприятиях промышленности применяют следующие технические способы и средства защиты: защитное заземление, зануление, применение малых напряжений, контроль изоляции обмоток, средства индивидуальной защиты и предохранительные приспособления, защитные отключающие устройства.

Заземление снижает до безопасной величины напряжение относительно земли металлических частей электроустановки, оказавшихся под напряжением при повреждении изоляции. *Защитное заземление* - преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом нетоковедущих частей электроустановки, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, разряд молнии и т. п.). Электрическое сопротивление такого соединения должно быть минимальным (не более 4 Ом для сетей с напряжением до 1000 В и не более 10 Ом для остальных). При этом корпус электроустановки и обслуживающий ее персонал будут находиться под равными, близкими к нулю, потенциалами даже при пробое изоляции и замыкании фаз на корпус.

Назначение защитного заземления - устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Защитное заземление применяется:

- в сетях напряжением до 1000 В - трехфазных с изолированной нейтралью, однофазных, изолированных от земли, сетях постоянного тока с изолированной от земли обмоткой источника;
- в сетях напряжением выше 1000 В переменного и постоянного тока с любым режимом нейтрали или соседней точки обмоток источника тока.

Защитное заземление состоит из заземлителей, соединенных между собой металлическими шинами, и заземляющих проводников, которыми присоединяется заземляемое оборудование.

Защитное заземление следует отличать от рабочего. Рабочим заземлением называют соединение отдельных точек электрической сети с заземляющим устройством. Оно предназначено для нормальной работы электроустановки и для защиты от повреждения в аварийном режиме.

Зануление - преднамеренное электрическое соединение с глухо заземленной нейтралью трансформатора в трехфазных сетях металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. В сетях однофазного тока части электроустановки соединяются с глухозаземленным выводом источника тока, а в сетях постоянного тока - с заземленной точкой источника. При занулении нейтраль заземляется у источника питания. Эта система имеет наибольшее распространение. Оно считается основным средством обеспечения электробезопасности в трехфазных сетях с заземленной нейтралью напряжением до 1000 В.

В сети с занулением следует различать нулевые защитный и рабочий проводники. Для соединения открытых проводящих частей потребителя электроэнергии с глухозаземленной нейтральной точкой источника используется нулевой защитный проводник. Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части потребителей (приемников) электрической энергии с заземленной нейтралью источника тока. Нулевой рабочий проводник используют для питания током электроприемников и тоже соединяют с заземленной нейтралью, но через предохранитель. Использовать нулевой рабочий провод в качестве нулевого защитного нельзя, так как при перегорании предохранителя все подсоединенные к нему корпуса могут оказаться под фазным напряжением. Зануление необходимо для обеспечения защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении за счет снижения напряжения корпуса относительно земли и быстрого отключения электроустановки от сети.

Профилактика поражения электрическим током заключается:

Согласно требованиям [5] ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», безопасность электроустановок обеспечивается следующими основными мерами:

- 1) недоступностью токоведущих частей;
- 2) надлежащей, а в отдельных случаях повышенной (двойной) изоляцией;
- 3) заземлением или занулением корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, могущих оказаться под напряжением;
- 4) надежным и быстродействующим автоматическим защитным отключением;
- 5) применением пониженных напряжений (42 В и ниже) для питания переносных токоприемников;

- б) защитным разделением цепей;
- 7) блокировкой, предупредительной сигнализацией, надписями и плакатами;
- 8) применением защитных средств и приспособлений;
- 9) проведением планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний электрооборудования, аппаратов и сетей, находящихся в эксплуатации;
- 10) проведением ряда организационных мероприятий (специальное обучение, аттестация и переаттестация лиц электротехнического персонала, инструктажи и т.д.).

Тема 3

Принципы производственного нормирования

Под нормированием следует понимать установление пределов хозяйственной деятельности, обеспечивающих сохранение основных свойств природных компонентов [46].

Введение нормирования преследует следующие цели:

- устанавливать лимиты на выбросы и сбросы не только для отдельных предприятий, но и для отдельных источников;
- создавать нормативы, которые можно было бы ориентировать не только на конкретную технологию, но и на ее уровень на новых и старых предприятиях;
- иметь нормативы, за несоблюдение которых могла бы действовать простая система штрафных санкций, стимулирующая экологически природоохранную деятельность предприятий.

Конечная цель нормирования состоит в том, чтобы независимо от режимов антропогенных и природных факторов, максимальная концентрация вредных веществ в природной и окружающей среде не превышали предельно-допустимых значений.

А) Стандарты качества воздуха

Качество воздуха нормируется следующими видами ПДК.

ПДК_{кр.з.} (мг/м³)-предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны - это такая концентрация вещества в воздухе, которая не вызывает у работающих людей при ежедневном вдыхании в пределах 8 часов в течение многих лет заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

ПДК_{сс.} (мг/м³)-предельно допустимая среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест- это такая концентрация в воздухе населенного пункта, которая не оказывает на человека прямого или косвенного

вредного воздействия в условиях неопределенно долгого круглосуточного вдыхания.

ПДК_{м.р.}(мг/м³)-предельно допустимая максимально разовая концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест - это такая концентрация, которая не вызывает рефлекторных («чувствительных») реакций в организме человека.

ОБУВ -ориентировочный безопасный уровень воздействия -норматив максимально допустимого содержания загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест (Используется при решении вопросов предупредительного надзора, для обоснования требований к разработке оздоровительных мероприятий).

ПДВ (г/с)-предельно допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу- это максимально допустимое к выбросу в атмосферу количество загрязняющего вещества данным источником загрязнения в единицу времени.

Б) Стандарты качества воды

Нормирование качества воды осуществляется через

ПДК_в (мг/л)- предельно допустимую концентрацию вредного вещества в водоеме -это такая концентрация вещества в водоеме (в воде), которая не оказывает вредного действия на организм человека при различных видах употребления воды (для питья, приготовления пищи, отдыха).

ОДУВ ориентировочно допустимый уровень воздействия химического вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользовании -временный гигиенический норматив (Применяется на стадии предупредительного санитарного надзора за строящимися предприятиями).

Общее содержание органических и легкоокисляемых веществ в воде определяется БПК и ХПК.

БПК (мг O₂ на 1 л. воды) - *биологическая потребность в кислороде* - количество кислорода, использованного в биохимических процессах окисления органических веществ за определенное время (2,5,8,10,20 сут.)

ХПК(мг O₂ на 1 л. воды) - *химическая потребность в кислороде* - количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде

Вредные химические вещества классифицируются по Лимитирующему показателю вредности ЛПВ

Тема 4

Методы защиты атмосферного воздуха от пыли

Методы защиты атмосферного воздуха от пыли ведутся в трех направлениях:

I. Очистка от технологических и вентиляционных выбросов от вредных веществ.

II. Рассеивание вредных выбросов, отведением на большую высоту.

III. Создание санитарных защитных зон.

Рассмотрим каждое направление отдельно.

I. *Очистка*-это снижение содержания загрязняющих веществ до допустимого уровня.

Для улавливания взвешенных частиц широко применяются различные пылеотделители (пылеуловители).

Пылеуловители - это устройства, предназначение которых заключается в отлавливании пыли и мелких механических частиц, и иных видов примесей из потоков воздуха при работе вытяжек, аспирационных систем, в установках по очистке газов и пневматических устройствах. Данные установки так же широко используются там, где расположены станки разного назначения, дабы уловить возникающие при их работе микрочастицы, попадающие в воздух [55].

Они делятся на:

1. сухие пылеуловители
2. мокрые пылеуловители
3. электрофильтры
4. фильтры
5. туманоуловители

В процессе пылеулавливания важны физико-химические характеристики пыли, А именно: дисперсный (фракционный) состав, плотность, слипаемость, смачиваемость, электрическая заряженность частиц и удельное сопротивление слоев частиц.

1. сухие пылеуловители, к ним относятся циклоны, вихревые пылеуловители, ротационные пылеуловители, жалюзийные пылеуловители Во всех этих устройствах, поступающий запыленный поток воздуха под действием центробежной силы, очищается от пыли и выходит наружу.

2. мокрые пылеуловители Они характеризуются высокой степенью очистки мелкодисперсной пыли (d частиц от 0,3-1,0 мкм.) Эти аппараты работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхность либо капель жидкости, либо пленки жидкости.

3. электрофильтры, это очистка основана на ударной ионизации газа в зоне коронирующего разряда, на передаче заряда ионов частицам примесей и осаждение последних на осадительных коронирующих электродах.

4. фильтрование. Процесс фильтрования состоит в задержании частиц, примесей на пористых перегородках при движении через них дисперсных сред.

5. туманоуловители. Для очистки воздуха от туманов, кислот и других жидкостей используются волокнистые фильтры, принцип действия которых основан на осаждении капель на поверхности пор с последующим стеканием жидкости под действием сил тяжести.

II. К сожалению, не все виды производств работают по безотходной технологии и не для всех выбросов разработаны способы очистки; в некоторых случаях это требует больших затрат. До сих пор еще нет рентабельного способа очистки от сернистого ангидрида и окислов азота уходящих дымовых газов тепловых электрических станций, поэтому часто загрязненные выбросы *отводятся на большую высоту*. При этом выбрасываемые вредные вещества, достигая приземного пространства, рассеиваются, их концентрации снижаются до предельно допустимых. Некоторые вредные вещества на большой высоте переходят в иное состояние (конденсируются, вступают в реакции с другими веществами и т. п.), а такие, как, например, ртуть, осаждаются на поверхности земли, листве, строениях и при повышении температуры снова испаряются в воздух.

Основными показателями, определяющими максимальные концентрации загрязняющих веществ в приземном пространстве, являются количество их, содержащееся в выбросе, и высота выброса.

Для отведения выбросов на большую высоту используют не только высокие трубы, но и так называемые факельные выбросы, представляющие собой конические насадки на выхлопном отверстии, через которые загрязненные газы выбрасываются вентилятором с большой скоростью (20-30 м/с). Применение факельных выбросов создает меньшие единовременные затраты, но вызывает большой расход электроэнергии при эксплуатации.

Отведение вредных веществ на большую высоту с помощью высоких труб и факельных выбросов не уменьшает загрязнения окружающей среды (воздушной, почвы и гидросферы), а приводит только к рассеиванию их. При этом концентрация вредных веществ в воздушной среде недалеко от места их выброса может оказаться меньше, чем на большом расстоянии

III. Санитарно защитные зоны (СЗЗ).

Предприятия, группы предприятий, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющимися источниками негативного воздействия на среду обитания и здоровье человека, должны отделяться от жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта санитарно-защитными зонами (СЗЗ) с обязательным обозначением границ специальными информационными знаками. Установление СЗЗ является важнейшим мероприятием по охране окружающей среды.

СЗЗ-это:

1. территория, отделяющая предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющимися источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, от жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта. СЗЗ является обязательным элементом любого объекта, который является источником воздействия на среду обитания и здоровье человека.

2. Полоса насаждения вокруг промышленного предприятия. Зеленые посадки должны быть из газоустойчивых пород деревьев.

СЗЗ устанавливаются для объектов, создающих за пределами промплощадки уровни загрязнения выше ПДК и/или ПДУ, а также вносящих вклад в загрязнение жилых зон более 0,1 ПДК. Порядок определения размеров СЗЗ устанавливается в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 от 10 апреля 2003 г. № 38 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

Территория СЗЗ предназначена для:

- обеспечения снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха, уровня шума и других факторов негативного воздействия до предельно допустимых значений за ее пределами на границе с жилыми территориями;

- создания санитарно-защитного и эстетического барьера между территорией предприятия (группы предприятий) и территорией жилой застройки;

- организации дополнительных озелененных площадей, обеспечивающих экранирование, ассимиляцию, фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха и повышение комфортности микроклимата.

СЗЗ начинается непосредственно от источника выделения вредных веществ: трубы, шахты и т. д. Для установления размеров СЗЗ в зависимости от характера и масштабов производственных вредностей введена санитарная классификация промышленных предприятий. Существуют пять классов предприятий, причем предприятия I класса имеют санитарно-защитную зону 1000 м, II - 500 м, III - 300 м, IV - 100 м и V - 50 м.

Для действующих предприятий проект организации СЗЗ должен быть обязательным документом. В составе проекта организации озеленения и благоустройства СЗЗ представляется документация в объеме, позволяющем дать оценку проектным решениям о соответствии их СанПиНам. В предпроектной, проектной документации на строительство новых, реконструкцию или техническое перевооружение действующих предприятий и сооружений предусматриваются мероприятия и средства на организацию и благоустройство СЗЗ, включая переселение жителей в случае необходимости. Проект организации, благоустройства и озеленения представляется одновременно с проектом на строительство (реконструкцию, техническое перевооружение) предприятия.

Размеры СЗЗ устанавливаются в зависимости от мощности, условий эксплуатации, характера и количества выделяемых в ОС загрязняющих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов.

Для магистральных трубопроводов углеводородного сырья, компрессорных установок создаются *санитарные разрывы* (санитарные полосы отчуждения). Минимальные расстояния учитывают степень взрывопожароопасности при аварийных ситуациях и дифференцированы в зависимости от вида поселений, типа зданий, назначения объектов с учетом диаметра трубопроводов.

Ширина СЗЗ по принятой классификации должна быть подтверждена вы-

полненными по согласованным и утвержденным в установленном порядке методам расчета рассеивания выбросов в атмосферу для всех загрязняющих веществ, распространения шума, вибрации и электромагнитных полей с учетом фонового загрязнения среды обитания по каждому из факторов. При этом учитывается вклад действующих, намеченных к строительству или проектируемых предприятий, а также данные натурных наблюдений для действующих предприятий. Для групп промышленных предприятий или промышленного узла устанавливается единая СЗЗ с учетом суммарных выбросов и физического воздействия всех источников, а также результатов годового цикла натурных наблюдений.

В ряде случаев размеры СЗЗ могут быть уменьшены. Это возможно:

- при объективном доказательстве стабильного достижения уровня техногенного воздействия на границе СЗЗ и за ее пределами в рамках и ниже нормативных требований по материалам систематических (не менее чем годовых) наблюдений за состоянием загрязнения воздушной среды (для вновь размещаемых предприятий возможен учет данных объектов-аналогов);

- при подтверждении замерами снижения уровня шума и других физических факторов в пределах жилой застройки ниже гигиенических нормативов;

- при уменьшении мощности, изменении состава, перепрофилировании предприятия и связанным с этим изменением класса опасности.

Не допускается сокращение величины СЗЗ для действующих предприятий на основании данных, полученных только расчетным путем.

При наличии гигиенических и технико-экономических обоснований, т. е. когда расчетная концентрация вредных веществ при поступлении в селитебную территорию меньше допустимой, разрешается увеличение СЗЗ не более чем в 3 раза. Для отдельных групп или комплексов крупных предприятий I и II класса химической, нефтеперерабатывающей, металлургической, машиностроительной и некоторых других отраслей промышленности и тепловых электрических станций, которые оказывают особо неблагоприятные воздействия на окружающую среду, размер СЗЗ определяется расчетом конкретно для каждого случая и может быть больше, чем указано.

Территорию СЗЗ озеленяют и благоустраивают, на ней могут быть размещены лишь определенные объекты:

- сельхозугодия для выращивания технических культур, не используемых для производства продуктов питания;

- предприятия, их отдельные здания и сооружения с производствами меньшего класса вредности, чем основное производство. При наличии у размещаемого в СЗЗ объекта выбросов, аналогичных по составу с выбросами основного производства, обязательно требование не превышения гигиенических нормативов на границе СЗЗ и за ее пределами при суммарном учете;

- пожарные депо, бани, прачечные, объекты торговли и общественного питания, мотели, гаражи, площадки и сооружения для размещения общественного и индивидуального транспорта, автозаправочные станции, а также связанные с

обслуживанием данного предприятия здания управления, конструкторские бюро, учебные заведения, поликлиники, научно-исследовательские лаборатории, спортивно-оздоровительные сооружения для работников предприятия, общественные здания административного назначения;

-нежилые помещения для дежурного персонала и охраны предприятий, а также помещения для пребывания работающих по вахтовому методу, местные и транзитные коммуникации, ЛЭП, электроподстанции, нефте- и газопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения, питомники растений для озеленения промплощадки, предприятий и СЗЗ.

Таким образом, увеличение СЗЗ всегда создает определенное обесценивание территории, а следовательно, наносит материальный ущерб, так как возрастает длина транспортных и других коммуникаций. Кроме того, у работников промышленных предприятий, которым приходится дважды в день пересекать санитарно-защитную зону, достигающую в отдельных случаях 7 км и более, возникает транспортная усталость

При планировании СЗЗ необходимо учитывать следующее:

- Площадь для строительства и жилых массивов выбирать с учетом аэроклиматической характеристики и рельефа местности;

-Промышленный объект располагается на ровном, хорошо проветриваемом месте:

-Должна учитываться роза ветров;

-Промышленные объекты по возможности необходимо располагать за чертой города с подветренной стороны от жилых районов;

-Расстояние между зданиями не должно быть больше 8 высот впереди стоящего здания, если оно широкое и больше 10 высот если оно узкое;

-Цеха, выделяющие вредные вещества расположены на краю производственной территории с противоположной стороны от жилого массива;

-В соответствии с классификацией предприятий в зависимости от выделяемых вредных веществ устанавливают 5 СЗЗ;

Тема 5

Методы защиты атмосферного воздуха от газообразных примесей

Методы очистки промышленных выбросов по характеру протекания физико-химических процессов делится на 4 группы:

1.Промывка выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически -это называется **хемосорбция**.

2. Промывка выбросов растворителями примесей - **абсорбция**.

3. Поглощение газообразных примесей твердыми активными веществами - **адсорбция**.

4. **Термическая нейтрализация** отходящих газов и поглощение примесей путем применения каталитического превращения.

5. **Озонные методы**.

6. **Плазмокаталитический метод**.

Метод **хемосорбции** основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием малорастворимых соединений. Примером хемосорбции может служить очистка газовой смеси от сероводорода с применением мышьяково-щелочного раствора.

Метод **абсорбции** заключается в разделении воздушной смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов (абсорбатов) этой смеси жидким поглотителем (абсорбентом) с образованием раствора. Состав абсорбента выбирается из условия растворения в ней поглощаемого газа. Например, для удаления из технологических выбросов таких газов, как аммиак, хлористый водород и др., целесообразно применять в качестве поглотительной жидкости воду. Для улавливания водяных паров используют серную кислоту, а ароматических углеводородов (из коксового газа) - вязкие масла.

Установки, реализующие метод абсорбции, называются абсорберами.

В зависимости от способа создания поверхности соприкосновения фаз различают поверхностные, барботажные и распыливающие абсорбционные аппараты.

В первой группе аппаратов поверхностью контакта между фазами является зеркало жидкости или поверхность текучей пленки жидкости. Сюда же относят насадочные абсорбенты, в которых жидкость стекает по поверхности загрузочной в них насадки из тел различной формы. В качестве насадки используют кольца с перфорированными стенками, изготавливаемыми из металла, керамики, пластмассы и других материалов с максимальной коррозионной устойчивостью.

Во второй группе абсорбентов поверхность контакта увеличивается благодаря распределению потоков газа в жидкость в виде пузырьков и струй. Барботаж осуществляют путем пропускания газа через заполненный жидкостью аппарат либо в аппаратах колонного типа с тарелками различной формы.

В третьей группе поверхность контакта создается путем распыления жидкости в массу газа. Поверхность контакта и эффективность процесса в целом определяется дисперсностью распыленной жидкости.

Общими недостатками абсорбционных методов является образование жидких стоков и громоздкость аппаратного оформления.

Метод адсорбции.

Адсорбционные методы являются одним из самых распространенных в промышленности способов очистки газов. Их применение позволяет вернуть в

производство ряд ценных соединений. При концентрациях примесей в газах более 2-5 мг/м³, очистка оказывается даже рентабельной. Он основан на физических свойствах некоторых твердых тел с ультрамикроскопической структурой извлекать, и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты газовой смеси. Основными промышленными адсорбентами являются активированные угли, сложные оксиды и импрегнированные сорбенты. Активированный уголь (АУ) нейтрален по отношению к полярным и неполярным молекулам адсорбируемых соединений. Он менее селективен, чем многие другие сорбенты, и является одним из немногих, пригодных для работы во влажных газовых потоках. АУ используют, в частности, для очистки газов от дурно пахнущих веществ, рекуперации растворителей и т.д.

Оксидные адсорбенты (ОА) обладают более высокой селективностью по отношению к полярным молекулам в силу собственного неоднородного распределения электрического потенциала. Их недостатком является снижение эффективности в присутствии влаги. К классу ОА относят силикагели, синтетические цеолиты, оксид алюминия.

Можно выделить следующие основные способы осуществления процессов адсорбционной очистки:

- После адсорбции проводят десорбцию и извлекают уловленные компоненты для повторного использования. Таким способом улавливают различные растворители, сероуглерод в производстве искусственных волокон и ряд других примесей.

- После адсорбции примеси не утилизируют, а подвергают термическому или каталитическому дожиганию. Этот способ применяют для очистки отходящих газов химико-фармацевтических и лакокрасочных предприятий, пищевой промышленности и ряда других производств. Данная разновидность адсорбционной очистки экономически оправдана при низких концентрациях загрязняющих веществ и (или) многокомпонентных загрязнителей.

- После очистки адсорбент не регенерируют, а подвергают, например, захоронению или сжиганию вместе с прочно хемосорбированным загрязнителем. Этот способ пригоден при использовании дешевых адсорбентов.

Для десорбции примесей используют нагревание адсорбента, вакуумирование, продувку инертным газом, вытеснение примесей более легко адсорбирующимся веществом, например, водяным паром. В последнее время особое внимание уделяют десорбции примесей путем вакуумирования, при этом их часто удается легко утилизировать.

Для проведения процессов адсорбции разработана разнообразная аппаратура. Наиболее распространены адсорберы с неподвижным слоем гранулированного или сотового адсорбента. Непрерывность процессов адсорбции и регенерации адсорбента обеспечивается применением аппаратов с кипящим слоем.

Основной недостаток адсорбционного метода заключается в большой энергоемкости стадий десорбции и последующего разделения, что значительно осложняет его применение для многокомпонентных смесей.

Метод **термической нейтрализации** основан на способности горючих токсичных компонентов (газы, пары, сильно пахнущие вещества) окисляться до менее токсичных при наличии свободного кислорода и высокой температуры газовой смеси. Термический метод или высокотемпературное дожигание, который иногда называют термической нейтрализацией, требует поддержания высоких температур очищаемого газа и наличия достаточного количества кислорода.

Выбор очистных устройств состоит в определении способа очистки загрязнённого воздуха, количества ступеней очистки и типа пылегазоулавливающих аппаратов. Принимать к установке следует только такие устройства, которые в конкретных условиях сочетали бы в себе требующуюся эффективность очистки, надёжность и экономичность, например, возможность возврата уловленной пыли (продукта) в производство.

Принято считать, что при запылённости 5000 мг/м³ нетоксичной пылью достаточно одной ступени очистки, а при большей - нужна двух-трёхступенчатая очистка. Чем крупнее частицы пыли (золы) и больше их плотность, чем ниже температура газа, тем эффективнее при прочих равных условиях газ будет очищаться от пыли в аппаратах любого типа.

Совершенствование технологических процессов, применение высокоэффективных систем газоочистки позволяют в значительной степени уменьшить размеры промышленных выбросов в атмосферу. Однако полностью ловить пыле- и газообразные примеси в отходящих газах практически невозможно, часть вредных веществ всё равно выбрасывается в атмосферу. Для того, чтобы концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы не превышали ПДК, отходящие газы выбрасываются через высокие трубы с целью создания условий для эффективного рассеивания

Озонные методы

Их применяют для обезвреживания дымовых газов от SO₂(NO_x) и дезодорации газовых выбросов промышленных предприятий. Введение озона ускоряет реакции окисления NO до NO₂ и SO₂ до SO₃. После образования NO₂ и SO₃ в дымовые газы вводят аммиак и выделяют смесь образовавшихся комплексных удобрений (сульфата и нитрата аммония). Время контакта газа с озоном, необходимое для очистки от SO₂ (80-90%) и NO_x (70-80%) составляет 0,4 – 0,9 сек. Энергозатраты на очистку газов озонным методом оценивают в 4-4,5% от эквивалентной мощности энергоблока, что является, по-видимому, основной причиной, сдерживающей промышленное применение данного метода.

Применение озона для дезодорации газовых выбросов основано на окислительном разложении дурно пахнущих веществ. В одной группе методов озон вводят непосредственно в очищаемые газы, в другой газы промывают предварительно озонированной водой. Применяют также последующее пропускание озонированного газа через слой активированного угля или подающего на катализатор. При вводе озона и последующем пропускании газа через катализатор температура превращения таких веществ как амины, ацетальдегид, сероводород

и др. понижается до 60-80 °С. В качестве катализатора используют оксиды меди, кобальта, железа на носителе. Основное применение озонные методы дезодорации находят при очистке газов, которые выделяются при переработке сырья животного происхождения на мясо- (жиро-) комбинатах и в быту.

Плазмокаталитический метод

Это довольно новый способ очистки, который использует два известных метода – плазмохимический и каталитический. Установки, работающие на основе этого метода, состоят из двух ступеней. Первая - это плазмохимический реактор (озонатор), вторая - каталитический реактор. Газообразные загрязнители, проходя зону высоковольтного разряда в газоразрядных ячейках и взаимодействуя с продуктами электросинтеза, разрушаются и переходят в безвредные соединения, вплоть до CO_2 и H_2O . Глубина конверсии (очистки) зависит от величины удельной энергии, выделяющейся в зоне реакции. После плазмохимического реактора воздух подвергается финишной тонкой очистке в каталитическом реакторе. Синтезируемый в газовом разряде плазмохимического реактора озон попадает на катализатор, где сразу распадается на активный атомарный и молекулярный кислород. Остатки загрязняющих веществ (активные радикалы, возбужденные атомы и молекулы), не уничтоженные в плазмохимическом реакторе, разрушаются на катализаторе благодаря глубокому окислению кислородом.

Преимуществом этого метода являются использование каталитических реакций при температурах, более низких (40-100 °С), что приводит к увеличению срока службы катализаторов, а также к меньшим энергозатратам (при концентрациях вредных веществ до 0,5 г/м³).

Недостатками данного метода являются:

- большая зависимость от концентрации пыли, необходимость предварительной очистки до концентрации 3-5 мг/м³;
- при больших концентрациях вредных веществ(свыше 1 г/м³) стоимость оборудования и эксплуатационные расходы превышают соответствующие затраты в сравнении с термокаталитическим методом.

Тема 6

Очистка производственных сточных вод

Большое разнообразие примесей сточных вод предопределяет необходимость применения различных методов выделения или обезвреживания примесей. Современная очистка сточных вод подразумевает полное или максимально возможное удаление загрязнений, примесей и вредных веществ [3]. Выбор способа очистки основывается на виде и концентрации преобладающих примесей в сточных водах.

Методы очистки сточных вод можно разделить на:

- I. *механические*
- II. *физико-химические*
- III. *биологические*

Когда они применяются вместе, то метод обработки сточных вод называется комбинированным. Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей.

Рассмотрим каждый метод отдельно.

I. Сущность **механического** метода состоит в том, что из сточных вод путём отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Механическая очистка применяется для отделения твердых и взвешенных частиц. Это осуществляется методами:

1. *процеживание* осуществляется пропусканием воды через решетки и волокнуловителя.

