для высших учебных заведений

Безопасность жизнедеятельности

Безопасность технологических процессов и производств

Охрана труда



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ВЫСШАЯ ШКОЛА ИЗДАТЕЛЬСТВО

twirpx.com

Безопасность жизнедеятельности

Безопасность технологических процессов и производств
Охрана труда

Издание четвертое, переработанное

Рекомендовано
Министерством образования и науки
Российской Федерации
в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений

Москва «Высшая школа» 2007

УДК 614.8.084
ББК 68.9
Б 40

Авторы: П.П. Кукин, В.Л. Лапин,
Н.Л. Пономарев, Н.И. Сердюк

Рецензенты:

кафедра «Промышленная безопасность и охрана окружающей среды» Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина (зав. кафедрой проф., д-р техн. наук *Б.Е. Прусенко*);

канд. техн. наук, доцент *М.И. Дайнов* (Московский государственный авиационный институт (Технический университет))

Б 40 **Безопасность жизнедеятельности.** Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учеб. пособие для вузов/П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев и др. — 4-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2007. — 335 с.: ил.

ISBN 978-5-06-005830-7

Учебное пособие является составной частью новой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». В книге рассматривается безопасность человека в процессе трудовой деятельности с позиций правовой, организационной и технической защиты на основе анализа опасных и вредных факторов, формируемых техническими системами и средствами производственной среды. Пособие основывается на системе действующих государственных нормативных актов в области охраны труда и социальной защиты, утвержденных органами законодательной власти Российской Федерации.

Для студентов вузов. Может быть полезно студентам средних специальных учебных заведений и колледжей; работникам отделов охраны труда промышленных предприятий.

УДК 614.8.084
ББК 68.9

ISBN 978-5-06-005830-7 © ФГУП «Издательство «Высшая школа», 2007

Оригинал-макет данного издания является собственностью издательства «Высшая школа», и его репродуцирование (воспроизведение) любым способом без согласия издательства запрещается.

ПРЕДИСЛОВИЕ

С введением в 1990 г. во все учебные планы высшей школы новой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» был заложен фундамент качественного изменения концепции и методологии подготовки специалистов по важнейшей проблеме современного технократического общества — защите жизни и здоровья человека в техносфере.

В последующие годы, несмотря на тяжелый экономический и политический кризис в стране, в российской высшей школе проходили заметные процессы переосмысления роли и актуальности изучения проблем безопасности для всех специалистов. В то же время произошел коренной сдвиг в осознании необходимости подготовки высококвалифицированных специалистов, способных эффективно решать многофакторные и многоуровневые задачи обеспечения безопасности, а также комфортной среды обитания человека в условиях чрезвычайного энергетического и технического насыщения всех сторон его жизни и деятельности. Результатом этого стало открытие подготовки специалистов по 33-й группе специальностей («Безопасность жизнедеятельности») более чем в 60 вузах страны, создание во многих вузах соответствующих кафедр и, что очень важно, проведение большого объема работ по научно-методическому и техническому оснащению учебного процесса.

В настоящее время известными учеными и педагогами ряда вузов в различных регионах России осуществляется подготовка и издание учебников по изучению различных аспектов безопасности жизнедеятельности, отраслевой специфики проблемы. В 1999 г. в издательстве «Высшая школа» вышел в свет основополагающий учебник по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» под редакцией профессора, д-ра техн. наук С.В. Белова.

В предлагаемом учебном пособии авторы постарались органично дополнить и развить изложенные в учебнике проблемы защиты человека в условиях современного производства.

Представленный в данном пособии материал будет полезен для студентов различных специальностей высших и средних специальных учебных заведений при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», а также для студентов — будущих профессионалов, обучающихся по программам 33-й группы специальностей. Учебное пособие может быть также использовано для слушателей системы поствузовского образования и в практической деятельности специалистов по охране труда в различных отраслях промышленности.

Авторы выражают искреннюю благодарность всем коллегам за большое

содействие в подборе материала, подготовке рукописи к изданию, полезные и высокопрофессиональные советы, а также начальнику управления охраны условий труда Минтруда РФ Ю.Г. Сорокину и его сотрудникам. Теплые слова признательности за всесторонний острокритический анализ рукописи профессору Ю.А. Духанину и его коллегам, объективные замечания которых помогли авторам в значительной степени переработать и усилить рассмотрение многих принципиальных вопросов.

Критические замечания и пожелания по книге просим направлять в издательство «Высшая школа» по адресу: 127994, Москва, ГСП-4, ул. Неглинная, д. 29/14.

Авторы

Введение

Уровень решения проблем обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в любом современном государстве может служить наиболее достоверным и комплексным критерием для оценки как степени экономического развития и стабильности этого государства, так и для оценки нравственного состояния общества. Это объясняется тем, что глубокое и всестороннее решение сложных проблем, порожденных научно-техническим прогрессом, требует громадных капиталовложений и высокой культуры производства, а следовательно, под силу только экономически высокоразвитому, стабильному государству, обладающему мощным научно-техническим и интеллектуальным потенциалом. С другой стороны, решение проблем безопасности требует активного участия всех членов общества, высокого гражданского самосознания, готовности к ущемлению сегодняшних интересов, а иногда к определенному ограничению индивидуальных свобод, во имя жизни человека и развития будущих поколений. Это возможно только в обществе, организованном на принципах высокой нравственности и культуры. Реализация этих принципов может быть достигнута на основе тщательно проработанной и организованной непрерывной системы образования и воспитания, охватывающей все ступени образования от дошкольного воспитания до системы повышения квалификации и переподготовки кадров.

Особое значение образование и воспитание в области безопасности приобретает в технических вузах, где достигнутый в процессе обучения уровень профессионализма будущих разработчиков новой техники и технологии, руководителей производства во многом будет определять эффективность решения проблем безопасности непосредственно в источниках их возникновения. Глубокое изучение проблем безопасности жизнедеятельности в технических вузах должно реализовываться на основе единого гармоничного и последовательного процесса, построенного с учетом непрерывности, междисциплинарности и охватывающего все формы обучения от лекций до дипломного проектирования.

Важнейшей целью этого процесса является формирование у специалистов мышления, основанного на глубоком осознании главного принципа — безусловности приоритетов безопасности при решении

любых инженерных задач, будь то в области научного поиска или проектно-конструкторских разработок или в области организации и управления производством.

Основной целью образования в области БЖД является достижение высокого профессионализма, который предусматривает глубокое изучение методов и средств анализа, проектирования, развития и управления эрготехническими системами, являющимися частными конкретными реалиями общей системы «человек — машина — среда обитания».

Особо остро проявляются проблемы обеспечения безопасности человека непосредственно на предприятиях, где зоны формирования различных опасных и вредных факторов практически пронизывают всю производственную среду, в которой осуществляется трудовая деятельность персонала.

В то же время проблемы обеспечения безопасности рабочих на современном предприятии можно условно разделить на проблемы, характерные для любого объекта хозяйственной деятельности, и проблемы, связанные со спецификой технологических процессов, организации производства и дислокации предприятий.

Так, характерной особенностью современного производства является применение на одном предприятии, в цехе, а часто и на производственном участке самых разнообразных технологических процессов, сложных по своей физико-химической основе, реализуемых на современном высокопроизводительном оборудовании с использованием широкой номенклатуры технологических материалов. При этом современному производству свойственна также быстрая смена технологий, обновление оборудования, внедрение новых процессов и материалов, которые часто недостаточно изучены с точки зрения негативных последствий их применения.

На большинстве предприятий широко применяются высокотоксичные, легковоспламеняющиеся вещества, различного рода излучения, технологические процессы зачастую сопровождаются значительными уровнями шума, вибрации, ультра- и инфразвука, жесткими и стабильными параметрами микроклимата, большинство операций производится в условиях высокого зрительного напряжения, запыленности и загазованности.

В то же время на многих предприятиях используются высокомеханизированное и автоматическое оборудование, оснащенное электронно-вычислительной техникой, поточно-механизированные линии, роботы и манипуляторы с программным управлением и другие современные станки и оборудование. В связи с этим увеличивается потенциальная опасность возникновения травмоопасных ситуаций, степень риска возникновения профессионального заболевания, существенного воздействия условий труда на состояние здоровья работающих.

Иными словами, все это разнообразие, сложность и новизна техно-

логий определяют в свою очередь многообразие, сложность и новизну проблем безопасности, причем решать их часто приходится в сжатые сроки не прерывая производство.

Сложность технологических процессов, высокие требования к точности технологических режимов в значительной мере исключают возможность непосредственного воздействия на технологические процессы для повышения безопасности, т.е. исключается «борьба в источнике».

Поэтому центр тяжести мероприятий переносится на создание новых технологий, а также устройств, снижающих вредное влияние технологических процессов на обслуживающий персонал, на создание эффективных организационных и управленческих воздействий.

Таким образом, учитывая вышеизложенное, можно говорить об актуальности, необходимости и одновременно значительной методологической сложности изучения проблем производственной безопасности.

Из огромного объема информации должен быть выбран материал, изучение которого позволит сформировать у обучаемого четкое понимание источников возникновения конкретной опасности, а также устойчивые знания методов и средств ее минимизации. Очевидно, для методически правильного выбора изучаемого материала необходимо опираться на концептуальные предпосылки, важнейшими из которых являются следующие:

Первая — все проблемы возникают в системе «человек — машина — среда», следовательно, для их понимания необходимо изучить все звенья этой системы, имея в виду, что каждое может являться источником опасности.

Вторая — последовательность решений проблем производственной безопасности состоит из реализации трех групп задач: анализ, прогнозирование, моделирование источников возникновения опасностей, разработка методов и средств защиты и, наконец, ликвидации последствий ее проявления.

Третья — для обеспечения высокого уровня безопасности технологических процессов и благоприятных условий труда на производстве необходимо использовать все методы и средства, включая технические, организационные, правовые и экономические.

Учет этих концептуальных предпосылок может облегчить выбор информационного материала и методически оправдано излагать его для изучения всего комплекса вопросов, обеспечивающих эффективное решение проблем производственной безопасности и охраны труда.

В предлагаемом учебном пособии авторы старались максимально использовать в подборе и расположении учебного материала указанный методологический подход, хотя ограниченный объем не позволил реализовать его в полном объеме.

ГЛАВА 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Деятельность человека является **предметом** научной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД). Безопасность жизнедеятельности человека представляет собой объект (цель) этой дисциплины. Деятельность человека осуществляется в условиях техносферы (производственной зоны) или окружающей природной среды, т.е. в среде обитания. В научной теории БЖД, таким образом, важнейшими понятиями являются: среда обитания, деятельность, опасность, риск и безопасность.

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.

Производственная среда (зона) состоит из составляющих ее элементов: предметы труда, средства труда, продукты труда и др.

Деятельность — активное (сознательное) взаимодействие человека со средой обитания, результатом которого должна быть ее полезность для существования человека в этой среде. Влияние деятельности включает в себя цель, средство, результат и сам процесс деятельности. Формы деятельности разнообразны.

Жизненный опыт человека показывает, что любой создаваемый вид деятельности должен быть полезен для его существования, но одновременно деятельность может быть источником негативных воздействий или вреда, приводит к травматизму, заболеваниям, а порой заканчивается и полной потерей трудоспособности или смертью. Вред человеку может наносить любая деятельность: работа на производстве (трудовая деятельность), различные виды отдыха, развлечения и даже деятельность, связанная с получением знаний. Человеческая практика, таким образом, дает основание утверждать, что любая деятельность потенциально опасна.

Аксиома о потенциальной опасности любой деятельности положена в основу научной проблемы обеспечения безопасности человека. Эта аксиома имеет по меньшей мере два важных вывода, необходимых для формирования систем безопасности, — невозможность разработать (найти) абсолютно безопасный вид деятельности человека (например, рассматривая производственную деятельность человека, невозможно создать абсолютно безопасную технику или технологический процесс); ни один вид деятельности не может обеспечить абсолютную безопасность для человека (нулевых рисков не бывает).

Опасность — это процессы, явления, предметы, оказывающие негативное влияние на жизнь и здоровье человека.

Все виды опасностей (негативных воздействий), формируемых в процессе трудовой деятельности, разделяют в соответствии с ГОСТ 12.0.003—74 на следующие группы: физические, химические, биологические и психофизиологические (социальные).

Опасные и вредные физические факторы: движущиеся машины и механизмы; различные транспортно-подъемные устройства и перемещаемые грузы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования (приводные и передаточные механизмы, режущие инструменты, вращающиеся и перемещающиеся приспособления и др.); отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; электрический ток; повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов и т. д.

Вредными для здоровья физическими факторами являются: повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; высокие влажность и скорость движения воздуха; повышенные уровни шума, вибраций, ультразвука и различных излучений — тепловых, ионизирующих, инфракрасных и др.; запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; недостаточная освещенность рабочих мест, проходов и проездов; повышенная яркость света и пульсация светового потока.

Химические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия на организм человека подразделяются на следующие группы: общетоксические, раздражающие, сенсибилизирующие (вызывающие аллергические заболевания), канцерогенные (вызывающие развитие опухолей), мутагенные (действующие на половые клетки организма). В эту группу входят многочисленные пары и газы: пары бензола и толуола, оксид углерода, сернистый ангидрид, оксиды азота, аэрозоли свинца и др., токсичные пыли, образующиеся, например, при обработке резанием бериллия, свинцовистых бронз, латуней и некоторых пластмасс. Сюда относятся также агрессивные жидкости (кислоты, щелочи), которые могут причинить химические ожоги кожного покрова при соприкосновении с ним.

Биологические опасные и вредные производственные факторы: микроорганизмы (бактерии, вирусы

и т. д.) и макроорганизмы (растения и животные), воздействие которых на работающих вызывает травмы или заболевания.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы: физические перегрузки (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов слуха, зрения и др.).

Опасности, создаваемые деятельностью человека, имеют два важных для практики качества: они носят потенциальный характер (могут быть, но не приносить вреда) и имеют ограниченную зону воздействия (зона действия опасности).

Источниками формирования опасностей в конкретной деятельности являются:

— сам человек как сложная система «организм — личность», в которой неблагоприятная для здоровья человека наследственность, физиологические ограничения возможностей организма, психологические расстройства и антропометрические показатели человека бывают непригодны для реализации конкретной деятельности;

— процессы взаимодействия человека и элементов среды обитания.

1.2. ПОНЯТИЕ РИСКА

Риск — количественная характеристика действия опасностей, формируемых конкретной деятельностью человека, т.е. число смертных случаев, число случаев заболевания, число случаев временной и стойкой нетрудоспособности (инвалидности), вызванных действием на человека конкретной опасности (электрический ток, вредное вещество, двигающийся предмет, криминальные элементы общества и др.), отнесенных на определенное количество жителей (работников) за конкретный период времени. Значение риска от конкретной опасности можно получить из статистики несчастных случаев, случаев заболевания, случаев насильственных действий на членов общества за различные промежутки времени: смена, сутки, неделя, квартал, год. «Риск» в настоящее время все чаще используется для оценки воздействия негативных факторов производства. Это связано с тем, что риск как количественную характеристику реализации опасностей можно использовать для оценки состояний условий труда, экономического ущерба, определяемого несчастным случаем и заболеваниями на производстве, формировать систему социальной политики на производстве (обеспечение компенсаций, льгот).

Опасности могут быть реализованы в форме травм или заболеваний только в том случае, если зона формирования опасностей (ноксосфера) пересекается с зоной деятельности человека (гомосфера). В производственных условиях — это рабочая зона и источник опасности (один из элементов производственной среды) (рис. 1.1).

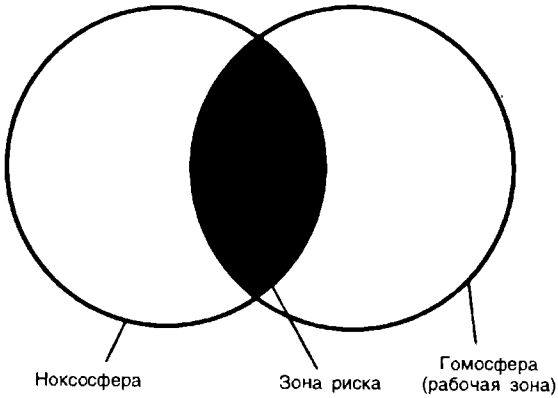

Рис. 1.1. Формирование области действия опасности на человека в производственных условиях (для физических (энергетических) травмоопасных (опасных) и вредных производственных факторов)

В производственных условиях различают индивидуальный и коллективный риск. *Индивидуальный риск* характеризует реализацию опасности определенного вида деятельности для конкретного индивидуума. Используемые в нашей стране показатели производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, такие как частота несчастных случаев и профессиональных заболеваний, являются выражением индивидуального производственного риска.

Коллективный риск — это травмирование или гибель двух и более человек от воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Классификация источников опасности и уровни риска смерти человека, взятые из литературных источников, представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. **Классификация источников и уровней риска смерти человека в промышленно развитых странах (R — число смертельных случаев чел$^{-1}$ год$^{-1}$)**

Источник	Причины	Среднее значение
Внутренняя среда организма человека	Генетические и соматические заболевания, старение	$R_{ср} = 0{,}6—1 \cdot 10^{-2}$
Естественная среда обитания	Несчастные случаи от стихийных бедствий (землетрясения, ураганы, наводнения и др.)	$R_{ср} = 1 \quad 10^{-6}$ наводения $4 \cdot 10^{-5}$ землетрясения $3 \cdot 10^{-5}$ грозы $6 \cdot 10^{-7}$ ураганы $3 \quad 10^{-8}$
Техносфера	Несчастные случаи в быту, на транспорте, заболевания от загрязнений окружающей среды	$R_{ср} = 1 \cdot 10^{-3}$

Продолжение табл. 1.1

Источник	Причины	Среднее значение
Профессиональная деятельность	Профессиональные заболевания, несчастные случаи на производстве (при профессиональной деятельности)	Профессиональная деятельность: безопасная $R_{ср} < 10^{-4}$ относительно безопасная $R_{ср} = 10^{-4} — 10^{-3}$ опасная $R_{ср} = 10^{-3} — 10^{-2}$ особо опасная $R_{ср} > 10^{-2}$
Социальная среда	Самоубийства, самоповреждения, преступные действия, военные действия и т. д.	$R_{ср} = (0,5—1,5)\ 10^{-4}$

Использование риска в качестве единого индекса вреда при оценке действия различных негативных факторов на человека начинает в настоящее время применяться для обоснованного сравнения безопасности различных отраслей экономики и типов работ, аргументации социальных преимуществ и льгот для определенной категории лиц.

Достижение некоторого приемлемого индекса вреда риска является, по мнению специалистов в области безопасности труда, не только оценкой безопасности в какой-то одной отрасли промышленности, но и для оценки изменения этого уровня безопасности со временем и при различных условиях труда. Это также важно для количественного установления диапазона риска по всей промышленности в целом так, чтобы безопасность пределов воздействия различных производственных факторов могла быть должным образом оценена в части перспективы профессионального риска вообще, его изменения и сокращения. Ожидаемый (прогнозируемый) риск R — это произведение частоты реализации конкретной опасности f на произведение вероятностей нахождения человека в «зоне риска» (Πp_i) при различном регламенте технологического процесса. Эту величину полезно использовать в практической работе предприятия.

$$R = f \prod_{i}^{n} p_i \quad (i = 1, 2, 3, ..., n), \tag{1.1}$$

где f — число несчастных случаев (смертельных исходов) от данной опасности чел$^{-1}$ · год$^{-1}$. (для отечественной практики $f = K_ч \cdot 10^{-3}$, т. е. соответствует значению коэффициента частоты несчастного случая деленного на 1000); $\prod_{i}^{n} p_i$ — произведение вероятностей нахождения работника в «зоне риска» (p_1 — вероятность нахождения работника в цехе в течение года (отношение числа рабочих дней в году к общему числу дней в году); p_2 — вероятность работы человека на производстве

в течение недели (отношение числа рабочих дней в недели к числу дней недели); p_3 — вероятность выполнения работником технологического задания непосредственно на оборудовании (отношение времени выполнения задания к продолжительности рабочей смены) и т.п. — т.е. вероятности участия работника в производственной деятельности).

Использование формулы (1.1) для оценки вероятности производственного риска удобно тем, что основываясь на имеющихся на производстве данных о частоте несчастных случаев (подлежат обязательному хранению), можно прогнозировать величину возможного риска, так как регламент технологических процессов дает четкие сведения о времени взаимодействия человека с производственными опасностями в течение рабочего дня, недели, года, т.е. позволяет определить вероятность нахождения работника в «зоне риска». Такой прогноз очень полезен при формировании мероприятий по улучшению условий труда на производстве, так как использование формулы (1.1) позволяет определять величины рисков воздействия различных негативных факторов для конкретного технологического процесса производства, проводить оценку значимости каждого фактора с позиции безопасности, что и является основой формирования мероприятий по улучшению условий труда.

Приемлемый риск. Это такой низкий уровень смертности, травматизма или инвалидности людей, который не влияет на экономические показатели предприятия, отрасли экономики или государства.

Необходимость формирования концепции приемлемого (допустимого) риска обусловлена невозможностью создания абсолютно безопасной деятельности (технологического процесса). Приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения.

Экономические возможности повышения безопасности технических систем не безграничны. Так, на производстве, затрачивая чрезмерные средства на повышение безопасности технических систем, можно нанести ущерб социальной сфере производства (сокращение затрат на приобретение спецодежды, медицинское обслуживание и др.).

Пример определения приемлемого риска представлен на рис. 1.2.

При увеличении затрат на совершенствование оборудования технический риск снижается, но растет социальный. Суммарный риск имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферу. Это обстоятельство надо учитывать при выборе приемлемого риска. Подход к оценке приемлемого риска очень широк. Так график, представленный на рис. 1.3, в одинаковой мере приемлем как для государства, так и для конкретного предприятия. Главным остается в первом случае выбор приемлемого риска для общества, во втором — для коллектива предприятия экономики.

В настоящее время по международной договоренности принято

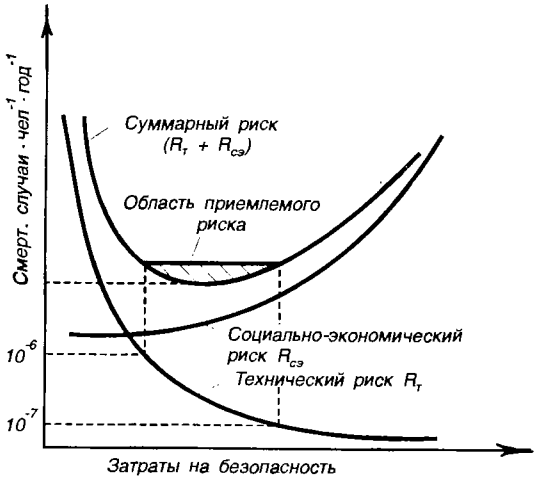

Рис. 1.2. Определение приемлемого риска

считать, что действие техногенных опасностей (технический риск) должно находиться в пределах от 10^{-7}—10^{-6} (смертельных случаев чел$^{-1}$ · год$^{-1}$), а величина 10^{-6} является максимально приемлемым уровнем индивидуального риска. В национальных правилах эта величина используется для оценки пожарной безопасности и радиационной безопасности.

Мотивированный (обоснованный) и немотивированный (необоснованный) риск. В случае производственных аварий, пожаров, в целях спасения людей, пострадавших от аварий и пожаров, человеку приходится идти на риск. Обоснованность такого риска определяется необходимостью оказания помощи пострадавшим людям, желанием спасти от разрушения дорогостоящее оборудование или сооружения предприятий.

Нежелание работников на производстве руководствоваться действующими требованиями безопасности технологических процессов, неиспользование средств индивидуальной защиты и т.п. может сформировать необоснованный риск, как правило, приводящий к травмам и формирующий предпосылки аварий на производстве.

1.3. ПОНЯТИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Безопасность — это состояние деятельности, при которой с определенной вероятностью исключаются потенциальные опасности, влияющее на здоровье человека.

Безопасность следует понимать как комплексную систему мер по

защите человека и среды обитания от опасностей, формируемых конкретной деятельностью, рис. 1.3. Чем сложнее вид деятельности, тем более комплексна система защиты (безопасность этой деятельности). Комплексную систему в условиях производства составляют следующие меры защиты: правовые, организационные, экономические, технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические.

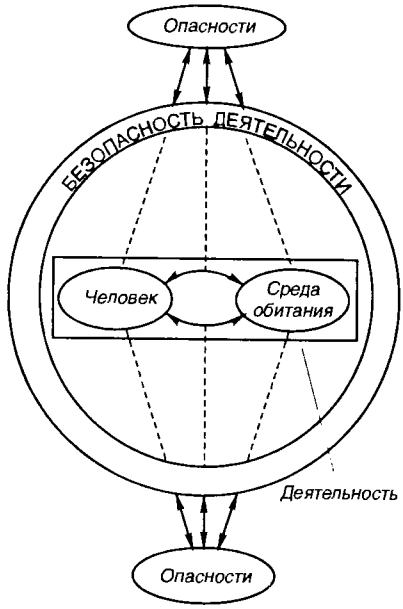

Рис. 1.3. Схема безопасности жизнедеятельности

Для обеспечения безопасности конкретной производственной деятельности должны быть выполнены следующие три условия (задачи):

Первое — осуществляется детальный анализ (идентификация) опасностей, формируемых в изучаемой деятельности. Анализ должен проводиться в следующей последовательности: устанавливаются элементы среды обитания (производственной среды) как источники опасности. Затем проводится оценка имеющихся в рассматриваемой деятельности опасностей по качественным, количественным, пространственным и временным показателям.

Второе — разрабатываются эффективные меры защиты человека и среды обитания от выявленных опасностей. Под эффективными понимаются такие меры защиты человека на производстве, которые при минимуме материальных затрат дают наибольший эффект: снижают заболеваемость, травматизм и смертность.

Третье — разрабатываются эффективные меры защиты от остаточного риска данной деятельности (технологического процесса). Они необходимы, так как обеспечить абсолютную безопасность деятельности невозможно. Эти меры применяются в случае, когда необходимо заниматься спасением человека или среды обитания. В условиях производства такую работу выполняют службы здравоохранения, противопожарной безопасности, службы ликвидации аварий и др.

Для выполнения условий (задач) обеспечения безопасности деятельности необходимо выбрать принципы обеспечения безопасности, определить методы обеспечения безопасности деятельности и использовать средства обеспечения безопасности человека и производственной среды.

1.4. ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Принцип — это идея, мысль, основное положение.

Метод — это путь, способ достижения цели, исходящий из знания наиболее общих закономерностей.

Принципы и методы обеспечения безопасности относятся к частным, специальным в отличие от общих методов, присущих диалектике и логике. Методы и принципы определенным образом взаимосвязаны.

Средства обеспечения безопасности в широком смысле — это конструктивное, организационное, материальное воплощение, конкретная реализация принципов и методов.

Принципы, методы и средства обеспечения безопасности — это логические этапы обеспечения безопасности. Выбор их зависит от конкретных условий деятельности, уровня опасности, стоимости и других критериев.

В производственных условиях могут быть реализованы следующие принципы обеспечения безопасности:

Гуманизация деятельности (труда). Замена оператора. Классификация. Ликвидация опасности. Снижение опасности.

Блокировка. Защита расстоянием. Прочность. Слабое звено. Экранирование. Защита временем. Информация. Нормирование. Контроль. Управление. Эффективность.

Рассмотрим подробнее некоторые принципы. Для этого дадим определение каждого рассматриваемого принципа и приведем пример его реализации.

Принцип гуманизации труда — освобождение человека от выполнения механических, стереотипных, тяжелых и опасных видов труда для выполнения творческих действий.

Принцип классификации (категорирования) состоит в делении объектов на классы и категории по признакам, связанным с опасностями (санитарно-защитные зоны (5 классов), категории производств (помещений) по взрывопожарной опасности (А, Б, В, Г, Д, категорирование помещений по электробезопасности и др.).

Принцип слабого звена состоит в том, что в рассматриваемую систему (объект) в целях обеспечения безопасности вводится элемент, устроенный так, что он воспринимает или реагирует на изменение соответствующего параметра, предотвращая опасные явления (предохранительные клапаны, разрывные мембраны, защитное защемление, молниеотводы, предохранители и др.).

Принцип информации заключается в передаче и усвоении персоналом сведений, выполнение которых обеспечивает соответствующий уровень безопасности (обучение, инструктажи, цвета и знаки безопасности, предупредительные надписи, маркировка оборудования и др.).

Принцип нормирования заключается в установлении таких пара-

метров, соблюдение которых обеспечивает защиту человека от соответствующей опасности. Например, предельно допустимые концентрации или уровни, нормы переноски и подъема тяжести, продолжительность трудовой деятельности и др.

Важно понимать, что совмещение гомосферы и ноксосферы недопустимо с точки зрения безопасности. Поэтому обеспечение безопасности деятельности может быть достигнуто следующими тремя основными методами:

А — пространственное (или) временное разделение гомосферы и ноксосферы, этот метод реализуется средствами дистанционного управления, автоматизации, роботизации, организации и др.

Б — нормализация ноксосферы путем исключения опасности; это совокупность мероприятий, защищающих человека от шума, газа, пыли, опасности травмирования, и применения других средств коллективной защиты.

В — средства и приемы, направленные на адаптацию человека к соответствующей среде и повышению его защищенности. Данный метод реализует возможности профотбора, обучения, инструктажа, применения индивидуальных средств защиты.

В реальных условиях реализуется комбинация этих названных методов.

Для обеспечения безопасности исходя из способов защиты применяют средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ). Те и другие в зависимости от назначения делятся на классы. При этом СКЗ классифицируются в зависимости от опасных и вредных факторов (средства защиты от шума, вибрации, электростатических зарядов и т.д.), а СИЗ, в основном — в зависимости от защищаемых органов (средства защиты органов дыхания, рук, головы, лица, глаз и т.д.).

По техническому исполнению СКЗ подразделяются на следующие группы: ограждения, блокировочные, тормозные, предохранительные устройства, световая и звуковая сигнализации, приборы безопасности, цвета сигнальные, знаки безопасности, устройства автоматического контроля, дистанционного управления, заземления и зануления, вентиляция, отопление, освещение, изолирующие, герметизирующие средства и др.

К СИЗ относятся противогазы и респираторы, маски, различные виды специальной одежды и обуви, рукавицы, перчатки, каски, шлемы, противошумные шлемы, защитные очки, вкладыши, предохранительные пояса, дерматологические средства и др. Эти средства создаются согласно действующим нормам. Их следует рассматривать как вспомогательные и временные меры защиты от опасных и вредных факторов.

ГЛАВА 2

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Деятельность человека с позиции анализа опасностей целесообразно рассматривать как систему (рис. 1.3), состоящую из двух взаимосвязанных сложных подсистем: «человек (организм — личность)» и «среда обитания (производственная среда)». Опасности, формируемые системой «человек (организм — личность)», определяются антропометрическими, физиологическими, психофизическими и психологическими возможностями человека выполнять производственную деятельность. Они рассматриваются в настоящей главе.

2.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ ФОРМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Деятельность человека носит самый разнообразный характер. Несмотря на это, ее можно разграничить на три основные группы по характеру выполняемых человеком функций (рис. 2.1).

Физический труд. Физическим трудом (работой) называют выполнение человеком энергетических функций в системе «человек — орудие труда».

Физическая работа требует значительной мышечной активности. Она подразделяется на два вида: динамическую и статическую. Динамическая работа связана с перемещением тела человека, его рук, ног, пальцев в пространстве; статическая — с воздействием нагрузки на верхние конечности, мышцы корпуса и ног при удерживании груза, при выполнении работы стоя или сидя. Динамическая физическая работа, при котором в процессе трудовой деятельности задействовано более 2/3 мышц человека, — называется *общей*, при участии в работе от 2/3 до 1/3 мышц человека (мышцы только корпуса, ног, рук) — *региональной*, при *локальной* динамической физической работе задействовано менее 1/3 мышц (например, набор текста на компьютере).

Физическая тяжесть работы определяется энергетическими затратами в процессе трудовой деятельности и подразделяется на следующие категории: легкие, средней тяжести и тяжелые физические работы.

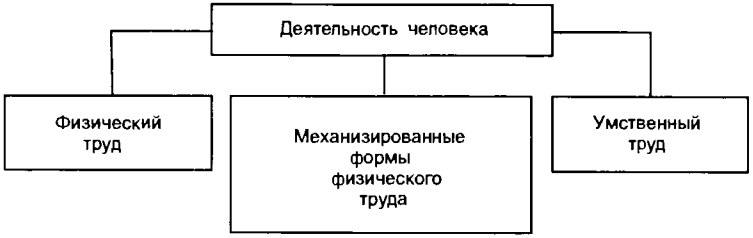

Рис. 2.1. Основные формы деятельности человека

Легкие физические работы (категория I) подразделяются на две категории: Iа, при которой энергозатраты составляют до 139 Вт, и Iб, при которой энергозатраты составляют 140—174 Вт. К категории Iа относятся работы, проводимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим усилием. К категории Iб относятся работы, проводимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим усилием.

Физические работы средней тяжести (категория II) подразделяются на две категории: IIа, при которой энергозатраты составляют 175—232 Вт, и IIб, при которой энергозатраты составляют 233—290 Вт. К категории IIа относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенных физических усилий. К категории IIб относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением и перенесением тяжестей массой до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим усилием.

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

Энергетические затраты на мышечную работу. Затраты энергии на мышечную работу в труде (сверх уровня покоя и независимо от влияния эмоций, связанных с работой, влияния температуры воздуха и пр.) могут быть рассчитаны для среднего рабочего как сумма затрат на поддержание рабочей позы (табл. 2.1) и на выполняемую мышцами механическую работу (табл. 2.2).

Механизированные формы физического труда в системе «человек — машина». Человек выполняет умственные и физические функции. Деятельность человека (далее человека-оператора) происходит по одному из процессов:

детерминированному — по заранее известным правилам, инструкциям, алгоритмам действий, жесткому технологическому графику и т. п.;

Таблица 2.1. **Энергетические затраты на поддержание рабочей позы**

Поза	Количество затрачиваемой энергии, кДж/мин
Сидя	1,3
На коленях	2,1
На корточках	2,1
Стоя	2,5
Стоя в наклоне более чем на 15 % и другие неудобные позы	3,4

Таблица 2.2. **Энергетические затраты при выполнении мышцами механической работы**

Части тела, занятые в работе	Количество затрачиваемой энергии при условных степенях интенсивности работы, кДж/мин		
	1	2	3
Кисти и пальцы рук	1,7(1,3—2,5)	3,0(2,5—3,8)	4,2(3,8—5,0)
Руки	4,6(2,9—5,9)	7,6(5,9—9,2)	10,9(9,2—12,6)
Руки и туловище, а также одновременная работа трех или четырех конечностей	13,9(10,5—16,8)	21,0(16,8—25,2)	30,2(25,5—35,7)

недетерминированному — когда возможны неожиданные события в выполняемом технологическом процессе, неожиданное появление сигналов, но в то же время известны управляющие действия при появлении неожиданных событий (расписаны правила, инструкции и т.п.) в выполняемом процессе.

Различают несколько типов операторской деятельности в технических системах, классифицируемых в зависимости от основной функции, выполняемой человеком, и доли мыслительной и физической загрузки, включенных в операторскую работу.

Оператор-технолог непосредственно включен в технологический процесс, работает в основном режиме немедленного обслуживания, совершает преимущественно исполнительные действия, руководствуясь четко регламентирующими действия инструкциями, содержащими, как правило, полный набор ситуаций и решений. Это — операторы технологических процессов, автоматических линий и пр.

Оператор-манипулятор (машинист). Основную роль в его деятельности играют механизмы сенсомоторной регуляции (исполнения действий) и в меньшей степени — понятийного и образного мышления. К числу выполняемых им функций относится управление отдельными машинами и механизмами.

Оператор-наблюдатель, контролер (например, диспетчер технологической линии или транспортной системы). В его деятельности преобладает удельный вес информационных и концептуальных моде-

лей. Оператор работает как в режиме немедленного, так и отсроченного обслуживания в масштабах реального (настоящего) времени. В его деятельности в значительной мере используется аппарат понятийного мышления и опыт, заложенный в образно-концептуальных моделях. Физическая работа здесь играет несущественную роль.

Функционирование организма требует протекания в нем химических и биохимических процессов в достаточно строгих температурных пределах. Для температуры тела это интервал находится в пределах 36,5—37,0° С.

В процессе взаимодействия человека с окружающей средой температура тела может значительно изменяться, что связано с температурой, влажностью и подвижностью воздуха в окружающей среде, а также тепловой радиацией от различных видов оборудования, используемых в производственной среде. Приспособление организма человека к изменениям параметров состояния окружающей среды выражается в способности протекания в нем процессов терморегуляции.

Терморегуляция — совокупность физиологических и химических процессов в организме человека, направленных на поддержание постоянства температуры тела (≈ 36—37 °С). Это обеспечивает нормальное функционирование организма, способствует протеканию биохимических процессов в организме человека. Терморегуляция (Q) исключает переохлаждение или перегрев организма человека. Поддержание постоянства температуры тела определяется теплопродукцией организма (M), т.е. процессами обмена веществ в клетках и мышечной дрожью, теплоотдачей или теплоприходом (R) за счет инфракрасного излучения, которое излучает или получает поверхность тела; теплоотдачей или теплоприходом за счет конвекции (C), т.е. через нагрев или охлаждение тела воздухом, омываемым поверхность тела; теплоотдачей (E), обусловленной испарением влаги с поверхности кожи, слизистых оболочек верхних дыхательных путей, легких. Терморегуляция, таким образом, обеспечивает равновесие между количеством тепла, непрерывно образующимся в организме и излишком тепла, непрерывно отдаваемым в окружающую среду, т.е. сохраняет тепловой баланс организма.