2. *отстаивание* основано на особенностях процесса осаждения твердых частиц в жидкости. Ее осуществляют в отстойниках.

3. *фильтрование* предназначено для очистки сточных вод от тонкодисперсных твердых примесей. Используют 2 класса фильтров: а) зернистые, в которых очищаемую жидкость пропускают через насадки несвязанных пористых материалов; б) микрофильтры, элементы которых изготавливают из связанных пористых материалов (кварцевый песок, дробленый шлак, гравий, антрацит и т.п.).

4. *Отделение твердых частиц в поле действия центробежных сил.* Осуществляется в открытых или напорных гидроциклонах и центрифугах. Открытые гидроциклоны применяют для отделения из сточных вод крупных твердых частиц со скоростью осаждения более 0,02 м/с

II. **Физико-химическая очистка**

При физико-химическом методе обработки из сточных вод удаляются тонкодисперсные и растворённые неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества.

Обеспечивает отделение как твердых и взвешенных частиц, так и растворимых примесей. Очистка включает в себя способы:

1. Экстракция 2. Флотация 3. Нейтрализация 4. Окисление 5. Сорбция 6. коагуляция 7. ионнообменные методы 8. Метод эвапорации.

Экстракция - процесс разделения примесей в смеси двух нерастворимых жидкостей (экстрагента и сточной воды). Например стоки смешиваются с экстрагентом отбирающим вредные вещества: так бензолом удаляется фенол.

Флотация предназначена для извлечения из воды гидрофобных частиц (нефтепродукты) пузырьками газа, подаваемого в сточную воду. В основе этого процесса имеет место молекулярное слипание частиц масла и пузырьков тонкодиспергированного в воде газа. *Сущность* флотационного процесса заключается в специфическом действии молекулярных сил, вызывающих слипание частиц примесей с пузырьками газа, всплытие флотокомплексов и образованию на поверхности жидкости пенного слоя, содержащего извлеченные вещества.

Слипание пузырьков воздуха происходит только с гидрофобными частицами (несмачиваемыми водой) или частицами, имеющими гидрофобные участки поверхности. Следовательно, для интенсификации флотационного процесса рекомендуется использовать реагенты, которые, находясь в воде, сорбируются на поверхности частиц, понижая их смачиваемость, а значит, повышают гидрофобизацию загрязнений.

Образование флотокомплексов (агрегатов «частица - пузырьки газа») зависит от интенсивности их столкновения друг с другом, химического взаимодействия в зависимости от способа образования пузырьков газа различают следующие виды флотации: напорную, пневматическую, механическую, электрофлотацию, пенную, химическую, вибрационную, биологическую и др.

Важное значение имеют также условия и способы удаления пены. Пена образуется на поверхности воды в результате всплывания пузырьков воздуха, несущих на себе удаляемые из воды примеси. Она должна быть достаточно прочной и не допускать попадания загрязнений в воду. Кроме того, пена должна обладать определенной подвижностью при перемещении её к сбросным устройствам. Устойчивость и подвижность пены зависит от свойств и количества реагентов и загрязнений, вносимых в пенный слой. Стабилизации пены способствует наличие в воде хлопьев коагулянта, мелких частиц взвеси и поверхностно-активных веществ. Как правило, удаление пены из флотатора производят либо кратковременным подъемом уровня воды с отводом ее через лотки, расположенные равномерно по площади камеры, либо с помощью скребковых механизмов (пенногонов), перемещающих пену к сборным лоткам.

Нейтрализация - это обработка воды щелочами или кислотами (известью, содой, аммиаком и т.п.).

Окисление применяется при обработке сточных вод и уничтожения токсичных биологических примесей. Это хлорирование, озонирование, комбинация реагентов с ультрафиолетовой обработкой.

Сорбция обеспечивает очистку воды от солей тяжелых металлов, частичек красящих веществ. Лучшим сорбентом является активированный уголь. Его получают термической обработкой дерева, углей (каменного и бурого), антрацита и других углеродосодержащих веществ. Они изготавливаются и используются в виде гранул размером 2-5 мм. Угли, предназначенные для поглощения относительно крупных молекул примесей из жидкостей, должны иметь развитую структуру переходных пор. Активные угли, как правило, имеют хорошие адсорбционные свойства по отношению к молекулам органических веществ, но имеют низкую механическую прочность.

Коагуляция это осветление и обесцвечивание сточных вод с применением реагентов, вызывающих свертывание взвешенных и коллоидных веществ в хлопья, которые при осаждении увлекают нерастворимые тонкодисперсные вещества в осадок.

Для ускорения процесса осаждения тонкодисперсных примесей, а также эмульгированных смол производят их коагулирование. При этом уменьшаются концентрация взвешенных веществ, запах и цветность.

В качестве коагулянта наиболее часто используют сульфат алюминия, алюминат натрия, сульфат железа, хлорид железа, известь и др. Введенный в воду сульфат алюминия взаимодействует с содержащимися в ней гидрокарбонатами, образуя первоначально гелеобразный гидроксид алюминия

Процессы полного осветления и обесцвечивания сточной воды осаждением обычно завершаются фильтрованием пропуском воды через слой зернистого материала (песка или антрацита) с частицами различной крупности.

Ионообменный метод очистки воды применяют для обессоливания и очистки воды от ионов металлов и других примесей. Сущность ионного обмена заключается в способности ионообменных материалов забирать из растворов электролита ионы в обмен на эквивалентное количество ионов ионита. Очистку воды осуществляют *ионитами* - синтетическими ионообменными смолами, изготовленными в виде гранул размером 0,2...2 мм. Иониты изготовляют из нерастворимых в воде полимерных веществ, имеющих на своей поверхности подвижный ион (катион или анион), который при определенных условиях вступает в реакцию обмена с ионами того же знака, содержащимися в воде.

Очистка производственных сточных вод методом ионного обмена позволяет извлекать и утилизировать ценные примеси (соединения мышьяка, фосфора, а также хром, цинк, свинец, медь, ртуть и другие металлы), ПАВ и радиоактивные вещества, очищать воду до предельно допустимых концентраций с последующим её использованием в технологических процессах или системах оборотного водоснабжения.

Метод *эвапорации* основан на отгонке загрязнений (летучих веществ) с циркулирующим водяным паром и на последующей его отмывке от загрязнений раствором щелочи

III. Биологическая очистка

Биохимическое окисление - широко применяемый на практике метод очистки производственных сточных вод. Очистка возможна в естественных условиях и искусственных сооружениях, органические примеси обрабатываются редуцентами (бактериями, простейшими, водорослями) и превращаются в минеральные вещества. В *естественных* условиях очистка производится на полях фильтрации или орошения (через почву) или в биологических прудах.

Главным действующим началом при биохимической очистке являются микроорганизмы, использующие в качестве питательных веществ и источников энергии растворенные органические и неорганические соединения. Из них микроорганизмы берут все необходимое для размножения, увеличивая при этом активную биомассу.

Загрязняющие сточную воду вещества при их аэробной биохимической очистке окисляются активным илом, представляющим собой биоценоз, обильно

заселенный микроорганизмами. Активный ил разрушает органические и неорганические соединения в специальных сооружениях.

В качестве *искусственных* сооружений применяются аэротенки, метантенки, биофильтры.

В тенках (аэро- подача воздуха, окси -подача кислорода, мета - без доступа воздуха). В биофильтрах - спец. загрузка (шлак, керамзит, гравий).

Контрольные вопросы

1. Что включают в себя физические факторы производственной среды?
2. Что включают в себя химические факторы производственной среды?
3. Как классифицируются шумы по происхождению?
4. Чем характеризуются нервно-психические перегрузки?
5. Какие звуки являются шумовым загрязнением?
6. Какое воздействие шума на людей вы наблюдали?
7. Существуют ли законы, защищающие человека от шумового воздействия?
8. Можно ли избавиться от шума или уменьшить его влияние на человека и животных?
9. Что является источниками возникновения вибрации?
10. Какие методы защиты от вибрации на производстве Вы знаете?
11. Что такое вибродемпфирование?
12. Какие методы защиты от электромагнитных полей на производстве Вы знаете?
13. Назовите источники инфракрасных излучение на производстве и какой вред они оказывают на организм человека?
14. Назовите методы защиты от ультрафиолетовых излучение на производстве.
15. Что такое радиоактивность и полураспад?
16. Какие виды ионизирующих излучений Вы знаете?
17. Как классифицируются вредные химические вещества?
18. Какой вред на человека оказывает производственная пыль?
19. Какие мероприятия проводят по защите от производственной пыли?
20. Какое влияние оказывают параметры микроклимата на самочувствие человека?
21. Какими профилактическими мерами достигается снижение производственного травматизма?
22. По каким показателям нормируется искусственное и естественное освещение?
23. Какое действие на человека оказывает электрический ток?
24. Что такое защитное заземление? В каких случаях оно выполняется?
25. Чем нормируется качество воздуха?

26. Чем нормируется качество воды?
27. Какие методы очистки от пыли на производстве Вы знаете?
28. Что представляют из себя санитарно-защитные зоны. Какие требования предъявляют к ним?
29. Какие методы очистки от газообразных примесей на производстве Вы знаете?
30. Какие методы очистки сточных вод на производстве Вы знаете?
31. В чем заключается плазмокаталитический метод?
32. В чем состоит метод очистки флотация?
33. Что включает в себя биологическая очистка сточных вод?

РАЗДЕЛ IV

Правовое обеспечение безопасности жизнедеятельности на производстве

Тема 1

Законодательство по охране труда

Право на безопасный труд закреплено в Конституции Российской Федерации.

В области охраны труда на предприятиях и в учреждениях основными законодательными актами являются Трудовой кодекс РФ (ТК РФ), Гражданский кодекс РФ и Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации».

Основные законодательные акты, обеспечивающие безопасные и безвредные условия труда, представлены Трудовым кодексом Российской Федерации.

Гражданский кодекс Российской Федерации устанавливает ответственность работодателей вследствие причинения вреда работнику на производстве (ст. 1064-1083), а также определяет формы и размер возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью гражданина (ст. 1083-1101).

Вступивший в силу Федеральный закон "Об основах охраны труда в Российской Федерации" от 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ устанавливает правовые основы регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками.

Впервые в Российской Федерации на законодательном уровне рассматривается большой спектр вопросов, связанных с конкретным решением проблем охраны труда физических лиц, вступивших в трудовые отношения с работодателем. Действие названного Закона многостороннее и распространяется как на работодателей, так и работников, состоящих с работодателями в трудовых отношениях, а также на студентов и учащихся различных образовательных учреждений, проходящих производственную практику. Законодатель акцентирует внимание всех участников трудовых отношений на том, что при осуществлении указанными юридическими и физическими лицами любых видов деятельности,

в том числе при организации производства и труда, требования охраны труда обязательны для исполнения.

Названный Закон определяет роль системы охраны труда в трудовых отношениях работодателя и работника. В том случае, если служба охраны труда или специалист по охране труда в учреждении (организации) отсутствует, работодатель должен заключать соответствующий договор со специалистами или с организациями, оказывающими услуги в области охраны труда. Работодатель обязан ознакомить работников с требованиями охраны труда и обеспечить такие условия труда на каждом рабочем месте, которые соответствовали бы требованиям охраны труда; проводить аттестацию рабочих мест по условиям труда. При заключении с работником трудового договора (контракта) закон обязывает работодателя осуществлять проведение за счет собственных средств обязательных предварительных медицинских осмотров (обследований) работников, равно как и периодических (в течение трудовой деятельности) внеочередных медицинских осмотров (обследований) работников по их просьбам в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медицинских осмотров. Вместе с тем закон предписывает, что работник со своей стороны обязан проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования). Особо подчеркивается, что работодатель обязан не допускать работников к выполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров, а также в случае медицинских противопоказаний.

Среди подзаконных актов по безопасности жизнедеятельности на производстве следует отметить постановления Правительства РФ и других федеральных органов исполнительной власти, например, Министерства труда и социального развития РФ, Министерства здравоохранения РФ, Комитета по строительной, архитектурной и жилищной политике РФ и т. п.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 1999 г. № 279 утверждено Положение о расследовании и учете несчастных случаев на производстве. Постановление Министерства труда и социального развития РФ от 7 апреля 1999 г. № 7 утвердило Нормы предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную.

Во исполнение указанных постановлений в отраслях экономики разрабатывается нормативная и нормативно-техническая документация (рис. 5).

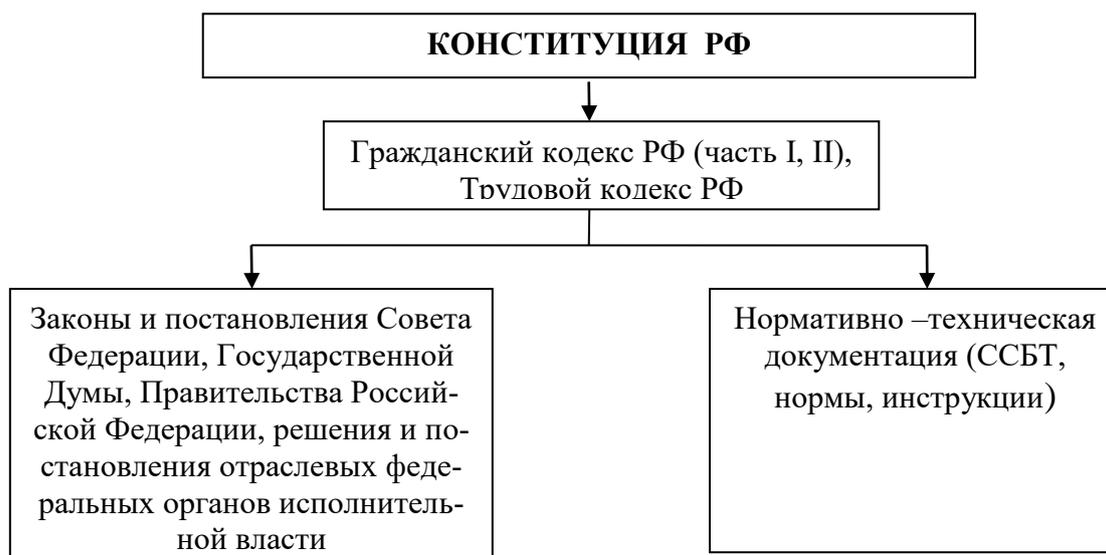


Рис. 5. Структура законодательной и нормативной документации по охране труда

Законы и постановления Совета Федерации, Государственной Думы, Правительства Российской Федерации, решения и постановления отраслевых федеральных органов исполнительной власти включают в себя:

- труд женщин и подростков;
- льготы и компенсации за вредные условия труда;
- санитарно-бытовое и медицинское обслуживание работающих;
- обеспечение работающих индивидуальными средствами защиты.

Нормативно - техническая документация (ССБТ, нормы, инструкции) включает [1,7,8]:

- организационно-методическое обслуживание;
- нормы и требования по видам опасных и вредных факторов;
- требования безопасности к производственному оборудованию;
- требования безопасности к производственным процессам;
- требования к средствам защиты работающих на производстве;
- требования безопасности к зданиям, помещениям и сооружениям.

Тема 2

Организация и функции служб охраны труда на предприятии

Организация работы на предприятии по созданию здоровых и безопасных условий труда работающих, предупреждению несчастных случаев и профессиональных заболеваний возлагается на службу охраны труда. Она является самостоятельным структурным подразделением предприятия и подчиняется его непосредственному руководителю или главному инженеру, проводит свою работу совместно с другими подразделениями предприятия и во взаимодействии с комитетом профсоюза, технической инспекцией труда и местными органами

государственного надзора по плану, утвержденному руководителем или главным инженером предприятия.

Служба охраны труда в соответствии с возложенными на нее основными задачами выполняет следующие функции:

- ◆проводит анализ состояния и причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний, разрабатывает совместно с соответствующими службами мероприятия по предупреждению несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также контролирует их выполнение;

- ◆организует работу по проведению паспортизации санитарно-технического состояния на рабочих местах по подразделениям предприятия;

- ◆организует совместно с соответствующими службами предприятия разборку и выполнение комплексного плана улучшения условий труда, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий, а также участвует в разработке соглашений по труду;

- ◆подготавливает и вносит руководству предприятия предложения по разработке и внедрению более совершенных конструкций, предохранительных устройств и других средств защиты от опасных производственных факторов;

- ◆участвует в работе по внедрению стандартов безопасности труда и научных разработок по охране труда;

- ◆проводит совместно с соответствующими службами предприятия и с участием профсоюзного актива проверки (или участвует в проверках) технического состояния зданий, сооружений, оборудования, эффективности работы вентиляционных систем, состояния санитарно-технических устройств, санитарно-бытовых помещений;

- ◆контролирует правильность составления и своевременность представления заявок на приобретение спецодежды, спецоборудования и других средств индивидуальной защиты, а также оборудования и материалов для осуществления мероприятий по охране труда;

- ◆оказывает помощь подразделениям предприятия в организации контроля состояния окружающей производственной среды;

- ◆участвует в работе комиссий по приемке в эксплуатацию новых и после реконструкции объектов производственного назначения, оборудования и машин, проверяя выполнение требований по обеспечению здоровых условий труда;

- ◆проводит вводный инструктаж и оказывает помощь в организации обучения работников по вопросам охраны труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-93 и действующими нормативными документами;

- ◆участвует в работе аттестационной комиссии и комиссии по проверке знания специалистами правил и норм по охране труда, инструкций по технике безопасности.

В соответствии с Трудовым кодексом РФ организация обеспечения безопасности труда в подразделениях возложена на их руководителей. Они проводят инструктаж по охране труда на рабочих местах. Общую ответственность за

организацию работ по охране труда несет руководитель

В составе комитетов профсоюза предприятий имеются комиссии по охране труда, а в каждой подгруппе выбирается общественный инспектор по охране труда. Комиссии по охране труда организуют и проводят общественные смотры по охране труда и культуре производства, принимают участие в подготовке проектов соглашений по охране труда между администрацией и профсоюзной организацией, контролируют выполнение администрацией этих соглашений и законодательства о труде. Общественные инспектора подразделений осуществляют контроль охраны труда непосредственно на рабочих местах. Старшие общественные инспектора принимают участие в расследовании и документальном оформлении несчастных случаев на производстве.

Тема 3

Система стандартов безопасности труда (ССБТ)

В рамках системы стандартов безопасности труда проводится взаимная увязка, систематизация всей существующей нормативной и нормативно-технической документации по безопасности труда, в том числе многочисленных норм и правил по технике безопасности и производственной санитарии как федерального, так и отраслевого значения. ССБТ представляет собой многоуровневую систему взаимосвязанных стандартов, направленную на обеспечение безопасности труда [1,2,7,8].

Стандарты ССБТ могут быть государственными, отраслевыми и стандартами предприятий. *Отраслевые стандарты* (ОСТ) разрабатываются с учетом специфики отрасли и могут содержать требования более жесткие, чем в соответствующем государственном стандарте (снижение уровня требований в отраслевом стандарте по сравнению с требованиями в государственном федеральном стандарте не допускается). Такой же подход принят в *стандартах предприятий* (СТП). ССБТ включает следующие взаимоподчиняемые подсистемы (рис.6).



Рис. 6. Структура ССБТ

Стандарты подсистемы "0" устанавливают цели, задачи, область распространения, структуру ССБТ и особенности согласования стандартов ССБТ, терминологии в области охраны труда; классификацию опасных и вредных производственных факторов, принципы организации работы по обеспечению безопасности труда в промышленности. Объектами стандартизации на предприятиях являются: организация работ по охране труда; контроль состояния условий труда; планирование работ по безопасности труда; порядок стимулирования работы по обеспечению безопасности труда; организация обучения и инструктаж работающих по безопасности труда и всех других работ, которыми занимается служба охраны труда.

Стандарты подсистемы "1" устанавливают требования по видам опасных и вредных производственных факторов и предельно допустимые значения их параметров; методы контроля нормируемых параметров опасных и вредных производственных факторов.

Стандарты подсистемы "2" устанавливают общие требования безопасности к производственному оборудованию, требования безопасности к отдельным группам производственного оборудования; методы контроля выполнения требований безопасности.

Стандарты подсистемы "3" устанавливают общие требования безопасности к производственным процессам; требования безопасности к отдельным группам технологических процессов, методы контроля выполнения требований безопасности.

Стандарты подсистемы "4" устанавливают классификацию средств защиты; методы контроля и оценки средств защиты, требования безопасности к ним.

Стандарты подсистемы "5" устанавливают требования безопасности к зданиям и сооружениям. В государственной системе стандартизации ССБТ относится к 12-му классу.

Тема 4 **Инструктажи по охране труда**

К эффективным мероприятиям относятся квалифицированное проведение вводного, на рабочем месте, периодического (повторного), внепланового и текущего инструктажей работников по технике безопасности.

В соответствии с Федеральным законом «Об основах охраны труда в РФ» для всех вновь поступающих на работу, а также переводимых на другую работу лиц работодатель обязан организовать проведение инструктажей по охране труда, обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим.

Допуск к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, запрещается.

Инструктаж на рабочих местах в производственных предприятиях проводят мастера участков; на предприятиях общественного питания в цехах - заведующие производством; в торговом зале, складских и подсобных помещениях - заведующие предприятием; в магазинах - заведующие отделом (в небольших магазинах, где нет отделов, - заведующие магазинами).

На каждом предприятии должна быть книга для записи инструктажа по технике безопасности.

Порядок проведения, виды и содержание инструктажей определены ГОСТ 12.0.004-9 °ССБТ. Организация обучения безопасности труда.

В зависимости от характера и времени проведения применяются следующие виды инструктажей: вводный, первичный на рабочем месте; повторный,

внеплановой, целевой, текущий.

Вводный инструктаж по охране труда проводят со всеми вновь принимаемыми на работу независимо от их образования, стажа работы, с временными работниками, командированными учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику. Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда или лицо, на которое приказом по предприятию возложены эти обязанности. На крупных предприятиях к проведению отдельных разделов вводного инструктажа могут быть привлечены соответствующие специалисты (из пожарной части, медицинские работники и др.). О проведении вводного инструктажа делают запись в журнале регистрации вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого, а также в документе о приеме на работу или контрольном листе. Инструктаж должен проводиться по программе, разработанной отделом (инженером) охраны труда, утвержденной руководителем (главным инженером) предприятия по согласованию с профсоюзным комитетом. Вводный инструктаж должен проводиться в специально оборудованном кабинете.

Программа вводного инструктажа включает следующие темы:

- общие сведения о предприятии;
- законодательство по охране труда;
- основные опасные и вредные производственные факторы на предприятии и способы их снижения;
- применяемые средства индивидуальной защиты;
- пожарная безопасность;
- первая доврачебная помощь пострадавшему.

Первичный инструктаж проводит на рабочем месте до начала производственной деятельности непосредственный руководитель работ по программе, согласованной с отделом охраны труда и профкомом предприятия:

- со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое;
- с работниками, выполняющими новую для них работу, командированными, временными работниками;
- со строителями, выполняющими строительные-монтажные работы на территории действующего предприятия;
- со студентами и учащимися, прибывшими на производственное обучение или практику перед выполнением новых видов работ, а также перед изучением каждой новой темы при проведении практических занятий в учебных лабораториях, классах, мастерских участках, при проведении внешкольных занятий в кружках и секциях.

Программа первичного инструктажа включает следующие вопросы:

- общие сведения о технологическом процессе и оборудовании; содержание рабочего места; безопасные приемы работы;
- применяемые средства индивидуальной защиты;
- меры предупреждения пожаров и поведение при пожаре.

Повторный инструктаж проводится не реже, чем через 6 месяцев, работники производственных предприятий (не реже одного раза в три месяца). Его цель – восстановить в памяти правила по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики цеха или предприятия. Повторный инструктаж все работающие, за исключением лиц, освобожденных от первичного инструктажа, независимо от их квалификации, стажа работы и образования проходят не реже одного раза в полугодие по программе первичного инструктажа.

Внеплановый инструктаж проводится:

-при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;

-при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;

-при нарушении работающими требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению;

-по требованию органов надзора;

-при перерывах в работе: для работ, к которым предъявляют дополнительные повышенные требования безопасности, более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ на 60 дней.

При регистрации в личной карточке внепланового инструктажа должна указываться и причина его проведения.

О проведении всех инструктажей делаются отметки в специальном журнале или в индивидуальной карточке.

Целевой инструктаж проводят с работниками перед производством опасных (аварийных) работ, на которые оформляется наряд-допуск. Запись о проведении инструктажа производится в наряде-допуске.

Целевой инструктаж проводят:

-при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, разгрузка, уборка территории, разовые работы вне предприятия, цеха);

-при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;

-при производстве работ повышенной опасности, на которые оформляется специальный наряд или наряд-допуск, разрешение и другие документы;

-при проведении экскурсии на предприятии и др.

Повторный, внеплановый и целевой инструктаж проводит непосредственный руководитель работ.

Текущий инструктаж проводится после выявления нарушений правил и инструкций по технике безопасности или при выполнении работ по допуску-наряду.

Тема 5

Профилактика производственного травматизма

В тех случаях, когда состояние среды обитания не удовлетворяет критериям безопасности [1,3] и комфортности, неизбежно возникают негативные последствия.

Характер и организация труда, взаимоотношения в трудовых коллективах могут неблагоприятно влиять на работоспособность или здоровье человека. Они носят название «производственные вредности», под которыми понимаются все факторы, способные вызывать снижение работоспособности, появление острых и хронических отравлений и заболеваний, влиять на рост заболеваемости с временной утратой трудоспособности или другие отрицательные последствия.

Производственная травма представляет собой внезапное повреждение организма человека и потерю им трудоспособности, вызванные несчастным случаем на производстве. Повторение несчастных случаев, связанных с производством, называется производственным травматизмом. Несчастные случаи делятся:

- ◆ по количеству пострадавших – на одиночные (пострадал один человек) и групповые (пострадало одновременно два и более человек);
- ◆ по тяжести - легкие (уколы, царапины, ссадины); тяжелые (переломы костей, сотрясение мозга); с летальным исходом;
- ◆ в зависимости от обстоятельств – связанные с производством; не связанные с производством, но связанные с работой и несчастные случаи в быту.

Несчастные случаи, не связанные с производством, могут быть отнесены к несчастным случаям, связанным с работой (согласно перечню, приведенному в приложении 2 п. 63 Положения о порядке назначения и выплаты пособий по государственному социальному страхованию), или к несчастным случаям в быту. Несчастный случай признается связанным с работой, если он произошел при выполнении каких-либо действий в интересах предприятия за его пределами (в пути на работу или с работы), при выполнении государственных или общественных обязанностей, при выполнении долга гражданина РФ по спасению человеческой жизни и т. п. Обстоятельства несчастных случаев, связанных с работой, а также бытовых травм выясняют страховые делегаты профгруппы и сообщают комиссии охраны труда профсоюзного комитета.

Несчастные случаи, происшедшие на территории предприятия и в местах, специально оговоренных в положении о расследовании несчастных случаев на производстве, должны быть расследованы.

Руководитель участка, где произошел несчастный случай, обязан:

- ◆ организовать меры доврачебной помощи пострадавшему и госпитализировать его;
- ◆ принять меры по предупреждению повторного случая;
- ◆ срочно сообщить о несчастном случае руководителю предприятия и в профсоюзный комитет;
- ◆ в течение 3 суток расследовать несчастный случай совместно со стар-

шим общественным инспектором по охране труда и инженером по технике безопасности;

♦составить акт о несчастном случае по форме Н-1 в двух экземплярах и направить руководителю предприятия.

Акт утверждает руководитель предприятия и заверяет печатью организации. Один экземпляр акта выдают пострадавшему. Второй экземпляр хранится вместе с материалами расследования в течение 45 лет в организации по основному месту работы (учебы, службы) пострадавшего на момент несчастного случая.

О групповом, смертельном или тяжелом случае руководитель обязан немедленно сообщить техническому инспектору профсоюза, обслуживающему предприятие, вышестоящему хозяйственному органу, в прокуратуру по месту нахождения предприятия, Госгортехнадзору или Энергонадзору по подконтрольным им объектам.

Каждый такой случай подлежит специальному расследованию техническим инспектором профсоюза с участием представителей администрации, профсоюзного комитета, вышестоящего хозяйственного органа, а в необходимых случаях - Госгортехнадзора или Энергонадзора в срок не более семи дней.

О последствиях несчастного случая с пострадавшим, администрация посылает сообщение в адрес профсоюзного комитета, технического инспектора профсоюза и отдела (инженера) охраны труда.

Несчастный случай не признается связанным с производством, если он произошел с работником при изготовлении им каких-либо предметов в личных целях или хищении материалов; в результате опьянения, которое не является результатом воздействия применяемых на производстве предметов, и т. п.

Если администрация пришла к выводу об отсутствии связи несчастного случая с производством, то она обязана внести этот вопрос на рассмотрение профсоюзного комитета. При согласии профсоюзного органа с предложением администрации на акте формы Н-1 (в правом верхнем углу) делается запись: "Несчастный случай не связан с производством" и заверяется председателем профсоюзного комитета. Такие несчастные случаи в отчет не включают.

За несчастные случаи, связанные с производством, администрация несет ответственность, а пострадавшему выплачивается пособие по временной нетрудоспособности в размере среднего заработка за счет средств предприятия.

В случае инвалидности, возникшей в результате увечья, либо иного повреждения здоровья, потерпевшему назначают пенсию. Кроме того, ему возмещается материальный ущерб из-за потери трудоспособности в размере разницы между утраченным среднемесячным заработком и пенсией по инвалидности.

Одним из важнейших условий предотвращения производственного травматизма является систематический анализ причин его возникновения, которые делятся на технические и организационные.

Технические причины, в большинстве случаев, проявляются как результат

конструктивных недостатков оборудования, недостаточности освещения, неисправности защитных средств, оградительных устройств и т.д.

К *организационным причинам* относятся: несоблюдение правил техники безопасности из-за неподготовленности работников, низкая трудовая и технологическая дисциплина, неправильная организация работы, отсутствие надлежащего контроля за производственным процессом и др.

Результаты анализа травматизма зависят, в значительной мере, от достоверности и тщательности оформления материалов расследования несчастных случаев. Очень внимательно следует заполнять акт о несчастном случае по форме Н-1, в котором четко и ясно сформулировать техническую (отсутствие предохранительных устройств, неисправность оборудования) или организационную (необученность пострадавшего, неправильный прием работы) причину несчастного случая.

Анализ причин несчастных случаев на производстве проводят с целью выработки мероприятий по их устранению и предубеждению. Для этого используются монографический, топографический и статистические методы [32].

Монографический метод предусматривает многосторонний анализ причин травматизма непосредственно на рабочих местах. При этом изучают организацию и условия труда, состояние оборудования, инвентаря, инструментов. Этот метод эффективен при статистическом анализе состояния охраны труда.

Топографический метод анализа позволяет установить место наиболее частых случаев травматизма. Для этого на плане-схеме предприятий, где обозначены рабочие места и оборудование, отмечают количество несчастных случаев за анализируемый период.

Это позволяет уделить больше внимания улучшению условий труда на рабочих местах, где наиболее часто происходят несчастные случаи.

Статистический метод анализа основан на изучении количественных показателей данных отчетов о несчастных случаях на предприятиях и в организациях. При этом используются, в основном, коэффициенты частоты и тяжести травматизма.

Коэффициент частоты ($K_{\text{ч}}$) определяет число несчастных случаев на 1000 работающих за отчетный период и рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{H_{\text{с}} 1000}{C_{\text{р}}}, \quad (1)$$

где $H_{\text{с}}$ – число несчастных случаев за отчетный период с потерей трудоспособности свыше трех дней; $C_{\text{р}}$ – среднесписочное число работающих.

Коэффициент тяжести травматизма показывает среднее количество дней нетрудоспособности, приходящееся на один несчастный случай за отчетный период и определяется по формуле:

$$K_m = \frac{D_n}{H_o}, \quad (2)$$

где D_n - общее количество дней нетрудоспособности из-за несчастных случаев; H_o – количество несчастных случаев за отчетный период.

На основе всестороннего анализа условий труда администрация и служба охраны труда предприятий проводят:

- ◆инструктаж и обучение работников по технике безопасности;
- ◆оперативный контроль за исправностью оборудования, обеспечением работников индивидуальными защитными средствами и спецзащитой;
- ◆контроль за выполнением трудового законодательства, инструкций и положений по технике безопасности;
- ◆проведение дней охраны труда и общественных смотров по технике безопасности на предприятиях и стройках;
- ◆выполнение соглашения с профсоюзной организацией по охране труда.

Аналізу несчастных случаев предшествует их классификация по причинам. Общепринятой классификации причин производственного травматизма в настоящее время нет, однако большинство авторов выделяют несколько групп (рис. 7).

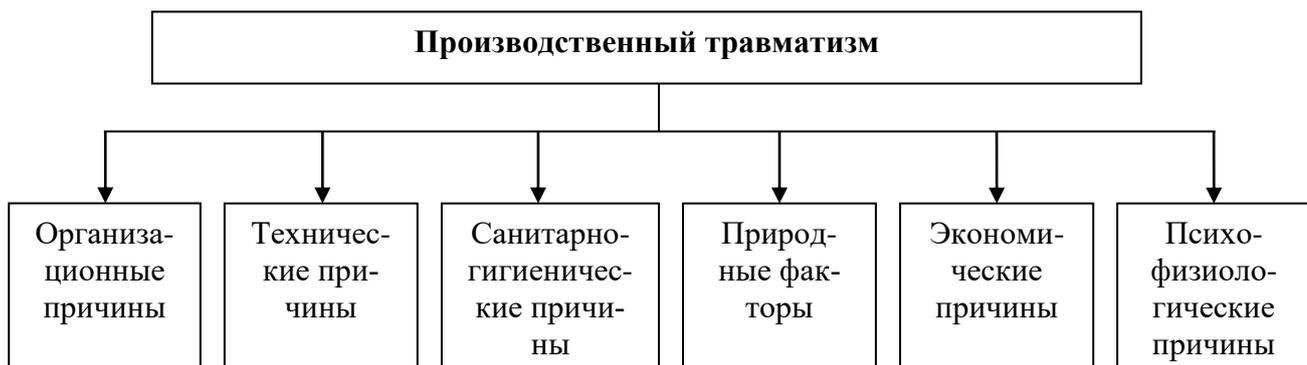


Рис. 7. Причины производственного травматизма

Организационные причины - зависят от уровня организации труда на предприятии. К ним относятся:

- несоблюдение правил техники безопасности;
- нарушения правил эксплуатации оборудования транспортных средств, инструмента;
- нарушения технологического регламента;
- низкая трудовая и производственная дисциплина;
- неправильная организация работы;
- нарушения правил и норм транспортировки, складирования и хранения материалов и изделий;
- недостатки в обучении персонала безопасным методам работы;
- слабый технический надзор за опасными работами;

- отсутствие или несовершенство ограждений мест работы;
- отсутствие, неисправность или неиспользование индивидуальных средств защиты;
- недостатки в содержании территории, проездов, проходов.

Технические причины можно охарактеризовать как причины, не зависящие от уровня организации труда на предприятии. К ним относятся технологические, конструкторские причины и техническое обслуживание:

- несовершенство технологических процессов, конструкторские недостатки оборудования, приспособлений, инструмента;
- недостаточная механизация тяжелых работ;
- несовершенство ограждений, защитных устройств, средствами сигнализации и блокировок;
- прочностные дефекты материалов.

Санитарно-гигиенические причины включают:

- повышенное (выше ПДК) содержание в воздухе рабочих зон вредных веществ;
- недостаточное или нерациональное освещение;
- повышенные уровни шума, вибрации, наличие вредных излучений;
- неблагоприятные метеорологические условия;
- неудовлетворительное содержание бытовых помещений.

Природные факторы включают две группы:

- стихийные бедствия;
- массовые эпидемии.

Экономические причины это:

- производственно-экономические;
- социально - экономические.

Психофизиологические причины. В каждом действии человека психологи выделяют три функциональные части: мотивационную, ориентировочную и исполнительную. Нарушение в любой из этих частей влечет за собой нарушение действий в целом.

Человек нарушает правила, инструкции, потому что:

- либо он не хочет их выполнять;
- либо он не знает, как это сделать.

Таким образом, в психологической классификации причин возникновения опасных ситуаций несчастных случаев можно выделить три класса.

Нарушение **мотивационной части** действий проявляется в нежелании выполнять определенные действия. Нарушение может быть *относительно постоянным* (человек недооценивает опасность, склонен к риску, отрицательно относится к трудовым и (или) техническим регламентациям, безопасный труд не стимулируется и т.п.) и *временным* (человек в состоянии депрессии, алкогольного опьянения и т.д.).

Нарушение **ориентировочной части** действий проявляется в незнании правил эксплуатации технических систем, норм безопасности труда и способов

их выполнения.

Нарушение **исполнительной части** проявляется в невыполнении правил (инструкций предписаний, норм и т.п.) вследствие несоответствия психических и физических возможностей человека требованиям работы. Такое несоответствие может быть *постоянным* (недостаточная координация, плохая концентрация внимания, несоответствие роста габаритам обслуживаемого оборудования и т.д.) и *временным* (переутомление, понижение трудоспособности, стресс, ухудшение состояния здоровья, алкогольное опьянение).

Эта классификация предоставляет реальную возможность в соответствии с каждой группой причин возникновения опасных ситуаций и несчастных случаев назначить группу профилактических мероприятий в каждой части:

- мотивационная часть - пропаганда и воспитание;
- ориентировочная часть - обучение, отработка навыков;
- исполнительная часть - медицинское обследование, профотбор.

Когда цели можно достичь разными путями, человек выбирает путь, который, по его представлению и опыту, требует наименьшие затраты сил и, на избранном пути, он расходует небольшие усилия, чем необходимо (то есть достигает цели быстрее с наименьшими энергетическими затратами). Это, по мнению психологов, есть частный случай общего принципа наименьшего действия. Именно по этой причине часто рабочие не используют средства защиты, пропускают операции, необходимые для обеспечения безопасности, но не влияющие на получение конечного продукта, выбирают более легкие, но и более опасные рабочие позы и движения.

Появлению стремления экономить силы за счет выбора способа действия способствуют недостатки в организации труда, техники и технологии.

С психологической точки зрения важное значение в формировании поведения на производстве имеет социальная и физическая безнаказанность совершающего опасные действия.

Физическая безнаказанность обуславливается тем, что неправильное действие в определенных случаях не сопровождается травмой. Работник считает, что вероятность получения травмы настолько мала, что ею можно пренебречь.

Социальная безнаказанность обуславливается тем, что зачастую коллеги и начальники снисходительно относятся к нарушению, считая, что полученная продукция компенсирует такие мелочи, как нарушение инструкции по охране труда. Такая безнаказанность формирует привыкание к опасности и ложное представление о личной неуязвимости.

-Работа на предприятиях по обеспечению безопасности организуется по следующим направлениям:

- обеспечение травмобезопасности при проведении ремонтно-строительных и хозяйственных работ, а также при выполнении других задач в повседневной деятельности;
- проведение мероприятий медицинского обеспечения безопасности;

-организация противопожарной защиты и проведение мероприятий по охране окружающей среды.

Основные усилия по созданию безопасных условий сосредотачиваются на содержании зданий, сооружений, помещений, рабочих мест, техники, агрегатов, оборудования и механизмов.

Содержание зданий, сооружений, помещений, рабочих мест в безопасном состоянии организуется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации (ГОСТ, СНиП, СанПиН).

Праву рабочих и служащих на здоровье и безопасность условий труда соответствует обязанность предприятия обеспечить такие условия труда.

В основах законодательства о труде указано, что предприятия обязаны внедрять современные средства техники безопасности, предупреждающие производственный травматизм, обеспечивать санитарно-гигиенические условия и предотвращающие возникновение профессиональных заболеваний.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные нормативно-правовые документы в области безопасности жизнедеятельности и охране труда.
2. Какие функции выполняет служба охраны труда на производстве?
3. Что содержит система стандартов безопасности труда.
4. Перечислите виды необходимых инструктажей на производстве.
5. Что такое производственная травма?
6. Опишите действия руководителя, на участке которого произошел несчастный случай.
7. Какие Вы знаете причины возникновения травматизма.
8. Какие методы используют для анализа причин несчастных случаев на производстве?
9. Перечислите основные причины возникновения производственного травматизма.
10. Что включают в себя организационные причины возникновения производственного травматизма.
11. Что включают в себя санитарно-гигиенические причины возникновения производственного травматизма.

РАЗДЕЛ V

Критерии безопасности и рисков в проблемах функционирования, модернизации и развития техносферы

Тема 1

Научные основы анализа рисков с учетом требований стратегии национальной безопасности

Основополагающим документом в сфере регулирования жизнедеятельности государства становится «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года», утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 года, №537. Поручением Президента Российской Федерации от 26 мая 2009 г. предусмотрена разработка комплексных мероприятий по реализации этой «Стратегии».

«Стратегия» является официально признанной системой стратегических приоритетов, целей и мер в области внутренней и внешней политики, определяющих состояние национальной безопасности и уровень устойчивого развития государства на долгосрочную перспективу. В «Стратегии» определены главные стратегические риски и угрозы национальной безопасности, сформулирована задача системы научного и технологического прогнозирования и риски для научных и технологических приоритетов, усиления интеграции науки, образования и производства, создания комплексной системы контроля над рисками.

В качестве основной задачи выдвигается подготовка и создание междисциплинарной, межотраслевой и межведомственной системы оценки рисков. Систематические фундаментальные и прикладные исследования (рис. 8), выполненные в последние два десятилетия научными институтами создают основы новых подходов к обеспечению защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, к анализу промышленной, экологической, радиационной, химической, энергетической безопасности [37,38,39].



Рис. 8. Национальная и межведомственная организация работ по научному обеспечению комплексной безопасности

С учетом изложенного, основными задачами РАН в сфере безопасности являются:

- формирование на основе исследований по социальным, естественным и техническим наукам фундаментальной базы анализа рисков в трех основных сферах жизнедеятельности – социальной, природной и техногенной, составляющих единую сложную социально-природно-техногенную систему «человек-природа-инфраструктура» [42,43,44,47-50,54];

- построение обобщенной модели указанной сложной системы с определением роли её основных компонентов в величинах базовых параметров рисков
- вероятностей возникновения неблагоприятных процессов и событий (опасностей, вызовов, угроз, кризисов, катастроф) и сопутствующих им ущербов;

- построение сценариев неблагоприятных событий в сложной системе и количественная оценка рисков через параметры главных иницирующих и поражающих факторов – опасных энергий, веществ и потоков информации.

На этой основе разрабатываются принципы категорирования ЧС, высокорисковых объектов и опасных процессов по величинам рисков.

В число основных решаемых задач входит подготовка исходных предложений по нормированию и регулированию рисков на всех уровнях государственного управления. На базе этих предложений органами государственного управления (Совет Безопасности Российской Федерации) будут формироваться единые требования к обеспечению безопасности человека, общества и государства. Это вытекает из принятых Конституции Российской Федерации и «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года».

Существо нормирования, регулирования и управления обеспечением национальной безопасности сводится к требованию, чтобы величины формирующихся и реализующихся рисков не превышали над величин приемлемых рисков на заданном временном интервале.

Задача фундаментальной и прикладной науки сводится к разработке методов определения рисков.

Величина приемлемых рисков устанавливается или назначается органами высшего государственного управления (Президентом, Правительством, Федеральным Собранием Российской Федерации) с учетом возможностей и потенциала страны, уровня научных обоснований, отечественного и мирового опыта.

Определяющими параметрами в этом случае являются две группы рисков:

- индивидуальные риски (1/год) потери жизни и здоровья человека от указанных выше неблагоприятных процессов и явлений;

- экономические риски (руб./год) от неблагоприятных процессов и явлений, учитывающих уязвимость социальной, природной и техногенной сфер.

В экономические риски включаются экономические ущербы от потери жизней и здоровья людей, от поражений окружающей природной среды и технических инфраструктур.

Научное обоснование приемлемых рисков состоит в разработке методологии определения критических (предельных, недопустимых) рисков и назначения запасов по этим рискам

РАН, МЧС России, Минпромторг России, Ростехнадзор, Ростехрегулирование-Росстандарт и другие ведомства начинают использование системы этих подходов для анализа стратегических рисков национальной безопасности и рисков технического регулирования.

Для достижения расчетными рисками на данном отрезке времени приемлемых рисков и запасов по рискам необходимо осуществление комплексов ме-

роприятий с соответствующими экономическими затратами. Эти мероприятия, направленные на снижение формирующихся рисков до уровня, должны быть эффективными и связанными с уровнями расчетных рисков.

Вместе с тем, в ряде указанных программ пока в явном виде отсутствуют количественные показатели стратегических рисков в условиях модернизации экономики России, что затрудняет как планирование самих мероприятий, так и контроль и надзор со стороны государства за эффективной их реализацией.

Тема 2

Категорирование потенциальных опасностей в техносфере

Техногенная сфера включает в себя все жизненно важные объекты, созданные человеком на протяжении многих десятилетий (энергетические, транспортные, коммуникационные, строительные, промышленные, горнодобывающие, оборонные) [45,51,52]. По мере все ускоряющегося развития и усложнения техногенной сферы анализ техногенной безопасности становится одной из наиболее актуальных задач фундаментальных междисциплинарных исследований, прикладных научно-технических разработок, создания систем диагностики и мониторинга, построения барьеров и защит. Конечной целью таких исследований и разработок является научно-обоснованная оценка возрастающих рисков техногенных катастроф и доведения этих рисков до приемлемых уровней.

Анализ и обобщение многочисленных данных (измеряемых тысячами и десятками тысяч в наиболее развитых странах) позволили провести определенную классификацию техногенных и природно-техногенных аварий и катастроф. По масштабам охваченных ими стран и территорий, по числу жертв и пострадавших, по экономическому и экологическому ущербу в такого рода классификации могут быть выделены следующие семь классов: планетарные, глобальные, национальные, региональные, местные, объектовые и локальные катастрофы.

По степени потенциальной опасности, приводящей к подобным катастрофам в техногенной сфере, можно выделить объекты ядерной, химической, металлургической и горнодобывающей промышленности, уникальные инженерные сооружения (плотины, эстакады, нефтегазохранилища), транспортные системы (аэрокосмические, надводные и подводные, наземные), перевозящие опасные грузы и большие массы людей, магистральные газо-, нефте-, продуктопроводы. Сюда же относятся опасные объекты оборонного комплекса - ракетно-космические и самолетные системы с ядерными и обычными зарядами, атомные подводные лодки и наземные суда, крупные склады обычных и химических вооружений.

Аварии и катастрофы на указанных объектах могут инициироваться опасными природными явлениями - землетрясениями, ураганами, штормами. Сами техногенные аварии и катастрофы при этом могут сопровождаться радиа-

ционными и химическими повреждениями и заражениями, взрывами, пожарами, обрушениями. Типы и параметры поражающих факторов при этом могут изменяться в весьма широких пределах.

При этом большинство аварий и катастроф сопровождается нарушением условий прочности и исчерпанием ресурса наиболее нагруженных элементов в штатных или аварийных ситуациях.

При анализе безопасности техногенной сферы следует учитывать как ущербы, так и серийность соответствующих потенциально опасных объектов. Наиболее тяжелые аварийные ситуации возникают на уникальных объектах гражданского и оборонного назначения - единичных и серийных. Число однотипных атомных энергетических реакторов составляет 1-10 при их общемировом числе в эксплуатации 450-500, число однотипных ракетно-космических систем обычно составляет от 3-5 до 50-80. Среднесерийные потенциально опасные объекты исчисляются сотнями и тысячами, а крупносерийные - десятками и сотнями тысяч (автомобили, сельскохозяйственные машины, станки).

Важное значение как для нашей страны имеет достигнутый уровень обоснования безопасности по критериям риска вновь созданных потенциально опасных объектов и продление безопасной эксплуатации действующих объектов по критериям прочности и остаточного ресурса с учетом выработки назначенного ресурса на 50-70% и более. Сказанное выше потребовало постановки на национальном и международном уровнях новых фундаментальных и прикладных научных задач:

- математической теории катастроф и вероятностной теории рисков;
- физики, химии и механики аварийных ситуаций и катастроф;
- теории предельных состояний, прочности и ресурса с учетом аварийных и катастрофических ситуаций;
- теории жесткой, функциональной и комбинированной аварийной защиты объектов, операторов и персонала;
- теории мониторинга и прогнозирования (с применением космических, воздушных и наземных систем) сценариев и последствий техногенных катастроф;
- научных методов, технологий и техники ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

По уровню потенциальной опасности, по требованиям законодательства и с учетом риска возникновения аварий и катастроф объекты техносферы могут быть разделены (рис. 9) на четыре основные группы, для которых предусмотрены соответствующие требования к безопасности:

- объекты технического регулирования (ОТР), безопасность эксплуатации которых должна обеспечиваться по закону о техническом регулировании – их число измеряется миллионами и десятками миллионов;
- опасные производственные объекты (ОПО), безопасность эксплуатации которых должна обеспечиваться по закону о промышленной безопасности - их число измеряется сотнями тысяч;

- критически важные объекты (КВО), безопасность эксплуатации которых должна обеспечиваться по решению Совета Безопасности Российской Федерации - их число измеряется тысячами;

- стратегически важные объекты (СВО), безопасность функционирования которых влияет на состояние национальной безопасности страны – их число измеряется сотнями.

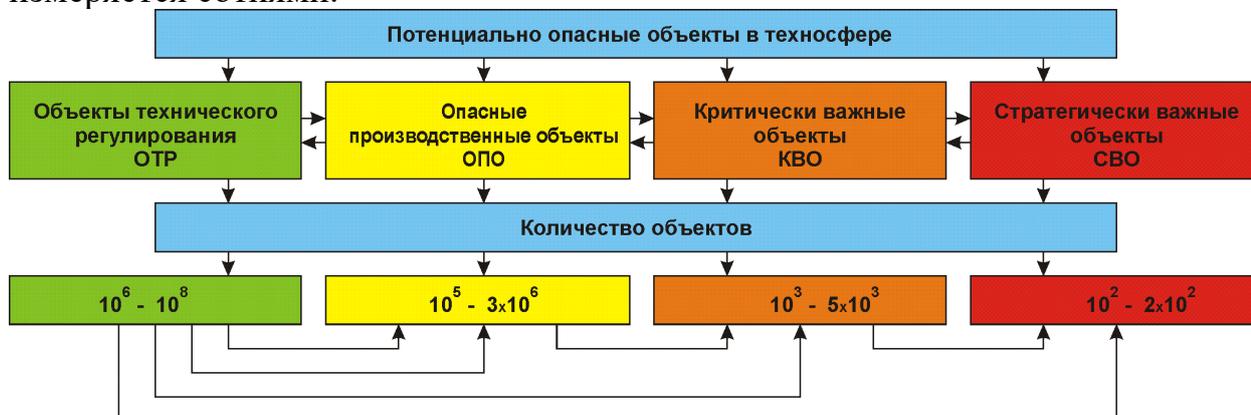


Рис.9. Структурная схема анализа потенциально опасных объектов

Необходимость введения четвертой категории объектов (СВО) обусловлена анализом самых тяжелых катастроф в нашей стране и за рубежом. Сюда входят катастрофы на атомных электростанциях (Чернобыльская АЭС – СССР; ТМА АЭС – США), на атомных подводных лодках (АПЛ «Комсомолец», «Курск» - СССР, Россия; «Трешер» - США), на железнодорожном транспорте (под Уфой, Арзамасом, Свердловском), на объектах сжиженного природного газа (СПГ), на уникальных строительных объектах (США). Для нашей страны характерным примером такой тяжелой катастрофы стала крупнейшая авария на Саяно-Шушенской ГЭС 17.08.2009 г.

Для всех объектов техносферы (ОТР, ОПО, КВО, СВО) в анализ безопасности и рисков должны вводиться все стадии их жизненного цикла: проектирование, изготовление, испытания, эксплуатация, продление эксплуатации и вывод из эксплуатации.

Одна из основных задач снижения рисков возникновения аварийных и катастрофических ситуаций при эксплуатации технических систем сводится к введению в практику многопараметрической диагностики состояния, мониторинга рисков и срабатывание систем аварийной защиты объектов ОТР, ОПО, КВО и СВО.

Основными объектами внедрения таких диагностических систем становятся операторы, персонал и высокорисковые технические системы. В этих условиях задачами научных исследований и разработок становятся ранняя оперативная диагностика системы «человек-машина-среда» на начальных стадиях опасных воздействий с применением новых диагностических методов и систем в режиме реального времени с высокой разрешающей способностью, базирую-

щихся на специальных математических методах обработки регистрируемых параметров физиологического состояния оператора (например, кардиограмм работы сердца), параметров динамических процессов в технической системе (например, виброграмм работы ракетного двигателя, гидротурбин, атомного реактора) и внешних воздействий (сейсмических, ветровых, температурных). Они должны обеспечить автоматизированное включение систем функциональной защиты технических объектов и предупреждения операторов при развитии опасных повреждающих и поражающих факторов. К настоящему времени в России проведены разработки указанных методов диагностики, мониторинга и защиты для атомной энергетики, ракетно-космических и авиационных систем и операторов.

Углубленный анализ крупнейших техногенных и природно-техногенных катастроф самых последних лет показывает недостаточность применяемых научных, инженерных, технологических, нормативных, надзорных и правовых решений в области безопасности и защищенности СВО.

В число решенных и решаемых проблем включена и исторически сложившаяся последовательность формирования фундаментальных научных основ, разработки инженерных методов расчетов и испытаний, создания норм и правил проектирования и изготовления объектов техносферы (ОТР, ОПО), обеспечения их функционирования в заданных пределах проектных режимов и параметров («прочность, жесткость, устойчивость»). Базовыми поэтапно повышающимися требованиями к штатному (нормальному) функционированию и проектным параметрам функционирования для КВО и СВО техносферы на всех стадиях их жизненного цикла в начале XXI века в дополнение к этим параметрам добавились новые, усложнив весь анализ цепочки «прочность → жесткость → устойчивость → ресурс → надежность → живучесть → безопасность → риск → защищенность».

Учитывая существенное различие величин рисков, вероятностей и ущербов для различных ОТР, ОПО, КВО, СВО различный уровень прорабатываемости теоретических и прикладных вопросов безопасности, в настоящее время можно ориентироваться на следующую иерархию научных методов анализа рисков: детерминированные, статистические методы, вероятностные методы, логико-вероятностные методы, методы нечетных множеств, комбинированные методы и имитационные модели; в целом ряде случаев используются комбинированные методы.

Таким образом, введение в действие Федеральных законов о техническом регулировании ОТР, промышленной безопасности ОПО, безопасности атомной энергетики, гидротехнических сооружений, транспорта, и решений о защищенности КВО и СВО предусматривает повышение роли фундаментальных и прикладных исследований прочности, ресурса, живучести для обеспечения комплексной безопасности и защищенности по критериям рисков.