Терморегуляцию можно представить следующим выражением:

$$Q = M \pm R \pm C — E.$$

В нормальных условиях при слабом движении воздуха человек в состоянии покоя теряет в результате тепловой радиации около 45 % всей вырабатываемой организмом тепловой энергии, конвекцией до 30 % и испарением до 25 %. При этом свыше 80 % тепла отдается через кожу, примерно 13 % через органы дыхания, около 7 % тепла расходуется на согревание принимаемой пищи, воды и вдыхаемого воздуха. При покое организма и температуре воздуха 15 °С потоотделение незначительно и составляет примерно 30 мл за 1 ч. При высокой

температуре (30 °С и выше), особенно при выполнении тяжелой физической работы, потоотделение может усиливаться в десятки раз. Так, в горячих цехах при усиленной мышечной работе количество выделяемого пота 1—1,5 л/ч, на испарение которого затрачивается около 2500...3800 кДж.

Различают острые и хронические формы нарушения терморегуляции. Острые формы нарушения терморегуляции:

— тепловая гипертермия — теплоотдача при относительной влажности воздуха 75...80 % — легкое повышение температуры тела, обильное потоотделение, жажда, небольшое учащение дыхания и пульса. При более значительном перегреве возникает также одышка, головная боль и головокружение, затрудняется речь и др.

— судорожная болезнь — преобладание нарушения водно-солевого обмена — различные судороги, особенно икроножных мышц, и сопровождаемые большой потерей пота, сильным сгущением крови. Вязкость крови увеличивается, скорость ее движения уменьшается и поэтому клетки не получают необходимого количества кислорода.

— тепловой удар — дальнейшее протекание судорожной болезни — потеря сознания, повышение температуры до 40—41 °С, слабый учащенный пульс. Признаком тяжелого поражения при тепловом ударе является полное прекращение потоотделения.

Тепловой удар и судорожная болезнь могут заканчиваться и смертельным исходом.

Хронические формы нарушения терморегуляции приводят к изменениям в состоянии нервной, сердечно-сосудистой и пищеварительной системе человека, формируя производственно-обусловленные заболевания.

Длительное охлаждение часто приводит к расстройству деятельности капилляров и мелких артерий (обморожение пальцев рук, ног и кончиков ушей). При этом происходит и переохлаждение всего организма. Широко распространены вызываемые охлаждением заболевания периферийной нервной системы, особенно пояснично-крестцовый радикулит, невралгия лицевого, тройничного, седалищного и других нервов, обострения суставного и мышечного ревматизма, плеврит, бронхит, асептическое и инфекционное воспаление слизистых оболочек дыхательных путей и др.

Влажный воздух лучше проводит тепло, а подвижность его увеличивает теплоотдачу конвекцией — это приводит к большому обморожению (даже смерти) при условии низкой температуры, высокой влажности и подвижности воздуха.

Выделяют три стадии охлаждения организма человека, которые характеризуются следующими показателями:

I—II стадии температура тела от 37 до 35,5° С. При этом происходит:

— спазм сосудов кожи;

— урежение пульса;

— снижение температуры тела;

— повышение артериального давления;
— увеличение легочной вентиляции;
— увеличение теплопродукции.

Таким образом, в пределах до 35 °С организм пытается бороться собственными силами против охлаждающего микроклимата.

III стадия — температура тела ниже 35 °С. При этом происходит:
— падение температуры тела;
— снижение деятельности центральной нервной системы;
— снижение артериального давления;
— уменьшение легочной вентиляции;
— уменьшение теплопродукции.

Заболевания, вызываемые охлаждением: обморожения, отеки локтей и ступней, острые респираторные заболевания и грипп.

Создание благоприятного микроклимата рабочей зоны является гарантом поддержания терморегуляции организма, повышения работоспособности человека на производстве.

Умственный труд (интеллектуальная деятельность). Этот труд объединяет работы, связанные с приемом и переработкой информации, требующие преимущественного напряжения внимания, сенсорного аппарата, памяти, а также активации процессов мышления, эмоциональной сферы (управление, творчество, преподавание, наука, учеба и т. п.).

Операторский труд — отличается большой ответственностью и высоким нервно-эмоциональным напряжением. *Управленческий труд* — определяется чрезмерным ростом объема информации, возрастанием дефицита времени для ее переработки, повышения личной ответственности за принятие решений, периодическим возникновением конфликтных ситуаций. *Творческий труд* — требует значительного объема памяти, напряжения внимания, нервно-эмоционального напряжения. *Труд преподавателя* — постоянный контакт с людьми, повышенная ответственность, дефицит времени и информации для принятия решения, — это обуславливает высокую степень нервно-эмоционального напряжения. *Труд учащегося* — память, внимание, восприятие, наличие стрессовых ситуаций.

При интенсивной интеллектуальной деятельности потребность мозга в энергии повышается, составляя 15...20 % от общего объема в организме. При этом потребление кислорода 100 г коры головного мозга оказывается в 5 раз больше, чем расходует скелетная мышца такого же веса при максимальной нагрузке. Суточный расход энергии при умственном труде составляет от 10,5 до 12,5 МДж. Так, при чтении вслух расход энергии повышается на 48 %, при выступлении с публичной лекцией — на 94 %, у операторов вычислительных машин — на 60—100 %.

При выполнении человеком умственной работы при нервно-эмоциональном напряжении имеют место сдвиги в вегетативных функциях человека: повышение кровяного давления, изменение ЭКГ, увеличение

легочной вентиляции и потребление кислорода, повышение температуры тела. По окончании умственной работы утомление остается дольше, чем при физической работе.

При эксплуатации технических систем в любой области среды обитания человек-руководитель управляет не техническими компонентами системы или отдельной машиной, а другими людьми. Управление осуществляется как непосредственно, так и опосредованно — через технические средства и каналы связи. К этой категории персонала относятся организаторы, руководители различных уровней, лица, принимающие ответственные решения, обладающие соответствующими знаниями, опытом, навыками принятия решения, интуицией и учитывающие в своей деятельности не только возможности и ограничения технических систем и их компонентов, но и в полной мере особенности подчиненных — их возможности и ограничения, состояния и настроения.

Тяжесть и напряженность труда. Тяжесть труда является количественной характеристикой физического труда. Напряженность труда — количественная характеристика умственного труда. Она определяется величиной информационной нагрузки.

На производстве различают четыре уровня воздействия факторов условий труда на человека:

— комфортные условия труда обеспечивают оптимальную динамику работоспособности человека и сохранение его здоровья;

— относительно дискомфортные условия труда при воздействии в течение определенного интервала времени обеспечивают заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывают субъективные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы;

— экстремальные условия труда приводят к снижению работоспособности человека, не вызывают функциональные изменения, выводящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим изменениям;

— сверхэкстремальные условия труда приводят к возникновению в организме человека патологических изменений и к потере трудоспособности.

Медико-физиологическая классификация тяжести и напряженности труда проводится на основании комплексной количественной оценки факторов условий труда, называемой интегральной величиной тяжести и напряженности труда ($И_т$).

К I категории относят работы, выполняемые в оптимальных условиях труда при благоприятных нагрузках. II категория включает работы, выполняемые в условиях, соответствующих предельно допустимым значениям производственных факторов. К III категории относят работы, при которых вследствие не вполне благоприятных условий труда у людей формируются реакции, характерные для пограничного состояния организма (ухудшение некоторых показателей психофизиологиче-

ского состояния к концу работы). IV категория включает работы, при которых неблагоприятные условия труда приводят к реакциям, характерным для предпатологического состояния у большинства людей. К V категории относят работы, при которых в результате воздействия весьма неблагоприятных условий труда у людей в конце рабочего периода формируются реакции, характерные для патологического функционального состояния организма. VI категория включает работы, при которых подобные реакции формируются вскоре после начала трудового периода (смены, недели).

I и II категории тяжести и напряженности труда соответствуют комфортным производственным условиям, III — относительно дискомфортным, IV и V — экстремальным и VI — сверхэкстремальным.

Категорию тяжести и напряженности труда определяют расчетным путем. Для этого каждый фактор производственных условий оценивают по шестибалльной системе с помощью специальных таблиц. Интегральная оценка тяжести и напряженности труда рассчитывается по формуле:

$$И_т = \{x_{оп} + [\Sigma x_{ij} (6 - x_{оп})/(n - 1)6]\} 101, \qquad (2.1)$$

где $x_{оп}$ — определяющий (самый большой по баллу) элемент условий труда на j-ом рабочем месте; Σ — сумма баллов всех i-ых биологически значимых элементов без определяющего элемента на j-ом рабочем месте; n — число всех элементов, имеющихся на рабочем месте; x_{ij} — балльная оценка i-го фактора на j-ом рабочем месте. Каждый элемент условий труда на рабочем месте получает оценку от 1 до 6 в зависимости от своей величины и продолжительности действия (экспозиции). При экспозиции меньше 90 % времени восьмичасовой рабочей смены фактическая оценка элемента в баллах составит:

$$x_{фi} = x_{max} T_{фi}/480,$$

где x_{max} — максимальная оценка элемента при экспозиции от 90 % и более; $T_{фi}$ — фактическая продолжительность действия элемента в течение рабочей смены, мин; 480 — фон рабочего времени восьмичасовой рабочей смены, мин.

В этом случае вместо x_{ij} в формуле (2.1) расчета $И_т$ используют $x_{фi}$.

При наличии на рабочем месте факторов, имеющих с учетом экспозиции оценку 2 балла и более, в расчет оценки принимают только эти биологически значимые факторы. Факторы с оценкой 1 и 2 балла в расчет не принимают

Категорию тяжести и напряженности труда определяют по интегральной оценке $И_т$:

Категория тяжести труда	I	II	III	IV	V	VI
Интегральная оценка $И_т$, балл	18	19—33	34—45	46—53	54—59	59,1—60

Пример. Определить категорию тяжести труда на рабочем месте, исходя из данных, приведенных в табл. 2.3.

Таблица 2.3. **Характеристика факторов условий труда**

Фактор	Максимальная оценка фактора, балл	Фактическая продолжительность действия фактора, мин	Фактическая оценка тяжести, балл
x_1	4	180	1,5
x_2	5	360	3,75
x_3	6	200	2,5

$$И_т = [3{,}75 + (1{,}5 + 2{,}5) \cdot (6—3{,}75)/(3—1)6]10 = 45.$$

Следовательно, на рабочем месте используется труд III категории тяжести и напряженности труда.

При оценки тяжести физического труда пользуются показателями динамической и статической нагрузки. Показатели динамической нагрузки:

— масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;

— расстояние перемещения груза;

— мощность выполняемой работы: при работе с участием мышц нижних конечностей и туловища, с преимущественным участием мышц плечевого пояса;

— мелкие, стереотипные движения кистей и пальцев рук, количество за смену;

— перемещение в пространстве (переходы, обусловленные технологическим процессом), км.

Показатели статической нагрузки:

— масса удерживаемого груза, кг;

— продолжительность удерживания груза, с;

— статическая нагрузка за рабочую смену, Н, при удержании груза: одной рукой, двумя руками, с участием мышц корпуса и ног;

— рабочая поза, нахождение в наклонном положении, процент сменного времени;

— вынужденные наклоны корпуса более 30°, количество за смену;

— линейный пространственный компоновочный параметр элементов производственного оборудования и рабочего места, мм;

— угловой пространственно-компоновочный параметр элементов производственного оборудования и рабочего места, угол обзора;

— значение сопротивления приводных элементов органов управления (усилие, необходимое для перемещения органов управления), Н.

Динамическую физическую нагрузку определяют, как правило, одним из следующих показателей: 1) работой (кг•м); 2) мощностью усилия (Вт); статическую физическую нагрузку определяют в кг/с.

Для определения динамической работы, выполняемой человеком в каждом отдельном отрезке рабочей смены, рекомендуется пользоваться следующей формулой:

$$W = (PH + (PL/9) + (PH_1/2))K,$$

где W — работа, кг м; P — масса груза, кг; H — высота, на которую помещают груз из исходного положения, м; L — расстояние, на которое перемещают груз по горизонтали, м; H_1 — расстояние, на которое опускают груз, м; K — коэффициент, равный 6.

Для расчета среднесменной мощности следует суммировать работу, произведенную человеком за всю смену, и разделить ее на длительность смены:

$$N = W K_1/t,$$

где N — мощность, Вт, t — длительность смены, с; K_1 — коэффициент перевода работы (W) из кг•м в Джоуль (Дж), равный 9,8.

Статическая нагрузка — это усилия на мышцы человека без перемещения тела или его отдельных частей. Величина статической нагрузки определяется произведением величины усилия на время поддержания (в случае различных величин усилий время поддержания каждого из них определяют отдельно, находят произведения величины усилия на время поддержания и затем эти произведения суммируют).

При оценке напряженности умственного труда используют показатели внимания, напряженности зрительной работы и слуха, монотонности труда.

2.2. РАБОТОСПОСОБПОСТЬ ЧЕЛОВЕКА И ЕЕ ДИНАМИКА

Фазы работоспособности. Работоспособность проявляется в поддержании заданного уровня деятельности в течение определенного времени и обусловливается двумя основными группами факторов — внешними и внутренними. Внешние — информационная структура сигналов (количество и форма представления информации), характеристика рабочей среды (удобство рабочего места, освещенность, температура и т.п.), взаимоотношения в коллективе. Внутренние — уровень подготовки, тренированность, эмоциональная устойчивость. Предел работоспособности — величина переменная; изменение ее во времени называют динамикой работоспособности.

Вся трудовая деятельность протекает по фазам (рис. 2.2):

I. Предрабочее состояние (фаза мобилизации) — субъективно выражается в обдумывании предстоящей работы (идеомоторный акт), вызывает определенные предрабочие сдвиги в нервно-мышечной системе, соответствующие характеру предстоящей нагрузки.

II. Врабатываемость или стадия нарастающей работоспособности

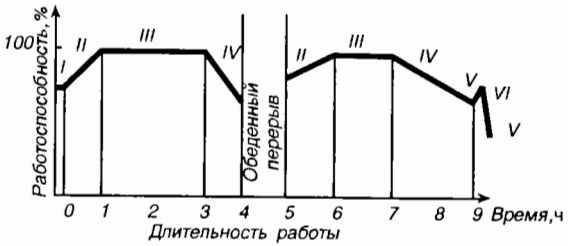

Рис. 2.2. Фазы работоспособности человека в течение рабочего дня

(фаза гиперкомпенсации) — период, в течение которого совершается переход от состояния покоя к рабочему, т.е. преодоление инертности покоя системы и налаживание координации между участвующими в деятельности системами организма. Длительность периода врабатываемости может быть значительной. Например, утром после сна все характеристики сенсомоторных реакций значительно ниже, чем в дневные. Производительность труда в эти часы ниже. Период может занять от нескольких минут до двух-трех часов. На длительность сказываются: интенсивность работы, возраст, опыт, тренированность, отношение к работе.

III. Период устойчивой работоспособности (фаза компенсации) — устанавливается оптимальный режим работы систем организма, вырабатывается стабилизация показателей, а его длительность составляет ко всему времени работы примерно 2/3. Эффективность труда в этот период максимальная. Период устойчивой работоспособности служит важнейшим показателем выносливости человека при данном виде работы и заданном уровне интенсивности.

Выносливость обусловливается следующими факторами:

1. Интенсивностью работы. Чем больше интенсивность, тем короче период устойчивой работоспособности.

2. Спецификой работы. Например, динамическая работа может продолжаться без признаков утомления в десятки раз дольше, чем статическая. Имеет значение то, какой орган включен в действие. Для мышц ног выносливость в 1,5...2 раза больше, чем для мышц рук. Среди мышц рук выносливее сгибатели, а среди мышц ног — разгибатели.

Влияние специфики выполняемой работы характеризует рис. 2.3, где *а* — легкая физическая нагрузка и рациональная скорость выполнения операций; *б* — обслуживание сложного пульта управления; *в* — средняя физическая нагрузка; *г* — значительная физическая нагрузка при большой концентрации внимания и выполнения быстрых и точных движений; *д* — простые зрительные работы; *е* — сложные зрительные работы.

3. Возрастом. В юношеском и молодом возрасте выносливость увеличивается, в пожилом — снижается.

4. Полом. При нагрузке, равной половине максимальных возможностей, выносливость при статической и двигательной деятельности у мужчин и женщин одинакова. При больших нагрузках мужчины выносливее.

5. Концентрацией внимания и волевым напряжением при интенсивной работе снижают показатели выносливости.

6. Эмоциональным состоянием. Положительное — уверенность, спокойствие, хорошее настроение — активизируют деятельность, удлиняя период устойчивой работоспособности. Отрицательные — страх, неуверенность, плохое настроение — оказывают угнетающее действие, снижая период устойчивой работоспособности.

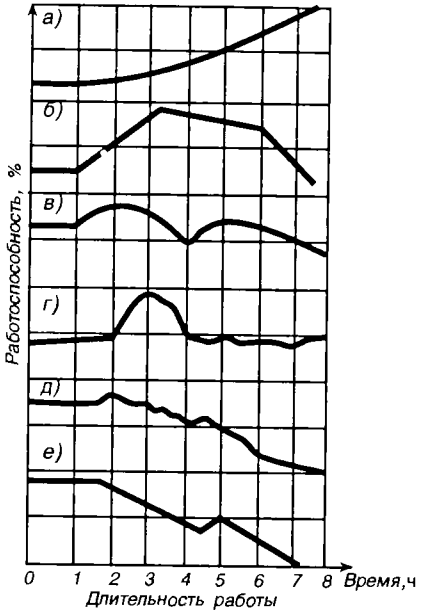

Рис. 2.3. Изменение работоспособности человека в течение рабочего дня в зависимости от вида выполняемой работы

7. Наличием умений, навыков, тренированностью — снижают волевое и эмоциональное напряжение, повышая работоспособность.

8. Типом высшей нервной деятельности (индивидуальные природные возможности нервной системы). Сила нервной системы характеризует работоспособность и надежность работы оператора особенно в экстремальных ситуациях.

IV. Период утомления (фаза декомпенсации). Характеризуется снижением продуктивности, замедляется скорость реакции, появляются ошибочные и несвоевременные действия, физиологическая усталость. Утомление может быть мышечным (физическим), умственным (психическим). Утомление — временное снижение работоспособности из-за истощения энергетических ресурсов организма.

V. Период возрастания продуктивности за счет эмоционально-волевого напряжения.

VI. Период прогрессивного снижения работоспособности и эмоционально-волевого напряжения.

VII. Период восстановления. Необходим организму для восстановления работоспособности. Продолжительность этого периода определяется тяжестью проделанной работы, величиной кислородного долга,

величиной сдвигов в нервно-мышечной системе. После легкой однократной работы период может длиться 5 мин. После тяжелой однократной работы — 60...90 мин, а после длительной физической нагрузки восстановление может наступить через несколько дней.

В каждом из рассмотренных периодов работоспособности используются определенные возможности организма. Периоды I—III используют максимальные энергетические возможности организма. В дальнейшем поддержание работоспособности происходит за счет эмоционально-волевого напряжения с последующим прогрессивным снижением продуктивности труда и ослаблением контроля за безопасностью своей деятельности.

На основании кривых работоспособности устанавливается норма времени на отдых в зависимости от характера и продолжительности работы (табл. 2.4).

Таблица 2.4. **Нормы времени на отдых (% отработанного времени) в зависимости от характера работы**

Фактор	Характеристика факторов	Время на компенсирующий отдых
Физические усилия	Незначительные (10...150Н)	1..2
	Средние (150...300Н)	2...4
	Тяжелые (300...500Н)	4...6
	Очень тяжелые (500...800Н)	6...9
Нервное напряжение	Незначительное	1...2
	Среднее	2..4
	Повышенное	4...6
Темп работы	Умеренный	1
	Средней интенсивности	2
	Высокий	3...4
Рабочее положение	Ограниченное	1
	Неудобное	2
	Стесненное	3
	Очень неудобное	4
Монотонность работы	Незначительная	1
	Средняя	2
	Повышенная	3
Температура, влажность окружающей среды	Незначительно повышенная или пониженная: 20...25° С при влажности до 70 % (или -5...-15° С)	1
	Средняя: 26...30° С при влажности до 75 % (или -16...-20° С)	2
	Повышенная или пониженная: 31...35° С при влажности 70...75° % (или -21...25° С)	3
	Высокая или низкая: 35...40° С при влажности 75 % (или -25...30° С)	4
	Очень высокая или очень низкая: 41...45° С (или менее -30° С) при влажности 75 %	5

Фактор	Характеристика факторов	Время на компенсирующий отдых
Загрязненность воздуха	Незначительная	1
	Средняя	2
	Повышенная	3
	Сильная	4
	Очень сильная	5
Производственный шум	Умеренный	1
	Повышенный	2
	Сильный	3...4
Вибрация	Повышенная	1
	Сильная	2
	Очень сильная	3...4
Освещение	Недостаточное	1
	Плохое или ослепляющее	2

В течение суток работоспособность также изменяется определенным образом. На кривой работоспособности, записанной в течение суток, выделяются три интервала, отражающие колебания работоспособности (рис. 2.4). С 6 до 15 ч — первый интервал, во время которого работоспособность постепенно повышается. Она достигает своего максимума к 10—12 ч, а затем постепенно начинает понижаться. Во втором интервале (15...22 ч) работоспособность повышается, достигая максимума к 18 ч, а затем начинает уменьшаться до 22 ч. Третий интервал (22...6 ч) характеризуется тем, что работоспособность существенно снижается и достигает минимума около трех часов утра, затем начинает возрастать, оставаясь при этом, однако, ниже среднего уровня.

По дням недели работоспособность также меняется (рис. 2.5). Врабатывание приходится на понедельник, высокая работоспособность — на вторник, среду и четверг, а развивающееся утомление на пятницу и особенно на субботу.

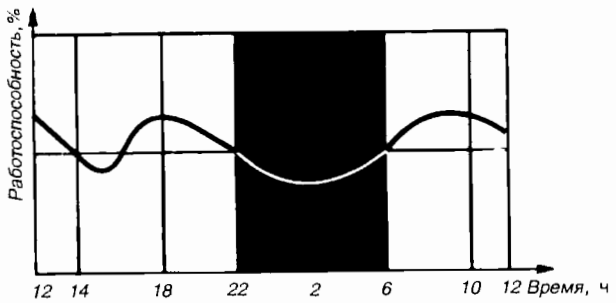

Рис. 2.4. Колебания работоспособности в течение суток

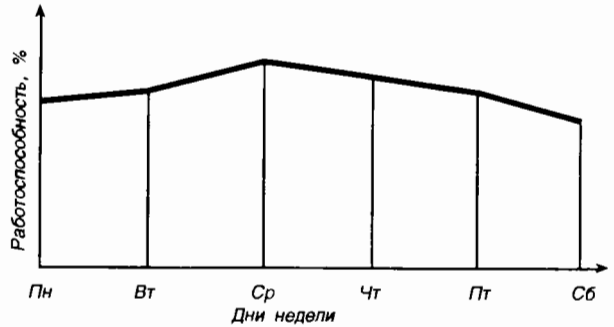

Рис. 2.5. Колебания работоспособности в течение недели

2.3. АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕЛОВЕКА

Антропометрические характеристики определяются размерами тела человека и его отдельных частей и используются для проектирования наиболее рациональных, а значит и безопасных условий труда, так как они позволяют рассчитывать пространственную организацию рабочего места, устанавливать зоны досягаемости и видимости, размеры конструктивных параметров рабочего места и приспособлений (высота, ширина, длина, глубина и т. п.).

Антропометрические характеристики (АХ) подразделяют на динамические и статические. Их состав показан на рис. 2.6.

Динамические АХ используются для определения объема рабочих движений, зон досягаемости (табл. 2.5, рис. 2.7) и видимости, по ним рассчитывают пространственную организацию рабочего места.

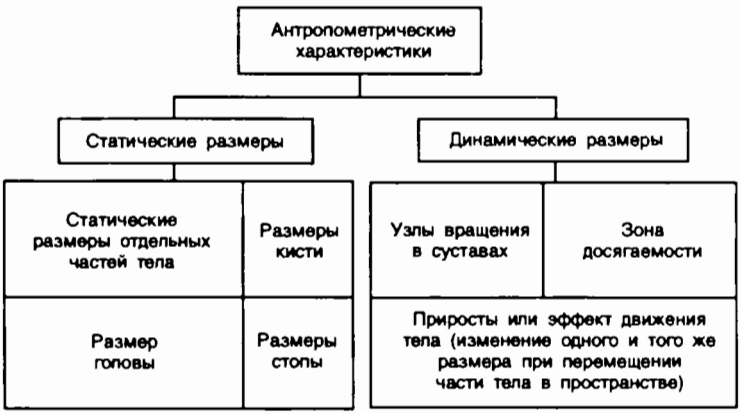

Рис. 2.6. Классификация антропометрических характеристик

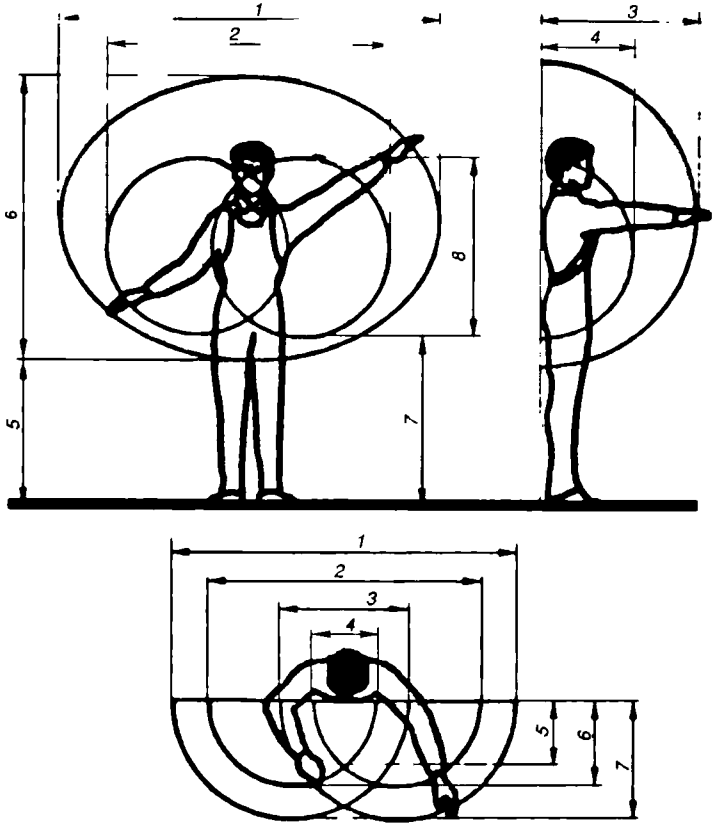

Рис. 2.7. Зоны досягаемости (*1*—*8*) рук человека в вертикальной плоскости

Статические АХ могут быть линейными и дуговыми. В зависимости от ориентации тела в пространстве линейные размеры делятся на продольные (высота различных точек над полом или сиденьем), поперечные (ширина плеч, таза и т. п.), переднезадние (передняя досягаемость руки и др.). Последние две группы линейных АХ иначе называются диаметрами.

Минимальные и максимальные значения антропометрических характеристик используются с учетом характера выполняемой рабочей операции или выбора параметра приспособления; в тех случаях, когда оператор что-то должен доставать, до чего-то дотянуться, выбирают минимальные значения, а при определении размеров сиденья, высоты ниши для ног и т.п. — максимальные.

Таблица 2.5. **Размеры зоны досягаемости рук человека, мм**

Номер позиции на рис. 2.7	В вертикальной плоскости		В горизонтальной плоскости	
	для женщин	для мужчин	для женщин	для мужчин
1	1400	1550	1370	1550
2	1100	1350	1100	1350
3	730	800	660	720
4	430	500	200	240
5	630	700	200	240
6	1260	1400	300	335
7	680	770	480	550
8	720	800	—	—

Следует отметить, что (рис. 2.8, *а, в*) поза «стоя» требует бóльших энергетических затрат и менее устойчива из-за поднятого центра тяжести. Поэтому в этой позе быстрее наступает утомление.

Рабочая поза «сидя» (рис. 2.8, *б — г*) имеет целый ряд преимуществ: резко уменьшается высота центра тяжести над точкой опоры, благодаря чему возрастает устойчивость тела, значительно сокращаются энергетические затраты организма для поддержания такой позы, вследствие этого она является менее утомительной.

Рабочая поза выбрана правильно, если проекция общего центра тяжести лежит в пределах площади опоры. Если в процессе работы действует небольшая группа мышц, то предпочтительнее поза «сидя», при работе большой группы мышц — поза «стоя».

Всякая поза, проекция центра тяжести которой выходит за границы площади опоры, будет вызывать значительные мышечные усилия, т.е. статические напряжения (рис. 2.8, *в* и *г*). Длительные статические напряжения мышцы могут вызвать быстрое утомление, снижение работоспособности, профзаболевания (искривление позвоночника, расширение вен, плоскостопие) и травматизм. При проектировании рабочего места необходимо учитывать следующее: если при прямой

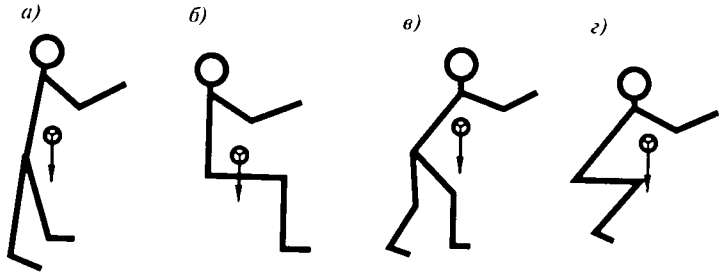

Рис. 2 8. Схема биомеханического анализа рабочей позы при устойчивой (*а* и *б*) и неустойчивой (*в* и *г*) позах; *а, в* — стоя, *б, г* — сидя

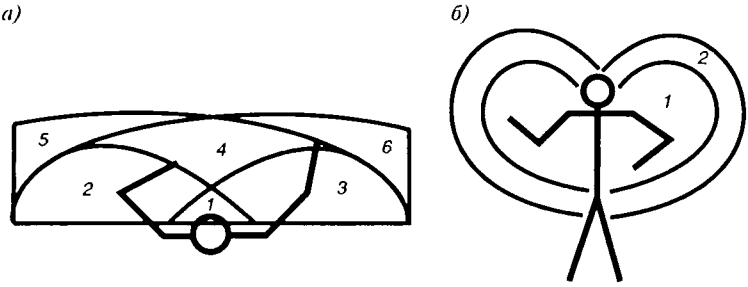

Рис. 2.9. Структурная схема рабочих зон

позе «сидя» мышечную работу принять равной единице, то при прямой позе «стоя» мышечная работа составляет 1,6; при наклонной позе «сидя» — 4, а при наклонной позе «стоя» — 10. Статичная поза утомительнее, чем динамическая.

Наиболее важными моментами, определяющими выбор рабочей позы, являются: а) применяемое усилие в процессе работы; б) степень подвижности рабочего, обусловленная характером и конкретным содержанием технологического процесса; в) величина рабочей зоны и соотношение между антропометрическими характеристиками человека и пространственной организацией рабочих мест.

В тех случаях, когда в процессе работы происходит смена поз, учитывают следующие требования: сохранять одинаковое положение рабочего по отношению к рабочей поверхности как при работе стоя, так и при работе сидя; создавать необходимые условия свободного перехода от одной позы к другой и прежде всего за счет выбора наиболее рациональных геометрических размеров рабочей поверхности и средств подмащивания.

Пространство рабочего места, в котором осуществляются трудовые процессы, может быть разделено на рабочие зоны. Рабочая поза будет наименее утомительна только при условии, если рабочая зона сконструирована правильно.

Правильное конструирование рабочих зон определяется соответствием их с оптимальным полем зрения рабочего и определяется дугами, которые может описать рука, поворачивающаяся в плече или в локте на уровне рабочей поверхности (т.е. учитывая динамические АХ), а движением рук управляет мозг человека в соответствии с коррекцией глаз. Поэтому рабочую зону, удобную для действия обеих рук, нужно обязательно совмещать с зоной, удобной для охвата человеческим взором. На рис. 2.9 представлены структурные схемы рабочих зон: *а* — при позе «сидя» в горизонтальной плоскости; *б* — при позе «стоя» в вертикальной плоскости.

При производственном процессе для позы «сидя» (так же, как и для позы «стоя») каждая зона может быть оценена следующим образом:

Зона *1* является самой благоприятной, поскольку она наиболее применима для точных и мелких сборочных работ, так как в ней работают обе руки и хорошо осуществляется зрительный контроль. В случае оперативной работы в этой зоне следует разместить органы управления и индикаторы, которыми оператору придется пользоваться наиболее часто, интенсивно и быстро.

Зоны *2* и *3* хорошо доступны для одной и мало доступны для другой руки; зрительный контроль осложнен. В этих зонах удобно размещать инструменты и материалы, которые рабочий часто берет правой (левой) рукой, или органы управления, зрительный контроль за которыми не требуется постоянно.

Зона *4* (запасная) — труднодоступная зона; в ней могут быть размещены инструменты и материалы, которые не поместились в зонах *2* и *3*.

Зона *5* (зона *6*) доступна только для правой (левой) руки; здесь можно разместить инструменты и материалы, которые употребляются изредка (например, измерительные инструменты), или органы управления, которыми пользуются «не глядя».

В соответствии с рабочими зонами и антропометрическими данными проектируются рабочие места в любом производственном процессе и любые машины и механизмы, обслуживаемые человеком.

Органы управления могут быть ручными и ножными. Предпочтительнее управление ручное, причем выгоднее использовать регуляторы, которые приводятся в движение рукой к себе или от себя. Следует иметь в виду, что движения руки к себе более быстрые, но менее точные, тогда как от себя — более точные, но менее быстрые. Если органы управления не требуют усилий, то оператор «не чувствует» рукоятки и действует очень неточно. Для предотвращения дрожания руки и повышения точности движений требуется определенный момент сопротивления рукоятки в пределах 3...16,7 Н·м. Для ножных педалей при полном их нажатии момент сопротивления должен составлять 20...80 Н·м. Ножные органы управления используют тогда, когда требуются большие усилия и небольшая точность: включение — выключение, грубая регулировка напряжения или тока и т.п. При ручном управлении максимальные усилия прилагаются к рычагам, которые захватываются стоящим оператором на уровне плеча, а сидящим — на уровне локтя (рис. 2.10), поэтому органы управления, которые используются наиболее часто, следует располагать на высоте между локтем и плечом.

В процессе управления человек обязательно должен прилагать некоторые усилия, так как отсутствие их (что может быть, например, при кнопочном управлении) дезориентирует человека, лишает его уверенности в правильности своих действий, а излишние усилия приводят к биомеханической перегрузке.

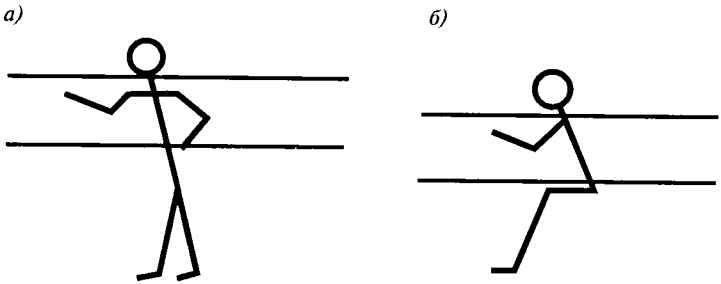

Рис. 2.10. Зона размещения органов управления: *а* — поза «стоя»; *б* — поза «сидя»

Форма и размеры органов управления должны быть согласованы с размерами и биомеханическими особенностями руки оператора. Чтобы исключить биомеханическую перегруженность, следует придерживаться соответствия управляющего воздействия на оборудование биомеханическим возможностям человека. Ниже приведены показатели силы (в Н) различных мышечных групп для мужчин (числитель) и женщин (знаменатель). Кисть (сжатие динамометра):

Кисть (сжатие динамометра):	
правая рука	38,6/22,5
левая рука	36,2/20,4
Бицепс:	
правая рука	27,9/13,6
левая рука	26,8/13,0
Кисть (сгибание):	
правая рука	27,9/21,7
левая рука	26,6/20,7
Кисть (разгибание):	
правая рука	11,9/9,0
левая рука	10,9/8,3
Стан (мышцы, выпрямляющие согнутое туловище)	123,1/71,0

2.4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕЛОВЕКА

Общие характеристики анализаторов. Целесообразная и безопасная деятельность человека основывается на постоянном приеме и анализе информации о характеристиках внешней среды и внутренних системах организма. Этот процесс осуществляется с помощью анализаторов — подсистем центральной нервной системы (ЦНС), обеспечивающих прием и первичный анализ информационных сигналов. Информация,

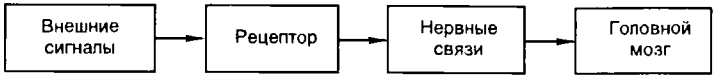

Рис. 2.11. Функциональная схема анализатора

поступающая через анализаторы, называется *сенсорной* (от лат. sensus — чувство, ощущение), а процесс ее приема и первичной переработки — *сенсорным восприятием.*

Общая функциональная схема анализатора представлена на рис. 2.11.