Тема 3

Система физической защиты (СФЗ) важных промышленных объектов

3.1. Концепция безопасности и принципы создания СФЗ важных промышленных объектов

Концепция безопасности СФЗ

Одной из эффективных превентивных мер по обеспечению безопасности важных промышленных объектов является создание автоматизированной системы охраны от несанкционированного проникновения физических лиц - системы физической защиты (СФЗ).

Современные СФЗ в корне изменили тактику охраны объектов. В таких системах нет необходимости в организации постовой службы на периметре объекта; вместо этого создаются дежурные тревожные группы, которые начинают немедленные действия по нейтрализации нарушителей после получения сигнала тревоги на центральном пульте управления СФЗ. В них сведено до минимума влияние человеческого фактора и достигается высокая эффективность защиты объекта при минимальном количестве личного состава сил охраны.

Рассмотрим следующие ключевые термины и определения.

Безопасность объекта физическая - состояние защищенности жизненно-важных интересов (объекта) от угроз, источниками которых являются злоумышленные противоправные (несанкционированные) действия физических лиц (нарушителей).

Концепция безопасности - общий замысел обеспечения безопасности объекта от прогнозируемых угроз.

Уязвимость (объекта) - степень несоответствия принятых мер защиты (объекта) прогнозируемым угрозам или заданным требованиям безопасности.

Эффективность системы физической безопасности - вероятность выполнения системой своей основной целевой функции по обеспечению защиты объекта от угроз, источниками которых являются злоумышленные противоправные (несанкционированные) действия физических лиц (нарушителей).

СФЗ представляет собой совокупность правовых норм, организационных мер и инженерно-технических решений, направленных на защиту жизненно-важных интересов и ресурсов предприятия (объекта) от угроз, источниками которых являются злоумышленные (несанкционированные) физические воздействия физических лиц - нарушителей (террористов, преступников, экстремистов и др.) [64]. В этом едином комплексе задействованы и люди (служба безопасности, силы охраны), и техника - комплекс инженерно-технических средств охраны (ИТСО) или комплекс инженерно-технических средств физической защиты (ИТСФЗ). От их четкого взаимодействия зависит эффективность СФЗ.

Укрупненная структурная схема типовой СФЗ приведена на рис. 10.

Современные СФЗ строятся на базе широкого применения инженерно-

технических и программных средств и содержат следующие основные составные части (подсистемы):

- система контроля и управления доступом персонала (СКУД),
- система охранной сигнализации (СОС),
- система телевизионного наблюдения (СТН),
- система оперативной связи и оповещения
- обеспечивающие системы (освещения, электропитания, охранного освещения и др.).

При создании современных СФЗ, как правило, ставится также и задача защиты жизненно важных центров и систем объекта от непреднамеренных, ошибочных или некомпетентных действий персонала, которые по характеру возможного ущерба приближаются к НСД внешних нарушителей.

Принципы и порядок создания СФЗ

Учитывая сложность решаемых задач, создание СФЗ важных объектов требует комплексного научного подхода. Такой подход подразумевает проектирование СФЗ важных объектов в две стадии:

- а) концептуальное (системное) проектирование [26];
- б) рабочее проектирование.

Основными этапами стадии *концептуального* проекта являются:

- 1) Анализ уязвимости объекта и существующей СФЗ.
- 2) Разработка принципов физической защиты объекта.
- 3) Разработка технико-экономического обоснования создания СФЗ и комплекса ИТСО.

3.2. Анализ уязвимости объекта

Одной из главных задач начальной стадии концептуального проектирования является проведение *анализа уязвимости объекта* и существующей системы физической безопасности (защиты).

Целями и задачами проведения анализа уязвимости являются:

- а) определение важных для жизнедеятельности объекта предметов защиты (наиболее вероятных целей злоумышленных акций нарушителей);
- б) определение возможных угроз и моделей вероятных исполнителей угроз (нарушителей) [25];
- в) оценка возможного ущерба от реализации прогнозируемых угроз безопасности;
- г) оценка уязвимости объекта и существующей системы безопасности;
- д) разработка общих рекомендаций по обеспечению безопасности объекта.

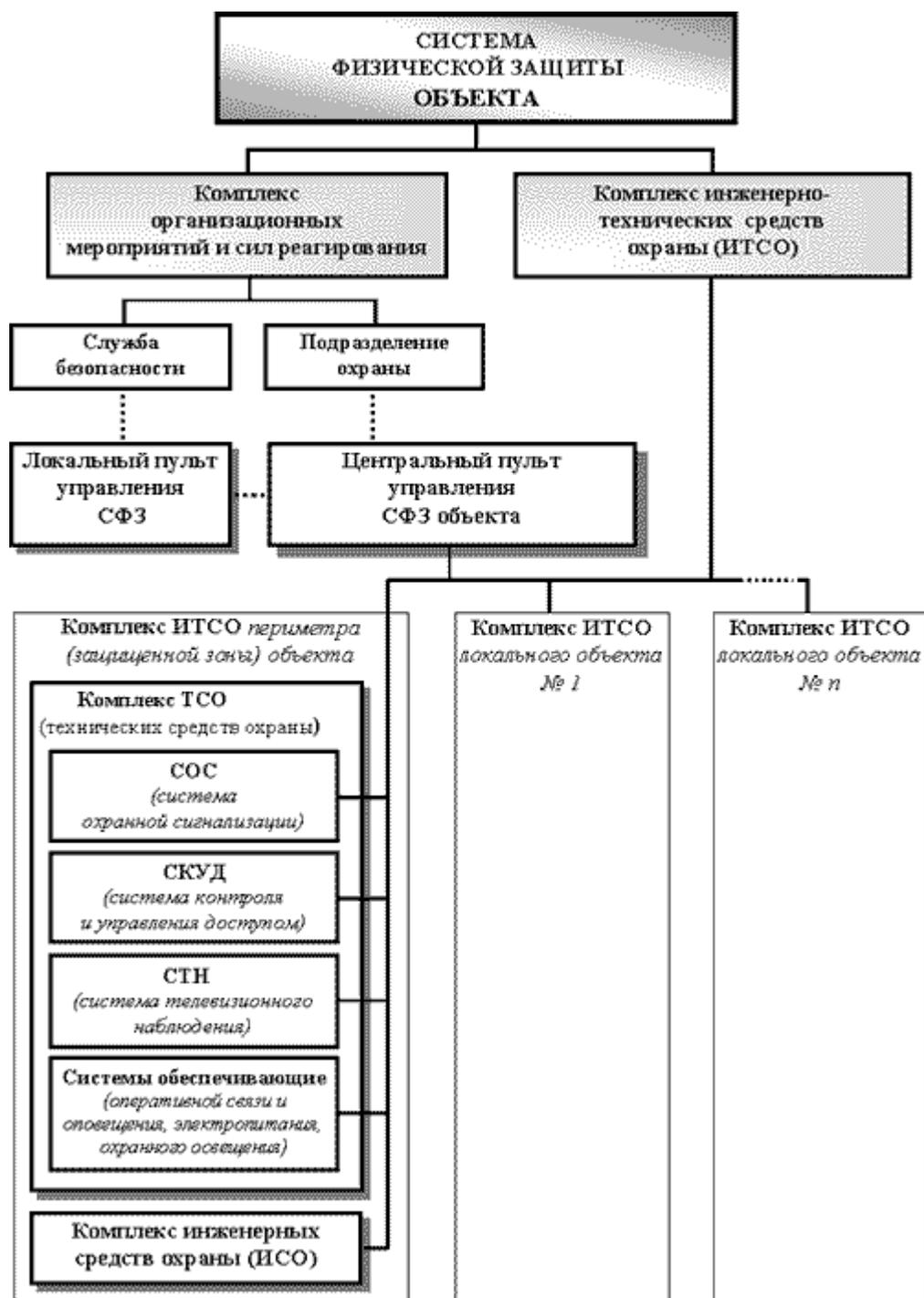


Рис.10. Укрупненная структурная схема типовой СФЗ

Работы проводятся методом экспертных оценок с применением метода математического (компьютерного) моделирования комиссией, в состав которой входят специалисты соответствующих служб заказчика: безопасности, главного технолога, главного инженера, пожарной охраны [65-70]. Результаты анализа могут оформляться отдельным отчетом. Гриф конфиденциальности определяется заказчиком. К материалам отчета допускается строго ограниченный круг лиц (только непосредственных исполнителей) по существующей на предприятии разрешительной системе. При необходимости, отчет выполняется в одном

экземпляре (только для Заказчика).

Реализацию жизненно-важных интересов любого предприятия обеспечивают его корпоративные ресурсы. Эти ресурсы должны быть надежно защищены от прогнозируемых угроз безопасности.

Для промышленного предприятия такими важными для жизнедеятельности ресурсами, а, следовательно, предметами защиты являются:

- люди (персонал предприятия);
- имущество:
 - важное или дефицитное технологическое оборудование;
 - секретная и конфиденциальная документация;
 - материальные и финансовые ценности;
 - готовая продукция;
 - интеллектуальная собственность (ноу-хау);
 - средства вычислительной техники (СВТ);
 - контрольно-измерительные приборы (КИП) и др.;
 - информация конфиденциальная [56,57]:

- на материальных носителях, а также циркулирующая во внутренних коммуникационных каналах связи и информации, в кабинетах руководства предприятия, на совещаниях и заседаниях;

- финансово-экономические ресурсы, обеспечивающие эффективное и устойчивое развитие предприятия (капитал, коммерческие интересы, бизнес-планы, договорные документы и обязательства и т.п.).

Утрата перечисленных ресурсов может привести:

- к большому материальному ущербу;
- созданию угрозы для жизни и здоровья людей;
- разглашению конфиденциальной информации или сведений;
- содержащих Государственную тайну, банкротству предприятия.

Перечисленные предметы защиты размещаются на соответствующих производственных объектах (подобъектах) предприятия в зданиях и помещениях. Эти подобъекты и являются наиболее уязвимыми местами, выявление которых производится при обследовании объекта. Таким образом, формулируется ответ на вопрос "что защищать?". По результатам обследования оформляется специальный типовой "Протокол обследования...", который подписывается заинтересованными сторонами.

Основными угрозами безопасности, которые могут привести к утрате корпоративных ресурсов предприятия, являются: чрезвычайная ситуация (пожар, разрушение, затопление, авария, хищение опасных веществ и т.п.); хищение или порча имущества; несанкционированный съем конфиденциальной информации; ухудшение эффективности функционирования, устойчивости развития [56,57,64].

Самой опасной угрозой безопасности промышленного предприятия являются чрезвычайные ситуации (ЧС), которая может привести к большому материальному ущербу, вызвать угрозу для жизни и здоровья людей, а на потен-

циально опасных объектах - катастрофические последствия для окружающей среды и населения.

В современных условиях несанкционированные действия физических лиц: диверсантов, террористов, преступников, экстремистов представляют особую опасность, т. к. могут привести к возникновению большинства прогнозируемых угроз.

На этапе анализа угроз совместно со службой безопасности заказчика при предварительном обследовании объекта формируется модель вероятных исполнителей угроз (нарушителей), т. е. их количественные и качественные характеристики (оснащенность, тактика действий и т.п.). В результате проведенной работы формулируется ответ на вопрос: от кого защищать?

3.3. Оценка уязвимости существующей СФЗ объекта

Оценка уязвимости существующей СФЗ производится в два этапа:

На первом этапе (при обследовании объекта) методом экспертных оценок производится оценка уязвимости составных частей СФЗ: комплекса организационных мероприятий, проводимых администрацией и службой безопасности объекта; комплекса инженерно-технических средств охраны (по основным тактико-техническим характеристикам и степени оснащенности объекта); сил охраны (по организации, качеству, эффективности действий и др.) На последующем этапе производится количественная оценка уязвимости существующей СФЗ.

1. *Количественная оценка* уязвимости объекта и эффективности СФЗ, производится по имеющейся на предприятии компьютерной методике анализа уязвимости и оценки эффективности систем охраны особо важных объектов.

При анализе учитываются прогнозируемые угрозы и модель исполнителей угроз (нарушителей), вероятности обнаружения нарушителя с помощью технических средств, варианты тактики ответных действий сил охраны, временные параметры (времена задержки преодоления нарушителем физических барьеров, время ответных действий сил охраны и др.).

По этой методике в наглядной форме, путем моделирования на ПЭВМ процесса действий нарушителей и сил охраны, производится оценка основного показателя эффективности СФЗ объекта - вероятности перехвата нарушителя силами охраны, действующими по сигналу срабатывания комплекса ИТСО.

По результатам анализа уязвимости разрабатываются общие рекомендации по обеспечению безопасности объекта с ориентировочной оценкой стоимости создания предлагаемой СФЗ. При этом сравнивается ориентировочная стоимость предотвращаемого ущерба (Спу) и затрат на создание предлагаемой СФЗ (Ссфз).

Обязательным критерием целесообразности внедрения СФЗ в систему охраны объекта является выполнение условия неравенства: $Спу > Ссфз$

3.4. Разработка технико-экономического обоснования создания СФЗ и комплекса ИТСО

С целью достижения оптимального уровня защиты, защищаемые предметы и подобъекты классифицируются по важности (значимости) на категории безопасности. В качестве критерия классификации обычно используется характер или масштаб возможного ущерба в случае реализации основных угроз безопасности данному объекту. Для подобъектов высшей категории безопасности должен быть установлен максимальный уровень защищенности. Основными последующими задачами концептуального проектирования являются:

Разработка структуры СФЗ и вариантов построения комплекса ИТСО объекта с оценкой стоимости их реализации.

Количественная оценка уязвимости предлагаемой СФЗ с различными вариантами структуры комплекса ИТСО и выбор оптимального варианта комплекса по критерию "эффективность - стоимость" (максимум эффективности при минимуме затрат).

От успешного проведения работ на стадии "Концептуального проекта" зависит оптимальность будущих проектно-технических решений. Именно на этой стадии с использованием методов системного анализа и моделирования происходит обоснование и выбор оптимальной структуры и состава СФЗ и комплекса ИТСО по критерию "эффективность - стоимость".

Сравнительная количественная оценка эффективности вариантов комплекса ИТСО позволяет на начальной (допроектной) стадии выбрать оптимальный вариант комплекса, обладающий достаточно высокой эффективностью при минимальных затратах на его создание и внедрение в систему охраны объекта.

Такой подход позволяет избежать серьезных ошибок в рабочем проекте, а следовательно, и излишних затрат на возможную доработку системы при ее эксплуатации.

Результаты работы этой стадии являются основной составной частью "Концепции..." или технико-экономического обоснование (ТЭО) создания комплекса ИТСО объекта (или группы объектов) и используются в качестве исходных данных для разработки технического задания на рабочее проектирование оборудования объектов комплексами ИТСО.

Результаты работы оформляются в виде ТЭО, которое содержит все необходимые сведения по концепции безопасности, структуре и составу СФЗ и комплекса ИТСО, количественной оценке уязвимости объекта и эффективности существующей и предлагаемой СФЗ, ожидаемые тактико-техно-экономические показатели комплекса ИТСО. В ТЭО приводятся также рекомендации по организации оперативных действий сил охраны с применением комплекса ИТСО, ориентировочный расчет необходимой численности технического персонала для обслуживания комплекса, необходимой численности сил охраны, а также стоимости всех этапов работ по оборудованию объекта предлагаемым комплексом ИТСО.

Этот документ может быть использован службой безопасности заказчика в качестве руководства по организации СФЗ и планированию работ по оборудованию объекта (объектов) комплексом ИТСО или его подсистемами.

Полный перечень основных этапов по созданию и внедрению комплекса ИТСО в эксплуатацию на охраняемом объекте приведен на рис. 11.

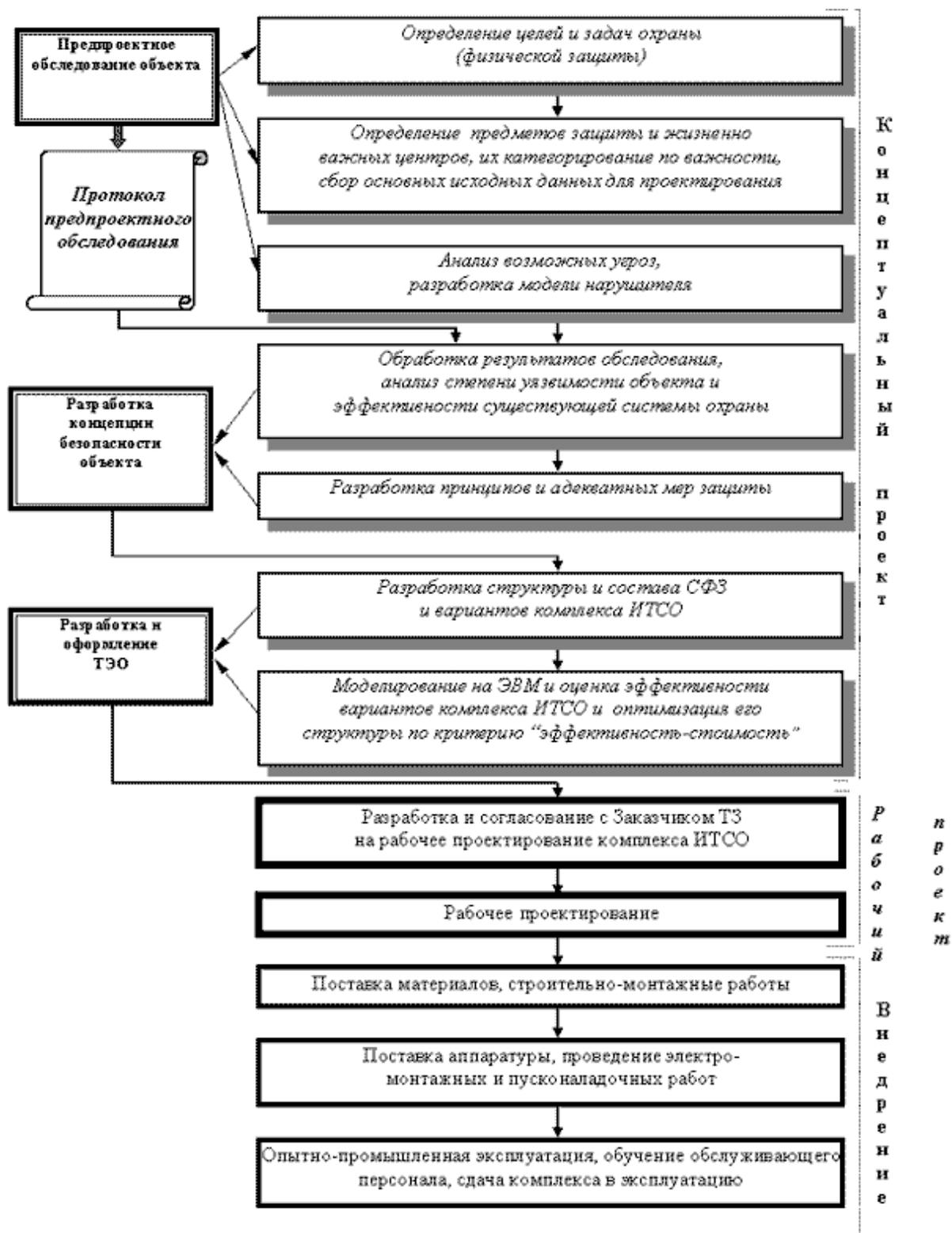


Рис.11. Полный перечень основных этапов по созданию и внедрению комплекса ИТСО в эксплуатацию на охраняемом объекте

Дальнейшим развитием в обеспечении безопасности объектов на совре-

менном этапе является создание комплексных (интегрированных) систем безопасности и управления системами жизнеобеспечения объектов. По современной терминологии такие системы называют "Автоматизированные системы управления зданиями" или "Автоматизированные системы управления для "интеллектуальных зданий". Анализ показывает, что "интеллектуальные" системы могут быть созданы на базе автоматизированных СФЗ, а точнее комплексов ИТСО, имеющих в своем составе полный набор основных подсистем (СКУД, СОС, СТН).

Контрольные вопросы

1. Какие основополагающие документы в сфере регулирования жизнедеятельности государства Вы знаете.
2. В чем состоит национальная и межведомственная организация работ по научному обеспечению комплексной безопасности?
3. Какие объекты называются критически важными?
4. Перечислите фундаментальные и прикладные научные задачи на национальном и международном уровне по безопасности техногенной сферы.
5. На какие группы разделены объекты по уровню потенциальной опасности, по требованиям законодательства и с учетом риска возникновения аварий и катастроф.
6. В чем заключается концепция безопасности системы физической защиты важных промышленных объектов.
7. Перечислите принципы безопасности системы физической защиты важных промышленных объектов.
8. В чем заключается проведение анализа уязвимости объекта? Назовите его цели и задачи.
9. Какие ресурсы являются важными для жизнедеятельности предприятия. Перечислите их
10. Как проводится оценка уязвимости существующей системы физической защиты объекта?

РАЗДЕЛ VI

Чрезвычайные ситуации мирного времени

Тема 1

Понятие о чрезвычайных ситуациях

В Российской Федерации продолжает сохраняться тенденция ежегодного роста числа ЧС, обусловленных опасными природными явлениями, стихийными бедствиями, авариями и техногенными катастрофами. Растет ущерб от этих происшествий. Остаются значительными санитарные и безвозвратные потери населения. Наносится вред окружающей природной среде. Проблема предупре-

ждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера остается для России весьма актуальной.

В России ежедневно отмечают две крупные аварии на трубопроводах, раз в неделю - на транспорте, ежемесячно в промышленности.

Человечество ежедневно сталкивается со множеством суровых природных явлений. На Земле ежегодно происходят десятки тысяч гроз, примерно 10 тыс. наводнений, свыше 100 тыс. землетрясений, многочисленные пожары и оползни, извержения вулканов и тропические циклоны.

По данным ООН, за последние 20 лет на нашей планете в результате стихийных бедствий и катастроф погибло более 3 млн человек. На рис. 12 представлена взаимосвязь человека, его жизнедеятельности и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

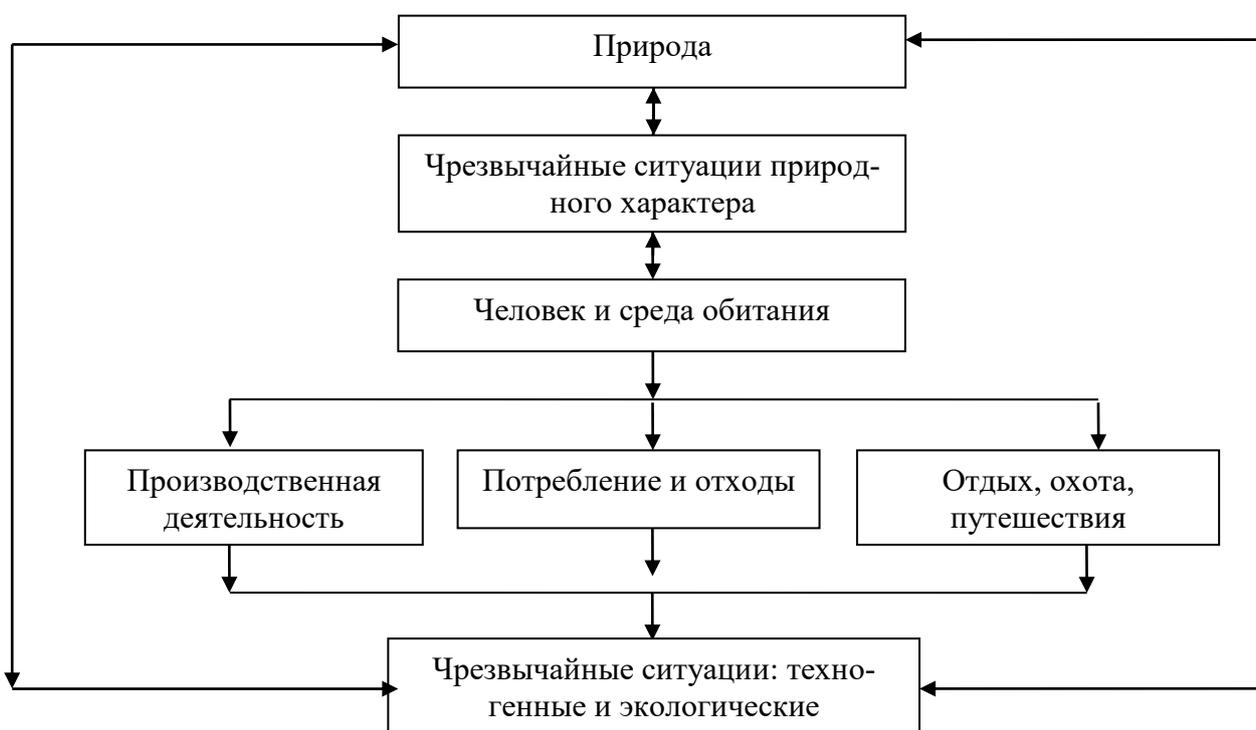


Рис. 12. Взаимосвязь ЧС, природной среды и жизнедеятельности человека

Основными причинами сохранения и усугубления значительной природной опасности являются:

- ◆ увеличение антропогенного воздействия на окружающую природную среду, провоцирующего или усиливающего негативные последствия опасных природных явлений;
- ◆ изменение некоторых параметров биосферы, атмосферы, гидросферы и суши;
- ◆ нерациональное размещение объектов хозяйственной деятельности и расселение людей в зонах потенциальной природной опасности;
- ◆ недостаточная эффективность, неразвитость или отсутствие систем мониторинга окружающей природной среды, ослабление государственных систем

наблюдения за вулканическими, сейсмическими, экзогенными процессами, гидрометеорологическими и гелиофизическими явлениями;

◆ низкая достоверность прогнозирования опасных природных явлений, отсутствие теоретической или практической возможности прогнозировать некоторые из них;

◆ отсутствие или плохое состояние гидротехнических, противооползневых, противоселевых и других защитных инженерных сооружений, а также защитных лесонасаждений;

◆ недостаточные объемы и низкие темпы сейсмостойкого строительства, укрепления зданий и сооружений в сейсмоопасных районах;

◆ свертывание мероприятий, проводящихся для снижения накапливающегося угрожающего потенциала некоторых опасных природных явлений (предупреждение градобитий, предупредительных государственных служб по проведению санитарно-эпидемиологических, ветеринарно-эпизоотических и других профилактических мероприятий в области инфекционной заболеваемости и распространения вредителей);

◆ незавершенность и недостаточная детализация районирования территории страны по критериям природной опасности, отсутствие или недостаточность кадастров потенциально опасных районов (регулярно затапливаемых, особо сейсмоопасных, селеопасных, лавиноопасных, оползневых, карстовых, цунамиопасных и др.).

Рост чрезвычайных ситуаций природного характера в России составляет 6 % в год. Стихийные бедствия и опасные природные явления наносят ежегодный материальный ущерб.

В техногенной сфере сохраняется высокий уровень аварийности, а по отдельным видам производств наблюдается ее рост, в том числе на системах жизнеобеспечения, магистральных трубопроводах.