Центральной частью анализатора является некоторая зона в коре головного мозга. Периферическая часть — рецепторы — находится на поверхности тела для приема внешней информации либо размещена во внутренних системах и органах для восприятия информации об их состоянии (внешние рецепторы в обычной речи называют органами чувств). Проводящие нервные пути соединяют рецепторы с соответствующими зонами мозга.

В зависимости от специфики принимаемых сигналов различают следующие анализаторы:

Внешние — зрительный (рецептор — глаз); слуховой (рецептор — ухо); тактильный, болевой, температурный (рецепторы кожи); обонятельный (рецептор в носовой полости); вкусовой (рецепторы на поверхности языка и неба).

Внутренние — анализатор давления; кинестетический (рецепторы в мышцах и сухожилиях); вестибулярный (рецептор в полости уха); специальные, расположенные во внутренних органах и полостях тела.

Рассмотрим основные параметры анализаторов.

1. Абсолютная чувствительность к интенсивности сигнала (абсолютный порог ощущения по интенсивности) — характеризуется минимальным значением воздействующего раздражителя, при котором возникает ощущение. В зависимости от вида раздражителя абсолютный порог измеряется в единицах энергии, давления, температуры, количества или концентрации вещества и т.п. Минимальную адекватно ощущаемую интенсивность сигнала принято называть *нижним порогом чувствительности.*

Психофизическими опытами установлено, что величина ощущений изменяется медленнее, чем сила раздражителя. Интенсивность ощущений E выражается логарифмической зависимостью (закон Вебера-Фехнера)

$$E = K \lg J + C,$$

где J — интенсивность раздражителя; K и C — константы, определяемые данной сенсорной системой.

2. Предельно допустимая интенсивность сигнала (обычно близка к болевому порогу). Максимальную адекватно ощущаемую величину сигнала принято называть *верхним порогом чувствительности.*

3. Диапазон чувствительности к интенсивности — включает все переходные значения раздражителя от абсолютного порога чувствительности до болевого порога.

4. Дифференциальная (различительная) чувствительность к изменению интенсивности сигнала — это минимальное изменение интенсивности сигнала, ощущаемое человеком. Различают абсолютные дифференциальные пороги, характеризуемые значением ΔJ, и относительные, выражаемые в процентах: $\Delta J/J \cdot 100\ \%$, где J — исходная интенсивность.

5. Дифференциальная (различительная) чувствительность к изменению частоты сигнала — это минимальное изменение частоты F сигнала, ощущаемое человеком. Измеряется аналогично дифференциальному порогу по интенсивности, либо в абсолютных единицах ΔF, либо в относительных — $\Delta F/F \cdot 100\ \%$.

6. Границы (диапазон) спектральной чувствительности (абсолютные пороги ощущений по частоте, длине волны) определяются для анализаторов, чувствительных к изменению частотных характеристик сигнала (зрительного, слухового, вибрационного), отдельно нижний и верхний пороги.

7. Пространственные характеристики чувствительности специфичны для каждого анализатора.

8. Для каждого анализатора характерна минимальная длительность сигнала, необходимая для возникновения ощущений. Время, проходящее от начала воздействия раздражителя до появления ответного действия на сигнал (сенсомоторная реакция), называют *латентным периодом.*

Величина латентного периода (с) для различных анализаторов следующая:

тактильный (прикосновение)	0,09...0,22
слуховой (звук)	0,12...0,18
зрительный (свет)	0,15...0,22
обонятельный (запах)	0,31...0,39
температурный (тепло-холод)	0,28...1,6
вестибулярный аппарат (при вращении)	0,4
болевой (рана)	0,13...0,89

9. Адаптация (привыкание) и сенсибилизация (повышение чувствительности) — характеризуются временем и присущи каждому типу анализаторов.

Функционирование разных анализаторов существенно изменяется

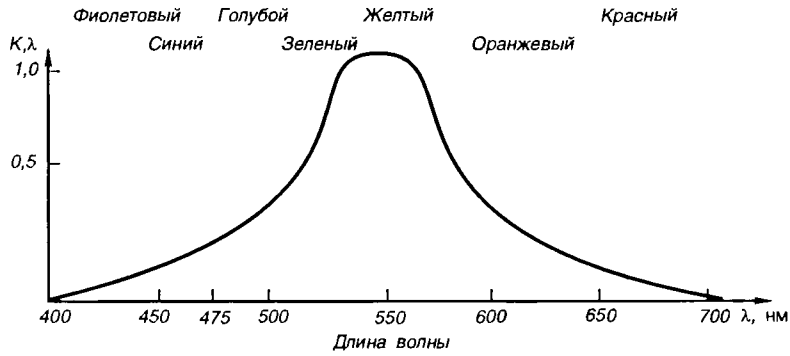

Рис. 2.12. Спектральная чувствительность глаза

под влиянием неблагоприятных для человека условий. Низке и высокие температуры, вибрации, перегрузки, невесомость, слишком интенсивные потоки информации, ведущие к дефициту времени, и ее недостаток, утомление, вызванное длительной работой или неблагоприятными условиями, состояние стресса — все эти факторы вызывают различные изменения характеристик анализаторов.

Чтобы обеспечить достаточную надежность деятельности человека при приеме и анализе сигналов в любых условиях, для практических расчетов рекомендуется использовать не абсолютные и дифференциальные пороги чувствительности анализаторов к различным характеристикам сигналов, а оперативные пороги, характеризующие не минимальную, а некоторую оптимальную различимость сигналов. Обычно оперативный порог в 10...15 раз выше соответствующего абсолютного и дифференциального.

Характеристика зрительного анализатора. В процессе деятельности человек до 90 % всей информации получает через зрительный анализатор. Прием и анализ информации происходит в световом диапазоне (380—760 нм) электромагнитных волн. Цветовые ощущения вызываются действием световых волн, имеющих различную длину. Приблизительные границы длин и соответствующие им ощущения показаны на рис. 2.12.

Глаз различает семь основных цветов и более сотни их оттенков. Наибольшая чувствительность в условиях обычного дневного освещения ($B = 9{,}56$ кд/м^2) достигается при длине волн 554 нм (в желто-зеленой части спектра) и убывает в обе стороны от этого значения.

Характеристикой чувствительности является *относительная видность* — $K\lambda = S\lambda/S_{max}$, где S_{max} — ощущение, вызываемое источником излучения с длиной волны 554 нм; $S\lambda$ — ощущение, вызываемое источником той же мощности с длиной волны λ.

Полный диапазон световой чувствительности $3 \cdot 10^{-8}$... $2{,}25 \cdot 10^{5}$ кд/м^2. Абсолютная слепящая яркость наступает при 225 000 кд/м^2. Эффект ослепления может наступить и при меньших яркостях, если скорость нового объекта, попавшего в поле зрения, превысит яркость того объекта, на которую адаптирован глаз.

Минимальная интенсивность светового воздействия, вызывающая ощущение света, называется *порогом световой чувствительности*. В качестве меры интенсивности принимается яркость воспринимаемого объекта в канделах на квадратный метр (кд/м^2). В случае восприятия объектов, светящихся отраженным светом, яркость рассчитывают по формуле $B = \rho E$, где ρ — коэффициент отражения поверхности; E — освещенность, лк.

Порог световой чувствительности изменяется в широких пределах в процессе адаптации зрительного анализатора к внешнему световому воздействию.

Наиболее высокая чувствительность, достигаемая в ходе темновой адаптации в течение нескольких (до 3—4) часов, представляет собой абсолютный порог световой чувствительности.

Различие предмета на фоне других определяется контрастом его с фоном. Для практических целей используется показатель, именуемый *порогом контрастной чувствительности*. Величина контраста оценивается количественно, как отношение разности яркости (кд/м^2) предмета и фона к большей яркости:

— темный объект на светлом фоне (прямой контраст):

$$K_{\text{пр}} = (B_{\text{ф}} — B_{\text{об}})/B_{\text{ф}} \cdot 100\ \%;$$

— светлый объект на темном фоне (обратный контраст):

$$K_{\text{об}} = (B_{\text{об}} — B_{\text{ф}})/B_{\text{об}} \cdot 100\ \%,$$

где $B_{\text{об}}$ и $B_{\text{ф}}$ — яркости объекта и фона. Оптимальная величина контраста считается 0,6...0,9.

Временные характеристики восприятия сигналов:

— латентный период (скрытый период) — время от подачи сигнала до момента возникновения ощущения (0,15...0,22 с);

— порог обнаружения сигнала при большей яркости — 0,001 с, при длительности вспышки 0,1 с. Яркость сигнала практического значения не имеет;

— привыкание к темноте (неполная темновая адаптация) длится от нескольких секунд до нескольких минут;

— восприятие мелькающего света (критическая частота слияния мельканий) изменяется от 14 до 70 Гц в зависимости от яркости импульсов, их формы, угловых размеров объекта, уровня зрительной адаптации, функционального состояния человека и т.п. Для исключе-

ния слияния мельканий рекомендуется проецирование сигналов с частотой 3...8 Гц.

При оценке восприятия пространственных характеристик основным понятием является острота зрения, которая характеризуется минимальным углом, под которым две точки видны как раздельные. Острота зрения зависит от освещенности, контрастности, формы объекта и других факторов. При оптимальной освещенности (100...700 лк) порог разрешения составляет от 1° до 5 мин. При уменьшении контрастности острота зрения снижается.

При восприятии объектов в двухмерном и трехмерном пространстве различают поле зрения и глубинное зрение. Бинокулярное поле зрения охватывает в горизонтальном направлении 120...180°, по вертикали вверх — 55...60° и вниз — 65...72°. Опознание взаимного расположения, форм объектов возможно в границах: вверх — 25, вниз — 35, право и влево — по 32° от оси зрения. В поле бинокулярного зрения предметы не распознаются, но обнаруживаются. Точное восприятие зрительных сигналов и четкое различение деталей возможно только в центральной части поля зрения размером 3° от оси во все стороны. Глубинное зрение связано с восприятием пространства. Ошибка восприятия абсолютной удаленности составляет 12 % при дистанции 30 м. Восприятие пространства — формы, объема, величины и взаимного расположения объектов, их рельефа, удаленности и направления, в котором они находятся, достигается за счет бинокулярного зрения двумя глазами.

Информация об удалении предметов достигается за счет конвергенции — сведений зрительных осей на объекте восприятия, благодаря чему возникают мышечные двигательные ощущения, которые и дают информацию.

Характеристика слухового анализатора. С помощью звуковых сигналов человек получает до 10 % информации

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 месторасположение источника звука.

В связи с этим слуховое представление информации осуществляется в тех случаях, когда оказывается возможным использовать указанные свойства слухового анализатора. Наиболее часто слуховые сигналы применяются для сосредоточенного внимания человека — оператора (предупредительные сигналы и сигналы опасности), для передачи информации человеку-оператору, находящемуся в положении, не обеспечивающим ему достаточной для работы видимости

объекта управления, приборной панели и т.п., а также для разгрузки зрительной системы.

Для эффективного использования слуховой формы представления информации необходимо знание характеристик слухового анализатора. Свойства слухового анализатора оператора проявляются в восприятии звуковых сигналов. С физической точки зрения звуки представляют собой распространяющиеся механические колебательные движения в слышимом диапазоне частот.

Механические колебания характеризуются амплитудой и частотой. Амплитуда — наибольшая величина измерения давления при сгущениях и разрежениях. Частота — число полных колебаний в одну секунду. Единицей ее измерения является герц (Гц) — одно колебание в секунду. Амплитуда колебаний определяет величину звукового давления и интенсивность звука (или силу звучания). Звуковое давление принято измерять в паскалях (Па).

Основные параметры (характеристики) звуковых сигналов (колебаний):

— интенсивность (амплитуда),

— частота и форма, которые отражаются в таких звуковых ощущениях как громкость, высота и тембр.

Воздействие звуковых сигналов на звуковой анализатор определяется уровнем звукового давления (Па). Интенсивность (сила) звука (Вт/м^2) определяется плотностью потока звуковой энергии (плотностью мощности).

Для характеристики величин, определяющих восприятие звука, существенными являются не только абсолютные значения интенсивности звука и звукового давления, сколько их отношение к пороговым значениям ($J_0 = 10^{-12}$ Вт/м^2 или $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па). В качестве таких относительных единиц измерения используют децибелы (дБ)

$$L = 10\lg(J/J_0) = 20\lg(P/P_0),$$

где J и P — соответственно интенсивность и уровень звукового давления, J_0 и P_0 — их пороговые значения.

Интенсивность звука уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния; при удвоении расстояния снижается на 6 дБ. Абсолютный порог слышимости звука составляет (принят) $2 \cdot 10^{-5}$ Па (10^{-12} Вт/м^2) и соответствует уровню 0 дБ.

Пользование шкалой децибел удобно, так как почти весь диапазон слышимых звуков укладывается менее чем в 140 дБ (рис. 2.13).

Громкость — характеристика слухового ощущения, наиболее тесно связанная с интенсивностью звука. Уровень громкости выражается в фонах; фон численно равен уровню звукового давления в дБ для чистого тона частотой 1000 Гц. Дифференциальная чувствительность к изменению громкости — $K = (\Delta J/J)$ наблюдается в диапазоне частот 500...1000 Гц. С характеристикой громкости тесно связана характери-



Рис. 2.13. Диаграмма области слухового восприятия

стика раздражающего действия звука. Ощущение неприятности звуков возрастает с увеличением их громкости и частоты.

Минимальный уровень определенного звука, который требуется для того, чтобы вызвать слуховое ощущение в отсутствие шума, называют *абсолютным порогом слышимости*. Значение его зависит от тона звука (частота, длительность, форма сигнала), метода его предъявления и субъективных особенностей слухового анализатора оператора. Абсолютный порог слышимости имеет тенденцию с возрастом уменьшаться (рис. 2.14).

Высота звука, как и его громкость, характеризует звуковое ощуще-

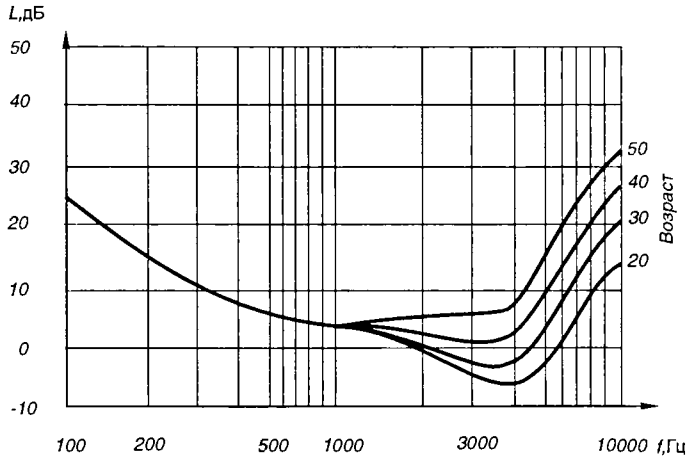

Рис. 2.14. Зависимость потери слуха с возрастом для различных частот звукового сигнала

ние оператора. Частотный спектр слуховых ощущений простирается от 16...20 Гц до 20 000...22 000 Гц. В реальных условиях человек воспринимает звуковые сигналы на определенном акустическом фоне. При этом фон может маскировать полезный сигнал. Эффект маскировки имеет двоякое значение. В ряде случаев фон может маскировать полезный (нужный) сигнал, в некоторых случаях может улучшать акустическую обстановку. Так, известно, имеется тенденция маскировки высокочастотного тона низкочастотным, который менее вреден для человека.

Слуховой анализатор способен фиксировать даже незначительные изменения частоты входного звукового сигнала, т.е. обладает избирательностью, которая зависит от уровня звукового давления, частоты и длительности звукового сигнала. Минимально заметные различения составляют 2...3 Гц и имеют место на частотах менее 10 Гц, для частот более 10 Гц минимально заметные различения составляют около 0,3 % частоты звукового сигнала. Избирательность повышается при уровнях громкости 30 дБ и более и длительности звучания, превышающей 0,1 с. Минимально заметные различения частоты звукового сигнала существенно уменьшаются при его периодическом повторении. Оптимальными считаются сигналы, повторяющиеся с частотой 2...3 Гц. Слышимость, а следовательно, и обнаруживаемость звукового сигнала зависят от длительности его звучания. Так для обнаружения звуковой сигнал должен длиться не менее 0,1 с.

Наряду с рассмотренными звуковыми сигналами в управлении используются речевые сигналы для передачи информации или команд управления от оператора к оператору. Важным условием восприятия речи является различение длительности и интенсивности отдельных звуков и их комбинаций. Среднее время длительности произнесения гласного звука равно примерно 0,36 с, согласного 0,02...0,03 с. Восприятие и понимание речевых сообщений существенно зависят от темпа их передачи, наличия интервалов между словами и фразами. Оптимальным считается темп 120 слов/мин, интенсивность речевых сигналов должна превышать интенсивность шумов на 6,5 дБ. При одновременном увеличении уровня речевых сигналов и шумов при постоянном их отношении разборчивость речи сохраняется и даже несколько увеличивается. При значительном увеличении уровня речи и шума до 120 и 115 дБ и соответственно разборчивость речи ухудшается на 20 %. Опознание речевых сигналов зависит от длины слова. Так, односложные слова распознаются в 13 % случаев, шестисложные — в 41 %. Это объясняется наличием в сложных словах большого числа опознавательных признаков. Имеет место повышение до 10 % точности распознавания слов, начинающихся с гласного звука. При переходе к фразам оператор воспринимает не отдельные слова или их сочетания, а смысловые грамматические конструкции, длина которых (до уровня 11 слов) не имеет особого значения.

Полезно знать, что используемые стереотипные словосочетания, фразеологизмы, распознаются значительно хуже, чем это можно было ожидать. Увеличение альтернативных слов возможных словосочетаний, фраз, повышает правильность опознания. Однако включение фраз, допускающих неоднозначность толкования их смыслового содержания, приводит к замедлению процесса восприятия.

Таким образом, вопрос организации звукового и речевого взаимодействия «оператор — оператор», «техническое средство — оператор» является не тривиальным и его оптимальное решение оказывает существенное воздействие на безопасность производственных процессов.

Характеристика кожного анализатора. Обеспечивает восприятие прикосновения (слабого давления), боли, тепла, холода и вибрации. Для каждого из этих ощущений (кроме вибрации) в коже имеются специфические рецепторы, либо их роль выполняют свободные нервные окончания. Каждый микроучасток кожи обладает наибольшей чувствительностью к тем раздражителям (сигналам), для которых на этом участке имеется наибольшая концентрация соответствующих рецепторов — болевых, температурных и тактильных. Так, плотность размещения составляет: на тыльной части кисти — 188 болевых, 14 осязательных, 7 холодовых и 0,5 тепловых на квадратный сантиметр поверхности; на грудной клетке соответственно — 196, 29,9 и 0,3. Воздействие в этих точках даже не специфическим, но достаточно сильным раздражителем независимо от его характера вызывает специфическое ощущение, обусловленное типом рецептора. Например, интенсивный тепловой луч, попадая в точку боли, вызывает ощущение боли.

Чувствительность к прикосновению. Это — ощущение, возникающее при действии на кожную поверхность различных механических стимулов (прикосновение, давление), вызывающих деформацию кожи. Ощущение возникает только в момент деформации. Абсолютный порог тактильной чувствительности определяется по тому минимальному давлению предмета на кожную поверхность, которое производит едва заметное ощущение прикосновения. Наиболее высоко развита чувствительность на дистальных частях тела. Примерные пороги ощущений: для кончиков пальцев руки — 3 г/мм^2; на тыльной стороне пальца — 5 г/мм^2, на тыльной стороне кисти — 12 г/мм^2; на животе — 26 г/мм^2; на пятке — 250 г/мм^2. Порог различения в среднем равен примерно 0,07 исходной величины давления.

Тактильный анализатор обладает высокой способностью к пространственной локализации. При последовательном воздействии одиночных раздражителей ошибка в локализации колеблется в пределах 2...8 мм. Характерной особенностью тактильного анализатора является быстрое развитие адаптации, т.е. исчезновение чувства прикосновения

или давления. Время адаптации зависит от силы раздражителя и для различных участков тела может изменяться в пределах 2...20 с.

При ритмических последовательных прикосновениях к коже каждое из них воспринимается как раздельное, пока не будет достигнута критическая частота $F_{кр}$, при которой ощущение последовательности прикосновений переходит в специфическое ощущение вибрации. В зависимости от условий и места раздражения $F_{кр}$ — 5...20 Гц.

При $F > F_{кр}$ от анализа собственно тактильной чувствительности переходят к анализу вибрационной.

Вибрационная чувствительность. Вибрационная чувствительность обусловлена теми же рецепторами, что и тактильная, поэтому топография распределения вибрационной чувствительности по поверхности тела аналогична тактильной.

Диапазон ощущения вибрации высок: 5...12 000 Гц. Наиболее высока чувствительность к частотам 200...250 Гц. При их увеличении и уменьшении вибрационная чувствительность снижается. В этом случае пороговая амплитуда вибрации минимальна и равна 1 мкм. Пороги вибрационной чувствительности различны для разных участков тела. Наибольшей чувствительностью обладают дистальные участки тела человека, т.е. которые наиболее удалены от его медиальной плоскости (например, кисти рук).

Кожная чувствительность к боли. Этот вид чувствительности обусловлен воздействием на поверхность кожи механических, тепловых, химических, электрических и других раздражителей. В эпителиальном слое кожи имеются свободные нервные окончания, которые являются специализированными нервными рецепторами. Между тактильными и болевыми рецепторами существуют противоречивые отношения. Проявляются они в том, что наименьшая плотность болевых рецепторов приходится на те участки кожи, которые наиболее богаты тактильными рецепторами, и наоборот. Противоречие обусловлено различием функций рецепторов в жизни организма. Болевые ощущения вызывают оборонительные рефлексы, в частности, рефлекс удаления от раздражителя. Тактильная чувствительность связана с ориентировочными рефлексами, в частности, это вызывает рефлекс сближения с раздражителем.

Биологический смысл боли состоит в том, что она, являясь сигналом опасности, мобилизует организм на борьбу за самосохранение. Под влиянием болевого сигнала перестраивается работа всех систем организма и повышается его реактивность.

Болевой порог при механическом давлении на кожу измеряется в единицах давления и зависит от места измерений. Например, порог болевой чувствительности кожи живота составляет 15...20 г/мм^2, кончиков пальцев — 300 г/мм^2. Латентный период около 370 мс. Критическая частота слияния дискретных болевых раздражителей — 3 Гц.

Пороговая плотность потока тепла, вызывающего болевое ощущение, составляет 88 Дж/(м·с).

Температурная чувствительность. Свойственна организмам, обладающим постоянной температурой тела, обеспечиваемой терморегуляцией. Температура кожи несколько ниже температуры тела и различна для отдельных участков: на лбу — 34...35 °С, на лице — 20...25 °С, на животе — 34 °С, стопах ног — 25...27 °С. Средняя температура свободных от одежды участков кожи 30...32 °С. Коже присущи два вида рецепторов. Одни реагируют только на холод, другие только на тепло.

Пространственные пороги зависят от стимулирующих факторов: при контактном воздействии, например, ощущение возникает уже на площади в 1 мм^2, при лучевом — начиная с 700 мм^2. Латентный период температурного ощущения равен примерно 0,20 с. Абсолютный порог температурной чувствительности определяется по минимально ощущаемому изменению температуры участков кожи относительно физиологического нуля, т.е. собственной температуры данной области кожи, адаптировавшейся к внешней температуре. Физиологический нуль для различных областей кожи достигается при температурах среды между 12...18 °С и 41...42 °С. Для тепловых рецепторов абсолютный порог составляет примерно 0,2 °С, для холодных — 0,4 °С. Порог различительной чувствительности составляет примерно 1 °С.

Кинестетический анализатор. Обеспечивает ощущение положения и движений тела и его частей. Имеется три вида рецепторов, воспринимающих:

1. Растяжение мышц при их расслаблении — «мускульные веретена»;
2. Сокращение мышц — сухожильные органы Гольджи;
3. Положение суставов (обусловливающее так называемое «суставное чувство»). Предполагается, что их функции выполняют глубинные рецепторы давления.

Возможности двигательного аппарата представляют определенную значимость при конструировании защитных устройств, органов управления. Сила сокращения мышц человека колеблется в широких пределах. Например, номинальная сила кисти в 450...650 Н при соответствующей тренировке может быть доведена до 900 Н. Сила сжатия, в среднем равная 500 Н для правой и 450 Н для левой руки, может увеличиваться в два раза и более.

Оптимальные усилия на органы управления:

— для рукояток 20...40 Н (100 Н — максимальное);

— для кнопок, тумблеров, переключателей легкого типа 1400...1600Н, тяжелого — 6000...12 000 Н;

— для ножных педалей управления от 20...50 (используемых часто) до 300Н (используемых редко);

— для рычажного управления от 20...40 (используемых часто) до 120...160Н (используемых редко).

Диапазон скоростей, развиваемых движущимися руками человека, находится в пределах 0,01...8000 см/с. Наиболее часто используются скорости порядка 5...800 см/с. Скорость движения больше в направлении к себе, чем от себя; в вертикальной плоскости, чем в горизонтальной; сверху вниз, чем снизу вверх; вперед-назад, чем вправо-влево; слева направо для правой руки и справа налево для левой, чем наоборот. Вращательные движения в 1,5 раз быстрее поступательных.

Обонятельный анализатор. Предназначен для восприятия человеком различных запахов (их диапазон охватывает до 400 наименований). Рецепторы расположены на участке площадью около 2,5 $см^2$ слизистой оболочки в носовой полости.

Условиями восприятия запахов являются летучесть пахучего вещества (выделение его молекул в свободном виде); растворимость веществ в жирах; движение воздуха, содержащего молекулы пахучего вещества в области обонятельного анализатора.

Абсолютный порог обоняния измеряется долями миллиграмма вещества на литр воздуха (мг/л). Запахи могут сигнализировать человеку о нарушениях в ходе технологических процессов и об опасностях.

Вкусовой анализатор. В физиологии и психологии распространена четырехкомпонентная теория вкуса, согласно которой существуют четыре вида элементарных вкусовых ощущений: сладкого, кислого, горького и соленого. Все остальные ощущения представляют их комбинации. Абсолютные пороги вкусового анализатора выражаются в величинах концентраций раствора и они примерно в 10 000 раз выше, чем обонятельного. Различная чувствительность вкусового анализатора довольно груба, в среднем она составляет 20 %. Восстановление вкусовой чувствительности после воздействия различных раздражителей заканчивается через 10...15 мин.

2.5. ПСИХОФИЗИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

Любая деятельность содержит ряд обязательных психических процессов и функций, которые обеспечивают достижение требуемого результата.

Внимание — это направленность психической деятельности на определенные предметы или явления действительности. Непроизвольное внимание возникает без всякого намерения, без заранее поставленной цели и не требует волевых усилий. Произвольное внимание возникает вследствие поставленной цели и требует определенных волевых усилий. Непроизвольное отвлечение — колебание внимания и его ослабление к объекту деятельности. Распределение внимания — одновременное внимание к нескольким объектам деятельности при одновременном выполнении действий с ними. Намеренный перенос внимания с одного объекта на другой — переключение внимания.

Ощущение — простейший процесс, заключающийся в отдельных свойствах или явлениях материального мира, а также внутренних состояний организма при непосредственном воздействии раздражителей на соответствующие рецепторы. Существуют ощущения нескольких видов: зрительные, слуховые, кожные, кинестетические.

Восприятие — процесс отражения в сознании человека предметов или явлений при их непосредственном воздействии на органы чувств, в ходе которого происходит упорядочение и объединение отдельных ощущений в целостные образы предметов и явлений. Сохранение постоянного, неизменного зрительного восприятия предметов при изменении их освещенности, положения в пространстве, расстояния от воспринимающего человека и т. д.— *константность восприятия*. Зависимость восприятия от особенностей личности человека, его прошлого опыта, профессии, интереса и т.п. называется *апперцепцией*, а целенаправленное, планомерное восприятие — *наблюдением*. Восприятие пространства, восприятие объема, формы, величины и взаимного расположения объектов, их рельефа, удаленности и направления, в котором они находятся, отражение изменения во времени положение объектов в пространстве — это восприятие движения. Восприятие времени — отражение объективной действительности, скорости и последовательности явлений действительности.

Память — процессы запоминания, сохранения, последующего узнавания и воспроизведение того, что было в вашем прошлом опыте. Двигательная (моторная) память — запоминание и воспроизведение движений и их систем, лежащая в основе выработки информирования двигательных навыков и привычек. Эмоциональная память — память человека на пережитые им в прошлом чувства. Образная память — сохранение и воспроизведение образов ранее воспринимавшихся предметов и явлений. Эйдетическая память — очень ярко выраженная образная память, связанная с наличием ярких, четких, живых, наглядных представлений. Словесно-логическая память — запоминание и воспроизведение мыслей, текста, речи. Непроизвольная память проявляется в тех случаях, когда не ставится специальная цель запомнить тот или иной материал и последний запоминается без применения специальных приемов и волевых усилий. Произвольная память связана со специальной целью запоминания и применения соответствующих приемов, а также определенных волевых усилий. Кратковременная (первичная или оперативная) память — кратковременный (на несколько минут или секунд) процесс достаточно точного воспроизведения только что воспринятых предметов или явлений через анализаторы. После этого момента полнота и точность воспроизведения, как правило, резко ухудшается. Долговременная память — вид памяти, для которой характерно длительное сохранение материала после многократного его повторения и воспроизведения. Оперативная память —

процессы памяти, которые обслуживают непосредственно осуществляемые человеком актуальные действия и операции.

Запоминание — процесс закрепления в сознании образов, впечатлений, понятий.

Воспроизведение — актуализация (оживление) образов, закрепленных в памяти, без опоры на вторичное восприятие объектов.

Узнавание — процесс памяти, связанный с осознанием того, что данный объект воспринимался в прошлом.

Забывание — процесс, при котором происходит «выпадение» того или иного материала из памяти.

Ассоциация — связь между отдельными представлениями, при которых одно из этих представлений вызывает другое. Различают ассоциации по сходству, контрастности, смежности.

Представления — образы процессов или явлений реальной действительности, в данный момент не воспринимаемых человеком.

Мышление — образ обобщенного и опосредственного познания существенных свойств и явлений окружающей действительности, а также существенных связей и отношений, существующих между ними.

Анализ — мысленное расчленение предметов и явлений на образующие их части, выделение в них отдельных частей, признаков, свойств.

Синтез — мысленное соединение отдельных элементов, частей и признаков в единое целое.

Абстракция — процесс отвлечения от несуществующих и единичных признаков и сохранение в мышлении признаков существенных и общих для данной группы предметов или явлений.

Конкретизация — умственная операция, в которой человек придает предметный характер той или иной абстрактно-обобщенной мысли, понятию, правилу, закону.

Обобщение — умственная операция, состоящая в мысленном объединении предметов или явлений по общим и существенным признакам.

Наглядно-действенное мышление — вид мышления, которое осуществляется в форме наглядных образов.

Абстрактное (отвлеченное) мышление — вид мышления, опирающегося на общие и отвлеченные понятия.

Воображение — процесс создания образов-представлений нового, т.е. того, что в прошлом данный человек не воспринимал, с чем не встречался. Непроизвольное (пассивное) воображение возникает без всякого намерения со стороны человека. Примером такого воображения является сновидение. Произвольное (активное) воображение возникает в результате поставленной цели, намерения. Воссоздающее (репродуктивное) изображение — вид активного воображения, которое возникает на основе описаний или изображений, выполненных другими. Творческое воображение (вид активного воображения) заключается в самостоятельном создании нового образа.

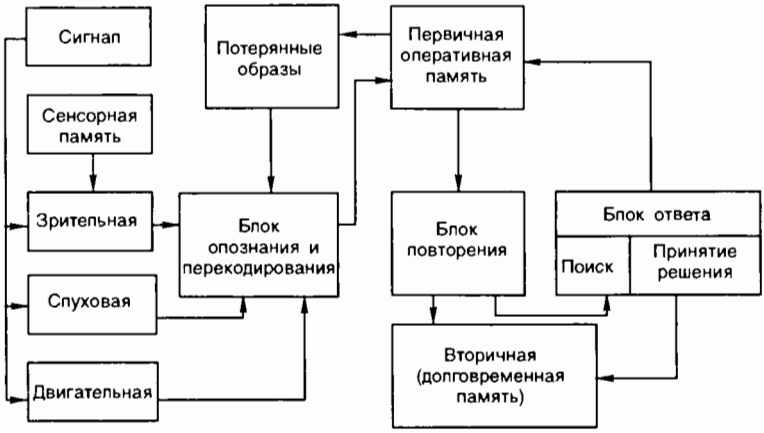

Рис. 2.15. Структура преобразования информации в памяти оператора

Общение — способ активного взаимодействия между людьми. Речевое общение — это использование языка в целях общения людей, необходимая основа человеческого мышления. Фонематический слух — способность человека выделить из речевого потока фонемы, т.е. смыслоразделительные звуки речи. Внутренняя речь — речь про себя, внутреннее проговаривание, обычно используемое в процессе мышления.

Процесс преобразования информации является важнейшим компонентом операторской деятельности и является результатом интегрирующего функционирования психофизиологических возможностей человека.

Этот процесс может быть пояснен схемой структуры преобразования информации в памяти оператора (рис 2.15). В преобразовании информации участвуют следующие функциональные блоки: сенсорная память, первичная память (оперативная), вторичная (долговременная), блок повторения, блок ответа.

Информация поступает в зрительную, слуховую или сенсорную память. В сенсорной памяти фиксируются энергетические и пространственные характеристики поступающих сигналов. Указанное деление сенсорной памяти основывается на виде сохраняющегося в ней послеобраза. Важным свойством послеобраза является представление исходного образа в виде словесных символов, словесного описания (вербализованность). Емкость зрительной сенсорной памяти достигает 36 элементов, слуховой памяти — 12. Длительность хранения послеобраза в слуховой памяти 1 ..2 с, в длительной сенсорной — до 120 с, для зрительной памяти длительность следа яркости послеобраза составляет 40...50 мс.

После опознания и перекодирования информация поступает в первичную память. Скорость перекодировки достигает значения 180 буквенно-цифровых символов в секунду. Если длина предъявленного ряда символов не превышает 7...9, то оператор переводит поступающую информацию в акустическую форму и запоминает ее, если же длина ряда больше, то оператор пытается сформировать новые единицы. Если сформированный в сенсорной памяти послеобраз за интервал времени между двумя последовательными сигналами не был перекодирован, то он попадает в разряд потерянных, т.е. вероятность запоминания сигнала зависит от способа предъявления и интервала между сигналами.

Запоминание в первичной памяти происходит по схеме: заполнение r-ячеек путем смещения образов на одну ячейку в глубину до полного заполнения памяти, т.е. до накопления в ней r-образов. Если первичная память заполнена, то поступающий в нее образ вытесняет содержимое некоторых ячеек.

Вероятность абсолютной потери любого i-го образа при последовательном приеме какого-то числа сигналов:

$$P_{in} = P_i Q_n(t),$$

где P_{in} — вероятность вытеснения i-го сигнала из первичной памяти; $Q_n(t)$ — вероятность того, что до начала реализации вытесненный кодированный образ не перейдет в долговременную память.

Кратковременная память может удерживать лишь небольшое количество информации. За короткий период наблюдения человек может запомнить и повторить название от 5 до 9 знакомых объектов (7±2). Человек при ограниченном времени может воспринять и больше, чем 7±2, но забывает их быстрее, чем может сказать о них. Большое значение для правильного воспроизведения информации имеет трудность решаемой задачи в промежутке между предъявлением и воспроизведением материала.

С увеличением трудности задачи вероятность правильного воспроизведения резко падает из-за того, что повторению доступна ограниченная часть поступающей информации. Чем большую часть занимает промежуточная задача, тем больше вероятность забывания. Процедура повторения дает возможность переводить информацию из оперативной памяти в долговременную, искать сопоставимый образ и переводить в блок ответов. Формирование ответа — двухэтапный процесс: сначала происходит восстановление кодированного образа, затем принимается решение. Время формирования ответа определяется соотношением:

$$T = t_l + Nt_z,$$

где t_l — суммарное время кодирования и выбора ответа; N — количество операций сравнения; t_z — время, необходимое для сравнения вновь сформированного кодированного образа с образом, хранящимся в кратковременной памяти оператора.

Характерно, что время формирования отрицательного и положительного ответа одинаково.

Знание процесса преобразования, запоминания и восстановления информации в кратковременной памяти оператора и их характеристик позволяет решать проблему использования информации, правильно выбрать информационную модель, определить структуру и количество сигналов при их последовательном представлении, правильно выбрать ограничения по объему информации, требующей запоминания, при выработке стратегии безопасного управления или принятия решения.

Наряду с объемом и длительностью хранения информации важной характеристикой оперативной памяти является быстрота исключения, забывания материала, ненужного для дальнейшей работы. Своевременное забывание исключает ошибки, связанные с использованием устаревшей информации, и освобождает место для хранения новых данных.

Характеристики оперативной памяти изменяются под влиянием значительных физических нагрузок, специфических экстремальных факторов и эмоциогенных воздействий. Чаще всего наблюдается ухудшение характеристик, однако при достаточной адаптации к неблагоприятным факторам возможно их сохранение и даже улучшение. В целом сохранение высоких показателей оперативной памяти и готовности к воспроизведению долговременной информации при воздействии экстремальных факторов зависит от их силы и продолжительности, общей неспецифической устойчивости и от степени индивидуальной адаптации человека к конкретным факторам.

Долговременная память обеспечивает хранение информации в течение длительного времени (часы, дни, месяцы, годы). Объем долговременной памяти в общем случае оценивают отношением числа стимулов, сохранившихся в памяти спустя длительное время (более 3 мин), к числу повторений, необходимых для запоминания. Информация, поступившая в долговременную память, с течением времени забывается. Усвоенная информация наиболее значительно уменьшается за первые 9 ч: со 100 % она падает до 35 %. Оставшееся число удержанных элементов через несколько дней в дальнейшем практически остается одним и тем же. В конкретных условиях забывание зависит от степени осмысления информации, характера фундаментальных знаний по полученной информации, индивидуальных особенностей памяти. Объем долговременной памяти ограничен не числом стимулов, а количеством сохраняемой информации.

Кратковременная память связана прежде всего с первичной ориентировкой в окружающей среде, поэтому направлена, главным образом, на фиксацию общего числа вновь появляющихся сигналов независимо от их информационного содержания. Задача долговременной памяти — организация поведения в будущем, требующая прогнозирования вероятностей событий.

2.6. ПСИХОЛОГИЯ В ПРОБЛЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Психология безопасности труда составляет важное звено в структуре мероприятий по обеспечению безопасной деятельности человека. Проблемы аварийности и травматизма на современных производствах невозможно решать только инженерными методами.

Опыт свидетельствует, что в основе аварийности и травматизма (до 60—90 % случаев) часто лежат не инженерно-конструкторские дефекты, а организационно-психологические причины: низкий уровень профессиональной подготовки по вопросам безопасности, недостаточное воспитание, слабая установка специалиста на соблюдение безопасности, допуск к опасным видам работ лиц с повышенным риском травматизации, пребывание людей в состоянии утомления или других психических состояний, снижающих надежность и безопасность деятельности специалиста.

Дисциплина *«психология безопасности»* изучает применение психологических знаний для обеспечения безопасности деятельности человека. Психологией безопасности рассматриваются психические процессы, свойства и особенно подробно анализируются различные формы психических состояний, наблюдаемых в процессе трудовой деятельности.

В психической деятельности человека различают три основные группы компонентов: психические процессы, свойства и состояния.

Психические процессы составляют основу психической деятельности и являются динамическим отражением действительности. Без них невозможно формирование знаний и приобретение жизненного опыта. Различают познавательные, эмоциональные и волевые психические процессы (ощущения, восприятия, память и др.).

Психические свойства (качества личности) — это свойства личности или ее существенные особенности (направленность, характер, темперамент). Среди качеств личности выделяют интеллектуальные, эмоциональные, волевые, моральные, трудовые. Эти свойства устойчивы и постоянны.

Психическое состояние человека — это относительно устойчивая структурная организация всех компонентов психики, выполняющая функцию активного взаимодействия человека (как обладателя психики) с внешней средой, представленной в данный момент конкретной ситуацией. Психические состояния отличаются разнообразием и временным характером, определяют особенности психической деятельности в конкретный момент и могут положительно или отрицательно сказываться на течении всех психических процессов. Исходя из задачи психологии труда и проблем психологии безопасности труда целесообразно выделять производственные психические состояния и особые психические состояния, имеющие важное значение в организации

профилактики производственного травматизма и предупреждения аварийности.

Чрезмерные формы психического напряжения. Часто их называют запредельными. Они вызывают дезинтеграцию психической деятельности различной выраженности, что в первую очередь ведет к снижению индивидуального, свойственного человеку уровня психической работоспособности. В более выраженных формах психического напряжения утрачиваются живость и координация действий, могут появляться непродуктивные формы поведения и другие отрицательные явления. В зависимости от преобладания возбудительного или тормозного процесса можно выделить два типа запредельного психического напряжения — тормозной и возбудимый.

Тормозной тип — характеризуется скованностью и замедленностью движений. Специалист не способен с прежней ловкостью производить профессиональные действия. Снижается скорость ответных реакций. Замедляется мыслительный процесс, ухудшается воспоминание, появляется рассеянность и другие отрицательные признаки, не свойственные данному человеку в спокойном состоянии.

Возбудимый тип — проявляется гиперактивностью, многословностью, дрожанием рук и голоса. Операторы совершают многочисленные, не диктуемые конкретной потребностью действия. Они проверяют состояния приборов, поправляют одежду, растирают руки. В общении с окружающими они обнаруживают раздражительность, вспыльчивость, не свойственную им резкость, грубость, обидчивость.

Запредельные формы психического напряжения лежат нередко в основе ошибочных действий и неправильного поведения операторов в сложной обстановке. Длительные психические напряжения и особенно их запредельные формы ведут к выраженным состояниям утомления.

Особые психические состояния. Организация контроля за психическим состоянием операторов необходима в связи с возможностью появления у специалистов особых психических состояний, которые не являются постоянным свойством личности, но, возникая спонтанно или под влиянием внешних факторов, существенно изменяют работоспособность человека. Среди особых психических состояний, имеющих значение для психической надежности оператора, необходимо выделить пароксизмальные расстройства сознания, психогенные изменения настроения и состояния, связанные с приемом психически активных средств (стимуляторов, транквилизаторов, алкогольных напитков).

Пароксизмальные состояния — группа расстройств различного происхождения (органические заболевания головного мозга, эпилепсия, обмороки), характеризующихся кратковременной (от секунд до нескольких минут) утратой сознания. При выраженных формах наблюдается падение человека, судорожные движения тела и конечностей.

Пароксизмальные перерывы в операторской деятельности могут быть причиной губительных последствий, особенно для водителей автотранспорта, верхолазов, монтажников, строителей, работающих на высоте. Современные средства психофизиологических исследований позволяют выявлять лиц со скрытой наклонностью к пароксизмальным состояниям.

Психогенные изменения и аффективные состояния возникают под влиянием психических воздействий. Снижение настроения и апатия могут длиться от нескольких часов до 1—2 месяцев. Снижение настроения наблюдается при гибели родных и близких людей, после конфликтных ситуаций. При этом появляется безразличие, вялость, общая скованность, заторможенность, затруднение переключения внимания, замедление темпа мышления. Снижение настроения сопровождается ухудшением самоконтроля и может быть причиной производственного травматизма.

Под влиянием обиды, оскорбления, производственных неудач могут развиваться аффективные состояния (аффект — взрыв эмоций). В состоянии аффекта у человека развивается психогенное (эмоциональное) сужение объема сознания. При этом наблюдаются резкие движения, агрессивные и разрушительные действия. Лица, склонные к аффективным состояниям, относятся к категории с повышенным риском травматизации и не должны назначаться на должности с высокой ответственностью.

На ситуацию, воспринимаемую в качестве обидной, возможны следующие реакции:

Конфликт — реакция, возникающая, когда человеку приходится выбирать между двумя потребностями, которые действуют одновременно. Такая ситуация часто возникает в области безопасности, когда необходимо считаться либо с потребностями производства, либо со своей безопасностью. Здесь можно привести достаточно примеров: конфликт между безопасностью и удобствами, безопасностью и временем, безопасностью и гордостью и пр. Работника нужно научить выбирать оптимальный вариант, так как он часто ищет наиболее легкий выход, который, к сожалению, в большинстве случаев не обеспечивает безопасности.

Неудовлетворенность — вид реакции, проявляющийся в виде состояния упадка, агрессивности, жестокости, а иногда смирения. Например, человек, болезненно пытающийся привлечь к себе внимание каким-либо способом, сопротивляется любой форме подчинения или совершает умышленные поступки, чтобы бросить вызов своему руководителю или заслужить чье-либо одобрение.

Поведение срыва — при повторяющихся неудачах или при чрезвычайной ситуации человек может в некотором смысле отказаться от своих целей. Он доходит до отрицания некоторых внутренних и внешних потребностей. В этом случае у него также будут проявляться

реакции, похожие на смирение, пассивность, апатию, а в некоторых случаях на срыв.

Тревога (тревожное ожидание). Это эмоциональная реакция на опасность. Человек с трудом способен определить объект или причины своего состояния. Лицо, находящееся в состоянии беспокойства, гораздо больше предрасположено к совершению ошибки или опасного поступка.

Функционально тревога не только предупреждает субъекта о возможной опасности, но и побуждает к поиску и конкретизации этой опасности, к активному исследованию окружающей действительности с установкой определить угрожающий предмет. Она может проявляться как ощущение беспомощности, неуверенности в себе, бессилия перед внешними факторами, преувеличения их угрожающего характера. Поведенческое проявление тревоги заключается в общей дезорганизации деятельности, нарушающей ее направленность.

Страх — эмоция, возникающая в ситуациях угрозы биологическому или социальному существованию индивида и направленная на источник действительной или воображаемой опасности. Функционально страх служит предупреждением о предстоящей опасности, побуждает искать пути ее избежания. Страх варьирует в достаточно широком диапазоне оттенков (опасения, боязнь, испуг, ужас). Страх может быть временным, не свойственным данному человеку, или, наоборот, является чертой его характера. Страх может быть адекватным и неадекватным степени опасности (последнее свойственно трусости и робости).

Испуг — безусловно-рефлекторный «внезапный страх». Боязнь, напротив, всегда связана с осознанием опасности, возникает медленнее и дольше продолжается. Ужас — наиболее сильная степень эффекта страха и подавления страхом рассудка.

Осознание опасности может вызывать различные формы эмоциональных решений. Первая их форма — реакция страха — проявляется в оцепенении, дрожи, нецелесообразных поступках. Эта форма реакции на опасность отрицательно отражается на деятельности.

Не резко выраженный страх может тонизировать кору головного мозга и в сочетании с процессами мышления проявляется как разумный страх и в виде опасения, осторожности, осмотрительности.

Паника — следующая форма страха. Она также отрицательно сказывается на деятельности человека. В этом случае страх достигает силы аффекта и способен навязывать стереотипы поведения (бегство, оцепенение, защитная агрессия).

Рассматривая влияние панического состояния на движения человека, следует выделить следующие наиболее возможные ошибки:

1. Действие не совершается, т.е. паническое состояние приводит к полной закоренелости поступков. В обиходе о подобных случаях говорят: «он оцепенел», «остолбенел» от ужаса (либо от неожиданности).

2. В автоматически выполняемой последовательности поступков возникает пробел, и человек совершает движения, лишние в данной ситуации.

3. Реакция на панику выражается в виде инстинктивных защитных движений, которые, однако, не соответствуют объективным требованиям защиты.

4. Человек продолжает выполнять автоматические действия без каких-либо изменений, вместо того, чтобы прекратить или изменить их.

Состояние паники — это тот самый передаточный механизм, через который субъективные индивидуальные факторы оказывают свое воздействие на создание или развитие опасной ситуации.

Перечисленные выше факторы постоянно или временно повышают возможности появления опасной ситуации или несчастных случаев, но это, однако, не означает, что их воздействие всегда ведет к созданию опасной ситуации или к несчастному случаю. Иначе говоря, их не следует однозначно рассматривать в качестве причин, непосредственно вызывающих опасность.

Производственные психические состояния. Эти психические состояния возникают в процессе трудовой деятельности, классифицируются по следующим группам:

1. Относительно устойчивые и длительные по времени состояния. Они определяют отношение человека к данному конкретному производству и конкретному виду труда. Эти состояния (удовлетворенности или неудовлетворенности работой, заинтересованности трудом или безразличия к нему т. п.) отражают общий психологический настрой коллектива.

2. Временные, ситуативные, быстропроходящие состояния. Возникают под влиянием разного рода неполадок в производственном процессе или во взаимоотношениях работающих.

3. Состояния, возникающие периодически в ходе трудовой деятельности. Таких состояний много. Например, предрасположение к работе, пониженная готовность к ней, врабатывание, повышенная работоспособность, утомление, конечный порыв (см. работоспособность человека); состояния, вызванные содержанием и характером работы (операции): скука, сонливость, апатия, повышенная активность и т.п.

По признаку преобладания одной из сторон психики различают состояния эмоциональные, волевые (например, состояние волевого усилия); состояния, в которых доминируют процессы восприятия и ощущения (состояние живого созерцания); состояния внимания (рассеянность, сосредоточенность); состояния, для которых характерна мыслительная активность и т.д.

Наиболее важным является рассмотрение состояний по уровню напряжения, так как именно этот признак наиболее существен с точки

зрения влияния состояния на эффективность и безопасность деятельности.

Умеренное напряжение — нормальное рабочее состояние, возникающее под мобилизирующим влиянием трудовой деятельности. Это состояние психической активности — необходимое условие успешного выполнения действий. Оно сопровождается умеренным изменением физиологических реакций организма, проявляется в хорошем самочувствии, стабильном и уверенном выполнении действий. Умеренное напряжение соответствует работе в оптимальном режиме. Оптимальный режим работы осуществляется в комфортных условиях, при нормальной работе технических устройств. Обстановка является привычной, рабочие действия осуществляются в строго определенном порядке, мышление носит алгоритмический характер. В оптимальных условиях промежуточные и конечные цели труда достигаются при невысоких нервно-психических затратах. Обычно здесь имеют место длительное сохранение работоспособности, отсутствия грубых нарушений, ошибочных действий, отказов, срывов и других аномалий. Деятельность в оптимальном режиме характеризуется высокой надежностью и оптимальной эффективностью.

Повышенное напряжение сопровождает деятельность, протекающую в экстремальных условиях. Экстремальные условия — условия, требующие от работающего максимального напряжения физиологических и психических функций, резко выходящего за пределы физиологической нормы. Экстремальный режим — это режим работы в условиях, выходящих за пределы оптимума. Отклонения от оптимальных условий деятельности требуют повышенного волевого усилия или, иначе говоря, вызывают напряжение. Неблагоприятные факторы, повышающие напряжение, следующие: 1) физиологический дискомфорт, т.е. несоответствие условий обитания нормативным требованиям; 2) биологический страх; 3) дефицит времени на обслуживание; 4) повышенная трудность задачи; 5) повышенная значимость ошибочных действий; 6) наличие релевантных помех; 7) неуспех вследствие объективных обстоятельств; 8) дефицит информации для принятия решений; 9) недогрузка информацией (сенсорная депривация); 10) перегрузка информацией; 11) конфликтные условия, т.е. условия, при которых выполнение одного из них требует осуществления действий, противоречащих выполнению другого условия.

Напряжения могут быть классифицированы в соответствии с теми психическими функциями, которые преимущественно вовлечены в профессиональную деятельность и изменения которых наиболее выражены в неблагоприятных условиях.

Интеллектуальное напряжение — напряжение, вызванное частым обращением к интеллектуальным процессам при формировании плана обслуживания, обусловленное высокой плотностью потока проблемных ситуаций обслуживания.

Сенсорное напряжение — напряжение, вызванное неоптимальными условиями деятельности сенсорных и перцептивных систем и возникающее в случае больших затруднений в восприятии необходимой информации.

Монотония — напряжение, вызванное однообразием выполняемых действий, невозможностью переключения внимания, повышенными требованиями как к концентрации, так и к устойчивости внимания.

Политония — напряжение, вызванное необходимостью переключений внимания, частых и в неожиданных направлениях.

Физическое напряжение — напряжение организма, вызванное повышенной нагрузкой на двигательный аппарат человека.

Эмоциональное напряжение — напряжение, вызванное конфликтными условиями, повышенной вероятностью возникновения аварийной ситуации, неожиданностью либо длительным напряжением прочих видов.

Напряжение ожидания — напряжение, вызванное необходимостью поддержания готовности рабочих функций в условиях отсутствия деятельности.

Мотивационное напряжение — напряжение, связанное с борьбой мотивов, с выбором критериев для принятия решения.

Утомление — напряжение, связанное с временным снижением работоспособности, вызванным длительной работой.

Характеристики напряжений, наиболее присущие профессиональной деятельности человека-оператора, следующие: *состояние утомления*. Утомление является одним из самых распространенных факторов, оказывающих существенное влияние на эффективность и безопасность деятельности. Утомление представляет собой весьма сложный и разнородный комплекс явлений. Полное содержание его определяется не только физиологическим, но также психологическим, результативно производственным и социальным факторами. Исходя из этого, утомление и должно рассматриваться по меньшей мере с трех сторон: 1) со стороны субъективной — как психическое состояние; 2) со стороны физиологических механизмов; 3) со стороны понижения эффективности труда.

Рассмотрим компоненты утомления (субъективные психические состояния):

1. Чувство слабосилия. Утомление сказывается в том, что человек чувствует снижение своей работоспособности, даже когда производительность труда еще не падает. Это снижение работоспособности выражается в переживании особого, тягостного напряжения и в неуверенности; человек чувствует, что не в силах должным образом продолжать работу.

2. Расстройство внимания. Внимание — одна из наиболее утомляемых психических функций. В случае утомления внимание легко

отвлекается, становится вялым, малоподвижным или, наоборот, хаотически подвижным, неустойчивым;

3. Расстройство в сенсорной области. Таким расстройствам под влиянием утомления подвергаются рецепторы, которые принимали участие в работе. Если человек долго читает без перерывов, то, по его словам, у него начинают «расплываться» в глазах строчки текста. Продолжительная ручная работа может привести к ослаблению тактильной и кинестетической чувствительности.

4. Нарушение в моторной сфере. Утомление сказывается в замедлении или беспорядочной торопливости движений, расстройстве их ритма, в ослаблении точности и координированности движений их деавтоматизации.

5. Дефекты памяти и мышления. Эти дефекты также относятся непосредственно к той сфере, с которой связана работа. В состоянии сильного утомления оператор может забыть инструкцию и одновременно хорошо помнить все, что не имеет отношения к работе. Мыслительные процессы особенно нарушаются при утомлении от умственной работы, но при физической работе человек нередко жалуется на понижение сообразительности и умственной ориентации.

6. Ослабление воли. При утомлении ослабляются решительность, выдержка и самоконтроль. Отсутствует настойчивость.

7. Сонливость. При сильном утомлении возникает сонливость как выражение охранительного торможения. Потребность в сне при изнурительной деятельности такова, что человек засыпает часто в любом положении, например сидя.

Отмеченные психологические показатели утомления проявляются в зависимости от его силы. Бывает слабое утомление, при котором не происходит значительных изменений в психике. Такое утомление только сигнализирует о необходимости принять меры, чтобы не понизилась работоспособность. Вредно переутомление, при котором резко понижается работоспособность и тем самым безопасность деятельности. При переутомлении указанные выше нарушения в психической сфере очень заметны.

В динамике утомления выделяют разные стадии. Первая стадия утомления характеризуется относительно слабым чувством усталости, при этом производительность труда не падает или падает незначительно.

На второй стадии утомления понижение производительности становится заметным и все более и более угрожающим, причем часто это понижение относится только к качеству, а не к количеству выработки.

Третья стадия характеризуется острым переживанием утомления, которая принимает форму переутомления. Кривая работы или резко снижается, или же принимает «лихорадочную» форму, отражающую попытки человека сохранить должный темп работы, который на данной стадии утомления может даже ускоряться, но оказывается неустойчи-

вым. В конце концов рабочие действия могут быть так дезорганизованы, что человек почувствует невозможность продолжения работы, переживая при этом болезненное состояние.

Состояние монотонности. В процессе деятельности помимо состояния утомления возникает состояние монотонности, отрицательно действующее на работоспособность человека. Психическое состояние переживания монотонности вызывается действительным и кажущимся однообразием выполняемых на работе движений и действий. Под влиянием переживания монотонности человек, не умеющий это психическое состояние сдерживать или устранять, становится вялым, безучастным к работе. Состояние монотонности также отрицательно действует на организм работающих, приводя к преждевременному утомлению.

В физиологической основе монотонности лежит тормозящее действие однообразных повторных раздражителей. Понятие монотонности всегда связывается с трудом по выполнению однообразных и кратковременных операций.

Важным вопросом в понимании природы состояния монотонности является разграничение общих и отличительных его черт по сравнению с состоянием утомления. Общее у этих двух состояний то, что оба они отрицательно влияют на работоспособность человека и оба переживаются как неприятное чувство. Существенное различие заключается в том, что утомление вызывается тяжестью умственной или физической работы, а состояние монотонности может переживаться и при легком, совсем неутомительном труде. Утомление является фазовым процессом, а монотонность характеризуется волновой кривой, обладающей подъемами и спадами. Утомление усиливает психическую напряженность; монотонность, наоборот, снижает ее.

Необходимо также отличать состояние монотонности от психической возбудимости. Психическая возбудимость вызывает волнение, нервозность, беспокойство; монотонность, напротив, сопровождается полусонным состоянием, сопровождающимся снижением психической активности и скукой. Психическая насыщенность вызывается, главным образом, повторением деятельности, а для появления монотонности необходимы и другие объективные данные (бедность раздражителей, однообразие их, ограниченность поля наблюдения и т.д.). Следует подчеркнуть, что размежевание психического насыщения и монотонности является относительным, так как: 1) они взаимно влияют друг на друга; 2) их последствия суммированно действуют на состояние человека; 3) в производственной практике ни одно из них не встречается в крайних формах.

Эмоциональное напряжение. Оно может по-разному влиять на поведение человека. В соответствии с преобладанием у человека процесса возбуждения или торможения состояние эмоционального напря-

жения может проявляться в следующих формах поведения в экстремальных условиях.

Напряженный тип поведения проявляется в общей заторможенности, замедленности, скованности, импульсивности и напряженности выполнения рабочих функций. Такие работники судорожно сжимают рукоятки управления, кусают губы, лицо перекошено, внимание их приковано к индикатору, на воздействие эмоциогенных факторов реагируют чрезвычайно импульсивно и сильно.

Эмоциональное напряжение может также проявляться в сознательном уклонении человека от выполнения своих функций. В отдельных случаях наблюдается некоторая пассивность и стремление оградить себя от вмешательства в ход событий. Оператор в аварийных условиях испытывает затруднения в организации умственной деятельности, он долго стоит или сидит в застывшей позе, трет лоб, морщит брови, пытается оттянуть время, старается уйти подальше от пункта управления с тем, чтобы избавить себя от влияния эмоциональных нагрузок. Здесь находит свое проявление эмоция страха, в результате чего доминирует инстинкт самосохранения; этот тип поведения в экстремальных условиях называется *трусливым.* Под влиянием страха «трусливые» операторы начинают действовать по привычному, однако не адекватному сложившейся ситуации шаблону.

Тормозной тип эмоционального поведения человека характеризуется полной заторможенностью его действий, возникающей при воздействии эмоциогенных, необычных и ответственных ситуаций.

Наиболее яркой и опасной формой проявления эмоциональной неустойчивости человека являются аффективные срывы деятельности, в результате чего он начинает действовать агрессивно, бессмысленно и бесконтрольно, что усугубляет состояние управляемой им системы, ускоряя этим наступление катастроф и аварий. Это — *агрессивно-бесконтрольный тип* поведения.

Существует такая категория людей, которые при наличии надлежащей мотивации, находясь в экстремальных условиях, значительно улучшают показатели своей работы. Такой тип поведения называется *прогрессивным.* Он характеризуется боевым задором, повышенной работоспособностью, минимальной затратой сил.

Напряженный тип поддается исправлению в процессе специально организованного обучения, направленного на формирование навыков. При этом трудовая деятельность на уровне навыка приобретает свойство стабильности, надежности и помехоустойчивости. Трусливый тип поведения может быть изменен и улучшен путем определенных воспитательных воздействий, помогающих человеку преодолевать эмоции страха. Так как пока еще не найдены эффективные средства психологического воздействия на представителей тормозного и агрессивно бесконтрольного типов поведения, лучшим путем повышения надежности систем управления является своевременный отсев таких лиц.

Особенности групповой психологии. Поведение больших масс людей, особенно в условиях паники, имеет свои законы и отличается от поведения одного человека.

Известно, что в экстремальной ситуации своевременное и правильно выбранное решение зачастую снижает или предотвращает развитие аварии с катастрофическими последствиями. В условиях производства действует группа людей (цех, управление и т.п.) и принятие решений ложится на эту группу. В психологии оно носит название как *групповое принятие решений* (ГПР), т.е. осуществляемый групповой выбор из ряда альтернатив в условиях взаимного обмена информацией при решении общей для всех членов группы задачи.

Процедура ГПР предполагает обязательное согласование мнений членов группы в отличие от групповой дискуссии, которая является лишь фазой, предшествующей ГПР. В процессе дискуссии могут возникать некоторые деформации, снижающие качество принимаемых решений, могут наблюдаться и феномены сдвига к риску и групповой поляризации.

Сдвиг к риску — возрастание рискованности групповых или индивидуальных решений после проведения групповых дискуссий по сравнению с первоначальными решениями членов группы — происходит из-за того, что каждый член группы в процессе дискуссии пересматривает свое решение, чтобы приблизить его к ценностному стандарту группы. Суть таких изменений состоит в так называемом «заражении» — процессе передачи эмоционального состояния от одного индивида к другому на психофизическом уровне контакта помимо собственно-смыслового воздействия или дополнительно к нему. Этот процесс может иметь хаотический характер. При наличии обратной связи заражение способно нарастать в силу взаимной индукции, приобретая вид циркулярной реакции. В ряде случаев такая реакция способствует эффективным массовым акциям (принятие решения, ликвидации чрезвычайной ситуации и т.п.), восприятие верного мнения одного авторитетного лидера и служит дополнительным сплачивающим фактором, пока не превысит некоторой оптимальной по эмоциональным параметрам интенсивности. Основными механизмами формирования толпы и развития ее специфических качеств является циркуляционная реакция — нарастающее обоюдонаправленное эмоциональное заражение, а также слухи.

Отсутствие ясных целей порождает практически наиболее важное свойство толпы — ее легкую превращаемость из одного вида поведения в другой (любопытство, экспрессия, агрессивные действия и др.). Такие превращения происходят спонтанно, и в условиях чрезвычайных ситуаций (пожар, авария и пр.) весьма опасна толпа, зараженная массовой паникой и трудно поддающаяся управлению.

Массовая паника — один из видов поведения толпы. Психологически характеризуется состоянием массового страха перед реальной или

воображаемой опасностью, нарастающего в процессе взаимного «заражения» и блокирующего способность рациональной оценки обстановки, мобилизацию волевых ресурсов и организацию совместного противодействия. Взаимодействующая группа людей тем легче вырождается в паническую толпу, чем менее ясны или субъективно значимы общие цели, чем ниже сплоченность группы и авторитет ее лидеров.

Выделяются социально-ситуативные условия возникновения массовой паники, связанные с общей обстановкой психической напряженности, вызывающей состояние тревоги, ожидание тяжелых событий (наводнение, землетрясение, засуха и пр.); общепсихологические условия (неожиданность, испуг, связанный с недостатком сведений о конкретном источнике опасности, времени ее возникновения и способах противодействия); физиологические условия (усталость, голод, опьянение).

Употребление неумеренного количества алкоголя снижает работоспособность человека, даже может сделать его временно нетрудоспособным (частично из-за воздействия алкоголя на физиологические, а частично на психологические функции); при употреблении алкоголя в небольших количествах подобного воздействия не наблюдается, однако и в этих случаях возрастает подверженность опасности несчастного случая.

Установлено также, что подавленность и разбитость, сменяющие состояние опьянения, значительно повышают подверженность работника опасности несчастных случаев.

Психологические причины создания опасных ситуаций и производственных травм. 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, либо он не хочет их выполнять, либо он не знает, как это сделать, либо он не в состоянии это сделать.

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

Нарушение мотивационной части действий. Проявляется в нежелании выполнять определенные действия (операции). 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).

Нарушение ориентировочной части действий. Проявляется в незнании правил эксплуатации технических систем и норм по безопасности труда и способов их выполнения.

Нарушение исполнительной части. Проявляется в невыполнении правил (инструкций, предписаний, норм и т.д.) вследствие несоответ-

ствия психических и физических возможностей человека требованиям работы. Такое несоответствие, как и в случае с нарушением мотивационной части действий, может быть постоянным (недостаточная координация, плохая концентрация внимания, несоответствие роста габаритам обслуживаемого оборудования и т. д.) и временным (переутомление, понижение трудоспособности, ухудшение состояния здоровья, стресс, алкогольное опьянение).

Эта классификация представляет 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 — обучение, отработка навыков; исполнительная — профотбор, медицинское обследование.

Причины возникновения опасных ситуаций и производственных травм, связанных с человеческим фактором, можно расположить по следующим уровням:

— уровень индивидуума (врожденные или приобретенные временно или постоянно психические и физиологические характеристики организма);

— уровень ближней среды (условия труда, нарушение коллегиальных отношений, неудовлетворительный инструктаж по безопасности труда, жилищные и материальные заботы и т. д.);

— уровень общества (недостаточная информированность о профессиональных рисках и последствиях от них, изъяны в стратегии организации безопасного труда в отрасли или регионе и т. д.).

Производственная деятельность — процесс, в котором тесно переплелись факторы внешней среды и особенности человеческого организма. Поэтому при анализе опасных ситуаций необходимо рассматривать систему «человек — среда обитания» в целом.

Например, неоднократно отмечались факторы, обусловившие временную склонность к несчастному случаю, возраст и стаж пострадавшего от травмы.

Замечено, что травматизм имеет два пика: у молодых работников и у лиц, имеющих стаж более 10—15 лет.

Факторы молодости и недостатка профессионального опыта в начале освоения профессии обусловливают наивысший уровень травматизма в первый год работы. Это связано с неопытностью работающего: недостатком знаний, неумением диагностировать опасную ситуацию, а также определить возможные последствия допущенной ошибки, быстро реагировать и находить правильные решения в сложных ситуациях. С ростом стажа число несчастных случаев, как правило, снижается.

Второй пик травматизма намечается у лиц, имеющих трудовой стаж более 10—15 лет. Это объясняется следующими обстоятельствами. Во-первых, снижением психических и физиологических функций,

связанных с процессом старения, влияющим на четкость и точность выполнения работ (осложнение в приеме информации, уменьшение сопротивляемости действию побочных факторов, нарушающих выполнение работ, ухудшение памяти, закрепление старых привычек, понижение точности движений и т.д.). Во-вторых, пренебрежительным отношением к правилам безопасности в результате адаптации к опасности: «вторичная беспечность» — так называют это состояние, формирующееся под влиянием опыта, которое приводит к нарушению правил безопасности. Возраст и стаж однозначно не могут быть причиной несчастного случая, но могут быть дополнительными условиями возникновения опасной ситуации, т.е. быть предпосылками производственной травмы.

Временная склонность к несчастному случаю может быть связана с каким-то «отрицательным» опытом, с памятью о прошлом. Однажды пережитый несчастный случай может вызывать остаточное психическое воздействие, которое увеличивает подверженность опасности. Человек, пострадавший на какой-то фазе рабочего процесса, может постоянно испытывать при приближении этой фазы непреодолимое чувство страха, а вместе с тем неуверенность, приводящую к ошибкам и повторению несчастного случая. Эти предпосылки, или косвенные причины, начинают относительно стабильно действовать уже до начала несчастного случая. Ведь они становятся фоном опасного поведения.

Если в природе происходит само по себе какое-либо изменение, то необходимое для этого количество действия есть «наименьшее возможное». По этому же принципу строится человеческое поведение. Если цели можно достичь разными путями, то человек выбирает тот путь, который, по его представлению и опыту, требует наименьшей затраты сил, и на избранном пути он расходует не больше усилий, чем необходимо. Это стремление есть частный случай общего принципа наименьшего действия. Именно по этой причине часто рабочие не используют индивидуальные и коллективные средства защиты, пропускают операции, необходимые для обеспечения безопасности, но не влияющие на получение конечного продукта, выбирают более легкие, но и более опасные рабочие пазы и движения. Появлению стремления экономить силы за счет выбора опасного способа действия способствуют недостатки в организации труда, техники и технологии.

Важное значение в формировании модели поведения имеет социальная и физическая безнаказанность работника, совершающего опасные действия. Физическая безнаказанность обусловливается тем, что неправильное действие в определенных случаях не сопровождается травмой. Рабочий считает, что вероятность получения травмы настолько мала, что ею можно пренебречь. Социальная безнаказанность обусловливается тем, что зачастую коллеги и начальство снисходительно относятся к нарушению, считая, что полученная продукция компенсирует такие мелочи, как нарушение инструкции по технике

безопасности труда. Такая безнаказанность формирует адаптацию к опасности и ложное представление работающих о личной неуязвимости.

При обстоятельствах, одинаковых для всех работающих, определяющее значение в формировании линии поведения каждого человека в отдельности имеют его индивидуальные качества, отражающие совокупность социально-психологических и физиологических свойств. Они включают: тип нервной системы, темперамент, характер, особенности мышления, образование, опыт, воспитание, здоровье и т.п. Тем не менее широкий спектр формируют 12 психологических причин сознательного нарушения правил безопасной работы.

Экономия сил — потребность, которая побуждает к действиям, направленным на сохранение энергетических ресурсов. Поведение человека строится по принципу «наименьшего действия».

Экономия времени — стремление увеличить производительность труда для выполнения плана или личной выгоды за счет увеличения темпа работы, пропуска отдельных операций, не влияющих на конечный результат труда, но необходимых для обеспечения его безопасности.

Адаптация к опасности 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.

Самоутверждение в глазах коллег, желание нравиться окружающим. Проявляются эти моменты рискованными действиями. Риск для таких людей дело не просто привычное — благородное.

Стремление следовать групповым нормам трудового коллектива. Это происходит там, где нарушение правил безопасности или технологического процесса поощряется молчаливо или громогласно. Девиз производственной деятельности — «план любой ценой». Выполнение правил безопасности в таких случаях может поставить человека в положение «белой вороны».

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

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 могут или даже гарантируют возможность быстро принять меря для предотвращения аварии или несчастного случая. выскочить из опасной зоны и т.п.

Привычка работать с нарушениями, перенесение привычек. Эти «качества» могут быть приобретены на другой работе или вне работы.

Стрессовые состояния, побуждающие человека к действиям, которые, по его убеждению, способны снять это состояние или ослабить. Более сильная форма этого — эмоциональный шок. Человеком движут чувства, а не разум.

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

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

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

Рассматривая поведение работающего, можно выделить объективные факторы производственной обстановки, создающие опасные действия и предопределяющие возникновение опасных ситуаций:

— отсутствие со стороны администрации надлежащего контроля за соблюдением правил безопасности;

— конструктивные недостатки средств защиты работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов, которые дают возможность проникновения в опасную зону;

— конструктивные недостатки блокировочных устройств, позволяющие нейтрализовать их действия и возможность ведения работы опасными методами;

— несовершенная технология производственных процессов, допускающая ведение операции с нарушениями правил безопасности;

— текучесть кадров, которая приводит к привлечению к работам в выходные дни, к сверхурочным работам и т.д.; плохо поставленная пропагандистская и воспитательная работа;

— нарушение правил выполнения операций в результате отсутствия инструмента, механизма, материала, установки, на наличие которых исполнитель имел право рассчитывать при выполнении задания;

— недостаточная надежность. Инструмент, материал, станок или установка внезапно становятся непригодными к дальнейшему использованию, в то время как ранее они находились в рабочем состоянии;

— недостатки в проектировании оборудования. Ошибки в проектировании приводят к тому, что инструменты, станки или установки становится трудно использовать при выполнении производственных заданий;

— личностные факторы. Недостаточные знания методов выпол-

нения задачи, ошибки инструктажа, плохое обучение способам использования инструмента, неправильное или опасное поведение во время работы и т.д.;

— неполное выполнение элементов задачи. Элемент запланированной задачи не был выполнен вовремя или выполнялся с ошибками;

— опасные ситуации, не зависящие от задачи, представляют собой потенциальную опасность (плохие условия труда, отсутствие или неисправность средств индивидуальной защиты и т.д.). Риск, связанный с такими ситуациями, может быть, как правило, исключен с помощью предупредительных мер технического или организационного характера.

Следовательно, в целях предупреждения нарушения правил безопасности необходимо применять меры организационного и технического характера, исключающие возможность появления или создания условий для выполнения опасных действий, лишить работающего возможности делать выбор между опасным и безопасным способом деятельности; усиление воспитательной, пропагандистской и учебной деятельности, направленной на формирование необходимого поведения.

Психологическая модель руководителя коллективом. Коллектив нельзя рассматривать как простую сумму образующих его личностей. Поведение личности изменяется в коллективе. И если метод убеждения оказал положительное влияние на индивидуума, то это вовсе не значит, что он обязательно окажется эффективен для всего коллектива. В то же время нельзя отрицать и роли каждого отдельного члена коллектива в формировании общего мнения, его определенного влияния на эту точку зрения.

Отсюда вытекает важное требование: при формировании коллективной точки зрения необходимо постоянно сочетать воздействие на отдельных членов с воздействием на коллектив в целом.

Исходя из этого главного требования подхода к коллективу, должны быть выработаны и основные принципы правильного поведения руководителей.

Основным признаком эффективного поведения руководителя в коллективе является его умение создать себе прочный авторитет и тем самым добиться, чтобы его указания выполнялись работниками не в силу административного подчинения, а вследствие осознания их правильности. Эта задача отнюдь не из простых. Решающая предпосылка успешного руководства — умение руководителя найти индивидуальный подход к каждому из подчиненных. Особое значение приобретают личные качества руководителя, его способность влиять на работников, его психология. Реакция руководителя может проявляться следующим образом.