Это происходит в связи с ростом масштабов и сложности производства и сопутствующим ему наличием большого количества неблагоприятных факторов:

- нерациональным, с точки зрения техногенной безопасности, размещением потенциально опасных объектов по территории страны;

- низкими темпами внедрения ресурсо- и энергосберегающих, других технически совершенных и безопасных технологий;

- просчетами в технической политике проектирования, строительства, модернизации и эксплуатации потенциально опасных объектов;

- недостаточной развитостью транспортных и других коммуникационных сетей страны;

- значительным прогрессирующим износом основных производственных фондов, достигающим в ряде отраслей 80-100 %;

- снижением профессионального уровня работников и производственной дисциплины;

- упадком проектно-конструкторского дела и качества труда;

-увеличением объемов производства, транспортировки, хранения, другого использования опасных (вредных) веществ, материалов и изделий;

-отсутствием или низким качеством систем контроля обстановки по опасным факторам и оповещения о ней, систем диагностики, локализации или подавления аварийных ситуаций, других систем технологической безопасности; снижением уровня техники безопасности;

-снижением уровня техники безопасности, недостатком средств защиты персонала;

-сокращением числа работников сферы обеспечения безопасности и объектов аварийно-спасательных служб;

- незавершенностью построения и малоэффективным функционированием систем декларирования, лицензирования и страхования потенциально опасной деятельности;

-недостаточным охватом экспертизой проектов потенциально опасных объектов.

Наибольшую опасность в техногенной сфере представляют радиационные и транспортные аварии, аварии с выбросом химически и биологически опасных веществ, взрывы и пожары, гидродинамические аварии, аварии на электроэнергетических системах и очистных сооружениях, количество которых остается достаточно большим.

Согласно статистике последних пяти лет, в стране ежегодно возникает не менее тысячи достаточно масштабных ЧС техногенного характера. В целом в конце уходящего XX века на территории бывшего СССР и России имело место большое количество крупных ЧС различного характера, накоплен огромный опыт по их ликвидации, который представляет несомненный интерес прежде всего для тех кто занимается вопросами защиты населения и территорий при ЧС природного и техногенного характера, проблемами их предупреждения и ликвидации.

В Федеральном законе «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» **чрезвычайная ситуация** определяется как «обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей».

Источником ЧС является опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может произойти чрезвычайная ситуация.

В каждом конкретном случае ЧС обуславливается оперативной обстановкой. **Оперативная обстановка** в районе чрезвычайной ситуации - это характеристика зоны ЧС, полученная на определенный момент времени и содержащая

сведения о ее состоянии, поступивших для нее требуемых ресурсах, проведенных работах, а также о различного рода внешних факторах, относящихся к данному событию. Целесообразно также оценивать обстановку на той или иной территории, где существует угроза возникновения ЧС.

В понятийном аппарате чрезвычайных ситуаций важное место занимают термины «авария», «катастрофа», «бедствие».

Авария - чрезвычайное событие техногенного характера, происшедшее по конструктивным, производственным, технологическим или эксплуатационным причинам, либо из-за случайных внешних воздействий, и заключающееся в повреждении, выходе из строя, разрушении технических устройств или сооружений.

Производственная или транспортная **катастрофа** - крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

Опасное природное явление - стихийное событие природного происхождения, которое по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности может вызвать отрицательные последствия для жизнедеятельности людей, экономики и природной среды.

Стихийное бедствие - катастрофическое природное явление (или процесс), который может вызвать многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

Экологическое бедствие (экологическая катастрофа) - чрезвычайное событие особо крупных масштабов, чрезвычайное изменение (под воздействием антропогенных факторов) состояния суши, атмосферы, гидросферы и биосферы и отрицательно повлиявшее на здоровье людей, их духовную сферу, среду обитания, экономику или генофонд. Экологические бедствия часто сопровождаются необратимыми изменениями природной среды.

Опасностью в ЧС называется состояние, при котором создалась или вероятно угроза возникновения поражающих факторов и воздействий источника ЧС на население, объекты экономики и окружающую природную среду в зоне ЧС.

Все опасности по источникам их возникновения принято делить на *естественные и антропогенные*. Естественные опасности возникают при стихийных явлениях в биосфере.

Характерной особенностью *естественных* опасностей является неожиданность их возникновения, хотя некоторые из них человек научился предсказывать, например ураганы, цунами. Естественные опасности стабильны во времени и по силе воздействия.

Возникновение *антропогенных* опасностей связано, прежде всего, с активной техногенной деятельностью человека.

Ежегодно в мире в сфере промышленного производства погибает до 200 тыс. человек, получает травмы различной тяжести около 120 млн. человек.

Пострадавший в ЧС - человек, пораженный либо понесший материальные

убытки в результате возникновения ЧС.

Пораженный в ЧС - человек, заболевший, травмированный или раненный в результате воздействия источника ЧС.

Под **безопасностью** в чрезвычайных ситуациях понимается состояние защищенности населения, объектов экономики и окружающей природной среды от опасностей в чрезвычайных ситуациях

Обеспечение безопасности в ЧС - принятие и соблюдение правовых норм, выполнение экологозащитных, отраслевых или ведомственных требований и правил, а также проведение комплекса организационных, экономических, экологозащитных, санитарно-гигиенических, санитарно-эпидемиологических и специальных мероприятий, направленных на обеспечение защиты населения, объектов экономики и инфраструктуры, окружающей природной среды от опасностей в ЧС.

Если брать всю совокупность возможных чрезвычайных ситуаций, то их целесообразно первоначально разделить на *конфликтные* и *бесконфликтные*. К конфликтным ЧС, прежде всего, могут быть отнесены военные столкновения, экономические кризисы, экстремистская политическая борьба, социальные взрывы, национальные и религиозные конфликты, противостояние разведок, терроризм, разгул уголовной преступности, широкомасштабная коррупция и др.

Чрезвычайные события, лежащие в основе ЧС можно классифицировать по следующим признакам:

I. Сфере возникновения:

- природные,
- техногенные,
- экологические,
- биологические,
- социальные,
- антропогенные,
- космические,
- комбинированные

II. Масштабу распространения:

- локальные,
- местные,
- территориальные,
- региональные,
- федеральные,
- трансграничные.

III. Характеру последствий:

- человеческие жертвы,
- материальный ущерб,
- нарушение условий жизнедеятельности.

IV. Характеру воздействия:

- разрушения,

- заражения,
- затопления.

V. Основным причинам:

- конструктивные,
- производственные,
- эксплуатационные,
- метеорологические,
- геофизические,
- антропогенные.

VI. Характеру поражающих факторов:

- тепловые,
- химические,
- радиационные,
- биологические,
- механические.

VII. Интенсивности протекания:

- внезапные,
- с быстро
- с умеренно
- с медленно распространяющейся опасностью.

VIII. Ведомственной принадлежности:

- промышленность,
- строительство,
- транспорт,
- жилищно-коммунальная сфера,
- сельское хозяйство,
- лесное хозяйство и т.д.

Рассмотрим некоторые группы.

Тема 2 Характеристики ЧС по сфере возникновения

По сфере возникновения ЧС делятся на 8 групп.

1. Природные ЧС. К относятся ЧС, связанные с проявлением стихийных сил природы.

В целом на земле от природных катастроф погибает каждый стотысячный человек, а за последние сто лет -16 тыс. ежегодно. Природные катастрофы страшны своей неожиданностью, за короткий промежуток времени они опустошают территорию, уничтожают жилища, имущество, коммуникации. За одной катастрофой, словно лавина, следуют другие: голод, инфекции, болезни.

Все природные ЧС подчиняются некоторым общим закономерностям. Во-первых, для каждого вида ЧС характерна определенная пространственная приуроченность. Во-вторых, чем больше интенсивность (мощность) опасного при-

родного явления, тем реже оно случается. В-третьих, каждому ЧС природного характера предшествуют некоторые специфические признаки (предвестники). В-четвертых, при всей неожиданности той или иной природной ЧС ее проявление может быть предсказано. Наконец, в-пятых, во многих случаях могут быть предусмотрены пассивные и активные защитные мероприятия от природных опасностей.

Говоря о природных ЧС, следует подчеркнуть роль антропогенного влияния на их проявление. Известны многочисленные факты нарушения равновесия в природной среде в результате деятельности человечества, приводящие к усилению опасных воздействий.

В настоящее время масштабы использования природных ресурсов существенно возросли, в результате стали ощутимо проявляться черты глобального экологического кризиса. Это обстоятельство следует иметь в виду при осуществлении хозяйственной деятельности. Соблюдение природного равновесия является важнейшим профилактическим фактором, учет которого позволит сократить число природных ЧС.

ЧС природного характера делятся на:

- ◆ геофизические опасные явления (ОЯ);
 - землетрясения;
 - извержения вулканов
- ◆ геологические опасные явления;
 - оползни
 - сели
 - пыльные бури
 - лавины
 - обвалы, осыпи;
 - склоновый смыв;
 - просадка лессовых пород;
 - просадка (провал) земной поверхности;
 - эрозия;
- ◆ метеорологические и агрометеорологические опасные явления,
 - бури (9-11 баллов);
 - ураганы (12-15 баллов);
 - смерчи, торнадо;
 - шквалы;
 - крупный град;
 - сильный дождь, снегопад, гололед, мороз, метель, жара, туман;
 - засуха;
 - суховей;
 - заморозки.
- ◆ Природные пожары
 - лесные пожары
 - пожары степных и хлебных массивов

- торфяные пожары
- подземные пожары горючих ископаемых
- ◆ морские гидрологические опасные явления;
- тропические циклоны (тайфуны);
- цунами;
- сильное колебание уровня моря;
- интенсивный дрейф льдов, труднопроходимый лед;
- отрыв прибрежных льдов.
- ◆ гидрологические опасные явления;
- высокие и низкие уровни воды (наводнения);
- половодье;
- дождевые паводки;
- ветровые нагоны;
- ◆ гидрогеологические опасные явления;
- низкие уровни грунтовых вод;
- высокие уровни грунтовых вод.
- ◆ природные пожары;
- лесные пожары;
- пожары степных и хлебных массивов;
- торфяные пожары;
- подземные пожары горючих ископаемых.

Между всеми природными катастрофами существует взаимная связь. Наиболее тесная зависимость между землетрясениями и цунами. Тропические циклоны почти всегда вызывают наводнения. Землетрясения вызывают пожары, взрывы газа, прорывы плотин. Вулканические извержения -отравления пастбищ, гибель скота, голод.

Паводок приводит к загрязнению почвенных вод, отравлению колодцев, инфекциям, массовым заболеваниям. На рис. 13 приведена схема взаимодействия природных стихийных явлений.

Планируя защитные меры против природных катастроф, необходимо максимально ограничить вторичные последствия и путем соответствующей подготовки постараться их полностью исключить.

2. Техногенные ЧС. К ним относят ЧС, происхождение которых связано с техническими объектами, -пожары, взрывы, аварии на химически опасных объектах (ХОО), выбросы радиоактивных веществ (РВ), обрушение зданий, аварии на системах жизнеобеспечения.

3. Экологические ЧС. К ним относятся аномальные природные загрязнения:

- ◆ изменение состава и свойства атмосферы (разрушение озонового слоя земли, кислотные дожди, парниковый эффект, смог);
- ◆ изменение состояния суши (опустынивание земель, засоление почв, и др.);
- ◆ изменение состояния гидросферы;

◆ изменение состояния биосферы.

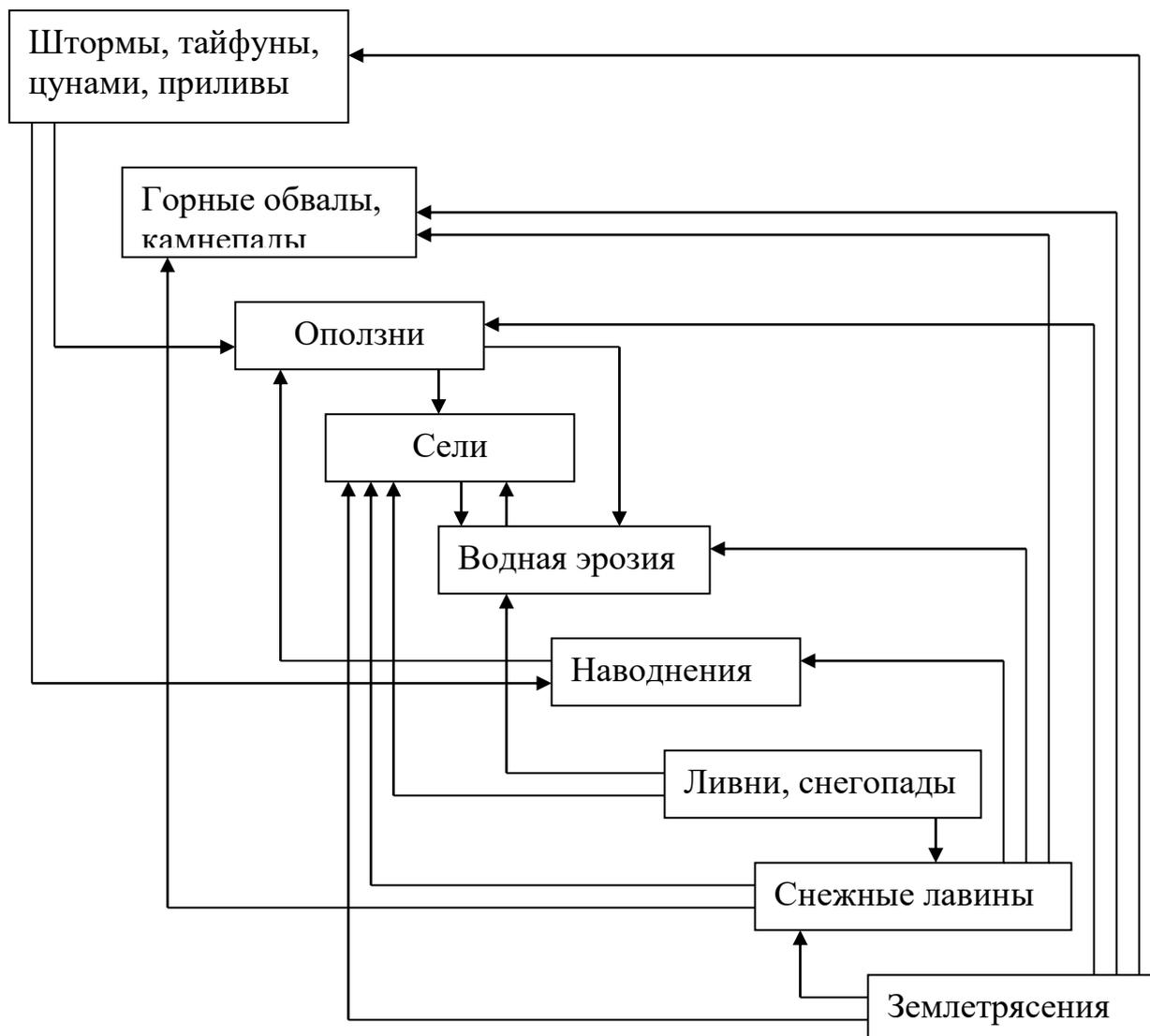


Рис.13. Схема взаимодействия природных стихийных явлений

4. Биологические ЧС. К ним относятся эпидемии, эпизоотии, эпифитотии.

Эпидемия - широкое распространение инфекционной болезни среди людей, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости.

Пандемия - необычно большое распространение заболеваемости как по уровню, так и по масштабам распространения с охватом ряда стран, целых континентов и даже

Среди многих эпидемиологических классификаций широкое применение получила классификация, в основу которой положен механизм передачи возбудителя.

Кроме того, все инфекционные болезни подразделяются на четыре группы:

- ◆кишечные инфекции;
- ◆инфекции дыхательных путей (аэрозольные);
- ◆кровяные (трансмиссивные);
- ◆инфекции наружных покровов (контактные).

Инфекционные болезни классифицируются по виду возбудителя - вирусные болезни, риккетсиозы, бактериальные инфекции, протозойные болезни, гельминтозы, тропические микозы, болезни системы крови.

Эпизоотии. Инфекционные болезни животных - группа болезней, имеющая такие общие признаки, как наличие специфического возбудителя, цикличность развития, способность передаваться от зараженного животного к здоровому и принимать эпизоотическое распространение.

Эпизоотический очаг - место пребывания источника возбудителя инфекции на определенном участке местности, где при данной ситуации возможна передача возбудителя болезням восприимчивым животным. Эпизоотическим очагом могут быть помещения и территории с находящимися там животными, у которых обнаружена данная инфекция.

По широте распространения эпизоотический процесс встречается в трех формах: спорадическая заболеваемость, эпизоотия, панзоотия.

Спорадия - это единичные или нечастые случаи проявления инфекционной болезни, обычно не связанные между собой единым источником возбудителя инфекций, самая низкая степень интенсивности эпизоотического процесса.

Эпизоотия - средняя степень интенсивности (напряженности) эпизоотического процесса. Эпизоотия характеризуется широким распространением инфекционных болезней в хозяйстве, районе, области, стране. Эпизоотии свойственны массовость, общность источника возбудителя инфекции, одновременность поражения, периодичность и сезонность.

Панзоотия - высшая степень развития эпизоотии, характеризуется необычайно широким распространением инфекционной болезни, охватывающей одно государство, несколько стран, материк.

По эпизоотологической классификации все инфекционные болезни животных делятся на 5 групп:

Первая группа - алиментарные инфекции, передаются через почву, корм, воду. В основном поражаются органы пищеварительной системы. Возбудитель передается через инфекционные корма, навоз и почву. К таким инфекциям относятся сибирская язва, ящур, сап, бруцеллез.

Вторая группа - респираторные инфекции (аэрогенные) - поражение слизистых оболочек дыхательных путей и легких. Основной путь передачи - воздушно-капельный. К ним относятся: парагрипп, экзоотическая пневмония, оспа овец и коз, чума плотоядных.

Третья группа - трансмиссивные инфекции, механизм их передачи осуществляется при помощи кровососущих членистоногих. Возбудители постоян-

но или в отдельные периоды находятся в крови. К ним относятся: энцефаломиелиты, туляремия, инфекционная анемия лошадей.

Четвертая группа - инфекции, возбудители которых передаются через наружные покровы без участия переносчиков. Эта группа довольно разнообразна по особенностям механизма передачи возбудителя. К ним относятся: столбняк, бешенство, оспа коров.

Пятая группа - инфекции с невыясненными путями заражения, т. е. неклассифицированная группа.

Эпифитотии. Для оценки масштаба заболеваний растений применяют такие понятия, как эпифитотия и панфитотия.

Эпифитотия - распространение инфекционных болезней на значительные территории в течение определенного времени.

Панфитотия - массовые заболевания, охватывающие несколько стран или континентов.

Восприимчивость растений к фитопатогену - это не способность противостоять заражению и распространению фитопатогена в тканях. Восприимчивость зависит от устойчивости районированных сортов, времени заражения и погоды. В зависимости от устойчивости сортов меняется способность патогена вызывать заражение, плодовитость гриба, скорость развития возбудителя и соответственно опасность заболевания.

Чем раньше происходит заражение посевов, тем выше степень поражения растений, значительнее потери урожая.

Наиболее опасными болезнями являются стеблевая (линейная) ржавчина пшеницы, ржи, желтая ржавчина пшеницы и фитофтороз картофеля.

Болезни растений классифицируются по следующим признакам:

♦ место или фаза развития растений (болезни семян, всходов, рассады, взрослых растений);

♦ место проявления (местные, локальные, общие);

♦ течение (острые, хронические);

♦ поражаемая культура;

♦ причина возникновения (инфекционные, неинфекционные).

Все патологические изменения в растениях проявляются в разнообразных формах и делятся на: гнили, мумификации, увядание, некрозы, налеты, наросты.

5. К социальным ЧС относятся события, происходящие в обществе, - межнациональные конфликты, терроризм, грабежи, геноцид, войны и др.

6. Антропогенные ЧС являются следствием ошибочных действий людей.

7. Космические ЧС

Космос - один из элементов, влияющих на земную жизнь. Рассмотрим некоторые опасности, угрожающие человеку из Космоса.

Астероиды - это малые планеты, диаметр которых колеблется в пределах 1-1000 км. В настоящее время известно около 300 космических тел, которые могут пересекать орбиту Земли. Всего, по прогнозам астрономов, в Космосе

существует примерно 300 тыс. астероидов и комет.

Встреча нашей планеты с небесными телами представляет серьезную угрозу для всей биосферы. Расчеты показывают, что удар астероида диаметром около 1 км сопровождается выделением энергии, в десятки раз превосходящей весь ядерный потенциал, имеющийся на Земле. Энергия одного удара оценивается величиной -10 эрг.

Основное средство борьбы с астероидами сближающимися с Землей, - это ракетно-ядерная технология. В зависимости от размеров опасных космических объектов (ОКО) и используемых для их обнаружения информационных средств располагаемое время на организацию противодействия может меняться от нескольких суток до нескольких лет. С учетом операций на обнаружение, уточнение траектории и характеристик ОКО, а также запуск и подлетное время средств перехвата требуемая дальность обнаружения ОКО должна составлять 150 млн км от Земли.

Предполагается разработать систему планетарной защиты от астероидов и комет, которая основана на двух принципах защиты, а именно *изменение траектории ОКО* или *разрушение его на несколько частей*. Поэтому на первом этапе разработки системы защиты Земли от метеоритной и астероидной опасности предполагается создать службу наблюдения за их движением с таким расчетом, чтобы обнаруживать объекты размером около 1 км за год-два до его подлета к Земле. На втором этапе необходимо рассчитать его траекторию и проанализировать возможность столкновения с Землей. Если вероятность велика, то необходимо принимать решение по уничтожению или изменению траектории этого небесного тела. Для этой цели можно использовать межконтинентальные баллистические ракеты с ядерной боеголовкой. Современный уровень космических технологий позволяет создать такие системы перехвата.

Огромное влияние на земную жизнь оказывает *солнечная радиация*. Не останавливаясь на положительных моментах солнечной радиации, обратим внимание на опасность, связанную с солнечной активностью.

Солнечная радиация выступает мощным оздоровительным и профилактическим фактором. Распределение солнечной радиации на разных широтах служит важным показателем, характеризующим различные климатогеографические зоны, что учитывается в гигиенической практике при решении ряда вопросов, связанных с градостроительством и т.д.

Совокупность биохимических и физиологических реакций, протекающих при участии энергии света, носит название *фотобиологических процессов*. Фотобиологические процессы по функциональной роли могут быть условно разделены на три группы.

Первая группа обеспечивает синтез биологически важных соединений (например, фотосинтез).

Ко второй группе относятся фотобиологические процессы, служащие для получения информации и позволяющие ориентироваться в окружающей обстановке (зрение, фототаксиз, фотопериодизм).

Третья группа - процессы, сопровождающиеся вредными для организма последствиями (например, разрушение белков, витаминов, ферментов, появление вредных мутаций, онкогенный эффект). Известны стимулирующие эффекты фотобиологических процессов (синтез пигментов, витаминов, фотостимуляция клеточного состава). Активно изучается проблема фотосенсибилизирующего эффекта. Изучение особенностей взаимодействия света с биологическими структурами создало возможность для использования лазерной техники в офтальмологии, хирургии и т. д.

Наиболее активной в биологическом отношении является ультрафиолетовая часть солнечного спектра, которая у поверхности Земли представлена потоком волн в диапазоне от 290 до 400 нм. Интенсивность УФ-излучения у поверхности Земли не постоянна и зависит от географической широты местности, времени года, состояния погоды, степени прозрачности атмосферы. При облачной погоде интенсивность УФ-излучения у поверхности Земли может снижаться до 80 %; запыленность атмосферного воздуха снижает интенсивность УФ-излучения от 11 до 50 %.

Бактерицидное действие искусственного УФ-излучения используют для обеззараживания питьевой воды. При этом органолептические свойства воды не изменяются, в нее не вносятся посторонние химические вещества.

Однако действие УФ-излучения на организм и окружающую среду не ограничивается лишь благоприятным влиянием. Известно, что чрезмерное солнечное облучение приводит к развитию выраженной эритемы с отеком кожи и ухудшению состояния здоровья. Наиболее частым поражением глаз при воздействии УФ-излучения является фотоофтальмия. В этих случаях возникает гиперемия, конъюнктивиты, появляются блефароспазм, слезотечение и светобоязнь. Подобные поражения встречаются при отражении лучей солнца от поверхности снега в арктических и высокогорных районах ("снеговая слепота").

За последние годы в специальной литературе описывают случаи возникновения рака кожи у лиц, постоянно подвергающихся избыточному солнечному облучению. В качестве аргумента приводятся данные об увеличении заболеваний раком кожи в южных районах по сравнению с северными. Случаи рака кожи у виноградарей Бордо с преимущественным поражением кожи рук и лица связывают с постоянным и интенсивным солнечным облучением открытых частей тела.

Проблема защиты человека в различных условиях его обитания возникла одновременно с появлением на Земле наших предков. На заре человечества это были опасные природные явления. С развитием технического прогресса возникли опасности, творцом которых стал человек.

Тема 3

Устойчивость промышленных объектов при ЧС

3.1. Фазы развития ЧС на промышленных объектах

ЧС на промышленных объектах в своем развитии проходят 5 условных типовых фаз:

1) накопление отклонений от нормального состояния или процесса. Она относительно длительная по времени, что дает возможность принятия мер для изменения или остановки производственного процесса и существенно снижает вероятность аварии при последующих ЧС;

2) фаза «аварийной ситуации». Она значительно короче по времени, хотя существует реальная возможность либо предотвратить аварию, либо уменьшить масштабы ЧС;

3) процесс чрезвычайного события во время которого происходит непосредственное воздействие на людей, объекты и природную среду первичных поражающих факторов; При аварии на производстве в этот период происходит освобождение энергии, которая наносит разрушительный характер. При этом масштабы последствий определяются структурой предприятия и использованием на нем технологий.

4) это фаза действия остаточных и вторичных поражающих факторов;

5) фаза ликвидации последствий ЧС.

В настоящее время существуют два основных направления уменьшения вероятности возникновения ЧС и их последствий.

Первое направление заключено в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем, поэтому осуществляется тщательный контроль над всеми технологическими процессами объекта, позволяющий заранее выявить возможный аварийный участок. Для этого все технические системы снабжаются защитными устройствами (средствами взрыво и пожаро защиты, средствами тушения пожара).

Второе направление базируется на анализе возможного развития аварии во 2, 3, 4 фазах и заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях ЧС.

3.2. Опасные и вредные факторы, возникающие при ЧС

Источником ЧС техногенного происхождения являются аварии на промышленных объектах (транспортные, хозяйственные, административные и т.д.).

К опасным отнесены объекты, на которых осуществляется использование:

1. токсичных веществ с уровнем средне-смертной концентрации в воздухе менее 0.5 мг/л.
2. оборудование, работающее с высоким избыточным давлением больше 0.07 МПа.
3. взрывчатых и горючих веществ.
4. веществ образующих с воздухом взрывоопасной смеси.

5. оборудование, работающее при больших температурах.

В ЧС возникают первичные и вторичные опасные факторы. Проявление *первичных* негативных факторов (землетрясение, обрушение конструкций, столкновение транспортных средств, оползни, лавины, молнии, взрывы) может вызвать цепь *вторичных* негативных воздействий (пожары, загазованность, затопление помещений, химическое, радиоактивное, бактериальное воздействия).

Последствия (число травм и жертв, материальный ущерб и т.д.) от действия вторичных факторов часто превышают потери от первичного воздействия.

Большинство факторов носит характер прямого воздействия (яды, шум, вибрации, фотохимический смог, кислотные дожди и т.д. Рассмотрим некоторые первичные опасные факторы. К ним относятся:

1. статистическое электричество;
2. ударная волна;
3. световое излучение;
4. электромагнитный импульс (ЭМИ);
5. системы повышенного давления (СПД).