Снисходительный человек замечает нарушения, но игнорирует это нарушение, считая, что выпуск продукции в данный момент важнее.

По наблюдениям французских психологов у рабочих 40 % действий сопровождаются прямым нарушением требований техники безопасности. При этом 90 % халатных действий остаются «незамеченными» мастерами и инженерами по охране труда.

Принципиальный человек, заметив нарушение, в спокойной форме сделает замечание, при этом не подавляя и не унижая работника. «Тренировка принципиальности» — практикуется при обучении психологическим методам управления коллективом.

Агрессивный человек, заметив нарушение, сразу пытается его исправить. Он не выбирает ни слов, ни тона и зачастую обижает работника, ущемляет его достоинство, что вызывает ответную грубость, сохраняет линию прежнего поведения. Порой действия его становятся даже более опасными.

Выявлено 10 наиболее важных деловых черт характера, своего рода эталон, к которому нужно стремиться. Они разделены на две группы:

Группа коммуникативных особенностей: вера в себя, вежливость, жизнерадостность, позитивное отношение к критике в свой адрес, тактичность.

Группа рабочих особенностей: старательность, инициативность, способность запоминать необходимое, умение учитывать обстановку, правдивость.

Стимулирование безопасности деятельности. Стимулирование безопасности деятельности строится по принципу поощрения и наказания. Поведение зависит от его последствий. В случае когда за поведение поощряют (положительное усилие), человек стремится осуществлять такое поведение более часто; если наказывают, то наказание, наряду с желательным положительным эффектом, почти всегда дает и не мало непредусмотренных отрицательных последствий: сокрытие недостатков в работе и технологии; нежелание усовершенствовать процесс; чувство наказания у всех коллег. Главное — люди не учатся правильному поведению, они учатся различать ситуации потенциального наказания и временно изменяют свое поведение.

Психологические причины совершения ошибок. Деятельность человека-оператора, например, при решении определенной технологической задачи состоит из следующих этапов: восприятия информации, ее оценки, анализа и обобщения на основе заранее заданных и сформулированных критериев оценки, принятия решения о действиях, приведения в исполнение принятого решения. На всех этих этапах деятельности человека возможны ошибочные действия.

Под ошибочным следует понимать действие, отклоняющееся от нормального, т.е. предусматриваемого, ожидаемого, и, таким образом, приводящее к тяжелым последствиям: травмам, гибели людей, материальному ущербу. Собственно говоря, неосознанные опасные действия есть не что иное, как ошибки. Травмоопасная деятельность характеризуется достижением цели неправильным, опасным способом.

В одних случаях подобные опасные или неадекватные действия совершаются осознанно, умышленно и классифицируются как нарушения, в других, когда человек не осознает, что выполняет опасное действие, — как ошибка.

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

Причины ошибок разделяют на непосредственные, главные и способствующие. Непосредственные причины зависят от места в психологической структуре действия оператора (восприятие; принятие решения, ответная реакция и т.д.) и вида этого действия, т.е от психологических закономерностей, определяющих оптимальную деятельность: несоответствия психическим возможностям переработки информации (объем или скорость поступления информации, отношение к порогу различения, малая длительность сигнала и т.д.); недостатка навыка (стандартные действия при нестандартной ситуации) и структуры внимания. Главные причины связаны с рабочим местом, организацией труда, подготовкой оператора, состоянием организма, психологической установкой, психическим состоянием оператора. Способствующие причины зависят от особенностей личности, состояния здоровья, внешних условий, заменяющих функциональное состояние организма, отбора, обучения и тренировки.

В системе «человек-машина» человек становится наиболее переменчивым компонентом. В любой предложенной задаче на его поведение действует около миллиона индивидуальных факторов. Это выражается в том, что никто из операторов не повторяет аналогичного задания точно такими же действиями.

Используя кибернетическую схему, классифицировать причины ошибок можно следующим образом:

— ошибки в ориентации (неполучение информации);

— ошибки принятия решения, т.е. принятие неправильного решения;

— ошибки выполнения действий, т.е. неправильные действия.

Неполучение нужной информации может происходить из-за отсутствия сигнала, из-за слабого сигнала, из-за множества одновременных сигналов. Ошибки в ориентации — самые распространенные.

В другом случае налицо вся необходимая информация, достоверная и в достаточном объеме, но процесс осмысления ее был неправильным, и в результате принято неправильное решение. Это может произойти по двум причинам: во-первых, из-за неспособности принять решение ввиду неправильной оценки ситуации, неприспособленности к работе из-за недостатка знаний, опыта; во-вторых, неправильный выбор действия по причинам, указанным выше. Последствием будет принятие неверного решения, которое при определенных обстоятельствах может

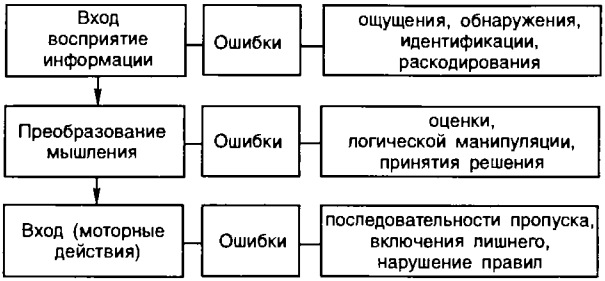

Рис. 2.16. Классификация ошибок приема и переработки информации

привести к несчастному случаю. И наоборот, информация и принятое решение могут быть правильными, но ответное действие ошибочным. Неправильное действие может быть выражено в бездействии (неспособность к действию, не усвоенная последовательность действий) или в неправильном выборе действия (неадекватное расположение приборов, недостаточность внимания, усталость и т.д.).

Если распределить ошибки по приведенной выше схеме поступления и переработки информации, то выяснится, 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 (например, приобретение соответствующих навыков), как для принятия оптимального решения, так и для безошибочного действия (соответствующее устройство и размещение органов управления, необходимая форма педалей, определение оптимального угла наклона пульта управления и т.д.).

Используя схему, приведенную на рис. 2.16, можно представить классификацию ошибок с точки зрения входа, преобразования и выхода прохождения информации через оператора.

По другому принципу ошибки делятся на обратимые и необратимые. Обратимые ошибки могут и не привести к несчастному случаю.

Можно делить ошибки на систематические и случайные. Случайные ошибки непредсказуемы, а систематические предсказуемы и, следовательно, легко исправимы. Подобное различение ошибок вполне оправдано. Но применение этого метода на практике часто составляет существенные трудности, поскольку систематически действующий побудитель ошибки не всегда очевиден и, пока он не выявлен, ошибку вполне можно отнести к ошибкам случайного происхождения.

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

Основные причины ошибок, приводящих к травмам, следующие:

— усталость (утомление);
— употребление алкоголя, наркотиков и некоторых лекарств;
— изменение погоды;
— болезнь;
— недостатки образования и профессиональных навыков;
— недостаточная четкость и полнота инструкций по безопасности труда;
— отсутствие «климата» безопасности в коллективе, плохие производственные отношения;
— стресс;
— материальные и другие личные заботы;
— плохие условия труда;
— 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 представлять основные особенности личности и состояния человека. Их можно разделить на врожденные особенности и временные состояния.

К врожденным особенностям относятся биологические характеристики человека и его наследственный «багаж», в том числе анализаторы (слух, зрение, обоняние, вкус, осязание), двигательная система (мышечная сила, скорость движения, координация и т.д.), психомоторная система (рефлексы и т.д.), интеллект (уровень знаний, способность ориентироваться и т.д.).

Говоря о временных состояниях, т.е. о переменных условиях, способствующих возникновению ошибок, следует отметить усталость как физическую, так и психологическую, которая выражается в снижении внимания и мышечной силы, ухудшении состояния здоровья и работоспособности.

В качестве факторов, отвлекающих внимание, могут быть резкое временное нарушение каких-либо функций организма, (например, неожиданно возникшая острая головная боль, головокружение, судорога мышцы и т.д.); временное переключение психической деятельности на какой-то предмет или событие, не связанное с работой; утомление; неожиданное внешнее воздействие (например, шум или вспышка света).

В силу своих биологических и унаследованных возможностей, а также временных состояний человек может представлять собой до известной степени ненадежный элемент в производственной системе. Однако такое признание возможности совершения человеком ошибки и его ненадежности является весьма позитивным. Оно ничего не вменяет в вину человека, а ненадежность человека в производственной

системе является весьма относительной, как относительна сама ненадежность системы. Более того, человек обладает, в силу своих собственных биологических особенностей, качествами, благодаря которым он часто исправляет ошибки системы. Многих несчастных случаев на производстве, возникших вследствие механических дефектов, удалось избежать именно благодаря бдительности человека.

Тем не менее широкие исследования показали, что большинство ошибок человека вызывается неудовлетворительной конструкцией системы, с которой работает человек. Все промышленные предприятия фактически являются системами «человек-машина» и поэтому во время разработки таких систем необходимо рассматривать особенности как человека, так и машины, и не объяснять конкретные случаи человеческих ошибок при эксплуатации этих машин «халатностью» работающего, что часто является заменой действительного анализа причинных факторов. Это приводит в дальнейшем, как показывает практика, лишь к усугублению ошибок.

Поведение человека в аварийных ситуациях. В аварийных ситуациях эмоциональное состояние человека характеризуется повышенной напряженностью (стрессом), сопровождающейся понижением работоспособности, координации движений и устойчивости психологических функций. Поведение человека в аварийных ситуациях подчиняется определенным фазовым закономерностям, наступающим в следующем порядке.

Гипермобилизация. При встрече с определенной опасностью у человека наступает мобилизация сил, когда все органы чувств находятся в напряженном состоянии. При этом снижается точность движений, что может вызвать ошибки или неверные реакции.

Потеря ориентации — неверная оценка информации, искажение процесса контроля и оценки действительных причин ошибок.

Нарушение соотношения между основными и второстепенными действиями. Для выхода из аварийной ситуации необходимы четкие действия, направленные на уменьшение или ликвидацию основной опасности, но при столкновении с трудностями у человека снижается внимание к главным в данной ситуации задачам, и он начинает заниматься мелочами.

Распад структуры операций — усиление ошибок предыдущей фазы, так как практически все технологические процессы или операции имеют определенный алгоритм. При этом нарушение последовательности операций, сосредоточение внимания человека-оператора на выполнение отдельной операции не способствуют поиску выхода из аварийной ситуации.

Обострение оборонительных реакций и отказ. При наслоении трудностей и неудач человек начинает больше внимания уделять поискам искусственных оправданий, обвинению других участников в невыполнении своих обязанностей. При длительном или интенсивном процессе

преодоления трудностей и выполнении тяжелой работы возможен отказ, когда мобилизация сил сменяется апатией.

В реальных условиях из-за дефицита времени четкое прослеживание названных закономерностей может быть затруднено.

Предупреждение аварийной ситуации и правильные в смысле снижения опасности действия человека-оператора достигаются прогнозированием возможных аварийных ситуаций, их возможных последствий и необходимых действий человека. Другим важным условием является соответствующая тренировка умения работать в режиме, близком к аварийному, однако следует знать, что данное условие трудновыполнимо в длительном промежутке времени, так как человек не может долго работать на пределе своих психофизиологических возможностей.

Поведение человека в экстремальных условиях деятельности является проявлением и результатом психологической готовности к деятельности.

В психологической готовности выделяют: заблаговременную, общую (или длительную) готовность и временную, ситуативную (состояние готовности). Первое представляет собой ранее приобретенные установки, задания, навыки, умения, мотивы деятельности. На основе их возникает состояние готовности к выполнению тех или иных текущих задач деятельности. Временное состояние готовности — это актуализация, приспособление всех сил, создание психологических возможностей для успешных действий в данный момент. Ситуативная готовность — это динамичное целостное состояние личности, внутренняя настроенность на определенное поведение, мобилизованность всех сил на активные и целесообразные действия.

Готовность человека к успешным действиям в аварийной ситуации складывается из его личностных особенностей, уровня подготовленности, полноты информации о случившемся, наличии времени и средств для ликвидации аварийной ситуации, наличия информации об эффективности предпринимаемых мер. Анализ поведения человека в аварийной ситуации показывает, что наиболее сильным раздражителем, приводящим к ошибочным действиям, является именно неполнота информации. Нужна предварительная и достаточно высокая психологическая готовность, которая позволила бы компенсировать недостаток информации. Для этого необходимы тренировки, развивающие быстроту мышления, подсказывающие, как использовать прежний опыт для успешных действий в условиях неполной информации, формирующие способность переключения с одной установки на другую и способность к прогнозированию и предвосхищению. В ходе таких тренировок необходимо увеличить объем и распределяемость внимания и подготовить человека к тому, чтобы в аварийной ситуации он воспринимал не все элементы производственной ситуации, а только необходимые.

Предупредить скованность, связанную с переоценкой возникающего усложнения решаемой задачи, помогает планирование своих действий: воображаемое их «проигрывание», предварительная обработка возможных вариантов действий при возникновении тех или иных положений в работе вплоть до аварийных.

У каждого человека есть свой «набор» приемов выхода из трудной ситуации. Но самоуправление всегда предполагает умение вводить в поле сознания нужные в данный момент мысли, представления, впечатления и блокировать или ограничивать с их помощью отрицательные воздействия и переживания. Возможности самоуправления увеличиваются, если специалист внутренне и внешне активен в критической ситуации. В этом случае у него повышается способность владеть собой, преодолевать напряженность, более правильно использовать свои знания, умения и навыки.

Способами самомобилизации и регуляции своего управления являются: самоубеждение, самоприказ, самоободрение (например, сохранить стойкость и готовность к действию некоторым специалистам помогало чувство личной удачливости, основанное на предшествующем опыте успешного преодоления сложных препятствий), самоанализ (снять эмоциональную напряженность помогает анализ вызвавших ее причин), отвлечение сознания с помощью «умственного действия» (концентрация внимания не на исходе дела, а на технике решения задачи, технических приемах); наконец, устранение признаков эмоциональной напряженности.

Профотбор. Задача профотбора — определение пригодности человека к данной работе. При этом следует различать готовность и пригодность к работе по той или иной профессии. Профессиональная готовность определяется исходя из уровня образования, опыта и подготовки исполнителя. Профессиональная пригодность устанавливается с учетом степени соответствия индивидуальных психофизиологических качеств данного человека конкретному виду деятельности.

Профотбор представляет собой специально организуемое исследование, основанное на четких качественных и количественных оценках с помощью ранжированных шкал, позволяющих не только выявить, но и измерить присущие человеку свойства с тем, чтобы сопоставить их с нормативами, определяющими пригодность к данной профессии. Для изучения профессионально важных качеств человека используют анкетный, аппаратурный и тестовый методы.

Анкетный метод заключается в том, что с помощью определенным образом сформулированных и сгруппированных вопросов получают информацию о профессиональных интересах и некоторых свойствах человека. Анкеты могут быть самооценочными, когда испытуемый сам дает оценку своих качеств, и внешнеоценочными, когда оценку дает

эксперт на основе обобщения данных, получаемых от лиц, длительное время наблюдавших за испытуемым.

Аппаратурный метод состоит в том, что отдельные психофизиологические факторы выявляют и оценивают с помощью специально сконструированных приборов и аппаратуры. Наряду с приборами, обеспечивающими общее исследование психофизиологических свойств, на предприятиях конструируются установки, имитирующие тот или иной трудовой процесс. Они служат для определения наличия у испытуемого качеств, важных для данной работы, а также как тренажеры при обучении соответствующей профессии.

Тестовый метод располагает наборами тестов, предлагаемых испытуемому, в процессе решения которых выявляются те или иные психофизиологические свойства. Этот метод в настоящее время активно используется за рубежом.

Тесты делятся на следующие группы:

— тесты определения способностей, которые служат для установления общего уровня интеллекта, пространственного воображения, точности восприятия, психомоторных способностей;

— тесты проверки зрения и слуха, назначение которых вытекает из самого названия;

— личностные тесты, ставящие цель оценить такие качества, как импульсивность, активность, чувство ответственности, уравновешенность, общительность, осторожность, уверенность в себе, оригинальность мышления;

— тесты определения уровня квалификации, применяемые для проверки профессиональных навыков.

Исходным материалом для проведения работы по профессиональному подбору (отбору) являются профессиограммы, которые составляются на соответствующие профессии на основе всестороннего изучения трудового процесса, проведения необходимых исследований, опроса самих работников, использования литературных источников.

Профессиограммы представляют собой описание профессионально важных свойств и качеств. В них объективные особенности трудового процесса — технические, технологические, организационные — находят выражение в физиологических, психических и социально-психологических показателях. Перечень этих показателей приведен в табл. 2.6.

По своим психофизиологическим свойствам люди различаются и эти различия необходимо учитывать. Причем большинство свойств в силу масштабности человеческого организма развивается и изменяется в процессе индивидуальной жизни. Направление воспитания и обучения дает положительный эффект, однако степень его может быть неодинакова, так как имеются относительные ограничения изменчивости и психофизиологических свойств человека, таких, как пороги ощущения, объем оперативной памяти. Поэтому профессиональный

психологический отбор операторов ставит задачу выявить людей, у которых процесс обучения дает максимальный эффект при минимальном времени обучения. Ниже приведены психофизиологические признаки, которые учитываются при отборе операторов.

Таблица 26. **Профессиональные показатели важных свойств и качеств личности**

Группы показателей	Виды показателей	
I	Физические	Затраты мышечной энергии.
		Выносливость к физическим усилиям. Динамическая и статическая нагрузки.
		Выносливость к климатическим изменениям.
		Сила рук.
II	Психосенсорные	Острота и точность зрения, слуха, тактильных и кинестетических ощущений.
		Чувствительность к различию ощущений.
		Восприятие предметов в статическом положении и движении.
		Восприятие пространства и времени.
III	Психомоторные	Темп движения.
		Скорость двигательной реакции.
		Ритм.
		Координация движений.
		Устойчивость движений.
		Точность движений.
IV	Интеллектуальная сфера	Особенность внимания.
		Наблюдательность.
		Зрительная, слуховая и двигательная память.
		Воображение.
		Особенности мышления.
		Понимание технических устройств и существа техпроцессов.
V	Темперамент и характер	Тип наивысшей нервной деятельности
		Эмоционально-волевые качества.
		Целеустремленность.
		Настойчивость.
		Старательность.
		Инициативность.
		Активность.
		Организованность.
VI	Социально-психологические	Способность к сотрудничеству.
		Чувство товарищества и коллективизма.
		Отношение к труду.

Профессиональная пригодность: положительная мотивация к данной специальности; порог ощущения опасности; хороший глазомер; устойчивость, концентрация, распределение внимания; нормальное состояние двигательного аппарата; высокая пропускная способность анализаторов и т.д.

Профессиональная непригодность: наличие хронического заболевания и травм; низкий порог ощущения опасности; плохое зрение; невнимательность, рассеянность; отсутствие положительной мотивации к данной работе и т.д.

2.7. НАДЕЖНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА КАК ЗВЕНА СЛОЖНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Понятия о системах. Под системой понимается целостное множество (совокупность) объектов (элементов), связанных между собой определенными отношениями и взаимодействующих таким образом, чтобы обеспечить выполнение системой некоторой достаточно сложной функции (достижение цели).

Целостность означает, что относительно окружающей среды система выступает и соответственно воспринимается как нечто единое.

Признаком системности является структурированность системы, взаимосвязанность составляющих ее частей, подчиненность организации всей системы определенной цели.

Обязательными компонентами любой системы являются составляющие ее элементы (подсистемы). Само понятие элемента условно и относительно, так как любой элемент, в свою очередь, всегда можно рассматривать как совокупность других элементов.

Поскольку все подсистемы и элементы, из которых состоит система, определенным образом взаиморасположены и взаимосвязаны, образуя данную систему, можно говорить о структуре системы. Структура системы — это то, что остается неизменным в системе при сохранении ее состояния, при реализации различных форм поведения, при совершении системой операций и т.п.

Любая система имеет, как правило, иерархическую структуру, т.е. может быть представлена в виде совокупности подсистем разного уровня, расположенных в порядке постепенности. При анализе тех или иных конкретных систем достаточно оказывается выделение некоторого определенного числа ступеней иерархии.

Системы функционируют в пространстве и времени. Процесс функционирования систем представляет собой измерение состояния систем, переход ее из одного состояния в другое. В соответствии с этим системы подразделяются на статические и динамические.

Статическая система — это система с одним возможным состоянием.

Динамическая система — система с множеством состояний, в ко-

торой с течением времени происходит переход от состояния в состояние.

Основой системного подхода является анализ, т.е. разделение целого на составляющие элементы в противоположность синтезу, который объединяет части в сложное целое.

С позиций безопасности производственных процессов одна из задач системного метода состоит в том, чтобы увидеть, как части системы функционируют в системе во взаимодействии с другими ее частями.

Понятие о надежности работы человека при взаимодействии с техническими системами. Технические системы становятся взаимосвязанными только благодаря наличию такого основного звена, как человек. Согласно данным, примерно 20—30 % отказов прямо или косвенно связаны с ошибками человека; 10—15 % всех отказов непосредственно связаны с ошибками человека.

Ввиду этого, анализ надежности реальных систем должен обязательно включать и человеческий фактор.

Надежность работы человека определяется как потребность успешного выполнения им работы или поставленной задачи на заданном этапе функционирования системы в течение заданного интервала времени при определенных требованиях к продолжительности выполнения работы.

Ошибка человека определяется как невыполнение поставленной задачи (или выполнение запрещенного действия), которое может явиться причиной повреждения оборудования или имущества либо нарушения нормального хода запланированных операций.

В реальных условиях в большинстве систем независимо от степени их автоматизации требуется в той или иной мере участие человека.

Можно утверждать, что там, где работает человек, появляются ошибки. Они возникают независимо от уровня подготовки, квалификации или опыта. Поэтому прогнозирование надежности оборудования без учета надежности работы человека не может дать истинной картины.

Ошибки по вине человека могут возникнуть в тех случаях, когда оператор или какое-либо лицо стремится к достижению ошибочной цели; поставленная цель не может быть достигнута из-за неправильных действий оператора; оператор бездействует в тот момент, когда его участие необходимо.

Виды ошибок, допускаемых человеком на различных стадиях взаимодействия в системе «человек — машина» можно классифицировать следующим образом:

1. Ошибки проектирования: обусловлены неудовлетворительным качеством проектирования. Например, управляющие устройства и индикаторы могут быть расположены настолько далеко друг от друга,

что оператор будет испытывать затруднения при одновременном пользовании ими.

2. Операторские ошибки: возникают при неправильном выполнении обслуживающим персоналом установленных процедур или в тех случаях, когда правильные процедуры вообще не предусмотрены.

3. Ошибки изготовления: имеют место на этапе производства вследствие (а) неудовлетворительного качества работы, например неправильной сварки, (б) неправильного выбора материала, (в) изготовления изделия с отклонениями от конструкторской документации.

4. Ошибки технического обслуживания: возникают в процессе эксплуатации и обычно вызваны некачественным ремонтом оборудования или неправильным монтажом вследствие недостаточной подготовленности обслуживающего персонала, неудовлетворительного оснащения необходимой аппаратурой и инструментами.

5. Внесение ошибок: как правило, это ошибки, для которых трудно установить причину их возникновения, т.е. определить, возникли они по вине человека или же связаны с оборудованием.

6. Ошибки контроля: связаны с ошибочной приемкой как годного элемента или устройства, характеристики которого выходят за пределы 160 допусков, либо с ошибочной отбраковкой годного устройства или элемента с характеристиками в пределах допусков.

7. Ошибки обращения: возникают вследствие неудовлетворительного хранения изделий или их транспортировки с отклонением от рекомендаций изготовителя.

8. Ошибки организации рабочего места: теснота рабочего помещения, повышенная температура, шум, недостаточная освещенность и т.п.

9. Ошибки управления коллективом: недостаточное стимулирование специалистов, их психологическая несовместимость, не позволяющие достигнуть оптимального качества работы.

Свойства человека ошибаться является функцией его психологического состояния. Интенсивность ошибок во многом определяется параметрами внешней среды, в которой человек работает.

Ошибки человека можно распределить по трем уровням и на каждом уровне возможно предусмотрение ошибок. Например, на уровне 1 можно предотвратить ошибки человека; на уровне 2 можно избежать нежелательных последствий ошибок, корректируя неправильное функционирование системы вследствие ошибок, внесенных по вине человека; на уровне 3 можно исключить повторное возникновение тех или иных ситуаций, приводящих к ошибкам человека.

Зависимость эффективности работы человека от уровня нагрузок. Соотношение между качеством работы человека и действующими нагрузками показывает, что зависимость частоты появления ошибок от действующих нагрузок является нелинейной. При очень низком

уровне нагрузок большинство операторов работают неэффективно (так как задание кажется скучным и не вызывает интереса) и качество работы далеко от оптимального. При умеренных нагрузках качество работы оператора оказывается оптимальным, и поэтому умеренную нагрузку можно рассматривать как достаточное условие обеспечения внимательной работы человека-оператора. При дальнейшем увеличении нагрузок качество работы человека начинает ухудшаться, что объясняется, главным образом, такими видами физиологического стресса, как страх, беспокойство и т.п.

Критерии оценки деятельности оператора. В общем виде деятельность человека-оператора характеризуется быстродействием и надежностью.

Критерием быстродействия является время решения задачи, т.е. время от момента реагирования оператора на поступивший сигнал до момента окончания управляющих воздействий. Обычно это время прямо пропорционально количеству преобразуемой человеком информации:

$$T_{оп} = a + bH = a + (H / V_{оп}),$$

где a — скрытое время реакции, т.е. промежуток времени от момента появления сигнала до реакции на него оператора и его значения находятся в пределах 0,2—0,6 с; b — время переработки одной единицы информации (0,15—0,35 м); H — количество перерабатываемой информации; $V_{оп}$ — средняя скорость переработки информации (2—4 ед/с) или пропускная способность.

Пропускная способность ($V_{оп}$) характеризует время, в течение которого оператор постигает смысл информации. Зависит от его психологических особенностей, типа задач, технических и эргономических особенностей систем управления.

Надежность человека-оператора определяет его способность выполнять в полном объеме возложенные на него функции при определенных условиях работы. Надежность деятельности оператора характеризует его безошибочность, готовность, восстанавливаемость, своевременность и точность.

Безошибочность оценивается вероятностью безошибочной работы, которая определяется как на уровне отдельной операции, так и в целом.

Вероятность P_j безошибочного выполнения операций j-го вида и интенсивность ошибок λ_j, допущенных при этом, применительно к фазе устойчивой работы определяется на основе статистических данных:

$$P_j = (N_j - C_{отj}) / N_j \quad \lambda_j = C_{отj} / (N_j T_j),$$

где N_j, $C_{отj}$ — общее число выполняемых операций j-го вида и допущенное при этом число ошибок; T_j — среднее время выполнения операции j-го вида.

Вероятность безошибочного выполнения всей операции в целом определяется при экспоненциальном распределении времени:

$$P_0 = exp\left(-\sum_{j=1}^{r} \lambda_j T_j K_j\right) = exp\left(-\sum_{j=1}^{r} (1 - P_j) K_j\right),$$

где K_j — число выполняемых операций j-го вида; r — число различных видов операций ($j = 1, r$).

Коэффициент готовности характеризует вероятность включения человека-оператора в работу в любой произвольный момент времени:

$$K_{оп} = 1 - (T_б / T),$$

где $T_б$ — время, в течение которого человек не может принять поступившую к нему информацию; T — общее время работы человека-оператора.

Восстанавливаемость оператора оценивается вероятностью исправлений им допущенной ошибки:

$$P_в = P_к \cdot P_{обн} \cdot P_н,$$

где $P_к$ — вероятность выдачи сигнала контрольной системой; $P_{обн}$ — вероятность обнаружения сигнала оператором; $P_н$ — вероятность исправления ошибочных действий при повторном выполнении всей операции.

Этот показатель позволяет оценить возможность самоконтроля оператором своих действий и исправления допущенных им ошибок.

Своевременность действий оператора оценивается вероятностью выполнения задачи в течение заданного времени:

$$P_{св} = P\{t \le t''\} = \int_0^{t''} f(t)\, dt,$$

где $f(t)$ — функция распределения времени решения задачи оператором; t'' — лимит времени, превышение которого рассматривается как ошибка.

Эта же вероятность может быть определена и по статистическим данным как:

$$P_{св} = (N - N_{нс})/N,$$

где N и $N_{нс}$ — общее и несвоевременное выполненное число задач.

Точность — степень отклонения измеряемого оператором количественного параметра системы от его истинного, заданного или номинального значения.

Количественно этот параметр оценивается погрешностью, с которой оператор измеряет, устанавливает или регулирует данный параметр:

$$\Delta A = A_и + A_{оп},$$

где $A_и$ — истинное или номинальное значение параметра; $A_{он}$ — фактическое измеряемое или регулируемое оператором значение этого параметра.

Значение погрешности, превысившее допустимые пределы, является ошибкой и ее следует учитывать при оценке надежности.

Точность оператора зависит: от характеристик сигнала, сложности задачи, условий и темпа работы, функционального состояния нервной системы, квалификации, утомляемости и других факторов.

Оценка надежности системы «человек — машина». Прежде чем приступить к рассмотрению надежности системы «человек — машина», следует пояснить основные положения теории надежности технических систем, поскольку эти понятия надежности (с учетом специфических особенностей человека) применимы к данной системе.

Под надежностью системы (или ее элемента) понимают свойство выполнять заданные функции в течение определенного времени при заданных условиях работы. Надежность следует понимать как совокупность трех свойств: безотказности, восстанавливаемости и долговечности. Фундаментальным понятием теории надежности является понятие отказа. Под отказом понимают случайное событие, состоящее в том, что система (элемент) полностью или частично утрачивает свою работоспособность, в результате чего заданные системе (элементу) функции не выполняются.

Оценка надежности системы «человек — машина» может производиться различными методами: аналитическим, экспериментальным, имитационным. На этапах проектирования преобладают расчетные методы, которые основаны на статистических данных о надежности и скорости выполнения заданных фукнций оператором, о надежности технических средств, влиянии различных факторов внешней среды на надежность техники, взаимном влиянии оператора и техники и пр.

В системотехническом методе оценки надежности СЧМ человек представляется в виде компонента системы. При этом выделяются следующие случаи оценки надежности системы при взаимодействии технических средств и человека-оператора при допущении, что отказы техники и ошибки оператора являются редкими, случайными и независимыми событиями, что появление более одного однотипного события за время работы системы от t_0 до $t_0 + t$ практически невозможно, что способности оператора к компенсации ошибок и безошибочной работе — независимые свойства оператора.

Если компенсация ошибок оператора и отказов техники невозможна, то вероятность безотказной работы системы:

$$P_1(t_0,t) = P_т(t_0,t)P_0(t),$$

где $P_т(t_0,t)$ — вероятность безотказной работы технических средств в течение времени $(t_0,t_0 + t)$; $P_0(t)$ — вероятность безошибочной работы

оператора в течение времени t при условии, что техника работает безотказно; t_0 — общее время эксплуатации системы; t — рассматриваемый период работы.

При «мгновенной» компенсации ошибок оператора с вероятностью p вероятность безотказной работы системы:

$$P_2(t_0,t) = P_т(t_0,t)\{P_0(t) + [1 - P_0(t)]\}.$$

В случае компенсации только отказов технических средств вероятность безотказной работы системы:

$$P_3(t_0,t) = P_0(t)[P_т(t_0,t) + P_к(t_0,t,\delta)],$$

где $P_к(t_0,t,\delta)$ — условная вероятность безотказной работы системы в течение времени $(t_0 + t)$ с компенсацией последствий отказов, при условии, что в момент σ $(t_0 < \sigma < t_0 + t)$ произошел отказ.

Вероятность безотказной работы системы с компенсацией ошибок оператора и отказов технических средств:

$$P_4(t_0,t) = \{P_0(t) + [1 - P_0(t)]p\}[P_т(t_0,t) + P_к(t_0,t,\delta)].$$

Выигрыш в надежности по вероятности безотказной работы $G_р$ за счет компенсации ошибок и отказов характеризуется отношением:

$$G_р = [P_4(t_0,t)] / [P_1(t_0,t)] .$$

Выигрыш надежности увеличивается с ростом p и $P_к(t_0,t,\delta)$, т.е. с увеличением уровня натренированности оператора на компенсации отказов и ошибок.

Если рассматривать системы по степени непрерывности участия человека в процессе управления, то для каждого из этих типов существуют соответствующие критерии надежности. Для систем первого типа таким критерием является вероятность безотказного, безошибочного и своевременного протекания управляемого процесса в течение заданного времени t. Такое протекание процесса возможно в следующих случаях:

1) технические средства работают исправно;

2) произошел отказ технических средств, но при этом: оператор безошибочно и своевременно выполнил требуемые действия по ликвидации аварийной ситуации;

3) оператор допустил ошибочные действия, но своевременно их исправил.

В соответствии с ранее принятыми обозначениями надежность системы «человек — машина» запишется в виде

$$P_1 = P_т(t) + [1 - P_т(t)] \cdot K_{оп}[P_0 P_{св} + (1 - P_0)P_в].$$

Для СЧМ второго типа критерием надежности является вероятность безотказного, безошибочного и своевременного выполнения

возникающей задачи. Задача системой может быть выполнена в том случае, если в требуемый момент времени оператор готов к приему поступающей информации и кроме того: 1) в течение паузы и времени решения задачи техника работала безотказно, оператор правильно и своевременно выполнял требуемые действия или 2) произошел отказ техники, но оператор своевременно устранил его и при решении задачи не допускал ошибок, или 3) при безотказной работе техники оператор допустил ошибку, но своевременно компенсировал ее. Расчет надежности примет вид

$$P_2 = K_{оп} [P_т P_0 P_{св} + (1 - P_т) P_{вос} P_0 P_{св} + (1 - P_0) P_т P_в] ,$$

где $P_{вос}$ — вероятность восстановления техники.

Для систем третьего типа критерий надежности такой же, как и во втором случае. Задача системой может считаться выполненной, если: 1) в требуемый момент времени техника находится в исправном состоянии, не отказала во время выполнения задачи, действия операторов были безошибочны и своевременны, или 2) не готовая или отказавшая техника была своевременно восстановлена, а операторы не допустили ошибок; 3) при безотказной работе техники оператор допустил ошибку, своевременно компенсировал ее. Расчет надежности в этом случае можно вести по формуле

$$P_3 = K_г P_т P_0 P_{св} + (1 - P_т K_г) P_{вос} P_0 P_{св} + (1 - P_0) P_т P_в ,$$

где $K_г$ — коэффициент готовности техники.

Широкое и многообразное применение техники предъявляет все более высокие требования к ее соответствию человеческим возможностям. Современные человеко-машинные системы следует рассматривать как сложные автоматизированные системы, в которые наряду с контурами чисто автоматического регулирования, состоящими только из технических звеньев, включены и функционируют контуры, замыкаемые через человеческое звено.

Система «человек — машина» в своем развитии проходит три стадии: проектирование, изготовление и эксплуатацию. Правильный и обоснованный учет человеческого фактора на каждой из этих стадий способствует достижению максимальной эффективности и безопасности.

ГЛАВА 3

ФОРМИРОВАНИЕ ОПАСНОСТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЕ

3.1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СРЕДА И УСЛОВИЯ ТРУДА

Производственная среда — это пространство, в котором осуществляется трудовая деятельность человека. В производственной среде как части техносферы формируются негативные факторы, которые существенно отличаются от негативных факторов природного характера. Эти факторы формируют элементы производственной среды (среды обитания), к которым относятся: 1) предметы труда; 2) средства труда (инструмент, технологическая оснастка, машины и т.п.); 3) продукты труда (полуфабрикаты, готовые изделия); 4) энергия (электрическая, пневматическая, химическая, тепловая и др.); 5) природно-климатические факторы (микроклиматические условия труда: температура, влажность и скорость движения воздуха); 6) растения, животные; 7) персонал.

Производственные помещения — это замкнутые пространства производственной среды, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей, связанная с участием в различных видах производства, в организации, контроле и управлении производством. Внутри производственных помещений находятся рабочая зона и рабочие места.

Рабочей зоной называется пространство (до 2 м) над уровнем пола или площадки), на котором находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Рабочее место — часть рабочей зоны; оно представляет собой место постоянного или временного пребывания работающих в процессе трудовой деятельности.

Условия труда — сочетание различных факторов, формируемых элементами производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека.

3.2. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ МИКРОКЛИМАТ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

На рис. 3.1. приведена классификация производственного микроклимата.

Метеорологические условия рабочей среды (микроклимат) оказывают влияние на процесс теплообмена и характер работы. Как было указано ранее, микроклимат характеризуется температурой воздуха, его влажностью и скоростью движения, а также интенсивностью теплового излучения. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям.

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару или профзаболеванию. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания либо обморожения.

Влажность воздуха оказывает значительное влияние на терморегуляцию организма человека. Высокая относительная влажность (отношение содержания водяных паров в 1 м^3 воздуха

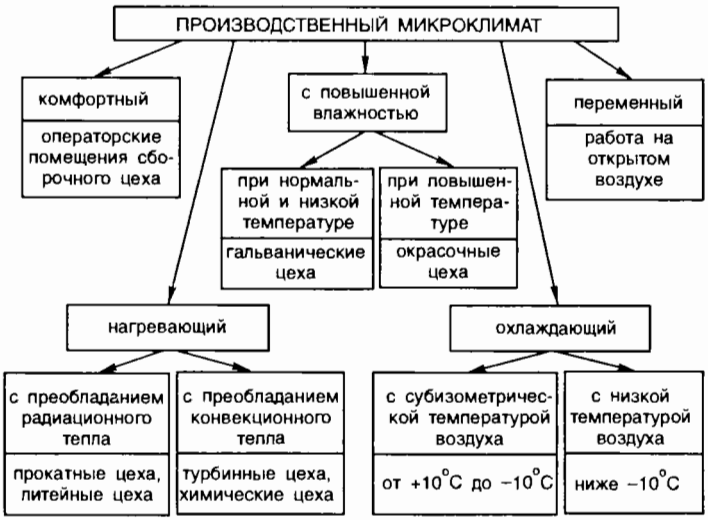

Рис. 3.1. Виды производственного микроклимата

к их максимально возможному содержанию в этом же объеме) при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма, при низкой же температуре она усиливает теплоотдачу с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению организма. Низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей работающего.

Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при высоких температурах, но отрицательно при низких.

Субъективные ощущения человека меняются в зависимости от изменения параметров микроклимата (табл. 3.1).

Таблица 3.1. **Зависимость субъективных ощущений человека от параметров рабочей среды**

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

Для создания нормальных условий труда в производственных помещениях обеспечивают нормативные значения параметров микроклимата — температуры воздуха, его относительной влажности и скорости движения, а также интенсивности теплового излучения.

В ГОСТ 12.1.005—88 указаны оптимальные и допустимые показатели микроклимата в производственных помещениях. Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону, а допустимые устанавливают раздельно для постоянных и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим, техническим или экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы.

Оптимальные микроклиматические условия представляют собой сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния его организма без напряжения механизмов терморегуляции. Они обеспечивают ощущение

Таблица 3.2. **Оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений**

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С					Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая				оптимальная	допустимая, не более*	оптимальная, не более	допустимая*
			верхняя граница		нижняя граница					
			на рабочих местах							
			постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных				
Холодный	Легкая Iа	22...24	25	26	21	18			0,1	Не более 0,1
	Iб	21...23	24	25	20	17			0,1	0,2
	IIа	18...90	23	24	17	15	40 ... 60	75	0,2	0,3
	IIб	17...19	21	23	15	13			0,2	0,4
	Тяжелая III	16...18	19	20	13	12			0,3	0,5
Теплый	Легкая Iа	25...25	28	30	22	20		55 (при 28° С)	0,1	0,1...0,2
	Iб	22...24	28	30	21	19		60 (при 27° С)	0,2	0,1...0,3
	Средней тяжести IIа	21...23	27	29	18	17	40...60	65 (при 26° С)	0,3	0,2...0,4
	IIб	20...22	27	29	16	15		70 (при 25° С)	0,3	0,2...0,5
	Тяжелая III	18...20	26	28	15	13		70 (при 24° С и ниже)	0,4	0,2...0,6

* На постоянных и непостоянных рабочих местах

теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия представляют собой сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать преходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния его организма, сопровождающиеся напряжением механизма терморегуляции, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает ухудшения или нарушения состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и снижение работоспособности.

При нормировании метеорологических условий в производственных помещениях учитывают время года и физическую тяжесть выполняемых работ. Под временем года подразумевают два периода: холодный (среднесуточная температура наружного воздуха составляет + 10° С и ниже) и теплый (соответствующее значение превышает + 10° С).

Нормируемые параметры микроклимата в производственных помещениях приведены в табл. 3.2.

3.3. ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

В современном производстве находит применение более 50 тысяч химических соединений, большинство из которых синтезировано человеком и не встречается в природе.

Изучение потенциальной опасности вредного воздействия химических веществ на живые организмы является предметом химикобиологической науки — токсикологии. Токсикология изучает механизмы токсического действия химических веществ, диагностику, профилактику и лечение отравлений. Вредное вещество, т.е. химический элемент или соединение, вызывающее заболевание организма, является центральным понятием токсикологии. Область токсикологии, изучающая действие на человека вредных веществ, встречающихся в производственных условиях, называется *промышленной токсикологией.*

В промышленности вредные вещества находятся в газообразном, жидком и твердом состояниях. Они способны проникать в организм человека через органы дыхания, пищеварения или кожу. Вредное действие химических веществ определяется как свойствами самого вещества (химическая структура, физико-химические свойства, количество попавшего в организм — доза или концентрация — сочетание вредных веществ, находящихся в организме), так и особенностями организма человека (индивидуальная чувствительность к химическому веществу, общее состояние здоровья, возраст, условия труда).

По токсическому (вредному) эффекту воздействия на организм

человека химические вещества разделяют на общетоксические, раздражающие, сенсибилизирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

Общетоксические химические вещества (углеводороды, спирты, анилин, сероводород, синильная кислота и ее соли, соли ртути, хлорированные углеводороды, оксид углерода) вызывают расстройства нервной системы, мышечные судороги, нарушают структуру ферментов, влияют на кроветворные органы, взаимодействуют с гемоглобином.

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

Сенсибилизирующие вещества (органические азокрасители, диметиламиноазобензол и другие антибиотики) повышают чувствительность организма к химическим веществам, а в производственных условиях приводят к аллергическим заболеваниям.

Канцерогенные вещества (бенз(а)пирен, асбест, нитроазосоединения, ароматические амины и др.) вызывают развитие всех видов раковых заболеваний. Этот процесс может быть отдален от момента воздействия вещества на годы и даже десятилетия.

Мутагенные вещества (этиленамин, окись этилена, хлорированные углеводороды, соединения свинца и ртути и др.) оказывают воздействие на неполовые (соматические) клетки, входящие в состав всех органов и тканей человека, а также на половые клетки (гаметы). Воздействие мутагенных веществ на соматические клетки вызывают изменения в генотипе человека, контактирующего с этими веществами. Они обнаруживаются в отдаленном периоде жизни и проявляются в преждевременном старении, повышении общей заболеваемости, злокачественных новообразований. При воздействии на половые клетки мутагенное влияние сказывается на последующее поколение, иногда в очень отдаленные сроки.

Химические вещества, влияющие на репродуктивную функцию человека (борная кислота, аммиак, многие химические вещества в больших количествах), вызывают возникновение врожденных пороков развития и отклонений от нормальной структуры у потомства, влияют на развитие плода в матке и послеродовое развитие и здоровье потомства.

Биологическое действие химических веществ на организм человека изменяет его гомеостаз (относительное постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма), т.е. способность организма к авторегуляции при изменении окружающей среды. Авторегуляцию биологической системы следует рассматривать как регуляцию динамического состояния открытой системы, подверженной биологическому ритму. При этом гомеостаз

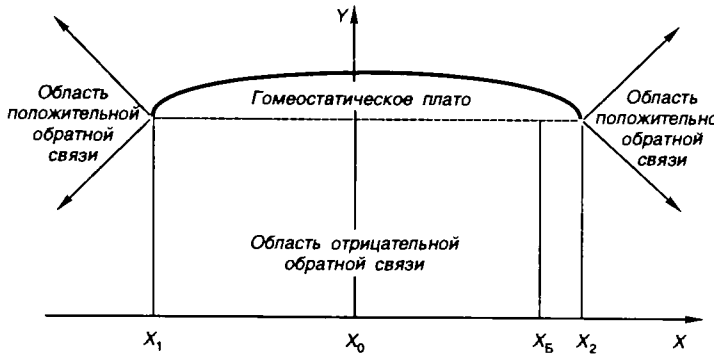

Рис. 3.2. Схема гомеостаза:

Y — какое-либо свойство биологического объекта; X — концентрация или доза вредного вещества, характеризующаяся его воздействием на биологический объект; $X_Б$ — безопасный уровень воздействия вещества

включает в себя не только динамическое постоянство биологического объекта, но и устойчивость его основных биологических функций. А воздействие вредного вещества может вызывать не только изменение определенных параметров биологического объекта, но и повреждение систем регулирования гомеостаза, т.е. нарушение последнего. Для сохранения гомеостаза в условиях разнообразных химических воздействий в процессе эволюции выработалась специальная система биохимической детоксикации. При относительно малых воздействиях вредных веществ нарушение гомеостаза не происходит (рис. 3.2).

Область X_1—X_2 — это область гомеостаза. Часть этой области с относительно постоянной функцией называется *гомеостатическим плато*. Оно, как правило, более выпукло у биологических объектов низшего иерархического уровня. Кроме того, это плато в действительности представляет собой несколько «размытую» область, так как оптимальные параметры биологического объекта (Y) не строго постоянны во времени, а колеблются в определенных пределах. Вне области X_1—X_2 происходит нарушение гомеостаза, т.е. резкое изменение значений Y. Находящиеся внутри области X_1—X_2 значение X_0 — это значение X, характерное для нормального функционирования объекта. Значения X_1 и X_2 называются *критическими* (пороговыми) значениями X. Область гомеостаза — это область отрицательной обратной связи, так как организм работает в сторону возвращения системы в исходное (стационарное) состояние. При сильных нарушениях гомеостаза объект может перейти в область положительной обратной связи, когда изменения, вызванные воздействием вредных веществ, могут стать необратимыми, и объект все дальше и дальше будет отклоняться от стационарного состояния.

Изучение биологического действия химических веществ на человека показывает, что вредное их воздействие всегда начинается с определенной пороговой концентрации.

Для количественной оценки вредного воздействия на человека химического вещества в промышленной токсикологии используются показатели, характеризующие степень его токсичности.

Средняя смертельная концентрация в воздухе $ЛК_{50}$ — концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % животных при двух-, четырехчасовом ингаляционном воздействии на мышей или крыс.

Средняя смертельная доза $ЛД_{50}$ — доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном введении в желудок.

Средняя смертельная доза при нанесении на кожу $ЛК_{50}$ — доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном нанесении на кожу.

Порог хронического действия Lim_{cr} — минимальная (пороговая) концентрация вредного вещества, вызывающего вредное действие в хроническом эксперименте по 4 часа 5 раз в неделю на протяжении не менее 4 месяцев.

Порог острого действия Lim_{ac} — минимальная (пороговая) концентрация вредного вещества, вызывающая изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций.

Зона острого действия Z_{ac} — отношение среднесмертельной концентрации ($ЛК_{50}$ к порогу острого действия Lim_{ac})

$$Z_{ac} = ЛК_{50}/Lim_{ac}.$$

Это соотношение показывает размах концентраций, оказывающих действие на организм при однократном поступлении, от начальных до крайних, влияющих наиболее неблагоприятно.

Зона хронического действия Z_{cr} — отношение порога острого действия Lim_{ac} к порогу хронического действия Lim_{cr}.

$$Z_{cr} = Lim_{ac}/Lim_{cr}.$$

Это соотношение показывает, насколько велик разрыв между концентрациями, вызывающими начальные явления интоксикации при однократном и длительном поступлении в организм. Чем меньше зона острого действия, тем опаснее вещество, поскольку даже небольшое превышение пороговой концентрации может вызвать смертельный исход. Чем шире зона хронического действия, тем опаснее вещество, так как концентрации, оказывающие хроническое действие, значительно меньше вызывающих острое отравление.

Коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО) — отношение максимально достигаемой концентрации вредного вещества в воздухе при 20° С к средней смертельной концентрации вещества для мышей.

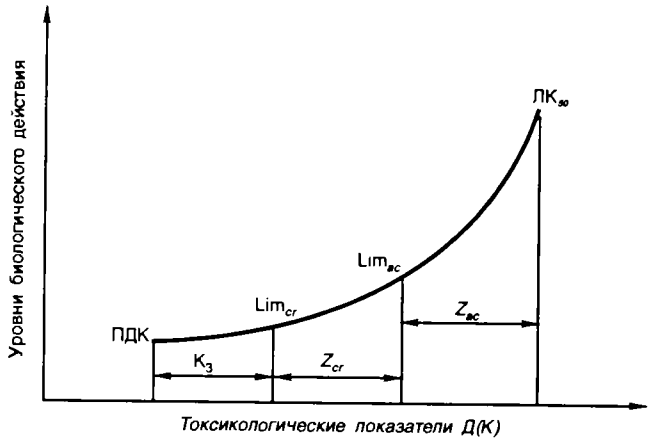

Рис. 3.3. Зависимость биологического действия химических веществ от токсикологических показателей

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны ПДК$_{р.з}$ — такая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или другой продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

ПДК$_{р.з}$ устанавливается на уровне 2—3 раза и ниже, чем порог хронического действия Lim$_{cr}$. Такое снижение называется коэффициентом запаса (K_3).

Взаимосвязь токсикологических параметров химического вещества представлена на рис. 3.3.

Количественные значения токсикологических параметров химических веществ в национальной системе стандартов безопасности труда представлены в табл. 3.3.

Согласно ГОСТ 12.1.007—76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

1) чрезвычайно опасные;
2) высоко опасные;
3) умеренно опасные;
4) малоопасные.

Отнесение вредного вещества к классу опасности производится по

показателю табл. 3.4, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Таблица 3.3. **Классы опасности вредных веществ**

Наименование показателей	Классы опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м^3	менее 0,1	0,1...1,0	1,0...10,0	более 10,0
Средняя смертельная доза $ДЛ_{50}$ при введении в желудок, мг/кг	» 15	15...150	151...5000	» 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу $ЛД_{50}$, мг/кг	» 100	100...500	501...2500	» 2500
Средняя смертельная концентрация $ЛК_{50}$ в воздухе, мг/м^3	» 500	500...5000	5001...50000	» 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	более 300	300...30	29...3	менее 3
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

Государственный стандарт устанавливает токсикологические параметры только для 2000 химических веществ, для которых были проведены комплексные токсиколого-гигиенические исследования. Но в промышленности используется гораздо больше химических веществ и для обеспечения безопасности труда работников необходима по меньшей мере оценка токсичности (вредного воздействия) применяемых в производстве химических веществ. Для такой оценки специалистами в области промышленной токсикологии предложены несколько формул, расчеты которые дают хорошее приближение к действительным значениям $ПДК_{р.з.}$.

Производить расчет по формулам можно лишь для тех химических веществ, приведенные физико-химические контстанты которых укладываются в определенные пределы: молярная масса M (кг · моль$^{-1}$) — от 30 до 300; плотность ρ (кг · м$^{-3}$) — от 0,6 до 2,0; температура кипения $t_{кип}$ (°С) — от -100 до + 300; температура плавления $t_{пл}$ (°С) — от -190 до + 180; показатель преломления $n_р$ — от 1,3 до 1,6. Ниже приведены уравнения, используемые для расчета значений $ПДК_{р.з.}$, мг/м^3:

$$\lg ПДК_{р.з.} = 14{,}2 - 10n_р + \ln M;$$

$$\lg ПДК_{р.з.} = \lg M - 0{,}012t_{пл} - 1{,}2;$$

$\lg ПДК_{р.з} = 0,4 - 0,01M + \lg M$;

$\lg ПДК_{р.з.} = 0,6 - 0,01t_{кип} + \lg M$;

$\lg ПДК_{р.з.} = 1,6 - 2,2\rho + \lg M$.

Формулы, которые используют для расчета $ПДК_{р.з.}$ (мг/м^3) конкретных вредных веществ, указаны ниже.

Для паров и газов органической жидкости:

$\lg ПДК_{р.з.} = 0,91\lg ЛК_{50} + 0,1 + \lg M$;

$\lg ПДК_{р.з.} = \lg ЛД_{50} - 2,0 + \lg M$.

Для аэрозолей нелетучих и малолетучих органических и элементоорганических веществ:

$\lg ПДК_{р.з.} = \lg ЛД_{50} - 3,1 + \lg M$.

Для газов и паров неорганических веществ:

$\lg ПДК_{р.з.} = \lg ЛК_{50} + 0,4 + \lg M$.



Рис. 3.4. Характеристики эффекта воздействия вредного вещества на организм человека

Для аэрозолей металлов и их оксидов:

$$\lg ПДК_{р.з.} = 0,85\lg ЛД_{50} — 3 + \lg M - \lg N,$$

где N — число атомов металла в молекуле вещества.

В производственных условиях работа проводится, как правило, с несколькими химическими веществами, которые могут оказывать комбинированное воздействие на организм человека. Различают три возможных эффекта (рис. 3.4) комбинированного воздействия химических веществ на организм человека:

1 — суммация (аддитивность) — явление суммирования эффектов, индуцированных комбинированным действием;

2 — потенцирование (синергизм) — усиление эффекта воздействия (эффект, превышающий суммацию);

3 — антагонизм — эффект комбинированного воздействия меньше ожидаемого при суммации.

Нормирование комбинированного действия

$$\sum_{i=0}^{n} \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1, \cdot$$

отвечает случаю аддитивности.

При потенцировании пользуются формулой

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{C_i X_i}{ПДК_i} \leq 1,$$

где X_1 — поправка, учитывающая усиление эффекта; C_i — фактические концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны, $ПДК_i$ — их предельно допустимые концентрации.

3.4. ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Источниками постоянных магнитных полей (ПМП) являются постоянные магниты, электромагниты, электролизные ванны (электролизеры), линии передачи постоянного тока, шинопроводы и другие электротехнические устройства, в которых используется постоянный ток. В последнее время новым источником ПМП является транспорт на магнитной подвеске.

Постоянные магниты — это намагниченные заготовки из ферромагнитных материалов, подразделяемые на литые и керамические. Литые представляют собой намагниченные слитки ферромагнитных сплавов (обычно сталь с добавлением кобальта или никеля). Керамические изготовляют путем спекания или прессования порошка, содержащего наполнитель (оксиды бария, кремния) и ферромагнитные вещества (железная окалина, никель, кобальт). В последнее время для изготовления магнитов используют соединения редкоземельных элементов с кобальтом, которые находят широкое применение в машиностроении.

Важным фактором производственной среды при изготовлении, контроле качества, сборке магнитных систем из отдельных магнитов, монтаже различных устройств с магнитными деталями (генераторов и двигателей постоянного тока, измерительных приборов, радио- и телеаппаратуры) является постоянное магнитное поле.

Наша планета обладает естественным постоянным магнитным полем, являющимся определенной защитой живых организмов от проникновения космических ионизирующих излучений.

Магнитное поле (МП) характеризуется двумя величинами — индукцией и напряженностью. *Индукция (В)* — это сила, действующая в данном поле на проводник единичной длины с единичным током. Единицей измерения индукции в системе единиц СИ является Тесла (Тл). *Напряженность (Н)* — это величина, характеризующая магнитное поле независимо от свойств среды. Вектор напряженности совпадает с вектором индукции. В системе единиц СИ единица измерения напряженности — Ампер на метр (А/м).

Результаты исследований свидетельствуют о чувствительности к биологическому действию ПМП практически всех физиологических систем организма человека. Было установлено, что ПМП увеличивает латентные периоды сенсорно-моторных реакций на звук и свет. Действие ПМП уменьшает количество эритроцитов в крови и гемоглобин. Изменения, вызванные ПМП в организме, отличаются полиморфностью и разнообразием, сочетающимися с различными сердечно-сосудистыми, эндокринными, обменными и эмбриогенными нарушениями.

В целях гигиенического нормирования в нашей стране установлен

предельно допустимый уровень ПМП для производственных условий — 8 кА/м. В гигиенической практике широко используются измерители магнитной индукции, поэтому необходимо отметить, что в системе единиц СИ 8 кА/м соответствует 10 мТл (для сравнения ПМП Земли имеет напряженность 10 А/м).

Реальное воздействие ПМП на работающих при изготовлении постоянных магнитов в течение 1,5...2 ч составляет на уровне рук 8...40 кА/м, а на уровне туловища — 1...7 кА/м. У лиц, занятых сборкой магнитной системы, руки находятся в магнитном поле, индукция которого составляет 17,2...36,7 мТл. При работе на установках ядерного магнитного резонанса на уровне рук магнитное поле достигает 80...200 кА/м, на уровне головы, груди и живота — 4...20 кА/м. Индукция МП на рабочих местах у электролизеров в алюминиевой промышленности находится в пределах до 40 мТл. Магнитоимпульсные установки МИУ и электрогидравлические (ЭГУ) являются источниками низкочастотного импульсного магнитного поля. Напряженность последнего на (МИУ) составляет 2...600 А/м (оператор тратил на их обслуживание только 2...20 % рабочего времени), а на ЭГУ — 170...2850 А/м (операторы находятся у пультов управления, у оборудования до 40 % рабочего времени).

Защита от воздействия МП сводится к защите расстоянием и экранированию. Экран изготовляют из магнитомягких (легко намагничивающихся) материалов, причем он должен быть замкнут. Вместе с тем МП (постоянное и низкочастотное) быстро убывает по мере удаления от источника. Поэтому при работе с постоянными магнитами, магнитными дефектоскопами, станками с магнитным креплением обрабатываемых деталей защита в ряде случаев сводится к выведению работающего из зоны повышенного МП. Установки намагничивания и размагничивания при внесении в них деталей следует обесточивать. По мере получения новых данных о биологическом влиянии ПМП будут совершенствоваться и способы защиты человека от их воздействия.

3.5. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Спектр электромагнитного излучения природного и техногенного происхождения, оказывающий влияние на человека как в условиях быта, так и в производственных условиях, имеет диапазон волн от тысяч километров (переменный ток) до триллионной части миллиметра (космические энергетические лучи). Характер воздействия на человека электромагнитного излучения в разных диапазонах различен. В связи с этим значительно различаются и требования к нормированию различных диапазонов электромагнитного излучения.

В производственных условиях на работающего оказывает воздей-

ствие широкий спектр электромагнитного излучения. В зависимости от диапазона длин волн различают: электромагнитное излучение радиочастот ($10^7...10^{-4}$ м), инфракрасное излучение ($<10^{-4}...7{,}5\cdot10^{-7}$ м), видимую область ($7{,}5\cdot10^{-7}...4\cdot10^{-4}$ м), ультрафиолетовое излучение ($< 4\cdot10^{-7}...10^{-9}$ м), рентгеновское излучение, гаммаизлучение ($< 10^{-9}$ м) и др.

Электромагнитное поле (ЭМП) диапазона радиочастот. Оно обладает рядом свойств, которые широко используются в отраслях экономики. Эти свойства (способность нагревать материалы, распространение в пространстве и отражение от границы раздела двух сред, взаимодействие с веществом) делают использование ЭМП диапазона радиочастот весьма полезным и перспективным в промышленности, науке, технике, медицине.

Источниками ЭМП этого вида являются приборы, применяемые в промышленности для индукционного нагрева металлов и полупроводников (в таких технологических процессах, как закалка и отпуск деталей, накатка твердых сплавов на режущий инструмент, плавка металлов и полупроводников, очистка полупроводников, выращивание полупроводниковых кристаллов и пленок), а также приборы диэлектрического нагрева, применяемые для сварки синтетических материалов, прессовки синтетических порошков. Свойства электромагнитных волн распространяться в пространстве и отражаться от границы раздела сред широко используют в таких областях, как радиосвязь, телевидение, радиолокация, дефектоскопия и других, поэтому телевизионные и радиолокационные станции, антенны радиосвязи являются также мощными источниками ЭМП диапазона радиочастот. Различают технологические и паразитные источники ЭМП. К последним относятся выносные согласующие трансформаторы, выносные батареи конденсаторов, фидерные линии, щели в обшивке установок.

В радиоаппаратуре всех диапазонов частот к технологическим источникам относятся антенны, петли связи, к паразитным — щели в обшивках генераторов, неплотности соединений тракт, различные отверстия и др.

Единицами ЭМП являются: частота f (Гц), напряженность электрического поля E (В/м), напряженность fH (А/м), плотность потока энергии J (Вт/м^2). В ЭМП существуют три зоны, которые различаются по расстоянию от источника ЭМП.

Зона индукции имеет радиус, равный

$$R = \frac{\lambda}{2\pi},$$

где λ — длина волны электромагнитного излучения. В этой зоне электромагнитная волна не сформирована и поэтому на человека действует независимо друг от друга напряженность электрического и магнитного полей.

Зона интерференции (промежуточная) имеет радиус, определяемый по формуле

$$\frac{\lambda}{2\pi} < R < 2\pi\lambda .$$

В этой зоне одновременно воздействуют на человека напряженность электрического, магнитного поля, а также плотность потока энергии.

Дальняя зона характеризуется тем, что это зона сформировавшейся электромагнитной волны. В этой зоне на человека воздействуют только энергетическая составляющая ЭМП — плотность потока энергии. Если источник ЭМП имеет сверхвысокие частоты (СВЧ), то практически он создает вокруг себя зону энергетического воздействия — дальнюю зону, имеющую радиус:

$$R \geq 2\pi\lambda.$$

Знание длин волн ЭМП, формируемых источником, дает возможность выбора приборов контроля электромагнитного излучения. Для низкочастотных источников ЭМП (НЧ, ВЧ, УВЧ-диапазоны) необходимо использовать приборы, измеряющие электрическую и магнитную составляющие ЭМП, для СВЧ-диапазона — приборы, позволяющие измерять плотность потока энергии ЭМП.

Биологическое действие ЭМП радиочастот характеризуется тепловым действием и нетепловым эффектом. Под тепловым действием подразумевается интегральное повышение температуры тела или отдельных его частей при общем или локальном облучении. Нетепловой эффект связан с переходом электромагнитной энергии в объекте в нетепловую форму энергии (молекулярное резонансное истощение, фотохимическая реакция и др.). Чем меньше энергия электромагнитного излучения, тем выше тепловой эффект, который он производит.

По своим биофизическим свойствам ткани организма неоднородны, поэтому может возникнуть неравномерный нагрев на границе раздела с высоким и низким содержанием воды, что определяет высокий и низкий коэффициент поглощения энергии. Это может привести к образованию стоячих волн и локальному перегреву ткани, особенно с плохой терморегуляцией (хрусталик, желчный пузырь, кишечник, семенники).

Влияние ЭМП на организм зависит от таких физических параметров как длина волны, интенсивность излучения, режим облучения — непрерывный и прерывистый, а также от продолжительности воздействия на организм, комбинированного действия с другими производственными факторами (повышенная температура воздуха, наличие рентгеновского излучения, шума и др.), которые способны изменять сопротивляемость организма на действие ЭМП. Наиболее биологически активен диапазон СВЧ, менее активен УВЧ и затем диапазон ВЧ

(длинные и средние волны), т.е. с укорочением длины волны биологическая активность почти всегда возрастает. Комбинированное действие ЭМП с другими факторами производственной среды — повышенная температура (свыше 28° С), наличие мягкого рентгеновского излучения — вызывает некоторое усиление действия ЭМП, что было учтено при гигиеническом нормировании СВЧ-поля.

Нормирование воздействия электромагнитного излучения радиочастот. Оценка воздействия ЭМИ РЧ на человека согласно СаНПиН 2.2.4/2.1.8.055—96 осуществляется по следующим параметрам:

По энергетической экспозиции, которая определяется интенсивностью ЭМИ РЧ и временем его воздействия на человека. Оценка по энергетической экспозиции применяется для лиц, работа или обучение которых связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ РЧ (кроме лиц, не достигших 18 лет, и женщин в состоянии беременности) при условии прохождения этими лицами в установленном порядке предварительных и периодических медицинских осмотров по данному фактору и получения положительного заключения по результатам медицинского осмотра.

По значениям интенсивности ЭМИ РЧ; такая оценка применяется для лиц, работа или обучение которых не связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ РЧ, для лиц, не проходящих предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров по данному фактору или при наличии отрицательного заключения по результатам медицинского осмотра; для работающих или учащихся лиц, не достигших 18 лет, для женщин в состоянии беременности; для лиц, находящихся в жилых, общественных и служебных зданиях и помещениях, подвергающихся воздействию внешнего ЭМИ РЧ (кроме зданий и помещений передающих радиотехнических объектов); для лиц, находящихся на территории жилой застройки и в местах массового отдыха.

В диапазоне частот 30 кГц...300 МГц интенсивность ЭМИ РЧ оценивается значениями напряженности электрического поля (E, В/м) и напряженности магнитного поля (H, А/м).

В диапазоне частот 300 Мгц...300 Гц интенсивность ЭМИ РЧ оценивается значениями плотности потока энергии (ППЭ, Вт/м^2, мкВт/см^2).

Энергетическая экспозиция (ЭЭ) ЭМИ РЧ в диапазоне частот 30 кГц...300 МГц определяется как произведение квадрата напряженности электрического или магнитного поля на время воздействия на человека.

Энергетическая экспозиция, создаваемая электрическим полем, равна $ЭЭ_E = E^2T$ [(В/м)^2 · ч].

Энергетическая экспозиция, создаваемая магнитным полем, равна $ЭЭ_H = H^2T$ [(А/м)^2 · ч].

В случае импульсно-модулированных колебаний оценка проводит-

ся по средней за период следования импульса мощности источника ЭМИ РЧ и, соответственно, средней интенсивности ЭМИ РЧ.

Энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в табл. 3.4.

Таблица 3.4. **Предельно допустимые значения энергетической экспозиции**

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	по электрической составляющей $(В/м)^2 \cdot ч$	по магнитной составляющей $(А/м)^2 \cdot ч$	по плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \cdot ч$
30 кГц...3 МГц	20000,0	200,0	—
3...30 МГц	7000,0	Не разработаны	—
30...50МГц	800,0	0,72	—
50...300 МГц	800,0	Не разработаны	—
300 МГц...300 ГГц	—	—	200,0

Примечание. В настоящих Санитарных нормах и правилах во всех случаях при указании диапазонов частот каждый диапазон исключает нижний и включает верхний предел частоты.

Предельно допустимые значения интенсивности ЭМИ РЧ ($E_{ПДУ}$, $H_{ПДУ}$, $ППЭ_{ПДУ}$) в зависимости от времени воздействия в течение рабочего дня (рабочей смены) и допустимое время воздействия в зависимости от интенсивности ЭМИ РЧ определяются по формулам:

$$E_{ПДУ} = (ЭЭ_{ЕПД}/T)^{1/2};\ T = ЭЭ/E^2;$$
$$H_{ПДУ} = (ЭЭ_{НПД}/T)^{1/2},\ T = ЭЭ/H^2;$$
$$ППЭ_{ПДУ} = ЭЭ_{ППЭПД}/T,\ T = ЭЭ_{ППЭПД}/ППЭ.$$

Предельно допустимая интенсивность воздействия от антенн, работающих в режиме кругового обзора, или сканирования с частотой не более 1 Гц и скважностью не менее 20 определяется по формуле:

$$ППЭ_{ПДУ} = K \frac{ЭЭ_{ППЭ_{ИЗ}}}{T},$$

где K — коэффициент ослабления биологической активности прерывистых воздействий, равный 10.

Независимо от продолжительности воздействия интенсивность не должна превышать максимальных значений (например, 1000 мкВт/см^2 для диапазона частот 300 МГц...300 ГГц).

Для случаев локального облучения кистей рук при работе с микрополосковыми СВЧ-устройствами предельно допустимые уровни воздействия определяются по формуле

$$ППЭ_{ПДУ} = K_1 \frac{ЭЭ_{ППЭ_{ИЗ}}}{T},$$

где K_1 — коэффициент ослабления биологической эффективности, равный 12,5. При этом плотность потока энергии на кистях рук не должна превышать 5000 мкВт/см^2.

Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ должны, как правило, определяться, исходя из предположения, что воздействие имеет место в течение всего рабочего дня (рабочей смены).

Сокращение продолжительности воздействия должно быть подтверждено технологическими распорядительными документами и (или) результатами хронометража.

Лазерное излучение. Это излучение формируется в оптических квантовых генераторах (лазерах) и представляет собой оптическое когерентное излучение, характеризующееся высокой направленностью и большой плотностью энергии. Главный элемент лазера, где формируется излучение, — активная среда, для образования которой используют: воздействие света нелазерных источников, электрический разряд в газах, химические реакции, бомбардировку электрическим пучком и другие методы «накачки». Активная среда (элемент), расположена между зеркалами, образующими оптический резонатор. Активной средой лазера может быть твердый материал (рубины, стекло, активированное неодимом, аллюмоиттриевый гранат, пластмассы), полупроводники (Zn, S, ZnO, CaSe, Te, PbS, GaAs, и др.), жидкость (с редкоземельными активаторами или органическими красителями), газ (He-Ne, Ar, Kr, Xe, Ne, He-Cd, CO_2 и др.) и др. Существуют лазеры непрерывного и импульсного действия. Классификация лазеров представлена на рис. 3.5.

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, резке, при изготовлении отверстий малого диаметра — микроотверстий и др. Области применения лазера определяются энергией используемого лазерного излучения (рис. 3.6).

Величина генерируемого лазером электромагнитного излучения составляет: в области рентгеновского диапазона $3 \cdot 10^{-3}...3 \cdot 10^{-7}$ мкм, ультрафиолетового 0,2...0,4 мкм, видимого света 0,4...0,75 мкм, ближнего инфракрасного 0,75...1,4 мкм, инфракрасного 1,4...10^2 мкм, субмиллиметрового $10^2...10^3$ мкм.

Биологическое действие лазерного излучения зависит от энергии излучения E, энергии импульса $E_и$, плотности мощности (энергии) $W_р$ ($W_э$), времени облучения t, длины волны λ, длительности импульса τ, частоты повторения импульсов f, потока излучения Ф, поверхностной плотности излучения $E_э$, интенсивности излучения I. Основные энергетические характеристики лазерного излучения приведены в табл. 3.5.

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

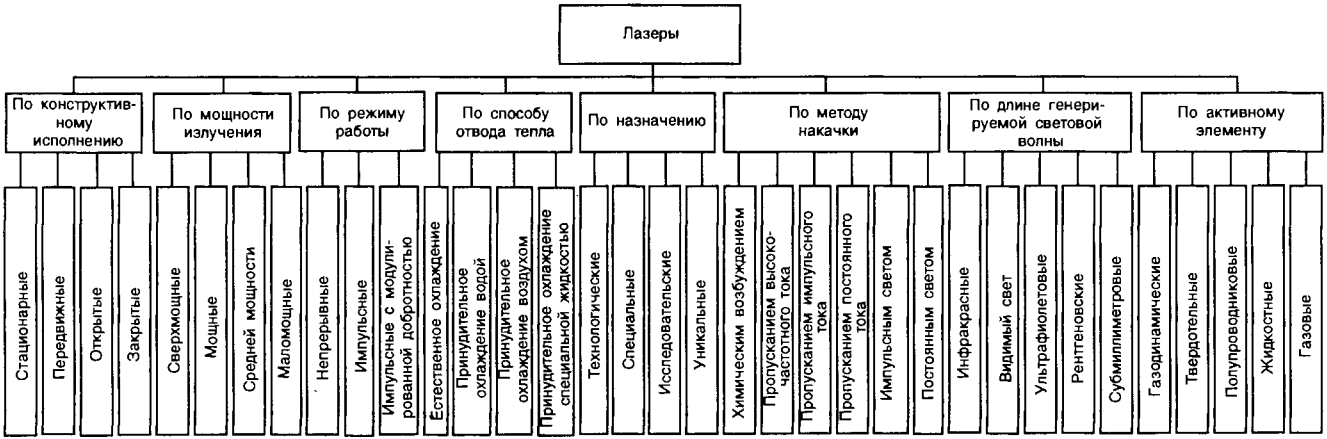

Рис. 3.5. Классификация лазеров по физико-техническим параметрам

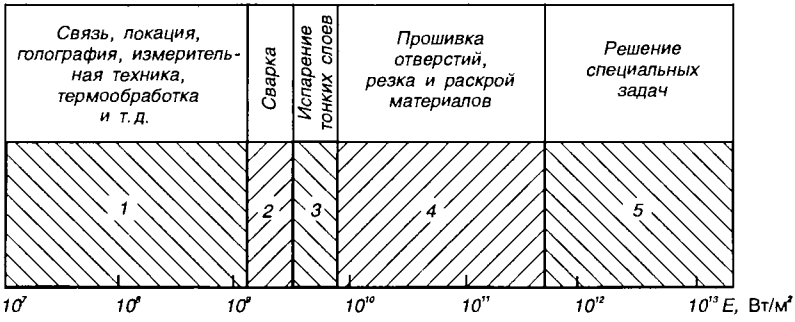

Рис. 3.6. Области применения лазеров в зависимости от требуемой мощности лазерного излучения

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.