Естественное статическое электричество образуется на поверхности облаков, в результате сложных атмосферных процессов.

Искусственное статическое электричество возникает при дробление, измельчение и др., во всех процессов сопровождающихся трением. Искровые разряды искусственного статического электричества - это частые причины пожаров. Искровые разряды естественного электричества - это молнии.

Ударная волна - это область резкого сжатия среды (воздух, вода, грунт), которая в виде сферического слоя распространяется от места взрыва с высокой скоростью. Опасно не только прямое воздействие, но и косвенное (поражение осколками и т.д.). При действии ударной волны гибнут растительность, животные, происходят разрушения и т.д.

Световое излучение при взрыве - это совокупность инфракрасного (ИКИ), видимого и ультрафиолетового (УФИ) излучения. Представляет опасность прежде всего тепловое воздействие (ожоги, воспламенение различных веществ и т. д.).

ЭМИ представляет собой кратковременные электрические и магнитные поля. По уровню воздействия представляющие опасность в основном при ядерном взрыве. Его поражающее действие несколько километров от эпицентра.

Практически ни одно производство не обходится без использования СПД (трубопроводы, баллоны, емкости для сжатых, сжиженных газов и т.д.). Четыре системы при ЧС представляют огромную опасность. Причинами. СПД являются внешне -механические воздействия, нарушение технологического режима, ошибки обслуживающего персонала.

Разрушение и разгерметизация СПД приводит к появлению вторичных факторов, а именно:

- ударная волна (механический травматизм, разрушение оборудования);

- изменение физического состава окружающей среды (термические ожоги, потеря прочности конструкционных материалов);
- изменение химического состава атмосферы (последствия- удушье, отравление, ожоги, нарушения технологических процессов);
- загрязнение окружающей среды радиоактивными веществами.

3.3. Устойчивость промышленных объектов ЧС

Устойчивость промышленного объекта ЧС может оцениваться в общей и частной постановках задачи. В общей оценивается функционирование объекта в соответствии с его целевыми назначениями.

В частных постановках может оцениваться устойчивость конструктивных элементов участков цехов, относительно всех в совокупности поражающих факторов ЧС.

В общей постановке под устойчивостью промышленного объекта понимают способность объекта выпускать установленные виды продукции в объемах, предусмотренных в соответствии с планами в условиях ЧС, а так же приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения.

Под устойчивостью технической системы понимается возможность сохранения ее работоспособности при ЧС, это достигается организационно техническими мероприятиями, а именно:

- Анализирует возможность установок и технологических комплексов.
- Анализирует последствия аварий отдельных систем производства.
- Анализирует распространение ударной волны по территории предприятия при взрывах сосудов, коммуникаций ядерных ударов и т. д.
- Анализирует распространение огня при пожарах различных видов.
- Анализирует рассеивание веществ во освобожденных при ЧС.
- Анализирует возможность вторичного образования токсичных пожароопасных и взрывоопасных смесей.

Работоспособность промышленного объекта оказывает негативное влияние специфических условий, район его расположения. Он определяет уровень и вероятность воздействия опасных факторов природного происхождения (оползни, тайфуны, цунами, число гроз, ливневых дождей и т. д.). При этом выясняется метеорологические условия районов (количество осадков, направление господствующих ветров, максимальная и минимальная температура самого жаркого и самого холодного месяца), изучение рельефа местности, характера грунта, глубина залегания подземных воды их химический состав.

Рассмотрим мероприятия, направленные на повышение устойчивости функционирования объектов.

При разработке мероприятий по повышению устойчивости необходимо оценить их техническую и экономическую целесообразность.

Мероприятия, будут считаться экономически целесообразны, в том случае, если они максимально увязаны с задачами улучшения условий труда, со-

вершенствования условий труда, совершенствования производственного процесса, решаемыми в безопасный период для обеспечения безаварийной работы объекта. Повышение устойчивости работы объектов экономики в ЧС достигается с заблаговременным проведением комплекса

а) организационных, предусматривающие планирование действий руководящего, командного состава, служб и формирований по защите рабочих и служащих предприятий, восстановление производства, выпуск продукции на сохранившемся оборудовании.

б) инженерно – технических, которые осуществляются заблаговременно и включают комплекс работ обеспечивающих повышение устойчивости производственных зданий, сооружений, оборудования, коммуникально - энергетических систем. воздействие поражающих факторов.

в) технологических мероприятий, направленных на максимальное снижение воздействия поражающих факторов. Они обеспечивают повышение устойчивости работы объекта путем изменения технологического процесса, способствующего к упрощению производства продукции и исключают возможность образования вторично поражающих факторов.

Все эти мероприятия включают в себя:

1. рациональное размещение объектов экономики, их зданий и сооружений;
2. обеспечение надежной защиты рабочих и служащих объекта;
3. повышение надежности инженерно – технического комплекса объекта (ИТК).
4. исключение или ограничение поражения вторичными факторами;
5. обеспечение надежности и оперативности управления производством;
6. организация надежных производственных связей и повышение надежности системы энергоснабжения.
7. подготовка объекта к переводу на аварийный режим работы;
8. подготовка к восстановлению нарушенного воспроизводства.

Рассмотрим перечисленные выше мероприятия.

1. *Рациональное размещение объектов экономики, их зданий и сооружений* должно обеспечивать уменьшение степени их поражения при воздействии вторичных факторов поражения, при стихийных бедствиях, при возникновении аварий и катастроф.

Места размещения материально – технических резервов следует отбирать с таким расчетом, чтобы они не оказались уничтожены при ядерном взрыве, либо при ЧС природного и техногенного характера (целесообразно располагать как можно ближе к объекту).

2. Для *обеспечение надежной защиты* рабочих и служащих объекта относим следующие способы:

- заблаговременное строительство убежищ;
- планирование и подготовка к эвакуации населения из районов ЧС;

- разработка режимов защиты рабочих и служащих в условиях заражения местности радиоактивными и химически опасными веществами;
- обучение личного состава по ликвидации очагов заражения;
- накопление СИЗ для обеспечения всех рабочих и служащих, их хранения и поддержания готовности;
- обучение рабочих, служащих способам защиты при радиоактивном заражении;
- организация и поддержание постоянной готовности системы оповещения рабочих, служащих и проживающих вблизи объекта населения опасности;
- исключение возможности скопления на территории объекта большого количества людей.

3. *Повышение надежности ИТК* заключается в повышении сопротивляемости зданий, сооружений и конструкций объекта к воздействию поражающих факторов ЧС. К числу мероприятий, повышающих устойчивость и механическую прочность (зданий, сооружений) относят:

- проектирование и строительство сооружений с жестким каркасом, которые способны снизить степень разрушения несущих конструкций при ЧС;
- применение легких, огнестойких, облегченных, кровельных материалов. Применение этих конструкций принесет меньший ущерб оборудованию;
- дополнительное крепление воздушных видов связи, электропередач, наружных трубопроводов;
- повышение устойчивости оборудования, путем усиления его наиболее слабых элементов;
- рациональная компоновка технологического оборудования при разработке объемно – планировочного решения предприятия;
- устройства дополнительных конструкций, обеспечивающих быструю эвакуацию людей при ЧС;

4. К числу мероприятий, проводимых с целью *уменьшения поражения объектов вторичными факторами* при ЧС относят:

- максимально возможное сокращение запасов химически – опасных веществ (ХОВ), легко воспламеняющихся и взрывоопасных жидкостей на складах предприятий;
- защиту емкостей для хранения ХОВ, от разрушения при ЧС;
- применение приспособлений исключающих разлив ХОВ по территории предприятия (устройство самозакрывающихся и обратных клапанов, поддонов, ловушек, заглубление в грунт технологических коммуникаций, герметизация соединений емкостей);
- создание запасов нейтрализации веществ (щелочи);
- размещение складов ядохимикатов легко воспламеняющихся жидкостей и других опасных веществ, с учетом направления господствующих ветров;
- установки устройства обеспечивающего нераспространение пожаров (сооружение специальных противопожарных резервуаров с водой, применение огнестойких конструкций и т. д.);

- установку в хранилищах взрывоопасных веществ, устройств локализующих разрушительный эффект взрыва (самозакрывающиеся окна, фрамуги).

- заглубление линий электроснабжения и установка автоматических отключающих устройств, с целью исключения воспламенения материалов при коротких замыканиях.

5. В условиях ЧС природного, техногенного и военного характера *надежность управления производством* обеспечивают следующие мероприятия:

- создание 2-3 групп управления, которые должны быть готовы к принятию руководством производства при ЧС;

- обеспечение надежной связи с важнейшими производственными участками объекта, дублирование телефонной связи, радиосвязи, прокладка подземных кабельных линий связи;

- разработка надежных способов освещения (установка сирен, репродукторов);

- обеспечение сохранности технической документации;

- перевод воздушных линий связи к важнейшим производственным участкам на подземно - кабельные;

- установка в каждом убежище телефонного аппарата, радиостанции;

- разработка четкой системы приема сигналов оповещения;

6. С целью организации *надежных производственных связей* на объектах необходимо проводить следующие мероприятия:

- подготовку запасных вариантов производственных связей с предприятием находящегося в пределах одного административного или экономического района;

- дублирование железнодорожного транспорта, автомобильного или речного. Для доставки технологического сырья и вывоза готовой продукции;

- определение необходимых запасов сырья, топлива и других материалов, необходимых для выпуска запланированной продукции в течение заданного времени;

- хранение на заблаговременно подготовленных базах готовой продукции, которую нельзя вывезти потребителям и которая может превратиться в опасный источник вторичных факторов поражения.

С целью повышения *надежности системы энергоснабжения* на объектах необходимо проводить следующие мероприятия:

- создание дублирования источников электроэнергии, газа, воды и пара;

- перенос инженерных и энергетических коммуникаций в подземные коллекторы;

- создание резерва автономных источников электро – и водоснабжения, т.е. использование передвижных электростанций, насосных агрегатов с автономными двигателями и т.п.;

- обеспечение возможности работы ТЭЦ. Создание запасов топлива и его укрытия усиленных хранилищах.

Повышение *устойчивости систем водоснабжения* объекта достигается следующими мероприятиями:

- обеспечение водоснабжения объекта только от защищенного источника;
- обеспечение водоснабжения объекта от нескольких систем независимых источников удаленных друг от друга на безопасное состояние;
- размещение пожарных гидрантов на территорию которая не будет завалена в случае разрушений зданий и сооружений;
- внедрение автоматических и полуавтоматических устройств, которые отключают поврежденные участки без нарушения работы остальной части сети;
- выполнение инженерных мероприятий по защите водозаборов на подземных источниках.

Повышение *устойчивости системы газоснабжения* объекта достигается следующими мероприятиями:

- подачей газа в газовую сеть объекта от газорегуляторных пунктов;
- расположением узлов и линий газоснабжения под землей, т. к. заглубление значительно уменьшает вероятность их поражения ударной волной;
- установкой на газопроводах и автоматических запорных и переключающихся устройств дистанционного управления, позволяющих переключать поток газа при разрыве труб непосредственно с диспетчерского пункта.

Повышение *устойчивости системы теплоснабжения* объекта достигается следующими мероприятиями:

- защитой источников тепла и заглубление коммуникаций грунта;
- прокладкой труб отопительной системы в специальных каналах;
- установкой на тепловых сетях запорной регулирующей аппаратуры (задвижки, вентили и т. п.), предназначенных для отключения поврежденных участков.

Повышение *устойчивости системы канализации* объекта достигается следующими мероприятиями:

- строительством колодцев с аварийными задвижками (на не заваливаемой территории);
- строительством отдельных промышленных, хозяйственных, фекальных стоков;
- устройством выводов для аварийных сбросов неочищенных вод.

7. Подготовка объекта к переводу на аварийный режим работы. В случае крупной промышленной аварии или с началом стихийного бедствия, предприятие необходимо перевести на заранее запланированный режим (аварийный) работы, обеспечивающий максимальное снижение возможных потерь и разрушений. При этом рассматриваются следующие мероприятия:

- организация защиты рабочих, служащих и членов их семей;
- разработка графиков работы персонала;
- обеспечение предприятия электроэнергией, водой и т. п. в случае нарушения централизованного водоснабжения. Защита уникального оборудования и технических коммуникаций;

- выполнение мероприятий по ограничению возможности возникновения вторичных поражающих факторов. Защита материалов, сырья и готовой продукции.

8. При *подготовки к восстановлению нарушенного* воспроизводства необходимо провести:

- разработку планов и проектов первоочередного восстановления ИТК (инженерно технический комплекс);
- создание и подготовку ремонтно восстановительных бригад;
- создание запасов восстановительных мероприятий и конструкций.

Тема 4

Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ

4.1. Краткая характеристика и классификация радиоактивно опасных объектов (РОО)

Радиационный опасный объект (РОО) - это объект, на котором хранят, перерабатывают или транспортируют радиоактивные вещества, при аварии или разрушении которого может произойти облучение ионизирующими излучением или радиоактивное загрязнение людей, животных растений, объектов и окружающей природной среды.

К РОО относят:

1. Предприятия ядерного топливного цикла (ЯТЦ), урановой и радиохимической промышленности, места переработки и захоронения радиоактивных отходов.
2. Атомные станции (АС), атомные электрические станции (АЭС), атомные теплоэлектроцентрали (АТЭЦ), атомные станции теплоснабжения (АСТ).
3. Объекты с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ) т.е. корабельными ЯЭУ, космические ЯЭУ, войсковыми атомными электростанциями (ВАЭС).
4. Ядерные боеприпасы (ЯБ) и склады для их хранения.

Предприятия ядерного топливного цикла (ЯТЦ)

Они осуществляют добычу урановой руды, ее обогащение и изготовление топливных элементов для ядерных энергетических реакторов (ЯЭР), переработку радиоактивных отходов. Их хранение и окончательное размещение.

ЯТЦ делятся на 3 группы:

1. Предприятия урановой промышленности.
 2. Радиохимические заводы.
 3. Места захоронения радиоактивных заводов.
- К предприятиям урановой промышленности относятся объекты, осуществляющие:
- добычу урановой руды (открытой разработкой или из шахт);

-обработку урановой руды, включающие предприятия по очистке урановой руды на специальных дробилках в несколько этапов и обогащению методом газовой диффузии.

Процесс приготовления ядерного топлива включает получение порошкообразного диоксида урана, его таблетирование методом порошковой металлургии, изготовление тепловыделяющих элементов (ТВЭ) и тепловыделяющих сборок (ТВС), которые в последующем используются в ЯЭР.

Отработанное в ядерных реакторах топливо может отправляться на захоронение, но может быть переработано с извлечением необходимых компонентов и частично повторно (дополнительно) использовано.

Переработка отработанного топлива осуществляется на перерабатывающих предприятиях (радиохимических заводах), на которых осуществляется разделка ТВЭ, растворение топлива, химическое отделение урана, плутония, цезия, стронция, др. изотопов и изготовление различных расщепляющихся материалов (ядерного топлива в боеприпасах, источников ионизирующих излучений, индикаторов и т.д.).

Радиоактивные отходы радиохимических заводов направляются на захоронение, которое осуществляется в бетонных емкостях в естественных или искусственных полостях.

Наиболее характерными авариями на предприятиях ядерного топливного цикла являются:

- возгорание горючих компонентов и радиоактивных материалов;
- превышение критической массы делящихся веществ;
- появление течей и разрывов в резервуарах-хранилищах;
- характерные аварии с готовыми изделиями.

Атомная станция (АС) - это электростанция, на которой ядерная (атомная) энергия преобразуется в электрическую и тепловую. На АС тепло, выделяющееся в ядерном реакторе, используется для получения водяного пара, вращающего турбогенератор (АЭС), и частично для подогрева теплоносителя (АСТ, АТЭЦ)

АС включает: ядерные энергетические реакторы, паровые турбины, системы трубопровода, конденсаторы.

АС включают: ядерные энергетические реакторы, паровые турбины, системы трубопроводов, конденсаторы, системы вывода генерируемой мощности и тепла.

В зависимости от используемого топлива, типа ядерной реакции и способа снятия тепла в мире разработано 7 основных типов ядерных энергетических реакторов. В России используются 4 типа реакторов:

- реакторы кипящего типа (ВВЭР-440) на тепловых нейтронах с двухконтурным охлаждением реактора и съемом тепла водой;
- реакторы с водой под давлением (ВВЭР-1000);
- реакторы на быстрых нейтронах с охлаждением жидким натрием или

магнием (БН);

-графитовые реакторы кипящего типа РБМК.

С точки зрения безопасности предпочтение имеют легководные реакторы типа ВВЭР-440 и ВВЭР-1000.

Основными причинами аварий на атомных станциях являются:

-нарушения технологической дисциплины оперативным персоналом АС и недостатки в его профессиональной подготовке;

-низкий уровень внимания и требовательности со стороны министерств и ведомств, организаций и учреждений, ответственных за обеспечение безопасности АС на этапах проектирования, строительства и эксплуатации.

Объекты с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ). Корабельные объекты с ЯЭУ оснащаются реакторами легководного и жидкометаллического типов. Принципиальными отличиями их от реакторов АС являются:

-использование в качестве топлива высокообогащенного урана;

-сравнительно малые размеры;

-высокая степень защиты (40-60 кгс/см² - для подводных лодок -и 10-20 кгс/см² -для надводных кораблей).

Специфическими причинами аварий на корабельных ЯЭУ являются: разгерметизация 1-го контура реактора и попадание забортной воды под биологическую защиту.

К войсковым атомным электростанциям (ВАЭС) относятся рециркуляцией теплоносителя. Особенности ВАЭС являются:

-использования в качестве теплоносителя химически и пожароопасного вещества нитрина;

- отсутствие оболочки внешней защиты.

ВАЭС существуют в трех видах исполнения: плавучие, на ж.д. платформах и блочно-транспортные общим весом до 100 тонн.

Причинами аварий на ВАЭС служат:

-разгерметизация 1-го контура реактора;

-механические повреждения.

Отличительной особенностью космических ЯЭУ является их небольшой размер, что достигается использованием в качестве ядерного топлива высокоочищенного топлива с высоким содержанием стронция-90 и плутония-238. Специфические причины аварии на космических ЯЭУ: несанкционированный выход на запроектную мощность в результате удара или падения и нештатные ситуации на борту.

Ядерные боеприпасы (ЯБП) и взрывные устройства к ним в мирное время хранятся на складах в готовности к выдаче и боевому применению. Часть из них находится на боевом дежурстве. К наиболее характерным аварийным ситуациям с ЯБП относятся: столкновение и опрокидывание транспортных средств с ЯБП; пожары в сборочных помещениях, хранилищах, комплексах и воздействие грозных разрядов.

Рассмотрим классификацию радиоактивных загрязнений при авариях на РОО.

Радиоактивные загрязнения делятся на:

1. Источники загрязнения

а) Производственные

-в процессе производственной деятельности;

-при снятии с эксплуатации отработавших ЯЭУ;

б). Аварийные

-затрагивающие персонал

-затрагивающие население;

в) Ядерные боеприпасы

-взрывы

-аварии

2. По масштабы загрязнения

а) локальные

в) массовые

3. По агрегатному состоянию

а) твердое

б) жидкое

в) газообразное

4. По особенностям загрязнений

а) первичное

б) вторичное

в) многократное

5. По способам загрязнения

а) аэрозольное

б) контактное

6. По видам загрязнений

а) глубинные

б) объемные

4.2. Аварии с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ (АХОВ)

Опасное химическое вещество (ОХВ) – химические вещества, прямое или опосредованное действие которого на человека может вызвать острые или хронические заболевания людей, или их гибель.

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) – опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (выливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах).

Химическая авария – авария на ХОО сопровождающимся проливом или выбросом ХОВ, способная привести к гибели или химическому заражению лю-

дей.

Выброс ХОВ - выход при разгерметизации за короткий промежуток времени из технологических установок или емкостей для хранения ОХВ в количестве способная вызвать химическую аварию.

Очаг поражения АХОВ - это территория в пределах которой, в результате воздействия АХОВ произошли массовые поражения людей.

Химически опасный объект - это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества при аварии или разрушении которого могут произойти гибель людей, сельскохозяйственных животных, растений, или химическое заражение ОС.

К ХОО относят:

1. Заводы и комбинаты химических отраслей промышленности, производящие АХОВ.
2. Заводы по переработке нефтегазового сырья.
3. Железнодорожные станции, порты на которых происходит перемещение АХОВ.
4. Транспортные средства, контейнеры, автоцистерны, речные, морские танкеры, трубопроводы.
5. Транспортные средства перемещения АХОВ.

Значительная часть АХОВ является легковоспламеняющимися и взрывоопасными веществами, что часто приводит к возникновению пожаров и взрывов в случае разрушений емкостей, а также образованию в результате горения новых токсических соединений. *По способности к горению все АХОВ делятся на группы:*

-негорючие (фосген, диоксин и др.). Вещества данной группы не горят в условиях нагревания до 900°C и концентрации кислорода до 21 %;

-негорючие пожароопасные вещества (хлор, азотная кислота, фтористый водород, окись углерода, сернистый ангидрид, хлорпикрин и др. термически нестойкие вещества, ряд сжиженных и сжатых газов), которые не горят в условиях нагревания до 900°C и концентрации кислорода до 21%, но разлагаются с выделением горючих паров;

-трудногорючие вещества (сжиженный аммиак, цианистый водород и др.), способные возгораться только при действии источника огня;

-горючие вещества (акрилонитрил, амил, газообразный аммиак, гептил, гидразин, дихлорэтан, сероуглерод, тетраэтилсвинец, окислы азота и т.д.), способные к самовозгоранию и горению даже после удаления источника огня.

Классификация АХОВ осуществляется:

-по основным физико-химическим свойствам и условиям хранения (табл.5).

Таблица 5

Классификация АХОВ по основным физико-химическим свойствам и условиям хранения

№	Характеристики	Типичные представители
1	Жидкие летучие, хранимые в емкостях под давлением (сжатые и сжиженные газы)	Хлор, аммиак, сероводород, фосген и др.
2.	Жидкие летучие, хранимые в емкостях без давления	Синильная кислота, тетраэтил-свинец, хлорпикрин и др.
3.	Дымящие кислоты	Серная, азотная, соляная кислоты и др.
4.	сыпучие и твердые нелетучие при хранении до 40 °С	Сулема, фосфор, мышьяковидный ангидрид и др.
5.	Сыпучие и твердые летучие при хранении до 40 °С	Соли синильной кислоты, ртути и др.

- по степени воздействия на организм человека (табл. 6);

- по преимущественному синдрому, складывающемуся при острой интоксикации (табл. 7);

Таблица 6

Классификация АХОВ по степени воздействия на организм человека

Показатель	Нормы для классов опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	менее 15	15-150	151-5000	более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	менее 100	100-500	501-2500	более 2500
Средняя смертельная доза в воздухе, мг/м ³	менее 500	500-5000	5001-50000	более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	более 300	300-30	29-3	менее 3,0
Зона острого действия	менее 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	более 54,0
Зона хронического действия	более 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	менее 2,5

Примечание:

1. Коэффициент возможности ингаляционного отравления равен отношению максимально допустимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20°С к средней смертельной концентрации вещества для мышей при двухчасовом воздействии.

2. Зона острого действия – это отношение средней смертельной концентрации АХОВ к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма.

3. Зона хронического действия - это отношение пороговой минимальной концентрации, вызывающей изменения биологических показателей на уровне целостного организма к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей вредное действие.

Таблица 7

Классификация АХОВ по синдрому, складывающемуся

при острой интоксикации

№ п.п	Наименование группы	Характер действия	Наименование АХОВ
1.	Вещества с преимущественно удушающим действием	Воздействуют на дыхательные пути человека	Хлор, фосген, хлорпикрин
2.	Вещества с преимущественно общеядовитого действия	Нарушают энергетический обмен	Оксись углерода, цианистый водород
3.	Вещества, обладающие угнетающим и общеядовитым действием	Вызывают отек легких и нарушают энергетический	Амил, азотная кислота, окислы азота, сернистый ангидрид, тористый водород
4.	Нейротропные яды	Действуют на генерацию, проведение и передачу нервного импульса	Сероуглерод, тетраэтилсвинец, свинец, фосфорорганические соединения
5.	Вещества, обладающие удушающим и нейтронным действием	Вызывает токсический отек легких, на фоне которого формируется тяжелое поражение нервной системы	Аммиак, гидразин и др
6.	Метаболические яды	Нарушают процессы в организме	Оксись этилена, дихлорэтан
7.	Вещества, нарушающие обмен веществ	Вызывают заболевания с чрезвычайно вялым течением и нарушают обмен веществ	Диоксин, полихлорированные бензфураны, ароматические соединения и др.

Тема 5

Аварии и катастрофы на пожаро- и взрывоопасных объектах

Опасные производственные объекты (ОПО) делятся на категории. К *1^{ой} категории* относят объекты на которых перерабатываются, получают, используются, образуются, хранятся и транспортируются следующие опасные вещества:

а) воспламеняющие вещества - газы, которые при нормальном давлении и в совокупности с воздухом, становятся воспламеняющимися, и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20°C или ниже;

б) окисляющие вещества - вещества поддерживающие горение и вызывающие воспламенение других веществ, в результате окислительной - восстановительной, экзотермической реакции.

в) горючие вещества - жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а так же возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть от источника зажигания после его удара.

г) взрывчатые вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самостоятельное распространение, химическое превращение с выделением тепла и образованием газов.

К пожароопасным объектам относятся объекты нефтяной, газовой, химической, металлургической, лесной, деревообрабатывающей, текстильной, хлебопродуктовой промышленности и др. Статистика подтверждает, что в России около 70 % пожаров возникает в непромышленной сфере, жилых домах, общественных зданиях.

Ко 2^{ой} категории ОПО относят объекты, использующие оборудование под давлением более 0,07 МПа или с температурой воды более 115°C.

По степени огнестойкости сооружения бывают:

- I и II степени огнестойкости - основные конструкции таких сооружений выполнены из несгораемых материалов;
- III степени огнестойкости - строения с каменными стенами и деревянными оштукатуренными перекрытиями;
- IV степени огнестойкости - деревянные оштукатуренные дома;
- V степени огнестойкости - деревянные строения.

Согласно принятым нормам все объекты - в соответствии с характером технологического процесса по пожаро- и взрывоопасности - делят на категории (ГОСТ 12.1.004-91, ОНТП 24-96):

- категория А (взрыво- и пожароопасные) - горючие газы, легко воспламеняющиеся газы и жидкости (ЛВГЖ) с температурой вспышки ниже 28°C в количестве, достаточном для образования ТВС и УВВ с избыточным давлением более 5 кПа;
- категория Б (взрыво- и пожароопасные) - горючие пыли, волокна, ЛВГЖ с температурой вспышки выше 28°C в количестве, достаточном для образования взрывоопасных газозадушной смеси (ГВС) и ударной воздушной волны (УВВ) с избыточным давлением более 5 кПа;
- категории В1...В4 (пожароопасные) - горючие и трудногорючие материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или другими веществами только гореть;
- категория Г - негорючие материалы в горячем состоянии, при обработке которых выделяется световая энергия, искры или пламя;
- категория Д - предприятия по холодной обработке и хранению металла и других несгораемых материалов.

В физико - химической основе пожара лежит процесс горения. **Горение** - сложный физико химический процесс превращения горючих веществ и материалов в продукты сгорания, сопровождающийся интенсивным выделением тепла, дыма и световым излучением. Для горения необходимо наличие горючего вещества, окислителя (кислород, хлор, фтор, окислы азота, бром) и источника зажигания (импульса).