Таблица 3.5. **Энергетические характеристики излучения**

Характеризуемый объект	Показатель	Обозначение	Единица измерения
Пучок лазерного излучения	Энергия лазерного излучения	E	Дж
	Энергия импульса лазерного излучения	$E_и$	Дж
	Мощность лазерного излучения	P	Вт
	Плотность энергии (мощности) лазерного излучения	W_e, W_p	Дж/см^2 (Вт/см^2)
Поле излучения	Поток излучения	$Ф$, F, P	Вт
	Поверхностная плотность потока излучения	$E_э$	Вт/м^2
	Интенсивность излучения	I, S	Вт/м^2
Источник излучения	Излучательная способность	$R_э$	Вт/м^2
	Энергетическая сила излучения	$I_э$	Вт/ср
	Энергетическая яркость	L_e	Вт/м^2.ср
Приемник излучения	Облученность (энергетическая освещенность)	E_e	Вт/м^2
	Энергетическое количество освещения	H_e	Дж/м^2

На первой стадии (физической) происходят элементарные взаимодействия излучения с веществом, характер которых зависит от анатомических, оптико-физических и функциональных особенностей ткани, а также от энергетических и пространственных характеристик излучения и, прежде всего, от длины волны и интенсивности излучения. На

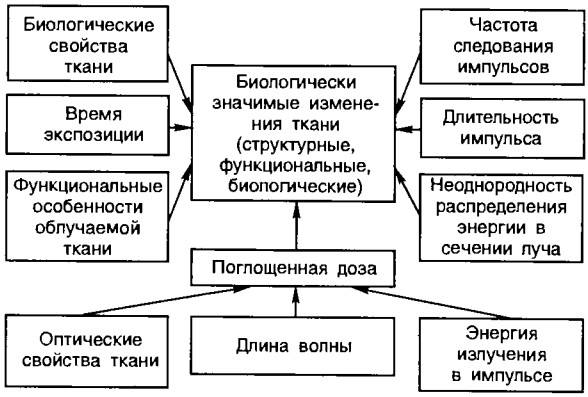

Рис. 3.7. Факторы, определяющие биологические изменения при лазерном облучении

этой стадии 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^{-2} с) механизм взаимодействия становится более сплошным и приводит к преобразованию излучения в энергию механических колебаний среды, в частности ударной волны. При мощности излучения свыше 10^7 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. Основные факторы, определяющие биологическое действие лазерного излучения, представлены на рис. 3.7.

Лазерное излучение представляет опасность главным образом для тканей, которые непосредственно поглощают излучение, поэтому с позиций потенциальной опасности воздействия и возможности защиты от лазерного излучения рассматривают в основном глаза и кожу.

Известна высокая чувствительность роговицы и хрусталика глаза

при воздействии электромагнитных излучений. Способность оптической системы глаза на несколько порядков увеличивать плотность энергии видимого и ближнего инфракрасного диапазона на глазном дне по отношению к роговице, наиболее чувствительны к воздействию лазерного излучения.

Длительное действие лазерного излучения видимого диапазона на сетчатку глаза (не намного меньше порога ожога) может вызвать необратимые изменения в ней, а в диапазоне близкого инфракрасного излучения может привести к помутнению хрусталика глаза. Клетки сетчатки, как и клетки центральной нервной системы, после повреждения не восстанавливаются.

Действие лазерного излучения на кожу в зависимости от первоначальной поглощенной энергии приводит к различным поражениям: от легкой эритемы (покраснения) до поверхностного обугливания и, в конечном итоге, образования глубоких дефектов кожи.

Предельнодопустимыми уровнями (ПДУ) облучения приняты энергетические экспозиции. Для ПДУ непрерывного лазерного излучения выбирают энергетическую экспозицию наименьшей величины, не вызывающей первичных и вторичных биологических эффектов (с учетом длины волны и длительности воздействия). Для импульсно-периодического излучения ПДУ облучения рассчитывают с учетом частоты повторения и воздействия серии импульсов.

Помимо лазерного излучения, возникают также и другие виды опасностей, связанных с эксплуатацией лазеров. Это — вредные химические вещества, шум, вибрация, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и др. По степени опасности лазерного излучения лазеры подразделяются на следующие классы: 0 — безопасные (выходное излучение не представляет опасности для биологической ткани при остром и хроническом воздействии); I — малоопасные (воздействия прямого и зеркально отраженного излучения только на глаза); II — средней опасности (воздействия на глаза прямого, зеркально и диффузно отраженного излучения, а также прямого и зеркально отраженного излучения на кожу); III — опасные (воздействия на глаза, кожу прямого, зеркально и диффузно отраженного излучения; работа лазеров сопровождается возникновением других опасностей и вредных производственных факторов); IV — высокой опасности (опасности, характерные для лазеров I—III классов, а также ионизирующее излучение с уровнем, превышающим установленные допустимые пределы).

Классификацию лазеров по степени опасности осуществляют на основе временных, энергетических и геометрических (точечный или протяженный источник) характеристик источника излучения и предельно допустимых уровней лазерного излучения.

В табл. 3.6 приведены опасные и вредные производственные факторы, подлежащие контролю в зависимости от класса лазерных установок.

Таблица 3.6. **Контролируемые опасные и вредные производственные факторы**

Опасные и вредные производственные факторы	Класс лазеров				
	0	I	II	III	IV
Повышенное электрическое напряжение	—(+)	+	+	+	+
Микроклимат	+	+	+	+	+
Прямое лазерное излучение	—	+	+	+	+
Зеркальное отраженное лазерное излучение	—	+	+	+	+
Диффузно отраженное лазерное излучение	—	—	—(+)	+	+
Излучение оптического диапазона спектра	—	—	+	+	+
Шум, вибрация	—	—	—(+)	+	+
Аэрозоли	—	—	—	+	+
Газы	—	—	—	+	+
Электромагнитное излучение (ВЧ, СВЧ)	—	—	—	—(+)	—(+)
Ионизирующее излучение	—	—	—	—	+

Инфракрасное излучение (ИКИ). Это — тепловое излучение, представляющее собой невидимое электромагнитное излучение с длиной волны от 0,76 до 420 мкм и обладающее волновыми и световыми свойствами.

По длине волны инфракрасные лучи делятся на коротковолновую ИКИ-А (менее 1,4 мкм), средневолновую ИКИ-В (1,4...3 мкм), длинноволновую ИКИ-С (3 мкм...1 мм) область. В производственных условиях гигиеническое значение имеет более узкий диапазон (0,76...70 мкм).

Источником инфракрасного излучения является любое нагретое тело. Степень инфракрасного излучения характеризуется следующими основными законами, используемыми для оценки гигиенического нормирования.

Лучеиспускание обусловливается только состоянием излучающего тела и не зависит от окружающей среды (закон Кирхгофа). Лучеиспускательная способность любого тела пропорциональна его лучепоглощающей способности. Тело, поглощающее все падающие на него лучи (абсолютно черное тело), обладает максимальным излучением. На этом законе основано применение поглощающей защитной одежды, светофильтров, устройство приборов для измерения теплового излучения, а также окраска оборудования.

С повышением температуры излучающего тела интенсивность излучения E (Вт/м^2) увеличивается пропорционально 4-й степени его абсолютной температуры (закон Стефана — Больцмана):

$$E = \sigma T^4,$$

где σ — постоянная Стефана — Больцмана, равная $5{,}67032 \cdot 10^{-8}$ Вт $м^{-2}$ $К^{-4}$; T — абсолютная температура, К (Кельвин).

Таким образом, даже небольшое повышение температуры тела приводит к значительному росту отдачи теплоты излучением. Используя этот закон, можно определить величину теплообмена излучением в производственных условиях.

Количество тепловой энергии, передаваемое излучением, определяется по формуле:

$$E = C_1 C_2 \sigma (T_1^4 - T^4_2),$$

где E — теплоотдача, (Вт), C_1 и C_2 — константы излучения с поверхностей; σ — постоянная Стефана — Больцмана; T_1 и T_2 — температуры поверхностей (К), между которыми происходит теплообмен излучением.

При расчете теплоотдачи излучением учитывают температуру стен и других поглощающих тепловую радиацию поверхностей (среднерадиационная температура).

Произведение абсолютной температуры излучающего тела на длину волны излучения ($\lambda_{макс}$) с максимальной энергией — величина постоянная C (закон Вина — закон смещения)

$$\lambda_{макс} T = C,$$

где $C = 2880$; T — абсолютная температура, К; λ — длина волны, мкм.

Таким образом, длина волны максимального излучения нагретого тела обратно пропорциональна его абсолютной температуре, т.е.

$$\lambda_{макс} = C/T.$$

При температуре твердого тела 400...500 °С излучение происходит главным образом в области длинных волн.

Интенсивность теплового излучения на рабочих местах может колебаться от 175 Вт/$м^2$ до 13 956 Вт/$м^2$. К горячим цехам относят цеха, в которых тепловыделение превышает 23 Дж/$м^2$.

В литейных цехах (нагрев и обработка деталей) интенсивность теплового излучения составляет 1392...3480 Вт/$м^2$.

В производственных помещениях с большим тепловыделением (горячие цеха) на долю инфракрасного излучения может приходиться до 2/3 выделяемой теплоты и только 1/3 на конвекционную теплоту.

Биологическое действие инфакрасного излучения. Лучистое тепло имеет ряд особенностей. Инфракрасное излучение помимо усиления теплового воздействия на организм работающего обладает и специфическим влиянием, зависящим от интенсивности энергии излучения отдельных участков его спектра. Существенное влияние на теплообмен организма оказывают оптиче-

ские свойства кожного покрова с его избирательной характеристикой коэффициентов отражения, поглощения и пропускания инфракрасной радиации.

Воздействие ИКИ на организм человека проявляется как общими, так и местными реакциями. Местная выражается сильнее при длинноволновом облучении, поэтому при одной и той же интенсивности облучения время переносимости в этом случае меньше, чем при коротковолновой радиации. За счет большой глубины проникновения в ткани тела коротковолновая область спектра ИКИ вызывает повышение температуры глубоколежащих тканей. Например, длительное облучение глаза может привести к помутнению хрусталика (профессиональная катаракта).

Под влиянием ИКИ в организме человека возникают биохимические сдвиги и изменения функционального состояния центральной нервной системы: образуются специфические биологически активные вещества типа гистамина, холина, повышается уровень фосфора и натрия в крови, усиливается секреторная функция желудка, поджелудочной и слюнной желез, в центральной нервной системе развиваются тормозные процессы, уменьшается нервно-мышечная возбудимость, понижается общий обмен веществ.

При инфракрасном облучении кожи повышается ее температура, изменяется тепловое ощущение. При интенсивном облучении возникают ощущения жжения, боль. Время переносимости тепловой радиации уменьшается с увеличением длины волны и ее интенсивности (табл. 3.7).

Таблица 3.7. **Время переносимости (с) инфракрасной радиации в зависимости от ее интенсивности и длины волны**

Интенсивность радиации, $Вт/м^2$	Длина волны, мкм	
	3,6	1,07
1400	159	305
2800	27,3	37,9
4200	12,9	21,2
5600	9,5	14,5

С увеличением периода облучения организм приспосабливается, т.е. происходит адаптация, сохраняющаяся довольно длительное время.

Видимая область электромагнитного излучения. Наиболее важной областью оптического спектра электромагнитных излучений является видимый свет (излучение с длиной волны от 0,38...0,4 до 0,75...0,78 мкм). Он обеспечивает зрительное восприятие, дающее около 90 % информации об окружающей среде, влияет на тонус центральной и периферической нервной системы, на обмен веществ в организме, его иммунные и аллергические реакции, на работоспособность и самочувствие человека. Оптимальные параметры видимого света по интенсив-

ности, спектральному составу и режиму освещения зависят от требований организма к условиям конкретной деятельности, а также от характера и интенсивности одновременно воздействующих других факторов среды — акустических, цветовых, пространственно-планировочных и др.

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости. Слишком низкие уровни освещенности вызывают апатию и сонливость, а в некоторых случаях способствуют развитию чувства тревоги. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождаются снижением интенсивности обмена веществ в организме и ослаблением его реактивности. К таким же последствиям приводит длительное пребывание в световой среде с ограниченным спектральным составом света и монотонным режимом освещения.

Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз и кожи, кератиты, катаракты и другие нарушения.

Световую среду формируют следующие составляющие:

Лучистый поток Φ — это мощность лучистой энергии электромагнитного поля в оптическом диапазоне волн, Вт.

Световой поток F — это мощность световой энергии, оцениваемой по зрительному восприятию, т.е. величина F является не только физической, но и физиологической, лм.

Видность B — отношение светового потока к лучистому. Максимальная видность B_{max} (при длине 554 Нм) составляет 683 лм/Вт. Видность излучения характеризует чувствительность глаза к различным составляющим светового спектра.

Сила света J — пространственная объективная плотность светового потока в пределах телесного угла, кд.

Освещенность E — плотность светового потока на освещаемой поверхности, лк.

Яркость поверхности L_α в данном направлении α определяется из отношения силы света dL_α, излучаемой поверхностью dS в этом направлении, к проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению:

$$L_\alpha = \frac{dJ\alpha}{dS\cos\alpha}.$$

Коэффициент отражения ρ характеризует способность поверхности отражать падающий на нее световой поток; определяется по формуле:

$$\rho = \frac{F_{отр}}{F_{пад}},$$

где $F_{отр}$ — отраженный световой поток, лм; $F_{пад}$ — световой поток, падающий на поверхность, лм.

Качественные показатели систем производственного освещения являются комплексными и определяют условия зрительной работы. К ним относятся:

Фон — поверхность, непосредственно прилегающая к объекту различения. Под объектом различения понимается минимальный элемент рассматриваемого предмета, который необходимо выделить для зрительной работы.

Контраст объекта с фоном K — определяется из соотношения яркостей рассматриваемого объекта и фона

$$K = \frac{L_ф - L_о}{L_ф}.$$

Видимость V — величина, комплексно характеризующая зрительные условия работы. Зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном и др. Оценивается видимость числом пороговых контрастов $K_{пор}$, содержащихся в действительном $K_д$ контрасте:

$$V = \frac{K_д}{K_{пор}}.$$

Пороговый контраст — наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым.

Показатель ослепленности P — это критерий оценки слепящего действия источников света, вычисляемый по формуле:

$$P = \left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right) \cdot 1000,$$

где V_1 — видимость объекта различения при экранированном источнике света; V_2 — видимость при разэкранированном источнике света.

При отсутствии экрана (плафона) на источнике искусственного света яркость объекта и фона увеличивается за счет появления бликов $L_б$, что приводит к снижению показателей контрастности:

$$K = [(L_ф + L_б) - (L_о + L_б)]/(L_Ф + L_б),$$

а значит и к уменьшению показателя видимости.

Коэффициент пульсации освещенности $K_п$ — критерий оценки изменения освещенности поверхности вследствие периодического изменения во времени светового потока источника света

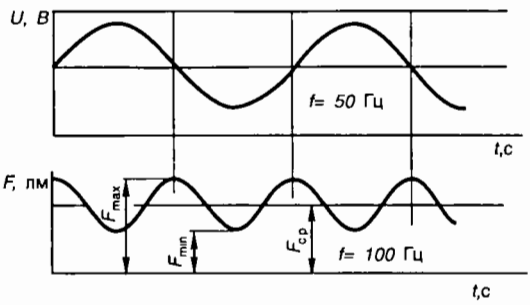

Рис. 3.8. График изменения светового потока газоразрядной лампы

$$K_п = \frac{E_{max} - E_{min}}{2\,E_{ср}}\ 100\%,$$

где E_{max}, E_{min} и $E_{ср}$ — максимальное, минимальное и среднее значение освещенности за период ее колебания.

Необходимость в показателе $K_п$ вызвана широким применением газоразрядных ламп. При питании их переменным током наблюдается пульсация во времени величины светового потока таких источников с частотой, вдвое большей частоты питающей сети (рис. 3.8).

По типу источника света производственное освещение бывает: естественное — за счет солнечного излучения (прямого и диффузно-рассеянного света небесного купола); искусственное — за счет источников искусственного света; совмещенное.

Естественное освещение имеет положительные и отрицательные стороны. Более благоприятный спектральный состав (наличие ультрафиолетовых лучей), высокая диффузность (рассеянность) света способствуют улучшению зрительных условий работы. В то же время при естественном освещении освещенность во времени и пространстве непостоянна, зависит от погодных условий, возможно тенеобразование, ослепление при ярком солнечном свете.

Искусственное освещение помогает избежать многие недостатки, характерные для естественного освещения, и обеспечить оптимальный световой режим. Однако условия гигиены труда требуют максимального использования естественного освещения, так как солнечный свет оказывает оздоровляющее действие на организм. Оно не используется только там, где это противопоказано технологическими условиями производства, где хранятся светочувствительные химикаты, материалы и изделия.

При недостаточном естественном освещении в светлое время суток используют и искусственный свет. Такое освещение называется *совмещенным*. Оно предусмотрено существующими нормами.

Естественное освещение по конструктивному исполнению бывает: боковое, осуществляемое через оконные проемы; верхнее, когда свет проникает в помещение через аэрационные и зенитные фонари, проемы в перекрытиях; комбинированное, когда к верхнему освещению добавляется боковое. Наиболее эффективно комбинированное естественное освещение, обеспечивающее более равномерное распределение внутри производственного помещения.

Искусственное освещение по конструктивному исполнению бывает двух видов: общее и комбинированное, когда к общему освещению добавляется местное, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах. Общее освещение подразделяется на общее равномерное и общее локализованное (например, вдоль сборочного конвейера). Общее освещение может быть рабочим и аварийным. Рабочее освещение является обязательным во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы, прохода людей и движения транспорта. Аварийное освещение предусматривается для обеспечения минимальной освещенности в производственном помещении на случай внезапного отключения рабочего освещения.

Существуют также специальные виды искусственного освещения: бактерицидное и эритемное. Бактерицидное освещение применяется для обеззараживания воздуха внутри производственных помещений, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной эффективностью обладает ультрафиолетовое излучение длиной волны 254...257 нм, создаваемое специальными лампами. Эритемное (искусственное ультрафиолетовое) излучение оказывает положительное биологическое действие на обмен веществ, дыхательные процессы, активизирует кровообращение.

Гигиеническое нормирование искусственного и естественного освещения. Нормируемыми параметрами для систем искусственного освещения являются: величина минимальной освещенности E_{min}, допустимая яркость в поле зрения $L_{доп}$, а также показатель ослепленности P и коэффициент пульсации $K_п$ (СНиП 23—05—95).

Величина минимальной освещенности задается для наиболее темного участка рабочей поверхности. Под рабочей поверхностью понимается условная горизонтальная плоскость, расположенная на расстоянии 0,8 м от уровня пола производственного помещения. Нормируемое значение E_{min} выбирается (табл. 3.8) в зависимости от точности зрительной работы, коэффициента отражения рабочей поверхности, продолжительности напряженной зрительной работы в общем бюджете времени, характеристики качества освещения и технико-экономических показателей применяемой системы освещения.

Степень точности зрительных работ определяется угловыми размерами и яркостным контрастом K объекта различения с фоном.

Угловые размеры объекта различения, выраженные в угловых минутах, группируются по их линейным размерам, расстояние от объекта до глаза принимается равным 0,35...0,5 м. Это позволяет линейный размер 0,1 м принять эквивалентным угловому размеру в одну угловую минуту. Объекты различения классифицируются по размерам на шесть разрядов: от I наивысшей точности (< 0,15 мм) до VI — грубые работы (> 5 мм). Последние VII, VIII, IX разряды не учитывают размеры объекта различения, поскольку к ним относятся работы, требующие

Таблица 3.8 **Нормы освещенности при искусственном освещении и коэффициент естественного освещения (для III пояса светового климата РФ) при естественном и совмещенном освещении (СНиП 23-05-95)**

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО, $e_н$, %			
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего		P	$K_п$, %				
Наивысшей точности	менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	—	20	10				
						4500	500	—	10	10				
		I	б	Малый	Средний	4000	400	1250	20	10	—	—	6,0	
				Средний	Темный	3500	400	1000	10	10				
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	20	10				
				Средний	Средний	2000	200	600	10	10				
				Большой	Темный									
			г	Средний	Светлый	1500	200	400	20	10				
				Большой	»	1250	200	300	10	10				
				»	Средний									
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	—	20	10	—	—		4,2
						3500	400	—	10	10				

			б	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 1500	200 200	500 400	20 10	10 10				
			г	Средний Большой	Светлый Средний	1000 750	200 200	300 200	20 10	10 10				
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15				
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний	400	200	200	40	15				
Средней точности	Св. 0,15 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300	40	20				
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200	40	20				
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний	—	—	200	40	20				
Малой точности	Св. 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	40	20				

Продолжение табл 3.8

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО, $e_н$, %			
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения	P	$K_п$, %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего							
			б	Малый Средний	Средний Темный	—	—	200	40	20	3	1		1,8
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	—	—	200	40	20				
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний	—	—	200	40	20				
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		—	—	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями и в горячих цехах	Более 5	VII		То же		—	—	200	400	20	3	1	1,8	0,6

Продолжение табл. 3.8

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
					Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО, $e_н$, %			
					при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения	P	$K_п$, %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
					всего	в том числе от общего							
Любое наблюдение за ходом производственного процесса: постоянно-периодическое при постоянном пребывании людей в помещении	Более 5	VIII	а	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	—	—	200	40	20	3	1	1,8	0,6
			б		—	—	75	—	—	1	0,3	0,7	0,2

общего наблюдения за ходом производственного процесса, а также работа с самосветящимися объектами.

Контраст объекта с фоном K принято считать малым, если $K < 0{,}2$, средним при $0{,}2 < K \leq 0{,}5$ и большим при $K > 0{,}5$. Рабочие поверхности, являющиеся фоном, на котором объект зрительно обнаруживается и опознается, классифицируют по значению коэффициента отражения ρ: если $\rho < 0{,}2$ — фон считается темным; если $0{,}2 < \rho \leq 0{,}4$ — средним; при $\rho > 0{,}4$ — светлым.

Если работа связана с повышенной опасностью травматизма, размещением деталей на движущихся поверхностях и напряженная зрительная работа проводится непрерывно в течение рабочего дня или различаемые объекты расположены от глаз далее чем на 0,5 м, то нормы освещенности повышаются на одну степень согласно специальной шкале освещенностей.

Также нормируются показатель ослепленности (табл. 3.9) и коэффициент пульсации (табл. 3.10).

Таблица 3.9. **Допустимый показатель ослепленности в производственных и вспомогательных помещениях (СНиП 23-05—95)**

Разряд и подразряд зрительной работы	Показатель ослепленности	
	при постоянном пребывании людей в помещении	при периодическом пребывании людей в помещении
I, II	20	—
III, IV, V, VII	40	60
VI, VIIIa	60	80

Таблица 3.10. **Допустимый коэффициент пульсации освещенности для производственных помещений (СНиП 23-05—95)**

Освещение	Допустимый коэффициент пульсации освещенности, % (для разрядов зрительной работы)		
	I, II	III	IV—VIIIa, б
Общее	10	15	20
Комбинированное:			
общее	20	20	20
местное	10	15	20

В нормах (табл. 3.8) приведены значения освещенности для газоразрядных ламп. Для ламп накаливания эти нормы снижаются по шкале освещенности.

Для систем естественного освещения нормируемым параметром является *коэффициент естественного освещения* КЕО, $e_н$, %. КЕО — отношение измеренной в данной точке рабочей поверхности освещенности (внутри помещения) к значению освещенности, измеренной на горизонтальной площадке в точке, расположенной вне производственного здания и освещенной рассеянным светом всего купола небосвода.

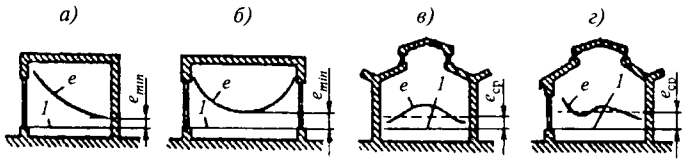

Рис. 3.9. Схемы распределения КЕО по характерному разрезу помещения:

а — одностороннее боковое освещение; *б* — двустороннее боковое освещение; *в* — верхнее освещение; *г* — комбинированное освещение; *l* — уровень рабочей поверхности

При боковом освещении нормируется минимальное значение e_{min}. При одностороннем — в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов (рис. 3.9, *а*), при двустороннем — в точке посередине помещения (рис. 3.9, *б*). При верхнем и комбинированном освещении нормируется среднее значение КЕО (рис. 3.9, *в* и *г*).

Таблица 3.11. **Коэффициент светового климата**

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, *m*				
		Номер группы административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З, В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1	1,1	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С—Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,75
	СВ — ЮЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	ЮВ — СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,7
	В —З					
В фонарях типа «Шед»	С	1	0,9	1,2	1,2	0,7
В зенитных фонарях	—	1	0,9	1,2	1,2	0,75

Примечания. 1. С — северное; СВ — северо-восточное; СЗ — северо-западное; В — восточное; З — западное; С—Ю — северо-юг; В—З — восток-запад; Ю — южное; ЮВ — юго-восточное; ЮЗ — юго-западное. 2. Группы административных районов России по ресурсам светового климата приведены в табл. 3.12.

Таблица 3.12. **Группы административных районов по ресурсам светового климата**

Номер группы	Административный район
1	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Нижегородская, Свердловская, Пермская, Челябинская, Курганская, Новосибирская, Кемеровская области, Мордовия, Чувашия, Удмуртия, Башкортостан, Татарстан, Красноярский край (севернее 63° с.ш.), Республика Саха (Якутия) (севернее 63° с.ш.), Чукотский нац. округ, Хабаровский край (севернее 55° с.ш.)

Номер группы	Административный район
2	Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская, Самарская, Ульяновская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская области, Республика Коми, Кабардино-Балкарская Республика, Северо-Осетинская Республика, Чеченская Республика, Ингушская Республика, Ханты-Мансийский нац. округ, Алтайский край, Красноярский край (южнее 63° с.ш.), Республика Саха (Якутия) (южнее 63° с.ш.), Республика Тува, Бурятская Республика, Читинская область, Хабаровский край (южнее 55° с.ш.), Магаданская обл.
3	Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Ленинградская, Вологодская, Костромская, Кировская области, Карельская Республика, Ямало-Ненецкий нац. округ, Ненецкий нац. округ
4	Архангельская, Мурманская области
5	Калмыцкая Республика, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Дагестанская Республика, Амурская область, Приморский край

$$e_{ср} = \frac{1}{n-1}\left(\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \ldots + \frac{e_n}{2}\right),$$

где n — количество точек; e_i — соответствующее значение КЕО в точках, расположенных на линии пересечения плоскости характерного разреза и рабочей плоскости.

В СНиП 23-05—95 приведены (см. табл. 3.8) нормативные значения КЕО, $e_н^{III}$, для зданий, расположенных в III поясе светового климата РФ (Москва, Екатеринбург, Челябинск, Якутск и др.). Для зданий, расположенных в I, II, IV и V поясах светового пояса РФ, нормированные значения КЕО определяются по формуле:

$$e_N = e_н m_N,$$

где m — коэффициент светового климата (табл. 3.11); N — номер группы обеспеченности естественным светом для административного района (табл. 3.12).

Кроме количественного показателя КЕО, нормируется также качественная характеристика — неравномерность естественного освещения, т.е. величина, характеризующая отношение наибольшего и наименьшего КЕО в пределах характерного разреза помещения. Неравномерность не должна превышать 2:1 для работ I и II разрядов и 3:1 для работ III и IV разрядов.

При определении достаточности естественного освещения в производственном помещении при правильной расстановке оборудования и распределении рабочих мест с различной степенью зрительного

напряжения используются методы аналитического определения КЕО (СНиП 23-05—95).

Ультрафиолетовое излучение (УФИ). Это оптическое излучение с длинами волн, меньшими 400 нм. Для биологических целей различают следующие спектральные области: УФИ-С — от 200 до 280 нм; УФИ-В — от 280 до 315 нм; УФИ-А — от 315 до 400 нм. Исходя из специфической биологической эффективности, область УФИ-С также называют бактерицидной областью спектра; УФИ-В — эритемной и УФИ-А — общеоздоровительной (последнее определение в меньшей степени, чем первые два отражают специфику биологического действия УФИ). В научно-технической литературе используются и другие синонимы названий указанных областей спектра, например, коротковолновое, длинноволновое УФИ и др.

Величины и единицы измерения УФИ. *Эритемный поток* ($Ф_{эр}$) — мощность эритемного излучения — эффективная величина, характеризующая УФИ по его полезному (в малых дозах) действию на человека и животных. Единица измерения — эр — эритемный поток, соответствующий потоку излучения с длиной волны 297 нм и мощностью 1 Вт. *Эритемная освещенность* (эритемная облученность) в точке поверхности ($E_{эр}$) — отношение эритемного потока, падающего на элемент поверхности, содержащий данную точку, к площади этого элемента. Единица измерения эр на квадратный метр (эр/м^2) — эритемная освещенность поверхности площадью 1 м^2 при эритемном потоке падающего на него излучения 1 эр. *Эритемная доза* (эритемная экспозиция $H_{эр}$) — отношение эритемной энергии излучения, падающего на элемент поверхности, к площади этого элемента. Единица измерения — эр·ч/м^2 — эритемная доза, получаемая поверхностью с площади 1 м^2, на которое падает излучение с эритемной энергией 1 эр·ч. Для удобства пользования предлагаем табл. 3.13 пересчета физических и биологически взвешенных единиц измерения дозы УФИ в области В. Единицы измерения бактерицидного потока, приведенного к длине волны 254 нм, — бк, бк/м^2 и бк·ч/м^2.

Таблица 3.13. **Взаимосвязь физических и биологически взвешенных единиц измерения дозы УФИ в области В**

Единицы измерения	мкВт·мин/см^2	мэр·ч/м^2	мкэр·мин/см^2	мэр·мин/м^2
мкВт·мин/см^2	1	0,0314	0,2	2
мэр·ч/м^2	30	1	6	60
мкэр·мин/см^2	5	0,157	1	10
мэр·мин/м^2	0,5	0,0157	0,1	1

Основные типы ультрафиолетовых измерительных приборов приведены в табл. 3.14.

Таблица 3.14. **Основные типы ультрафиолетовых измерительных приборов**

Прибор	Назначение прибора
УФ-радиометр	Измерение УФ-освещенности в энергетических единицах
УФ-дозиметр	Измерение УФ-дозы в энергетических единицах
УФ-фотометр	Измерение эффективных величин, характеризующих УФ-излучение
Эр-метр	УФ-фотометр, предназначенный для измерения эритемной освещенности
Эр-дозиметр	УФ-фотометр, предназначенный для измерения эритемной дозы
Бакт-метр	УФ-фотометр, предназначенный для измерения бактерицидной освещенности
Бакт-дозиметр	УФ-фотометр, предназначенный для измерения бактерицидной дозы

Источники УФИ можно разделить на две большие группы: естественные и искусственные. Главным естественным источником УФИ является солнце. На интенсивность УФИ на поверхности Земли оказывает влияние длина пути лучей, географическая широта, высота над уровнем моря и время года. Имеет также значение рассеивание и поглощение УФИ пылью, туманом, различными химическими веществами, находящимися в атмосфере, и дождем. Практически наиболее короткая волна, достигающая поверхности Земли, находится на уровне 295 нм. Общий поток УФИ в области А + В составляет 3...4 % от общей энергии солнечных лучей.

Искусственные источники УФИ можно классифицировать следующим образом: газоразрядные источники — ртутные лампы низкого давления, ртутные лампы высокого давления, металлические галогеновые высокого давления, водородные и дейтериевые лампы, дуговая сварка; флюоресцентные лампы; источники накаливания — углеродная дуга, оксиацетиленовое пламя.

В промышленности одним из источников УФИ являются электрические дуги. Они могут применяться без арматуры (сварочные работы) или с арматурой в виде различных экранов с отверстиями (фотоцинкография, светокопировальные работы). Интенсивность и спектр УФИ от электрической дуги зависит от диаметра электрода, силы тока, состава электрода, а также от вида обмазки (при сварочных работах).

Биологическое действие УФИ связано как с одноразовым, так и с систематическим облучением поверхности кожи и глаз. Острые поражения глаз при УФИ-облучении обычно проявляются в виде кератитов роговицы и катаракты хрусталика. Фотокератит имеет латентный период, длительность которого зависит от дозы облучения (от 30 мин до 24 ч), чаще всего латентный период составляет 6...12 ч. Проявляется фотокератит в виде ощущений постороннего тела или песка в глазах, светобоязни, слезотечения. Нередко можно обнаружить эритему кожи лица и век. Обычно явления фотокератита заканчиваются через 48 ч

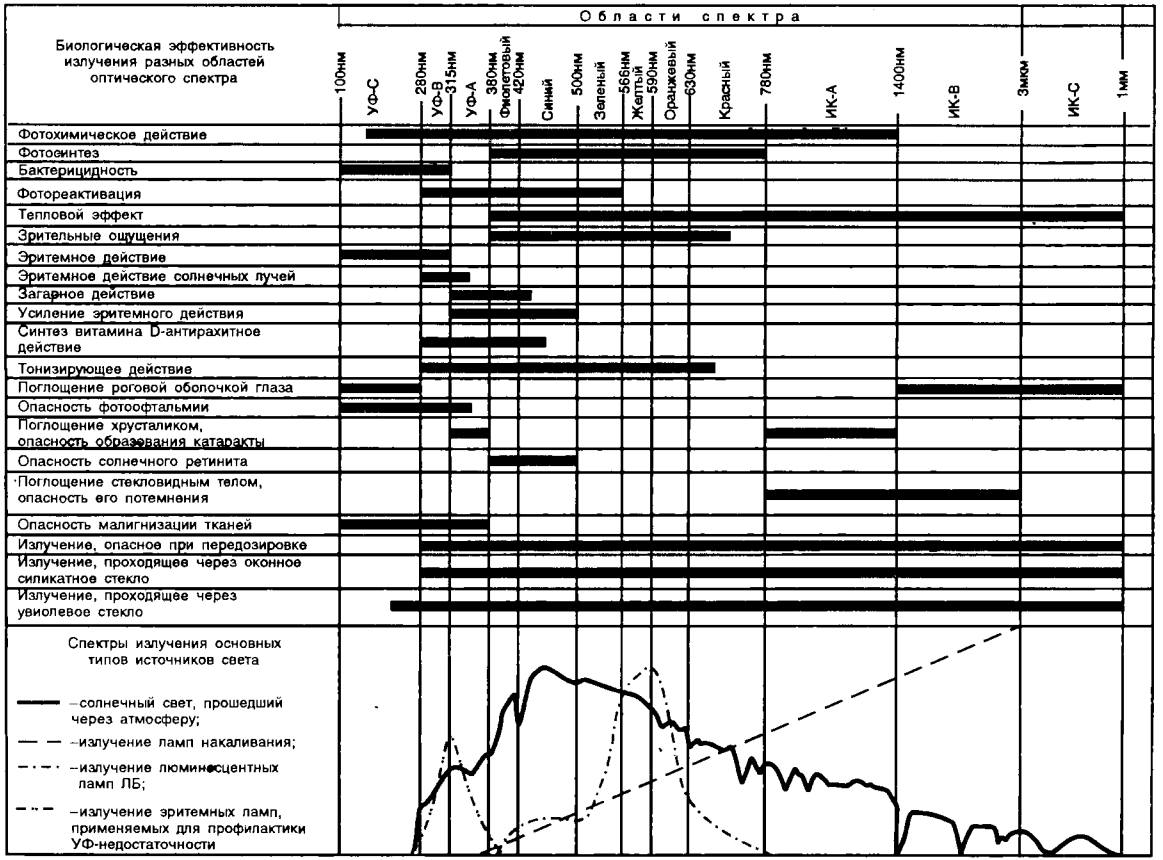

Рис. 3.10. Гигиеническая характеристика излучений оптического спектра

без каких-либо осложнений. Повторные воздействия УФИ на глазные среды могут приводить к развитию катаракты — заболеванию, сопровождающемуся частичной или полной потерей проводимости света зрачком.

Механизм развития рака кожи связывают со способностью УФИ повреждать ДНК и ее репарирующую систему. Канцерогенное действие УФИ может заключаться в одном из трех основных элементов повреждения: увеличения частоты хромосомных аберраций и степени мутации, увеличения степени трансформации нормальных клеток в раковые клетки.

Вероятность развития опухолей при УФИ-облучении зависит как от суммарной дозы УФИ, которая, как правило, должна быть в тысячи раз больше эритемной, так и спектра излучения, длительности экспозиции, интервалов между облучениями, индивидуальной чувствительности организма и др.

Согласно действующему гигиеническому нормированию УФИ установлено, что максимальная облученность не должна превышать 7,5 мэр·ч/м^2, а максимальная суточная доза — 60 мэр·ч/м^2 для диапазона УФИ с длиной волны больше 280 нм.

На рис. 3.10 приведена гигиеническая характеристика электромагнитных излучений оптического спектра.

3.6. ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Изонизирующее излучение — это электромагнитное излучение, которое создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы различных знаков.

Взаимодействие с веществом заряженных частиц, гамма-квантов и рентгеновских лучей. Корпускулярные частицы ядерного происхождения (α-частицы, β-частицы, нейтроны, протоны и т.д.), а также фотонное излучение (γ-кванты и рентгеновское и тормозное излучение) обладают значительной кинетической энергией. Взаимодействуя с веществом, они теряют эту энергию в основном в результате упругих взаимодействий с ядрами атомов или электронами (как это происходит при взаимодействии бильярдных шаров), отдавая им всю или часть своей энергии на возбуждение атомов (т.е. перевод электрона с более близкой на более удаленную от ядра орбиту), а также на ионизацию атомов или молекул среды (т.е. отрыв одного или более электронов от атомов).

Упругое взаимодействие характерно для нейтральных частиц (нейтронов) и фотонов, не имеющих заряда. При этом нейтрон, взаимодействуя с атомами, может в соответствии с законами классической механики передавать часть энергии, пропорциональную массам соуда-

ряющихся частиц. Если это тяжелый атом, то передается только часть энергии. Если это атом водорода, равный массе нейтрона, то передается вся энергия. При этом нейтрон замедляется до тепловых энергий порядка долей электровольта и далее вступает в ядерные реакции. Ударяя в атом, нейтрон может передать ему такое количество энергии, которое достаточно, чтобы ядро «выскочило» из электронной оболочки. В этом случае образуется заряженная частица, обладающая значительной скоростью, которая способна осуществлять ионизацию среды.