Большинство пожаров связано с горением твердых материалов, хотя начальная стадия пожара обычно связана с горением жидких и газообразных горючих веществ, которых в современном производстве предостаточно. Образование пламени связано с газообразным состоянием вещества. Даже при горении твердых или жидких веществ происходит их переход в газообразное состо-

яние. Этот процесс перехода для жидких веществ заключается в простом кипении с испарением у поверхности, а для твердых - с образованием продуктов достаточно низкой молекулярной массы, способных улетучиваться с поверхности твердого материала и попадать в область пламени (явление пиролиза) [58,66,60-63].

Горение может быть гомогенным (исходные вещества имеют одинаковое агрегатное состояние: горение газов) или гетерогенным (исходные вещества имеют разные агрегатные состояния: твердые или жидкие горючие вещества). В зависимости от скорости распространения пламени горение делят на дефлаграционное (несколько метров в секунду), взрывное (десятки метров в секунду) или детонационное (тысячи метров в секунду). Пожары характеризуются дефлаграционным горением.

Различают три вида самоускорения химической реакции горения: тепловой, цепной и комбинированный. Реальные процессы горения идут по комбинированному механизму самоускорения (цепочно-тепловому).

Процесс возникновения горения имеет несколько этапов:

вспышка - быстрое сгорание горючей смеси без образования сжатых газов;

возгорание - возникновение горения под действием источника загорания;

воспламенение - возгорание с появлением пламени;

самовозгорание - явление резкого увеличения скорости экзотермической реакции, приводящей к возникновению горения при отсутствии источника загорания;

самовоспламенение - самовозгорание с появлением пламени;

взрыв - чрезвычайно быстрое химическое превращение, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных произвести механическую работу.

Из-за воздействия так называемого «светового импульса» происходит загорание или устойчивое горение конкретных материалов. Возможная пожарная обстановка оценивается комплексно с учетом воздействия ударной волны и величины «светового импульса», огнестойкости сооружений, категории их пожаро- и взрывоопасности.

В соответствии с требованиями строительных норм и правил (СНиП 2.09.01-85) все строительные материалы и конструкции делятся по возгораемости на группы:

негорючие, которые под действием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются (камень, железобетон, металл);

трудно сгораемые материалы, которые под действием огня и высокой температуры с трудом воспламеняются; тлеют или обугливаются только при наличии источника огня, а при его отсутствии горение или тление прекращается (глиносоломенные смеси, асфальтобетон);

□ сгораемые материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются или тлеют (древесина, картон).

Под **огнестойкостью** понимают сопротивляемость строения огню, что характеризуется группой горючести и пределом огнестойкости (СНиП 2.01.02-85). Самыми опасными являются сооружения, выполненные из сгораемых материалов. Но даже если сооружение выполнено из негорючих материалов, оно выдерживает воздействие огня определенное время. Предел огнестойкости конструкции определяется временем (в часах), в течение которого не появляются сквозные трещины, сама конструкция не теряет несущей способности, не обрушивается и не нагревается до температуры выше 200°С на противоположной от огня стороне.

По степени огнестойкости сооружения бывают:

□ I и II степени огнестойкости - основные конструкции таких сооружений выполнены из негорючих материалов;

□ III степени огнестойкости - строения с каменными стенами и деревянными оштукатуренными перекрытиями;

□ IV степени огнестойкости - деревянные оштукатуренные дома;

□ V степени огнестойкости - деревянные строения.

Пожары по своим масштабам и интенсивности подразделяются на следующие виды.

1. Отдельный пожар - пожар возникший в отдельном здании или в сооружении. Продвижение людей и техники по застроенной территории между отдельными пожарами возможно без средств защиты от теплового излучения.

2. Сплошной пожар - одновременное интенсивное горение преобладающие количества зданий и сооружений на данном участке, застройке. Продвижение людей и техники через участок сплошного пожара невозможно без средств защиты от теплового излучения.

4. Огневой шторм - особая форма распространения сплошного пожара, характерными признаками которого являются наличие восходящего потока продуктов сгорания и нагретого воздуха, а так же приток свежего воздуха со всех сторон со скоростью не менее 50 км/ч по направлению к границам огневого шторма;

5. Массовый пожар представляет собой совокупность отдельных и сплошных пожаров.

Интенсивность пожара во многом зависит от степени огнестойкости объектов и конструкций, горючести материалов.

6. Огнестойкость зданий и сооружений - это их способность оказывать сопротивление воздействию высоких температур во времени и сохранение своих эксплуатационных свойств.

Пожары характеризуются рядом параметров:

1) продолжительностью пожара, т.е. временем с момента его возникновения до полного прекращения горения.

2) площадью пожара, т.е. площадью проекции зоны горения на горизонтальной или вертикальной плоскости.

3) зоной горения, т.е. частью пространства, в котором происходит подготовка горючих веществ к горению (подогрев, испарение, разложение) и их горение.

4) зоной теплового воздействия, т.е. частью пространства примыкающего к зоне горения, в котором тепловое воздействие приводит к заметному изменению состояния материала и конструкции, и делает не возможным пребывание в нем людей без специальной тепловой защиты.

5) зоной задымления, т.е. частью пространства примыкающего к зоне горения и заполненного дымовыми газами в концентрациях создающих угрозу жизни и здоровью людей.

Некоторые параметры пожара характеризуют *динамику его распространения*.

7. Распространение пожара - процесс распространения зоны горения по поверхности материалов, за счет теплопроводности тепловой радиации и конвекции. Основную роль в распространении пожара играет тепловая радиация пламени.

Пожар в основном распространяется в сторону своего фронта.

8. Фронт сплошного пожара - это граница сплошного пожара, по которой огонь распространяется с наибольшей скоростью.

9. Температура внутреннего пожара - это среднеобъемная температура газовой среды в помещении.

9. Температура открытого пожара - температура пламени.

Наиболее сложные и губительные пожары случаются на пожароопасных объектах, а также объектах, на которых при пожарах образуются вторичные факторы поражения и имеет место массовое скопление людей. В частности к таким сложным пожарам относятся:

-пожары и выбросы горючей жидкости в резервуарах нефти и нефтепродуктов;

-пожары и выбросы газовых и нефтяных фонтанов;

-пожары на складах каучука, резинотехнических изделий, предприятий резинотехнической промышленности;

-пожары на складах лесоматериалов, деревообрабатывающей промышленности;

-пожары на складах и хранилищах химикатов;

-пожары на технологических установках предприятий химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности;

-пожары в жилых домах и учреждениях соцкультбыта, возведенных из дерева.

Последствия пожаров обусловлены действием их *поражающих факторов*.

При этом прогнозируются последствия:

- утечек газов и распространения токсичных дымов;

- пожаров и взрывов в колодцах, цистернах и других емкостях;
- нарушений технологических процессов, особенно связанных с вредными веществами или опасными методами обработки;
- воздействия шаровых молний, статического электричества;
- взрывов паров ЛВГЖ;
- нагрева и испарения жидкостей из емкостей и поддонов;
- рассеивания продуктов горения во внутренних помещениях;
- токсического воздействия продуктов горения и других реакций;
- тепловой радиации при пожарах;
- распространения в строениях пламени и огневого потока в зависимости от расположения стен и внутренней планировки.

В результате происходит сгорание предметов и объектов, их обугливание, разрушение, выход из строя. Уничтожаются все элементы зданий и конструкций, выполненные из сгораемых материалов. Действие высоких температур вызывает пережог, деформацию и обрушение металлических ферм, балок перекрытий и других конструктивных деталей сооружений. Кирпичные стены и столбы деформируются. В кладке из силикатного кирпича при длительном нагревании до 500-600°C наблюдается расслоение кирпича трещинами и разрушение материала. При пожарах полностью или частично уничтожаются или выходят из строя технологическое оборудование и транспортные средства. Гибнут домашние и сельскохозяйственные животные. Люди гибнут или получают термические повреждения различных степеней - ожоги тела, ожоги верхних дыхательных путей.

Вторичными последствиями пожаров могут быть взрывы, утечка ядовитых или загрязняющих веществ в окружающую среду. Большой ущерб незатронутым пожаром помещениям и хранящимся в них предметам может нанести вода, используемая для тушения пожара.

Тяжелые социальные и экономические последствия пожара - это прекращение выполнения объектом, разрушенным пожаром, своих хозяйственных или иных функций.

Основные показатели пожаро- и взрывоопасности:

□ Температура вспышки - самая низкая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары (газы), способные вспыхнуть от источника загорания. Но скорость их образования еще недостаточна для последующего горения. Температура вспышки паров: сероуглерод -45°C, бензин -3°C, нефть -2°C, ацетон -20°C, дихлорэтан +8°C, скипидар +32°C, спирт +35°C, керосин +45°C, глицерин +176°C. Жидкости с температурой вспышки ниже +45°C называют легковоспламеняющимися, а выше - горючими.

□ Температура самовоспламенения - самая низкая температура, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермической реакции при отсутствии источника загорания, что заканчивается устойчивым горением.

□ Температура воспламенения. При этой температуре горючее вещество выделяет горючие пары (газы) со скоростью, достаточной (после воспламенения вещества) для устойчивого горения. Температурные пределы воспламенения - это температуры, при которых насыщенные пары вещества образуют в данной окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему или верхнему пределу воспламенения.

Температуры вспышки, самовоспламенения и воспламенения горючих веществ определяются экспериментально или расчетом (ГОСТ 12.1.044-89); нижний и верхний концентрационный предел - экспериментально или руководствуясь «Расчетом основных показателей пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов».

Пожаро- и взрывоопасность промышленных объектов определяется параметрами пожароопасности и количеством используемых в технологических процессах материалов, конструктивными особенностями и режимами работы оборудования, наличием источников зажигания и условий для быстрого распространения огня [71,72]. Распространение пожаров и превращение их в сплошные пожары зависит от плотности застройки, разрушений и других факторов.

Пожароопасность веществ характеризуется линейной (см/с) или массовой (г/с) скоростями горения, а также предельным содержанием кислорода. При горении твердых веществ скорость поступления летучих компонентов непосредственно связана с интенсивностью теплообмена в зоне контакта пламени и твердой поверхности. Массовая скорость выгорания ($\text{г/м}^2\cdot\text{с}$) зависит от теплового потока с поверхности, физико-химических свойств твердого горючего и выражается формулой:

$$V=Q_1-Q_2/q \quad (3)$$

где V - массовая скорость выгорания материала, $\text{г/м}^2\cdot\text{с}$; Q_1 - тепловой поток от зоны горения к твердому горючему, кВт/м^2 ; Q_2 - теплопотери твердого горючего в окружающую среду, кВт/м^2 ; q - количество тепла для образования летучих веществ, кДж/г .

Тепловой поток, поступающий из зоны горения к твердому горючему, зависит от энергии, выделенной в процессе горения, и условий теплообмена на границе горения и в зоне контакта твердого горючего и окружающей среды.

Пожарная обстановка и динамика ее развития зависят от:

- импульса воспламенения;
- пожарной опасности объекта;
- огнестойкости конструкции и ее элементов;
- плотности застройки в районе пожара;
- метеоусловий, особенно силы и направления ветра.

На объектах многие технологические процессы протекают при температурах, значительно превышающих температуру окружающей среды. Нагретые

поверхности излучают потоки лучистой энергии, способные вызвать отрицательные последствия. Продолжительность теплового облучения человека без ощутимых последствий зависит от величины тепловыделения (Дж/с) его организма. Чтобы физиологические процессы у человека протекали нормально, выделяемая в нем теплота должна полностью отводиться в окружающую среду. Избыток внешнего теплового излучения может привести к перегреву организма, потере сознания, ожогу или смерти. Температура кожи отражает реакцию организма на воздействие термического фактора. Если теплоотдача недостаточна, то происходит рост температуры внутренних органов (характеризуется понятием «жарко»). Тепловая энергия, превращаясь на горячей поверхности (очага пожара) в лучистую, передается - как свет - другому телу, имеющему более низкую температуру. Здесь лучистая энергия поглощается и вновь превращается в тепловую.

Предельная температура вдыхаемого воздуха, при которой человек еще способен дышать несколько минут без специальных средств защиты, 116°C. Переносимость человеком высокой температуры зависит от влажности и скорости движения воздуха: чем больше влажность, тем меньше пота испаряется в единицу времени, то есть быстрее наступает перегрев тела. При температуре окружающего воздуха выше 30°C пот не испаряется, а стекает каплями, что резко уменьшает теплоотдачу.

Воздействие повышенной температуры на древесину:

- 110°C - удаляется влага (происходит сушка древесины);
- 150°C - начинается выделение летучих продуктов термического разложения, изменяется ее цвет (она темнеет);
- 200°C - то же, что и при 150°C, но древесина приобретает коричневую окраску;
- 300°C - значительное выделение газообразных продуктов, способных к самовоспламенению, древесина начинает тлеть;
- 400°C - то же, что и при 300°C, однако происходит самовоспламенение древесины.

При самостоятельном горении в условиях пожара линейная скорость выгорания древесины для тонких предметов (до 20 мм) около 1 мм/мин, для более толстых - 0,63 мм/мин.

Тяжелый бетон при температуре порядка 300°C принимает розовый оттенок, при 600°C - красноватый с появлением микротрещин, а при температуре 1000°C цвет переходит в бледно-серый, происходит выгорание частиц. Из-за различия в коэффициентах расширения его компонентов ширина трещин в бетоне достигает 1 мм. Взрывоопасное разрушение бетона при пожаре наблюдается в предварительно напряженных и тонкостенных элементах, особенно с повышенным влагосодержанием, при температуре 700...900°C.

Стальные конструкции при температуре 650°C теряют несущую способность, деформируются, изменяют физические и химические свойства, а при температуре 1400...1500°C - плавятся.

Если температура нагретой поверхности ниже 500°C , то преобладает тепловое (инфракрасное) излучение, а при температуре выше 500°C присутствует излучение инфракрасного видимого и ультрафиолетового света. Инфракрасные лучи оказывают на человека в основном тепловое воздействие, что приводит к уменьшению кислородной насыщенности крови, понижению венозного давления, нарушению ССС и ЦНС. Общее количество теплоты, поглощенное телом, зависит от площади и свойств облучаемой поверхности, температуры источника излучения, расстояния до него.

Для характеристики теплового излучения используется понятие «интенсивность теплового воздействия». Это мощность лучистого потока, приходящаяся на единицу облучаемой поверхности. Облучение с интенсивностью до 350 Вт/м^2 не вызывает неприятного ощущения, до 1050 Вт/м^2 - уже через несколько минут ощущается как жжение в месте облучения, и температура кожи в этом районе может повыситься на 10°C . При облучении с интенсивностью до 1400 Вт/м^2 увеличивается частота пульса, а до 3500 Вт/м^2 - уже возможны ожоги. Болевые ощущения появляются при температуре кожи около 45°C .

Основным параметром, характеризующим поражающее действие светового излучения, является световой импульс «И». Это количество световой энергии, падающей за все время огненного свечения на 1 м^2 освещаемой поверхности, перпендикулярной к направлению излучения. Световой импульс измеряется в Дж/м^2 или ккал/см^2 . Световое излучение вызывает ожоги открытых участков тела, поражение глаз (временное или полное), пожары.

В зависимости от величины светового импульса различают ожоги разной степени.

□ Ожоги 1-й степени вызываются световым импульсом, равным $2...4 \text{ ккал/см}^2$ ($84...168 \text{ кДж/м}^2$). При этом наблюдается покраснение кожных покровов. Лечение обычно не требуется.

□ Ожоги 2-й степени вызываются световым импульсом, равным $5...8 \text{ ккал/см}^2$ ($210...336 \text{ кДж/м}^2$). На коже образуются пузыри, наполненные прозрачной белой жидкостью. Если площадь ожога значительная, то человек может потерять работоспособность и нуждаться в лечении. Выздоровление может наступить даже при площади ожога до 60% поверхности кожи.

□ Ожоги 3-й степени наблюдаются при величине светового импульса, равного $9...15 \text{ ккал/см}^2$. ($368...630 \text{ кДж/м}^2$). Тогда происходит омертвление кожи с поражением росткового слоя и образованием язв. Требуется длительное лечение.

□ Ожоги 4-й степени имеют место при световом импульсе свыше 15 ккал/см^2 (630 кДж/м^2). Происходит омертвление более глубоких слоев ткани (подкожной клетчатки, мышц, сухожилий, костей).

При поражении значительной площади тела наступает смерть. Степень ожогов участков тела зависит от характера одежды: ее цвета, плотности, толщины и плотности прилегания к телу.

В атмосфере лучистая энергия ослабляется из-за поглощения или рассеи-

вания света частицами дыма, пыли, каплями влаги, поэтому учитывается степень прозрачности атмосферы. Падающее на объект световое излучение частично поглощается или отражается. Часть излучения проходит через прозрачные объекты: стекло окон пропускает до 90% энергии светового излучения, которое способно вызвать пожар внутри помещения из-за преобразования световой энергии в тепловую. Таким образом, в городах и на производственных объектах возникают очаги горения. Скорость распространения пожаров в городе зависит от характера застройки и скорости ветра. При скорости ветра около 6 м/с в городе с кирпичными домами пожар распространяется со скоростью порядка 100 м/ч; при сгораемой застройке - до 300 м/ч, а в сельской местности свыше 900 м/ч. При этом надо учитывать наличие горючих материалов вокруг зданий (толь, бумага, солома, торф, камыш, древесина, нефтепродукты), их толщину, содержание влаги.

Пожары являются самым опасным и распространенным бедствием. Они могут вспыхивать в населенных пунктах, лесных массивах, на объектах, торфопеработках, в районах газо- и нефтедобычи, на энергетических коммуникациях, на транспорте, но особенно часто они возникают из-за неосторожного обращения людей с огнем.

Тяжелыми чрезвычайными техногенными событиями является взрывы.

Взрыв- это быстропротекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся освобождением значительного количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная привести или приводящая к возникновению техногенной чрезвычайной ситуации (ГОСТ Р22.0.05-94). По другому определению, **взрыв** - процесс выделения энергии за короткий промежуток времени, связанный с мгновенным физико-химическим изменением состояния вещества, приводящим к возникновению скачка давления или ударной волны, сопровождающийся образованием сжатых газов или паров, способных производить работу (ГОСТ Р22.0.08-96). Он приводит к образованию сильно нагретого газа (плазмы) с очень высоким давлением, который при мментальном расширении оказывает ударное механическое воздействие (давление, разрушение) на окружающие тела. Взрыв в твердой среде сопровождается ее разрушением и дроблением, в воздушной или водной вызывает образование воздушной или гидравлической ударных волн, которые оказывают разрушающее воздействие на помещенные в них объекты.

Взрывы происходят за счет освобождения химической энергии (главным образом взрывчатых веществ), внутриядерной энергии (ядерный взрыв), электромагнитной энергии (искровой разряд, лазерная искра и др.), механической энергии (при падении метеоритов на поверхность Земли и др.), энергии сжатых газов (при превышении давления предела прочности сосуда - баллона, трубопровода и т.п.).

Особенно большая потенциальная опасность взрывов существует на взрывоопасных объектах. В соответствии с Федеральным законом «О промыш-

ленной безопасности опасных производственных объектов» к ним относятся объекты, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются взрывчатые вещества - вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение.

На взрывоопасных объектах возможны следующие виды взрывов:

- неконтролируемое резкое высвобождение энергии за короткий промежуток времени и в ограниченном пространстве (взрывные процессы);
- образование облаков топливно-воздушных смесей или других газообразных, пылевоздушных веществ их быстрыми взрывными превращениями (объемный взрыв);
- взрывы трубопроводов, сосудов, находящихся под высоким давлением, или с перегретой жидкостью (прежде всего резервуаров со сжиженным углеводородным газом).

Основными поражающими факторами взрыва являются:

- воздушная ударная волна, возникающая при ядерных взрывах, взрывах инициирующих и детонирующих веществ, при взрывных превращениях облаков топливно-воздушных смесей, взрывах резервуаров с перегретой жидкостью и резервуаров под давлением;
- осколочные поля, создаваемые летящими обломками разного рода объектов технологического оборудования, строительных деталей и т.д.

Основными параметрами поражающих факторов при этом выступают:

- воздушная ударная волна (при дефлаграционном взрыве - волна сжатия) - избыточное давление в ее фронте;
- осколочное поле - количество осколков, их кинетическая энергия и радиус разлета.

В результате действия поражающих факторов взрыва происходит разрушение или повреждение зданий, сооружений, технологического оборудования, транспортных средств, элементов коммуникаций и других объектов, гибель или ранение людей. Вторичными последствиями взрывов являются поражение людей, находящихся внутри объектов, обломками обрушенных конструкций зданий и сооружений, их погребение под обломками. В результате взрывов могут возникнуть пожары, течка опасных веществ из поврежденного оборудования.

Причины пожаров и взрывов на промышленных объектах, %:

- нарушение мер безопасности и технологического режима	33
- неисправность электрооборудования	16
- ошибки при ремонте оборудования	13
- самовозгорание промасленной ветоши, других веществ	10
- несоблюдение графиков обслуживания, износ, коррозия	8
- неисправность запорной арматуры, отсутствие заглушек	6
- искры при выполнении сварочных работ	4
- прочие (неисправность сетей, обогрев открытым огнем)	10

Первостепенное значение придается умению грамотно реализовать при

тушении пожара принципы прекращения горения:

- изоляция очага горения от окислителей, снижение их концентрации методом разбавления негорючими газами до значения, при котором не может идти процесс горения;
- охлаждение очага горения;
- ингибирование (торможение) скорости реакции в пламени;
- механический срыв пламени воздействием взрыва, струей газа или воды;
- создание условий для огнепреграждения: например, можно заставить пламя распространяться по узким каналам.

Основным огнетушащим средством является вода. Это дешево, охлаждает место горения, а образующийся при испарении воды пар разбавляет горящую среду. Вода также механически воздействует на горящее вещество, то есть срывает пламя. Объем образовавшегося пара в 1700 раз больше объема использованной воды. Нецелесообразно тушить водой горючие жидкости, так как это может значительно увеличить площадь пожара, вызвать заражение водоемов. Опасно применять воду при тушении оборудования, находящегося под напряжением, - во избежание поражения электрическим током.

Для тушения пожаров используются установки водяного пожаротушения, пожарные автомобили или водяные стволы. Вода в них подается от водопроводов через пожарные гидранты или краны, при этом должно быть обеспечено постоянное и достаточное давление воды в водопроводной сети. При тушении пожаров внутри зданий используют внутренние пожарные краны, к которым подсоединяют пожарные рукава. Для автоматического водяного пожаротушения применяются спринклерные и дренчерные установки.

Спринклерные установки - это разветвленная, заполненная водой система труб, которая оборудована спринклерными головками, чьи выходные отверстия запаяны легкоплавким составом (рассчитанным на температуру 72, 93, 141 или 182°C). При пожаре эти отверстия сами распаиваются и орошают охранную зону водой.

Дренчерные установки - это система трубопроводов внутри здания, на которых установлены специальные головки (дренчеры) с диаметром выходных отверстий 8, 10 и 13 мм лопастного или розеточного типа, способные оросить до 12 м² пола. Дренчерный распылитель с винтовыми щелями дает возможность получить распыленную воду с более мелкой дисперсией, а при высоте расположения 5,2 м он способен оросить до 210 м² пола.

Для тушения твердых и жидких веществ применяют *пены*. Их огнегасительные свойства определяются кратностью (отношением объема пены к объему ее жидкой фазы), стойкостью, дисперсностью и вязкостью. В зависимости от условий и способа получения пена может быть:

- химической - это концентрированная эмульсия окиси углерода в водном растворе минеральных солей;
- воздушно-механической (кратность 5...10), которую получают из 5%-

ных водных растворов пенообразователей.

При тушении пожаров газами используют двуокись углерода, азот, аргон, дымовые или отработанные газы, пар. Их огнегасительное действие основано на разбавлении воздуха, то есть на снижении концентрации кислорода. При нулевой температуре и давлении 36 атм. 1 л жидкой углекислоты образует 500 л углекислого газа. При тушении пожаров используют углекислотные огнетушители (ОУ-5, ОУ-8, УП-2м), если в состав молекул горящего вещества входит кислород, щелочные и щелочноземельные металлы. Газ в огнетушителе находится под давлением до 60 атм. Для тушения электроустановок необходимо применять порошковые огнетушители (ОП-1, ОП-10), заряд которых состоит из бикарбоната натрия, талька и стеаратов железа, алюминия.

Тушение паром применяют при ликвидации небольших пожаров на открытых площадках, в закрытых аппаратах и при ограниченном воздухообмене. Концентрация водяного пара в воздухе должна быть порядка 35% по объему.

Широкое применение в пожаротушении нашли огнегасительные составы-ингибиторы на основе предельных углеводородов, в которых один или несколько атомов замещены атомами галоида. Они эффективно тормозят реакции в пламени, проникая в него в виде капель. Низкая температура замерзания позволяет использовать эти составы при минусовых температурах. Применяют и порошковые составы на основе неорганических солей щелочных металлов.

Взрывчатые вещества - это химические соединения или смеси, способные к быстрому химическому превращению с образованием сильно нагретых газов, которые из-за расширения и огромного давления способны произвести механическую работу.

Взрывчатые вещества можно разделить на группы:

инициирующие, которые обладают огромной чувствительностью к внешним воздействиям (удар, накол, нагрев) и используются для подрыва основного заряда ВВ;

бризантные - менее чувствительные к внешним воздействиям. Они имеют повышенную мощность, подрываются в результате детонации;

метательные - это пороха, основной формой химического превращения которых является горение. Могут применяться при подрывных работах.

Характеристики взрывчатых веществ:

чувствительность к внешним воздействиям (удар, свет);

теплота превращения при взрыве;

скорость детонации;

бризантность (мощность), которая зависит от скорости детонации;

фугасность (работоспособность).

Часто причиной пожаров и взрывов является образование топливо-, паро- или пылевоздушных смесей. Такие взрывы возникают как следствие разрушения емкостей с газом, коммуникаций, агрегатов, трубопроводов или технологических линий. Особенно опасными потенциальными источниками взрывов могут оказаться предприятия высокой пожаро- и взрывоопасности категорий А

и Б. При разрушении агрегатов или коммуникаций не исключается истечение газов или сжиженных углеводородных продуктов, что приводит к образованию взрыво- или пожароопасной смеси. Взрыв такой смеси происходит при определенной концентрации газа в воздухе. Например, если в 1 м³ воздуха содержится 21 л пропана, то возможен взрыв, если 95 л - возгорание.

Значительное число аварий связано с разрядами статического электричества. Одной из причин этого является электризация жидкостей и сыпучих веществ при их транспортировке по трубопроводам, когда напряженность электрического поля может достичь величины 30 кВ/см. Необходимо учитывать, что разность потенциалов между телом человека и металлическими частями оборудования может достигать десятков киловольт.

Сильным взрывам пылевоздушной смеси обычно предшествуют локальные хлопки внутри оборудования, при которых пыль переходит во взвешенное состояние с образованием взрывоопасной концентрации. Поэтому в закрытых аппаратах необходимо создавать инертную среду, обеспечивать достаточную прочность аппарата и наличие противоаварийной защиты. До 90% аварий связано с взрывом парогазовых смесей, при этом до 60% таких взрывов происходит в закрытой аппаратуре и трубопроводах.

Ацетилен в определенных условиях способен к взрывному разложению при отсутствии окислителей. Выделяющейся при этом энергии (8,7 МДж/кг) достаточно для разогрева продуктов реакции до температуры 2800°C. При взрыве скорость распространения пламени достигает нескольких метров в секунду. Но для ацетилена возможен вариант, когда часть газов сгорает, а остальная сжимается и детонирует. В этом случае давление может вырасти в сотни раз. Температура самовоспламенения ацетилена зависит от его давления (табл. 8).

Таблица 8

Температура самовоспламенения ацетилена

Давление, кПа	100	200	300...1100	2100
Температура самовоспламенения, °С	635	570...540	530...475	350

Наиболее опасны в эксплуатации аппараты и трубопроводы высокого давления ацетилена (0,15-2,5 МПа), так как при случайных перегревах может возникнуть взрыв, переходящий при большой длине трубопровода в детонацию. Максимальная скорость распространения пламени при горении ацетилено-воздушной смеси, содержащей ацетилена 9,4% (об), равна 1,69 м/с. Смесь ацетилена с хлором и другими окислителями может взрываться под действием источника света. Поэтому к зданиям, где используется ацетилен, запрещается делать пристройки для производства хлора, сжижения и разделения воздуха.

Часто при ручном вскрытии железных барабанов с карбидом кальция происходит искрообразование, что приводит к взрывам. К тому же надо всегда учитывать возможность присутствия в барабане влаги.

При взрыве ТВС образуется очаг поражения с ударной волной и световым излучением («огненный шар»). В очаге взрыва ТВС можно выделить три сферические зоны (рис. 14).

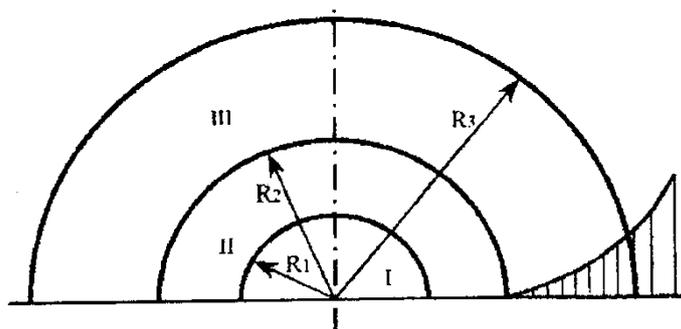


Рис. 14. Зоны в очаге поражения при взрыве ТВС

R_1, R_2, R_3 , - радиусы внешних границ соответствующих зон

Зависимость радиуса внешней границы зоны действия избыточного давления от количества взрывоопасной газовой смеси представлена на рис. 15.

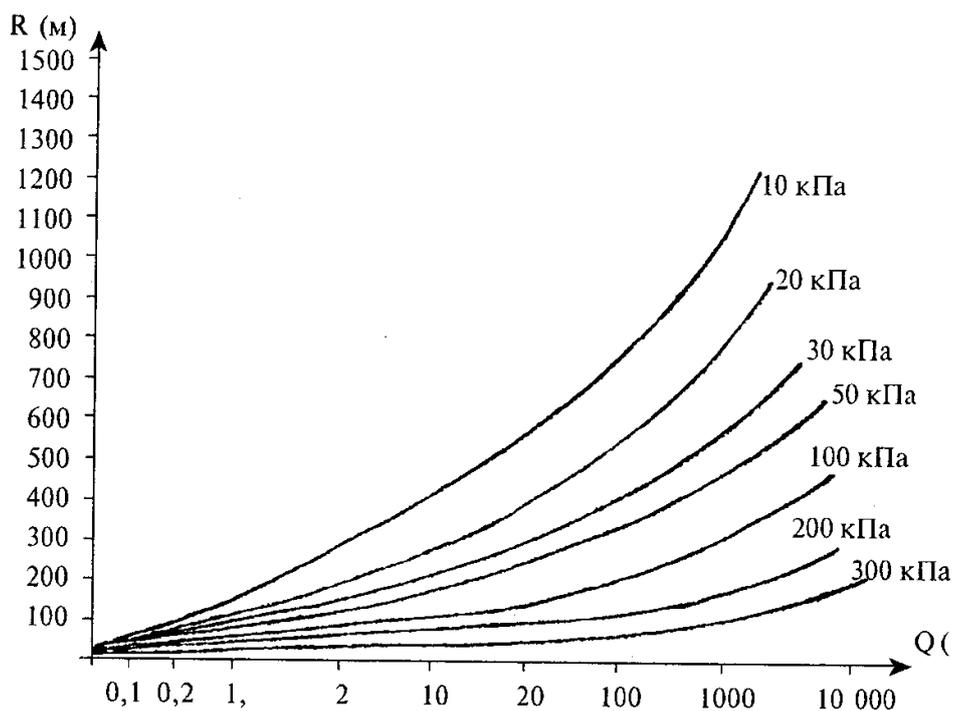


Рис. 15. Зависимость радиуса внешней границы зоны действия избыточного давления от количества взрывоопасной газовой смеси

Зона I - зона детонационной волны. Находится в пределах облака взрыва. Радиус зоны определяется формулой:

$$R_1 = 17,5 * \sqrt[3]{Q} \quad (4)$$

где R_1 - радиус зоны I, м; Q - масса сжиженного газа, т.

В пределах зоны I избыточное давление можно считать постоянным и равным 1700 кПа.

Зона II - зона действия продуктов взрыва, которая охватывает всю площадь разлета продуктов взрыва ТВС в результате ее детонации. Радиус зоны II в 1,7 раза больше радиуса зоны I, то есть $R_2 = 1,7R_1$, а избыточное давление по мере удаления уменьшается до 300 кПа.

Зона III - зона действия УВВ. Здесь формируется фронт УВВ. Величина избыточного давления определяется по графику, рис. 16.

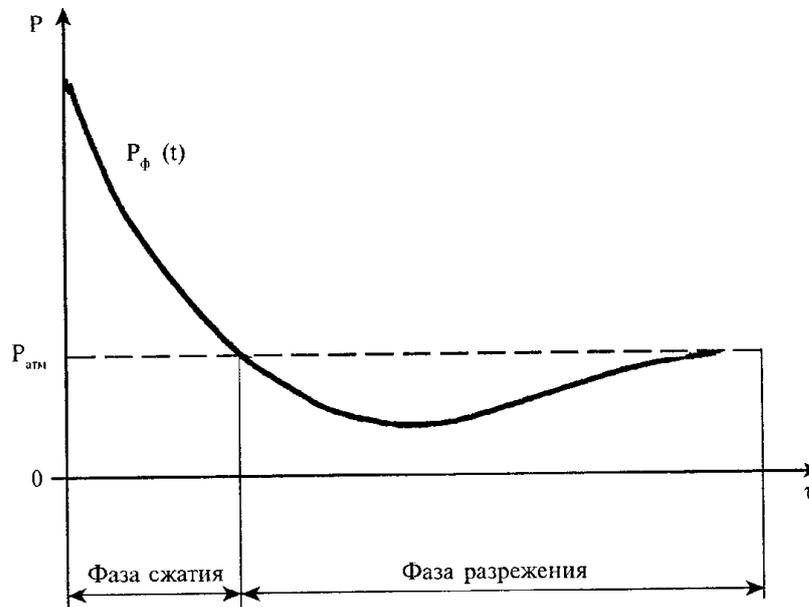


Рис. 16. Фазы и фронт УВВ

Ударная воздушная волна (УВВ) - наиболее мощный поражающий фактор при взрыве. Она образуется за счет колоссальной энергии, выделяемой в центре взрыва, что приводит к возникновению здесь огромной температуры и давления. Раскаленные продукты взрыва при стремительном расширении производят резкий удар по окружающим слоям воздуха, сжимают их до значительного давления и плотности, нагревая до высокой температуры. Такое сжатие происходит во все стороны от центра взрыва, образуя фронт УВВ. Вблизи центра взрыва скорость распространения УВВ в несколько раз превышает скорость звука. Но по мере движения скорость ее распространения падает. Снижается и давление во фронте. В слое сжатого воздуха, называемого фазой сжатия УВВ (рис. 16), наблюдаются наибольшие разрушительные последствия. По мере движения давление во фронте УВВ падает и в какой-то момент достигает атмосферного, но будет продолжать уменьшаться из-за снижения температуры. При этом воздух начнет движение в обратном направлении, то есть к центру взрыва.

Эта зона пониженного давления называется зоной разрежения.

Параметры УВВ

1. Избыточное давление. Определяется разностью между фактическим давлением воздуха в данной точке и атмосферным давлением ($P_{изб} = P_f - P_{атм.}$). Измеряется в кг/см² или Паскалях (1 кг/см² = 100 кПа). При проходе фронта УВВ избыточное давление воздействует на человека со всех сторон.

2. Скоростной напор воздуха (динамическая нагрузка). Обладает метательным действием. Измеряется в кг/см² или Паскалях. Совместное воздействие этих двух параметров УВВ приводят к разрушениям объектов и человеческим жертвам.

3. Время распространения УВВ (T_p, c).

4. Продолжительность действия фазы сжатия на объект (T_p, c). Избыточное давление во фронте УВВ ($P_{изб}, кПа$) можно определить по формуле

$$P_{изб} = 83 \left(\sqrt[3]{\frac{q}{R}} \right) + 258 \left(\sqrt[3]{\frac{q^2}{R^2}} \right) + 686 \frac{q}{R^3} \quad (5)$$

где q - тротиловый эквивалент ВВ, кг; R - расстояние от центра взрыва, м.

Скоростной напор воздуха зависит от скорости и плотности воздуха за фронтом УВВ и равен:

$$P_{ск} = \rho \frac{V^2}{2} = 2,5 \frac{P_{изб}^2}{P_{изб} + 720} Па \quad (6)$$

где V - скорость частиц воздуха за фронтом УВВ, м/с; ρ - плотность воздуха за фронтом УВВ, кг/м³.

Воздействие УВВ на человека может быть косвенным или непосредственным. При косвенном поражении УВВ, разрушая постройки, вовлекает в движение огромное количество твердых частиц, осколков стекла и других предметов массой до 1,5 г при скорости до 35 м/с. Так, при величине избыточного давления порядка 60 кПа плотность таких опасных частиц достигает 4500 шт./м². Наибольшее количество пострадавших - жертвы косвенного воздействия УВВ.

При непосредственном поражении УВВ наносит людям крайне тяжелые, тяжелые, средние или легкие травмы.

□ Крайне тяжелые травмы (обычно несовместимые с жизнью) возникают при воздействии избыточного давления величиной свыше 100 кПа.

□ Тяжелые травмы (сильная контузия организма, поражение внутренних органов, потеря конечностей, сильное кровотечение из носа и ушей) возникают при избыточном давлении 100...60 кПа.

□ Средние травмы (контузии, повреждения органов слуха, кровотечение из носа и ушей, вывихи) имеют место при избыточном давлении 60...40 кПа.

□ Легкие травмы (ушибы, вывихи, временная потеря слуха, общая контузия) наблюдаются при избыточном давлении 40...20 кПа.

Эти же параметры УВВ приводят к разрушениям, характер которых зависит от нагрузки, создаваемой УВВ, и реакции предмета на действия этой нагрузки. Поражения объектов, вызванные УВВ, можно характеризовать степенью их разрушений.

Зона полных разрушений. Восстановить разрушенные объекты невозможно. Массовая гибель всего живого. Занимает до 13% всей площади очага поражения. Здесь полностью разрушены строения, до 50% противорадиационных укрытий (ПРУ), до 5% убежищ и подземных коммуникаций. На улицах образуются сплошные завалы. Сплошных пожаров не возникает из-за сильных разрушений, срыва пламени ударной волной, разлета воспламенившихся обломков и засыпки их грунтом. Эта зона характеризуется величиной избыточного давления свыше 50 кПа.

Зона сильных разрушений занимает площадь до 10% очага поражения. Строения сильно повреждены, убежища и коммунальные сети сохраняются, 75% укрытий сохраняют свои защитные свойства. Есть местные завалы, зоны сплошных пожаров. Зона характеризуется избыточным давлением 0,3...0,5 кг/см² (30...50 кПа).

Зона средних разрушений наблюдается при избыточном давлении 0,2...0,3 кг/см² (20...30 кПа) и занимает площадь до 15% очага поражения. Строения получают средние разрушения, а защитные сооружения и коммунальные сети сохраняются. Могут быть местные завалы, участки сплошных пожаров, массовые санитарные потери среди незащищенного населения.

Зона слабых разрушений характеризуется избыточным давлением 0,1...0,2 кг/см² (10...20 кПа) и занимает до 62% площади очага поражения. Строения получают слабые повреждения (разрушения перегородок, дверей, окон), могут быть отдельные завалы, очаги пожаров, а у людей - травмы.

За пределами зоны слабых разрушений возможны нарушения остекления и незначительные разрушения. Население способно оказывать самопомощь. Рельеф местности влияет на распространение УВВ: на склонах холмов, обращенных в сторону взрыва, давление выше, чем на равнинной местности (при крутизне склона 30° давление на нем на 50% выше), а на обратных склонах - ниже (при крутизне склона 30° - в 1,2 раза ниже). В лесных массивах избыточное давление может оказаться на 15% выше, чем на открытой местности, но по мере углубления в лес скоростной напор уменьшается. Метеоусловия оказывают влияние только на слабую УВВ, то есть с избыточным давлением менее 10 кПа. Летом наблюдается ослабление УВВ по всем направлениям, а зимой - ее усиление, особенно в направлении ветра. Дождь и туман оказывают влияние на УВВ при избыточном давлении до 300 кПа (при 30 кПа и среднем дожде УВВ ослабляется на 15%, а при ливне - на 30%). Снегопад не снижает давления в УВВ.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные неблагоприятные факторы, приводящие к высокому уровню аварийности на производстве.
2. Что такое авария и катастрофа?
3. По каким признакам классифицируются чрезвычайные события, лежащие в основе ЧС?
4. На какие подгруппы делятся ЧС природного характера?
5. Как классифицируются биологические ЧС?
6. Что такое пандемия?
7. Что такое эпизоотия? Какие группы она содержит.
8. Какие события относятся к социальным ЧС?
9. Какие фазы развития ЧС на промышленных объектах Вы знаете?
10. Перечислите первичные и вторичные опасные факторы, возникающие при ЧС.
11. Что такое устойчивость промышленных объектов при ЧС? В чем она заключается?
12. Что такое радиационно опасный объект. Какие объекты к нему относятся?
13. Как классифицируются радиоактивные загрязнения?
14. Что такое химически опасный объект? Какие объекты к нему относятся?
15. На какие категории делятся опасные производственные объекты?
16. Как подразделяются сооружения по степени огнестойкости?
17. На какие категории делятся объекты по пожаро и взрывоопасности?
18. Какие этапы содержит процесс возникновения горения?
19. Дайте определение взрыву. Какие виды взрывов Вы знаете?
20. В чем заключается оценка устойчивости элементов промышленных объектов к воздействию УВВ.
21. В чем заключается оценка устойчивости элементов промышленных объектов к воздействию светового излучения.
22. В чем заключается оценка устойчивости элементов промышленных объектов к воздействию электромагнитного импульса.
23. В чем заключается подготовка промышленных объектов к безаварийной остановке производства.
- 24.** Разработка и обеспечение выполнения мероприятий по восстановлению производства.
25. К каким последствиям приводят аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах?
26. Какова классификация строительных материалов по возгораемости?
27. Что такое огнестойкость сооружений?
28. Как можно охарактеризовать процессы горения?
29. Каково воздействие пожаров на объекты и биологическую ткань?
30. В чем причины взрывов; особенности взрывов топливо-, газо- и пылевоздушных смесей?

Заключение

Безопасность жизнедеятельности - наука о комфортном взаимодействии человека с техносферой. Первопричиной многих негативных процессов в природе и обществе явилась антропогенная деятельность, не сумевшая создать техносферу необходимого качества как по отношению к человеку, так и по отношению к природе.

Чтобы решить возникающие проблемы, человек должен совершенствовать техносферу, снизив ее негативное влияние на человека и природу до допустимых уровней.

В среде обитания человека постоянно существует и действует мир естественных, техногенных и антропогенных опасностей.

Естественные опасности хорошо известны человеку, им найдены и изучены. Широко используются средства и меры защиты от их негативного воздействия.

Мир техногенных опасностей вполне познаваем и у человека есть достаточно сил и средств для защиты. Высокая значимость техногенных опасностей в современном обществе обусловлена несовершенством техники и технологий и наличием отходов при любом виде деятельности.

Антропогенные опасности во многом обусловлены недостаточным вниманием человека к проблеме безопасности, склонности к риску и пренебрежению опасностью. Часто это связано с ограниченными знаниями человека о мире опасностей и негативных последствиях их проявления. Воздействие антропогенных опасностей может быть сведено к минимуму за счет обучения населения и работающих основам безопасности жизнедеятельности, хотя «право» на ошибку у человека будет существовать всегда, а, следовательно, полного устранения антропогенных опасностей быть не может.

Формирование техносферы высокого (допустимого) качества по отношению к человеку возможно на основе превентивного анализа опасностей и устранения ноксозонных зон в техносфере за счет ограничения потоков от источников опасностей и применения средств защиты на стадиях проектирования и использования техносферы.

Для решения этих защитных задач каждый специалист должен знать не только круг реальных опасностей окружающего нас мира, но и средства защиты от них.

Библиографический список

Нормативно-правовые документы

1. СНиП 2.09.04-87* Административные и бытовые здания/М.: Госстрой России,1987 - 100 с.
2. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве/М.: Госстрой России,2001 - 110 с.
3. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.- М.: Госстрой России,1988 - 128 с.
4. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
5. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Электробезопасность. Общие требования...
6. "ГОСТ 12.1.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
7. ГОСТ12.3.020-80 ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
9. ГОСТ 12.0.230-2007. Системы управления охраной труда. Общие требования.
10. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
11. ГОСТ 12.1.012-90. Вибрационная безопасность. Общие требования.
12. ГОСТ 12.1.006-84. Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные Поля Радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования.
13. ГОСТ ИСО 8995-2002. Освещение рабочих систем внутри помещений.
14. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях N 4557-88 (утв.Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. N 4557-88)
15. Нормы Радиационной безопасности НРБ-2000.
16. Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»(утв. Главным государственным санитарным врачом России 29.07.05).

Основная литература

17. Акимов, В.А. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски / В.А. Акимов, В.Д. Новиков, Н.Н. Радаев. – М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2001. – 344 с.
18. Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Дашков и К^о, 2005.
19. Белов С.В., Ильницкая И.В. и др. Безопасность жизнедеятельности.; 7-е издание; М.: Высшая школа, 2007. - 616 с.
20. Барковская С.В. Интегрированный менеджмент XXI века: проектное управление устойчивостью развития: учебное пособие / С.В. Барковская, Е.А. Жидко, В.И. Морозов, Л.Г. Попова; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. –Воронеж, 2011. -168 с.
21. Гринин, А.С. Безопасность жизнедеятельности: учеб.пособие / А.С. Гринин, В.Н. Новиков; под общ. ред. А.С. Гринина. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 288 с.
22. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности//Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 2 (21). С. 33.
23. Жидко Е.А. Математическая модель рассеивания частиц золы, выбрасываемых дымовой трубой в сносящем потоке ветра//Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2014. № 2 (34). С. 113-121.
24. Жидко Е.А., Черных Е.М. Динамика частиц золы в выбросах дымовых труб / научно-технический журнал Экология и промышленность России. 2004. – с. 38-39.
25. Жидко Е.А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое атмосферы частиц золы и технология ее утилизация в строительстве. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Воронеж, 2002.
26. Жидко Е.А. Менеджмент. Экологический аспект: курс лекций /Е.А. Жидко; Воронеж. гос.арх.-строит. ун-т.-Воронеж., 2010.-180 с.
27. Жидко Е.А. Проблемы организации управления экологической безопасностью на промышленном предприятии / Е.А. Жидко // Безопасность труда в промышленности: научно-производственный журнал. 2010. №8. -С.38-42.
28. Жидко Е.А. Управление эколого-экономическими рисками как важнейший фактор эффективной деятельности предприятия/Е.А. Жидко// Безопасность труда в промышленности: научно-производственный журнал. 2011.- №3. С.57-62.

Дополнительная литература

29. Барковская С.В., Жидко Е.А., Попова Л.Г. Высокие интеллектуальные технологии интегрированного менеджмента XXI века/ Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 9. С. 28-32.
30. Жидко Е.А., Кирьянов В.К. Эмпирические методы измерения погрешностей при взаимосвязанном развитии внешней и внутренней среды хозяйствующих субъектов/Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2013. № 4 (13). С. 53-60.
31. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Информационные риски в экологии XXI века: концепция управления/Информация и безопасность. 2010. Т. 13. № 2. С. 175-184.
32. Жидко Е.А. Методические основы системного моделирования информационной безопасности/Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 3. С. 102.
33. Жидко Е.А. Методология системного математического моделирования информационной безопасности /Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 3 (22). С. 101.
34. Жидко Е.А., Кирьянов В.К. Формирование системы координат и измерительных шкал для оценки состояний безопасного и устойчивого развития хозяйствующих субъектов/Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2014. № 1 (14). С. 60-68.
35. Жидко Е.А., Муштенко В.С. Методический подход к идентификации экологического риска, учитываемого в деятельности предприятия /Е.А. Жидко, В.С. Муштенко// Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2011. № 1. С. 11-14.
36. Жидко Е.А., Манохин В.Я. Совершенствование организации управления экологическими рисками промышленного предприятия /Е.А. Жидко, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2010. № 1. С. 13-17.
37. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Формализация программы исследований информационной безопасности компании на основе инноваций/Информация и безопасность. 2012. Т. 15. № 4. С. 471-478.
38. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Человеческий фактор как аргумент информационной безопасности компании//Информация и безопасность. 2012. Т. 15. № 2. С. 265-268.
39. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Методологические основы обеспечения информационной безопасности инновационных объектов //Информация и безопасность. 2012. Т. 15. № 3. С. 369-376.
40. Квасов, И.С. Статическое оценивание состояния трубопроводных систем на основе функционального эквивалентирования / И.С. Квасов, М.Я. Панов, С.А. Сазонова // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2000, №4. - С. 100-105.

41. Квасов, И.С. Энергетическое эквивалентирование больших гидравлических систем жизнеобеспечения городов / И.С. Квасов, М.Я. Панов, В.И. Щербаков, С.А. Сазонова // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2001.- № 4. - С. 85-90.
42. Колодяжный, С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко, С.А. Сазонова, А.А. Седаев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 4 (32). - С. 25-33.
43. Кукин И.П. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда. – М.: Высшая школа, 2003.
44. Сазонова, С.А. Статическое оценивание состояния систем теплоснабжения в условиях информационной неопределенности / С.А. Сазонова // Моделирование систем и информационные технологии: сб. науч. тр. М-во образования Российской Федерации, [редкол.: Львович И. Я. (гл. ред.) и др.]. – М., 2005. - С. 128-132.
45. Сазонова, С.А. Надежность технических систем и техногенный риск / С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко. - Воронеж, 2013. - 148 с.
46. Сазонова, С.А. Разработка модели анализа потокораспределения возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Моделирование систем и информационные технологии. Сб. науч. тр. - Воронеж, 2007. - С. 52-55.
47. Сазонова, С.А. Разработка модели структурного резервирования для функционирующих систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. - С. 82 - 86.
48. Сазонова С.А. Решение задач обнаружения утечек систем газоснабжения и обеспечение их безопасности на основе методов математической статистики // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - №14. – С. 51-55.
49. Сазонова С.А. Информационная система проверки двухальтернативной гипотезы при диагностике утечек и обеспечении безопасности систем газоснабжения // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - №14. – С. 56-59.
50. Сазонова С.А. Обеспечение безопасности функционирования систем газоснабжения при реализации алгоритма диагностики утечек без учета помех от стохастичности потребления // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - №14. – С. 60-64.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Термины и понятия	4
РАЗДЕЛ I	
Физиолого-гигиенические основы труда	5
Тема 1	
Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.....	5
Тема 2	
Классификация основных форм трудовой деятельности.....	9
Тема 3	
Эргономика и инженерная психология.....	14
РАЗДЕЛ II	
Анатомо – физиологическое воздействие на человека негативных факторов	24
Тема 1	
Функции и строение нервной системы.....	24
Тема 2	
Особенности структурно – функциональной деятельности организма человека.....	28
РАЗДЕЛ III	
Вредные факторы производственной среды, их влияние на организм человека и методы защиты	34
Тема 1	
Профессиональные вредности производственной среды.....	34
Тема 2	
Опасные и вредные факторы производства и средства защиты от них.	38
2.1. Типы загрязнений.....	38
2.2. Шум на производстве и методы защиты.....	39
2.3. Вибрация на производстве и методы защиты.....	42
2.4. Производственные излучения и защита от них.....	45
2.5. Вредные химические вещества (ВХВ).....	56
2.6. Защита от производственной пыли.....	59
2.7. Влияние параметров микроклимата на самочувствие человек...	60
2.8. Влияние освещенности на организм человека.....	63
2.9. Электробезопасность ток на производстве.....	66

Тема 3	
Принципы производственного нормирования.....	70
Тема 4	
Методы защиты атмосферного воздуха от пыли	71
Тема 5	
Методы защиты атмосферного воздуха от газообразных примесей...	76
Тема 6	
Очистка производственных сточных вод.....	80
РАЗДЕЛ IV	
Правовое обеспечение безопасности жизнедеятельности на производстве.....	85
Тема 1	
Законодательство по охране труда.....	85
Тема 2	
Организация и функции служб охраны труда на предприятии.....	87
Тема 3	
Система стандартов безопасности труда (ССБТ).....	88
Тема 4	
Инструктажи по охране труда.....	90
Тема 5	
Профилактика производственного травматизма.....	93
РАЗДЕЛ V	
Критерии безопасности и рисков в проблемах функционирования, модернизации и развития техносферы.....	100
Тема 1	
Научные основы анализа рисков с учетом требований стратегии национальной безопасности.....	100
Тема 2	
Категорирование потенциальных опасностей в техносфере.....	100
Тема 3	
Система физической защиты (СФЗ) важных промышленных объектов...	104
3.1. Концепция безопасности и принципы создания СФЗ важных промышленных объектов.....	104
3.2. Анализ уязвимости объекта.....	105
3.3. Оценка уязвимости существующей СФЗ объекта.....	108
3.4. Разработка технико-экономического обоснования создания СФЗ и комплекса ИТСО.....	109
РАЗДЕЛ VI	
Чрезвычайные ситуации мирного времени	113
Тема 1	
Понятие о чрезвычайных ситуациях.....	113
Тема 2	

Характеристики ЧС по сфере возникновения.....	119
Тема 3	
Устойчивость промышленных объектов при ЧС.....	126
3.1. Фазы развития ЧС на промышленных объектах.....	126
3.2. Опасные и вредные факторы, возникающие при ЧС.....	127
3.3. Устойчивость промышленных объектов ЧС.....	129
Тема 4	
Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ.....	134
4.1. Краткая характеристика и классификация радиоактивно опасных объектов (РОО).....	134
4.2. Аварии с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ (АХОВ).....	137
Тема 5	
Аварии и катастрофы на пожаро- и взрывоопасных объектах.....	140
Заключение	159
Библиографический список.....	160

Учебное издание

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Курс лекций

для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»

Составитель

ЖИДКО ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА

Подписано в печать 20. 10. 2015. Формат 60x84 1/16. Уч.-изд. 10,0 л.

Усл.-печ. л. 11.....

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства учебной литературы
и учебно-методических пособий Воронежского ГАСУ
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября,84