Аналогично взаимодействие с веществом и фотона. Он самостоятельно не способен ионизировать среду, но выбивает электроны из атома, которые и производят ионизацию среды. Нейтроны и фотонное излучение относятся к косвенно ионизирующим излучениям.

Заряженные частицы (α- и β-частицы), протоны и другие способны ионизировать среду за счет взаимодействия с электрическим полем атома и электрическим полем ядра. При этом заряженные частицы тормозятся и отклоняются от направления своего движения, испуская при этом тормозное излучение, одно из разновидностей фотонного излучения.

Заряженные частицы могут за счет неупругих взаимодействий передавать атомам среды количество энергии, недостаточное для ионизации. В этом случае образуются атомы в возбужденном состоянии, которые передают эту энергию другим атомам, либо испускают кванты характеристического излучения, либо, соударяясь с другими возбужденными атомами, могут получить энергию, достаточную для ионизации атомов.

Как правило, при взаимодействии излучений с веществами происходят все три вида последствий этого взаимодействия: упругое соударение, возбуждение и ионизация. На примере взаимодействия электронов с веществом в табл. 3.15 показана относительная доля и энергия, теряемая ими на различные процессы взаимодействия.

Таблица 3.15. **Относительная доля энергии, теряемая электронами в результате различных процессов взаимодействия, %**

Энергия, эВ	Упругое взаимодействие	Возбуждение атомов среды	Ионизация
10^3	8,7	54,8	36,5
10^4	4,1	63,4	32,4
10^5	1,8	68,0	30,2

Процесс ионизации является наиболее важным эффектом, на котором построены почти все методы дозиметрии ядерных излучений, особенно косвенно ионизирующих излучений.

В процессе ионизации образуются две заряженные частицы: положительный ион (или атом, потерявший электрон с внешней оболочки)

и свободный электрон. При каждом акте взаимодействия могут быть оторваны один или несколько электронов.

Истинная работа ионизации атома составляет 10...17 эВ, т.е. столько энергии требуется для отрыва электрона от атома. Экспериментально установлено, что энергия, передаваемая на образование одной пары ионов в воздухе, в среднем 35 эВ для α-частиц и 34 эВ для электронов, а для вещества биологической ткани примерно 33 эВ. Разница определяется следующим. Среднюю энергию, идущую на образование одной пары ионов, определяют экспериментально как отношение энергии первичной частицы к среднему числу пар ионов, образованной одной частицей на всем ее пути. Так как заряженные частицы тратят свою энергию на процессы возбуждения и ионизации, то в экспериментальную величину энергии ионизации входят все виды энергетических потерь, отнесенные к образованию одной пары ионов. Экспериментальным подтверждением сказанному является табл. 3.14.

Дозы излучения. Когда ионизирующее излучение проходит через вещество, то на него оказывает воздействие только та часть энергии излучения, которая передается веществу, поглощается им. Порция энергии, переданная излучением веществу, называется *дозой.*

Количественной характеристикой взаимодействия ионизирующего излучения с веществом является поглощенная доза. Поглощенная доза Д (Дж/кг) — это отношение средней энергии $\overline{de}$, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к единице массы dm вещества в этом объеме

$$D = \frac{\overline{de}}{dm}.$$

В системе СИ в качестве единицы поглощенной дозы принят грей (Гр), названной в честь английского физика и радиобиолога Л. Грея. 1 Гр соответствует поглощению в среднем 1 Дж энергии ионизирующего излучения в массе вещества, равной 1 кг. 1 Гр = 1 Дж·кг$^{-1}$.

Доза эквивалентная H — поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного излучения, W_R

$$H_{T,R} = W_R \cdot D_{T,R},$$

где $D_{T,R}$ — средняя поглощенная доза в органе или ткани T; W_R — взвешивающий коэффициент для излучения R. Если поле излучения состоит из нескольких излучений с различными величинами W_R, то эквивалентная доза определяется в виде:

$$H_m = \sum_R W_R \cdot D_{T,R}.$$

Единицей измерения эквивалентной дозы является Дж · кг$^{-1}$, имеющий специальное название зиверт (Зв).

Доза эффективная E — величина, используемая как мера возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органе H_{τ_T} на соответствующий коэффициент для данного органа или ткани:

$$E = \sum_T W_T \cdot H_{\tau_T},$$

где H_{τ_T} — эквивалентная доза в ткани T за время τ, а W_T — взвешивающий коэффициент для ткани T. Единица измерения эффективной дозы — Дж $кг^{-1}$, которая имеет специальное название — зиверт (Зв).

Доза эффективная коллективная S — величина, определяющая полное воздействие излучения на группу людей, определяется в виде:

$$S = \sum E_i \cdot N_i,$$

где E_i — средняя эффективная доза i-й подгруппы группы людей, N_i — число людей в подгруппе.

Единица измерения эффективной коллективной дозы — человеко-зиверт (чел-Зв).

Механизм биологического действия ионизирующих излучений. Биологическое действие радиации на живой организм начинается на клеточном уровне. Живой организм состоит из клеток. Клетка животного состоит из клеточной оболочки, окружающей студенистую массу — цитоплазму, в которой заключено более плотное ядро. Цитоплазма состоит из органических соединений белкового характера, образующих пространственную решетку, ячейки которой заполняют вода, растворенные в ней соли и относительно малые молекулы липидов — веществ, по свойствам подобным жирам. Ядро считается наиболее чувствительной жизненно важной частью клетки, а основными его структурными элементами являются хромосомы. В основе строения хромосом находится молекула диоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), в которой заключена наследственная информация организма. Отдельные участки ДНК, ответственные за формирование определенного элементарного признака, называются генами или «кирпичиками наследственности». Гены расположены в хромосомах в строго определенном порядке и каждому организму соответствует определенный набор хромосом в каждой клетке. У человека каждая клетка содержит 23 пары хромосом. При делении клетки (митозе) хромосомы удваиваются и в определенном порядке располагаются в дочерних клетках.

Ионизирующее излучение вызывает поломку хромосом (хромосомные аберрации), за которыми происходит соединение разорванных концов в новые сочетания. Это и приводит к изменению генного аппарата и образованию дочерних клеток, неодинаковых с исходными. Если стойкие хромосомные аберрации происходят в половых клетках,

то это ведет к мутациям, т.е. появлению у облученных особей потомства с другими признаками. Мутации полезны, если они приводят к повышению жизнестойкости организма, и вредны, если проявляются в виде различных врожденных пороков. Практика показывает, что при действии ионизирующих излучений вероятность возникновения полезных мутаций мала.

Однако в любой клетке обнаружены непрерывно действующие процессы исправления химических повреждений в молекулах ДНК. Оказалось также, что ДНК достаточна устойчива по отношению к разрывам, вызываемым радиацией. Необходимо произвести семь разрушений структуры ДНК, чтобы она уже не могла восстановиться, т.е. только в этом случае происходит мутация. При меньшем числе разрывов ДНК восстанавливается в прежнем виде. Это указывает на высокую прочность генов по отношению к внешним воздействиям, в том числе и ионизирующим излучениям.

Разрушение жизненноважных для организма молекул возможно не только при прямом их разрушении ионизирующим излучением (теория мишени), но и при косвенном действии, когда сама молекула не поглощает непосредственно энергию излучения, а получает ее от другой молекулы (растворителя), которая первоначально поглотила эту энергию. В этом случае радиационный эффект обусловлен вторичным влиянием продуктов радиолиза (разложения) растворителя на молекулы ДНК. Этот механизм объясняется теорией радикалов. Повторяющиеся прямые попадания ионизирующих частиц в молекулу ДНК, особенно в ее чувствительные участки — гены, могут вызвать ее распад. Однако вероятность таких попаданий меньше, чем попаданий в молекулы воды, которая служит основным растворителем в клетке. Поэтому радиолиз воды, т.е. распад при действии радиации на водородный (H) и гидроксильный (OH) радикалы с последующим образованием молекулярного водорода и перекиси водорода, имеет первостепенное значение в радиобиологических процессах. Наличие в системе кислорода усиливает эти процессы. На основании теории радикалов главную роль в развитии биологических изменений играют ионы и радикалы, которые образуются в воде вдоль траектории движения ионизирующих частиц.

Высокая способность радикалов вступать в химические реакции обусловливает процессы их взаимодействия с биологически важными молекулами, находящимися в непосредственной близи от них. В таких реакциях разрушаются структуры биологических веществ, а это в свою очередь приводит к изменениям биологических процессов, включая процессы образования новых клеток.

Последствия облучения людей ионизирующим излучением. Когда мутация возникает в клетке, то она распространяется на все клетки нового организма, образовавшиеся путем деления. Помимо генетических эффектов, которые могут ска-

зываться на последующих поколениях (врожденные уродства), наблюдаются и так называемые соматические (телесные) эффекты, которые опасны не только для самого данного организма (соматическая мутация), но и его потомства. Соматическая мутация распространяется только на определенный круг клеток, образовавшихся путем обычного деления из первичной клетки, претерпевшей мутацию.

Соматические повреждения организма ионизирующим излучением являются результатом воздействия излучения на большой комплекс — коллективы клеток, образующих определенные ткани или органы. Радиация тормозит или даже полностью останавливает процесс деления клеток, в котором собственно и проявляется их жизнь, а достаточно сильное излучение в конце концов убивает клетки. Разрушительное действие излучения особенно заметно проявляется в молодых тканях. Это обстоятельство используется, в частности, для защиты организма от злокачественных (например, раковых опухолей) новообразований, которые разрушаются под воздействием ионизирующих излучений значительно быстрее доброкачественных клеток. К соматическим эффектам относят локальное повреждение кожи (лучевой ожог), катаракту глаз (помутнение хрусталика), повреждение половых органов (кратковременная или постоянная стерилизация) и др.

В отличие от соматических, генетические эффекты действия радиации обнаружить трудно, так как они действуют на малое число клеток и имеют длительный скрытый период, измеряемый десятками лет после облучения. Такая опасность существует даже при очень слабом облучении, которое хотя и не разрушает клетки, но способно вызвать мутации хромосом и изменить наследственные свойства. Большинство подобных мутаций проявляется только в том случае, когда зародыш получает от обоих родителей хромосомы, поврежденные одинаковым образом. Результаты мутаций, в том числе и смертность от наследственных эффектов — так называемая генетическая смерть, наблюдались задолго до того, как люди начали строить ядерные реакторы и применять ядерное оружие. Мутации могут быть вызваны космическими лучами, а также естественным радиационным фоном Земли, на долю которого по оценкам специалистов приходится 1 % мутаций человека.

Установлено, что не существует минимального уровня радиации, ниже которого мутации не происходит. Общее количество мутаций, вызванных ионизирующим излучением, пропорционально численности населения и средней дозе облучения. Проявление генетических эффектов мало зависит от мощности дозы, а определяется суммарной накопленной дозой независимо от того, получена она за 1 сутки или 50 лет. Полагают, что генетические эффекты не имеют дозового порога. Генетические эффекты определяются только эффективной коллективной дозой человеко-зиверт (чел-Зв), а выявление эффекта у отдельного индивидуума практически не предсказуемо.

В отличие от генетических эффектов, которые вызываются малыми дозами радиации, соматические эффекты всегда начинаются с опре-

деленной пороговой дозы: при меньших дозах повреждения организма не происходит. Другое отличие соматических повреждений от генетических заключается в том, что организм способен со временем преодолевать последствия облучения, тогда как клеточные повреждения необратимы.

Значения некоторых доз и эффектов воздействия излучения на организм приведены в табл. 3.16.

Таблица 3.16. **Радиационное воздействие и соответствующие биологические эффекты**

Воздействие			
Доза, Зв	Мощность дозы или продолжительность	Облучение	Биологический эффект
0,003	В течение недели	О	Практически отсутствует
0,01	Ежедневно (в течение нескольких лет)	О	Лейкемия
0,015	Единовременно	Л	Хромосомные нарушения в опухолевых клетках (культура соответствующих тканей)
0,25	В течение недели	Л	Практически отсутствует
0,5—1	Накопление малых доз	Л	Удвоение мутагенных эффектов у одного поколения
2	Единовременно	О	Тошнота
3—5	—	О	$СД_{50}$ для людей
4	—	Л	Выпадение волос (обратимое)
4—5	0,1—0,5 Зв/сут	О	Возможно излечение в стационарных условиях
6—9	3 Зв/сут или накопление малых доз	Л	Радиационная катаракта
10—25	2—3 Зв/сут	Л	Возникновение рака сильно радиочувствительных органов
25—60	2—3 Зв/сут	Л	Возникновение рака умеренно радиочувствительных органов
40—50	2—3 Зв/сут	Л	Дозовый предел для нервных тканей
50—60	2—3 Зв/сут	Л	Дозовый предел для желудочно-кишечного тракта

Примечание. О — общее облучение тела; Л — локальное облучение; $СД_{50}$ — доза, приводящая к 50 %-ной смертности среди лиц, подвергшихся облучению.

Нормирование воздействия ионизирующих излучений. К основным правовым нормативам в области радиационной безопасности относятся Нормы радиационной безопасности (НРБ—99). Документ относится к категории санитарных правил (СП 2.6.1.758-99), утвержден Государственным санитарным врачом Российской Федерации 2 июля 1999 г.

Нормы радиационной безопасности включают в себя термины и определения, которые необходимо использовать в решении проблем радиационной безопасности. Они также устанавливают три класса нормативов: основные дозовые пределы; допустимые уровни, являющиеся производными от дозовых пределов; пределы годового поступ-

ления, объемные допустимые среднегодовые поступления, удельные активности, допустимые уровни загрязнения рабочих поверхностей и т.д.; контрольные уровни.

Нормирование ионизирующих излучений определяется характером воздействия ионизирующей радиации на организм человека. При этом выделяются два вида эффектов, относящихся в медицинской практике к болезням: детерминированные *пороговые эффекты* (лучевая болезнь, лучевой ожог, лучевая катаракта, аномалии развития плода и др.) и стохастические (вероятностные) *беспороговые эффекты* (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни).

Обеспечение радиационной безопасности определяется следующими основными принципами:

1. **Принципом нормирования** — непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения.

2. **Принципом обоснования** — запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучения.

3. **Принципом оптимизации** — поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения.

В целях социально-экономической оценки воздействия ионизирующего излучения на людей для расчета вероятностей потерь и обоснования расходов на радиационную защиту при реализации принципа оптимизации НРБ—99 вводят, что облучение в коллективной эффективной дозе в 1 чел-Зв приводят к потере 1 чел-года жизни населения.

НРБ—99 вводят понятия *индивидуальный и коллективный риск*, а также определяют значение максимальной величины уровня пренебрегаемого риска воздействия облучения. Согласно этим нормам индивидуальный и коллективный пожизненный риск возникновения стохастических (вероятностных) эффектов определяется соответственно:

$$r_{ic} = \int_0^{\infty} p_i(E) \cdot r_E \cdot E \, dE \; ; \quad R = \sum_{i=1}^{N} r_{ic} ,$$

где r, R — индивидуальный и коллективный пожизненный риск соответственно; E — индивидуальная эффективная доза; $P_i(E)dE$ — вероятность для i-го индивидуума получить годовую эффективную дозу от E до $E + dE$; r_E — коэффициент пожизненного риска сокращения длительности периода полноценной жизни в среднем на 15 лет один стохастический эффект (от смертельного рака, серьезных наследственных эффектов и несмертельного рака, приведенного по вреду к последствиям от смертельного рака), равный

для производственного облучения:
$r_E = 5{,}6 \times 10^{-2}$ 1/чел.-Зв при $E < 200$ мЗв/год;
$r_E = 1{,}1 \times 10^{-1}$ 1/чел.-Зв при $E \geq 200$ мЗв/год;
для облучения населения:
$r_E = 7{,}3 \times 10^{-2}$ 1/чел.-Зв при $E < 200$ мЗв/год;
$r_E = 1{,}5 \times 10^{-1}$ 1/чел.-Зв при $E \geq 200$ мЗв/год.

Для целей радиационной безопасности при облучении в течение года индивидуальный риск сокращения длительности периода полноценной жизни в результате возникновения тяжелых последствий от детерминированных эффектов консервативно принимается равным:

$$r_{i,Д} = P_i[D > Д],$$

где $P_i[D > Д]$ — вероятность для i-го индивидуума быть облученным с дозой больше $Д$ при обращении с источником в течение года; $Д$ — пороговая доза для детерминированного эффекта.

Потенциальное облучение коллектива из N индивидуумов оправдано, если

$$\sum_{i=1}^{N} (r_{i,c} \cdot O_c + r_{i,д} \cdot O_д) \cdot c_m \leq V - Y - P,$$

где $\overline{O}_c$ — среднее сокращение длительности периода полноценной жизни в результате возникновения стохастических эффектов, равное 15 лет; $\overline{O}_д$ — среднее сокращение длительности периода полноценной жизни в результате возникновения тяжелых последствий от детерминированных эффектов, равное 45 лет; c_m — денежный эквивалент потери 1 чел.-года жизни населения; V — доход от производства; P — затраты на основное производство, кроме ущерба от защиты; Y — ущерб от защиты.

НРБ—99 подчеркивают, что снижение риска до возможного низкого уровня (оптимизацию) следует осуществлять с учетом двух обстоятельств:

— предел риска регламентирует потенциальное облучение от всех возможных источников. Поэтому для каждого источника при оптимизации устанавливается граница риска;

— при снижении риска потенциального облучения существует минимальный уровень риска, ниже которого риск считается пренебрежимым и дальнейшее снижение риска нецелесообразно.

Предел индивидуального риска для техногенного облучения лиц из персонала принимается $1{,}0 \cdot 10^{-3}$ за 1 год, а для населения $5{,}0 \cdot 10^{-5}$ за 1 год.

Уровень пренебрежимого риска разделяет область оптимизации риска и область безусловно приемлемого риска и составляет 10^{-6} за 1 год.

НРБ—99 вводят следующие категории облучаемых лиц:

— персонал и лица, работающие с техногенными источниками (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б);

— все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для указанных категорий облучаемых лиц НРБ—99 вводят значения дозовых пределов, представленных в табл. 3.17.

Таблица 3.17. **Основные дозовые пределы**

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

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

** Относится к среднему значению в слое толщиной 5 мг/см^2 под покровным слоем толщиной 5 мг/см^2. На ладонях толщина покровного слоя — 40 мг/см^2.

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

НРБ—99 предусматривают, что при одновременном воздействии источников внешнего и внутреннего облучения должно выполняться условие, чтобы отношение дозы внешнего облучения к пределу дозы и отношение годовых поступлений нуклидов к их пределам в сумме не превышали 1.

Для женщин из персонала в возрасте до 45 лет эквивалентная доза в коже на поверхности нижней части живота не должна превышать 1 мЗв в месяц, а поступление радионуклидов в организм не должно превышать за год 1/20 предела годового поступления для персонала. При этом эквивалентная доза облучения плода за 2 месяца не выявленной беременности не превышает 1 мЗв.

При установлении беременности женщин из персонала работодатели должны переводить их на другую работу, не связанную с излучением.

Для студентов в возрасте до 21 года, проходящих облучение с источниками ионизирующего излучения, годовые накопленные дозы не должны превышать значений, установленных для лиц из населения.

При проведении профилактических медицинских рентгенологических научных исследований практически здоровых лиц, годовая эффективная доза облучения не должна превышать 1 мЗв.

НРБ—99 устанавливают также требования по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии.

3.7. ВЛИЯНИЕ ЗВУКОВЫХ ВОЛН

Шум — это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности (силы), возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. Шум отрицательно влияет на организм человека, и в первую очередь на его центральную нервную и сердечно-сосудистую системы. Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях работающего, снижается производительность труда. Воздействие шума приводит к появлению профессиональных заболеваний и может явиться также причиной несчастного случая. Источниками производственного шума являются машины, оборудование и инструмент.

Органы слуха человека воспринимают звуковые волны с частотой 16...20 000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц (инфразвук) и выше 20 000 Гц (ультразвук) не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое воздействие на организм.

При звуковых колебаниях частиц среды в ней возникает переменное давление, которое называют *звуковым давлением P*. Распространение звуковых волн сопровождается переносом энергии, величина которой определяется *интенсивностью звука I*. Минимальное звуковое давление P_0 и минимальная интенсивность звука I_0, различаемые ухом человека, называются *пороговыми*. Интенсивности едва слышимых звуков (порог слышимости) и интенсивность звуков, вызывающих болевые ощущения (болевой порог), отличаются друг от друга более чем в миллион раз. Поэтому для оценки шума удобно измерять не абсолютные значения интенсивности и звукового давления, а относительные их уровни в логарифмических единицах, взятые по отношению к пороговым значениям P_0 и I_0.

За единицу измерения уровней звукового давления и интенсивности звука принят децибел (дБ). Диапазон звуков, воспринимаемых органом слуха человека, 0...140 дБ. Уровень интенсивности звука определяется по формуле:

$$L_I = 10 \lg(I/I_0),$$

где I — интенсивность звука в данной точке, Вт/м^2; I_0 — интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости, равному 10^{-12} Вт/м^2 при частоте 1000 Гц. Уровень звукового давления определяется по формуле:

$$L_p = 20\lg(P/P_0),$$

где P — звуковое давление в данной точке, Па; P_0 — пороговое звуковое давление, равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Звуковые колебания различных частот при одинаковых уровнях

звукового давления по-разному воздействуют на органы слуха человека. Наиболее благоприятно воздействие звуков более высоких частот.

По частоте шумы подразделяются на низкочастотные (максимум звукового давления в диапазоне частот ниже 400 Гц), среднечастотные (400...1000 Гц) и высокочастотные (свыше 1000 Гц).

Для определения частотной характеристики шума звуковой диапазон по частоте разбивают на октавные полосы частот, где верхняя граничная частота $f_в$ равна удвоенной нижней частоте $f_н$, т.е.

$$f_в/f_н = 2.$$

Октавная полоса характеризуется среднегеометрической частотой:

$$f_{ср} = \sqrt{f_н f_в}.$$

По характеру спектра шум подразделяется на широкополосный с непрерывным спектром шириной более одной октавы и тональный, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона.

По временным характеристикам шум подразделяется на постоянный и непостоянный (колеблющийся во времени, прерывистый, импульсный).

Постоянным считается шум, уровень которого за восьмичасовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБА, непостоянным — более чем на 5 дБА. ГОСТ 12.1.003—83 устанавливает предельно-допустимые условия постоянного шума на рабочих местах, при которых шум, действуя на работающего в течение восьмичасового рабочего дня, не приносит вреда здоровью. Нормирование ведется в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Для измерения на рабочих местах уровней шума в октавных полосах частот и общего уровня шума применяют различные типы шумоизмерительной аппаратуры. Наибольшее распространение получили шумомеры, состоящие из микрофона, воспринимающего звуковую энергию и преобразующего ее в электрические сигналы, усилителя, корректирующих фильтров, детектора и стрелочного индикатора со шкалой, измеряемой в децибелах.

Производственный шум нарушает информационные связи, что вызывает снижение эффективности и безопасности деятельности человека, так как высокий уровень шума мешает услышать предупреждающий сигнал опасности. Кроме того, шум вызывает обычную усталость. При действии шума снижаются способность сосредоточения внимания, точность выполнения работ, связанных с приемом и анализом информации, и производительность труда. При постоянном воздействии шума работающие жалуются на бессонницу, нарушение зрения, вкусовых ощущений, расстройство органов пищеварения и т.д. У них отмечается повышенная склонность к неврозам. Энергозатраты

организма при выполнении работы в условиях шума больше, т.е. работа оказывается более тяжелой. Шум, отрицательно воздействуя на слух человека, может вызвать три возможные исхода: временно (от минуты до нескольких месяцев) снизить чувствительность к звукам определенных частот, вызвать повреждение органов слуха или мгновенную глухоту. Уровень звука в 130 дБ вызывает болевое ощущение, а в 150 дБ приводит к поражению слуха при любой частоте.

Пределы действия (ПДУ) шума на человека гарантируют, что остаточное понижение слуха после 50 лет работы у 90 % работающих будет менее 20 дБ, т.е. ниже того предела, когда это начинает мешать человеку в повседневной жизни. Потеря слуха на 10 дБ практически не замечается. Предельные уровни шума при воздействии в течение 20 мин следующие:

Частота, Гц	1—7	8—11	12—20	20—100
Предельные уровни шума, дБ .	150	145	140	135

Инфразвуком принято называть колебания с частотой ниже 20 Гц, распространяющиеся в воздушной среде. Низкая частота инфразвуковых колебаний обусловливает ряд особенностей его распространения в окружающей среде. Вследствие большой длины волны инфразвуковые колебания меньше поглощаются в атмосфере и легче огибают препятствия, чем колебания с более высокой частотой. Этим объясняется способность инфразвука распространяться на значительные расстояния с небольшими потерями частичной энергии. Вот почему обычные мероприятия по борьбе с шумом в данном случае неэффективны. Под воздействием инфразвука возникает вибрация крупных предметов строительных конструкций, из-за резонансных эффектов и возбуждения вторичного индуцированного шума в звуковом диапазоне случаев имеет место усиление инфразвука в отдельных помещениях.

Источниками инфразвука могут быть средства наземного, воздушного и водного транспорта, пульсация давления в газовоздушных смесях (форсунки большого диаметра) и др.

Наиболее характерным и широко распространенным источником низкоаккустических колебаний являются компрессоры. Отмечается, что шум компрессорных цехов является низкочастотным с преобладанием инфразвука, причем в кабинах операторов инфразвук становится более выраженным из-за затухания более высокочастотных шумов.

Источниками инфразвуковых колебаний являются также мощные вентиляционные системы и системы кондиционирования. Максимальные уровни звукового давления достигают 106 дБ на 20 Гц, 98 дБ на 4 Гц, 85 дБ на частотах 2 и 8 Гц.

В салонах автомобилей наиболее высокие уровни звукового давления лежат в диапазоне 2...16 Гц, достигая 100 дБ и более. При этом,

если автомобиль движется с открытыми окнами, уровень может значительно возрастать, достигая 113...120 дБ в октавных полосах ниже 20 Гц. Открытое окно играет здесь роль резонатора Гельмгольца.

Высокие инфразвуковые уровни имеют место в шуме автобусов, составляя 107...113 дБ на частотах 16...31,5 Гц при общем уровне шума 74 дБ (А). Инфразвуковой характер имеет шум некоторых самоходных машин, например бульдозера, в шуме которого максимум энергии находится на частотах 16...31,5 Гц, составляя 106 дБ.

Источником инфразвука являются также реактивные двигатели самолетов и ракет. При взлете турбореактивных самолетов уровни инфразвука плавно нарастают от 70...80 дБ до 87...90 дБ на частоте 20 Гц. В то же время на частотах 125...150 Гц отмечается другой максимум, поэтому такой шум все же нельзя назвать выраженным инфразвуком.

Из приведенных примеров видно, что инфразвук на рабочих местах может достигать 120 дБ и выше. При этом чаще работающие подвергаются воздействию инфразвука при уровнях 90...100 дБ.

В диапазоне звука 1—30 Гц порог восприятия инфразвуковых колебаний для слухового анализатора составляет 80...120 дБ (А); а болевой порог — 130...140 дБ (А).

Исследования, проведенные в условиях производства, свидетельствуют, что в случае резко выраженного инфразвука относительно небольших уровней, например 95 и 100 дБ при общем уровне шума 60 дБ (А), отмечаются жалобы на раздражительность, головную боль, рассеянность, сонливость, головокружение. В то же время при наличии интенсивного широкополосного шума даже с достаточно высокими уровнями инфразвука указанные симптомы не появляются. Этот факт вероятнее всего связан с маскировкой инфразвука шумом звукового диапазона.

Ультразвуком принято считать колебания свыше 20 кГц, распространяющиеся как в воздухе, так и в твердых средах. Это обусловливает контакт его с человеком через воздух и непосредственно от вибрирующей поверхности (инструмента, аппарата и других возможных источников). Ультразвуковая техника и технология широко применяется в различных отраслях народного хозяйства для целей активного воздействия на вещества (пайка, сварка, лужение, механическая обработка и обезжиривание деталей и т.д.), структурного анализа и контроля физико-механических свойств вещества и материалов, (дефектоскопия), для обработки и передачи сигналов радиолокационной и вычислительной технике, в медицине — для диагностики и терапии различных заболеваний с использованием звуковидения, резки и соединения биологических тканей, стерилизации инструментов, рук и т. д. Условно ультразвуковой диапазон частот делится на низкочастотный — от $1{,}12 \cdot 10^4$ до $1{,}0 \cdot 10^5$ Гц и высокочастотный — от $1 \cdot 10^5$ до $1{,}0 \cdot 10^9$ Гц (ГОСТ 12.1.001—89). Ультразвуковые установки с рабочими частотами 20...30 кГц

находят широкое применение в промышленности. Наиболее распространенные уровни звукового и ультразвукового давлений на рабочих местах на производстве — 90...120 дБ. Пороги слухового восприятия высокочастотных звуков и ультразвуков составляют на частоте 20 кГц — 110 дБ, на 30 кГц — до 115 дБ и на 40 кГц — до 130 дБ. Принимая во внимание эти данные и учитывая, что низкочастотные ультразвуки (до 50 кГц) значительно больше, чем высокочастотные шумы, затухают в воздухе по мере удаления от источника колебаний, можно предположить их относительную безвредность для человека, тем более, что на границе сред «кожа и воздух» происходит крайне незначительное поглощение падающей энергии порядка 0,1 %. В то же время ряд исследований свидетельствует о возможности неблагоприятного действия ультразвука через воздух. Наиболее ранние неблагоприятные субъективные ощущения отмечались у рабочих, обслуживающих ультразвуковые установки, — головные боли, усталость, бессонница, обострение обоняния и вкуса, которые в более поздние сроки (через 2 г.) сменялись угнетением перечисленных функций. У рабочих, обслуживающих ультразвуковые промышленные установки, выявлены нарушения в вестибулярном анализаторе. Ультразвук может воздействовать на работающих через волокна слухового нерва, которые проводят высокочастотные колебания, и специфически влиять на высшие отделы анализатора, а также вестибулярный аппарат, который тесно связан со слуховым органом. Обширные и глубокие исследования отечественных ученых по влиянию воздушных ультразвуков на животных и человека позволили разработать нормативы, ограничивающие уровни звукового давления в высокочастотной области звуков и ультразвуков в 1/3-октавных полосах частот.

Допустимые уровни высокочастотных звуков и ультразвуков следующие:

1/3-октавные среднегеометрические частоты, кГц	12,5	16	20	25	31,5—100
Допустимые уровни звукового давления, дБ	80	90	100	105	110

Высокочастотный ультразвук практически не распространяется в воздухе и может оказывать воздействие на работающих только при контактировании источника ультразвука с поверхностью тела.

Низкочастотный ультразвук, напротив, оказывает на работающих общее действие через воздух и локальное за счет соприкосновения рук с обрабатываемыми деталями, в которых возбуждены ультразвуковые колебания.

Условно эффекты, вызываемые ультразвуком, можно подразделить на механические — микромассаж тканей, физико-химические — ускорение процессов диффузии через биологические мембраны и изменение скорости биологических реакций, термические и эффекты,

связанные с возникновением в тканях ультразвуковой кавитации под воздействием только мощного ультразвука. Все это указывает на высокую биологическую активность данного физического фактора.

Условия труда работающих при различных процессах с применением высокочастотного ультразвука весьма разнообразны. Например, труд операторов ультразвуковой дефектоскопии сопровождается психоэмоциональной нагрузкой и утомлением зрительного анализатора, связанными с необходимостью расшифровки сигналов; перенапряжением опорно-двигательного аппарата, особенно кистей рук, что обусловлено вынужденной позой и характером совершаемых кистью движений, связанных с перемещением искателя по контролируемой поверхности.

В условиях производства ультразвук, распространяющийся контактным путем, может сочетаться с комплексом неблагоприятных факторов внешней среды: неудовлетворительными микроклиматическими условиями, запыленностью и загазованностью воздуха, высокими уровнями шума и др. В результате значительного поглощения в тканях неблагоприятные эффекты, развивающиеся под действием ультразвука при контактной передаче, обычно выражены в зоне контакта. Чаще — это пальцы рук, кисти, хотя возможны и дистальные проявления за счет рефлекторных и нейрогуморальных связей.

Длительная работа с интенсивным ультразвуком при его контактной передаче на руки может вызывать поражение периферического нервного и сосудистого аппарата (вегетативные полиневриты, парезы пальцев). При этом степень выраженности изменений зависит от времени контакта с ультразвуком и может усиливаться под влиянием неблагоприятных сопутствующих факторов производственной среды.

Нормируемыми параметрами ультразвука, распространяющегося контактным путем, являются пиковое значение виброскорости (м/с) в полосе частот $8...31{,}5 \cdot 10^3$ кГц, или его логарифмический уровень в децибелах (дБ).

Максимальные величины ультразвука в зонах, предназначенных для контакта рук оператора с рабочими органами приборов и установок на протяжении рабочего дня, регламентируются ГОСТом 12.1.001—89 «ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности» (табл. 3.18).

Таблица 3.18. **Допустимые уровни виброскорости и ее пиковые значения**

Среднегеометрические частоты октавных полос, кГц	Пиковые значения виброскорости, м/с	Уровни виброскорости, дБ
8...63	$5 \cdot 10^{-3}$	100
125...500	$8{,}9 \cdot 10^{-3}$	105
$1 \cdot 10^3...31{,}5 \cdot 10^3$	$1{,}6 \cdot 10^{-2}$	110

3.8. ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИИ

Вибрация представляет собой процесс распространения механических колебаний в твердом теле. При воздействии вибрации на организм (рис. 3.11) важную роль играют анализаторы ЦНС — вестибулярный, кожный и другие аппараты.

Длительное воздействие вибрации ведет к развитию профессиональной вибрационной болезни. Вибрация, воздействуя на машинный компонент системы ЧМ (человек — машина), снижает производительность технических установок (за исключением специальных случаев) и точность считываемых показаний приборов, вызывает знакопеременные приводящие к усталостному разрушению напряжения в конструкции и т. д.

Вибрации могут быть непреднамеренными (например, из-за плохой балансировки и центровки вращающихся частей машин и оборудования, пульсирующего движения жидкости, работы перфоратора) и специально используемые в технологических процессах (вибропогружатели свай, вибрационное оборудование для производства железобетонных конструкций и укладки бетона, специальное оборудование для ускорения химических реакций и т.п.). Вибрации характеризуются частотой и амплитудой смещения, скоростью и ускорением.

Особенно вредны вибрации с вынужденной частотой, совпадающей с частотой собственных колебаний тела человека или его отдельных органов (для тела человека 6...9 Гц, головы 6 Гц, желудка 8 Гц, других органов — в пределах 25 Гц).

Частотный диапазон расстройств зрительных восприятий лежит между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок.

При работе строительных машин и технологических процессов существуют горизонтальные и вертикальные толчки и тряска, сопровождающиеся возникновением периодических импульсных ускорений. При частоте колебаний от 1 до 10 Гц предельные ускорения равны

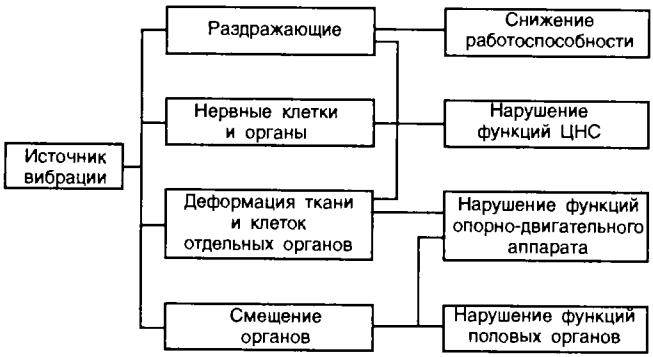

Рис. 3.11. Действие вибрации на человека

10 мм/с, являются неощутимыми, 40 мм/с — слабоощутимыми, 400 мм/с — сильно ощутимыми и 1000 мм/с — вредными.

Низкочастотные колебания с ускорением 4000 мм/с — непереносимые.

Вибрация по способу передачи телу человека подразделяется на общую (воздействие на все тело человека) и локальную (воздействие на отдельные части тела — руки или ноги).

Общую вибрацию по источнику ее возникновения и возможности регулирования ее интенсивности оператором подразделяют на следующие категории (ГОСТ 12.1.012—90 Вибрационная безопасность. Общие требования):

Категория 1 — транспортная вибрация, воздействующая на оператора на рабочих местах самоходных и прицепных машин и транспортных средств при их движении по местности, агрофону и дорогам, в том числе при их строительстве; при этом оператор может активно, в известных пределах, регулировать воздействия вибрации.

Категория 2 — транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на человека-оператора на рабочих местах машин с ограниченной подвижностью при перемещении их по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок и горных выработок; при этом оператор может лишь иногда регулировать воздействие вибрации.

Категория 3а — технологическая вибрация, воздействующая на оператора на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Категория 3б — вибрация на рабочих местах работников умственного труда и персонала, не занимающегося физическим трудом. К ней относятся рабочие места на промышленных кранах, у станков металло- и деревообрабатывающих, кузнечно-прессового оборудования, литейных машин и другого стационарного технологического оборудования.

Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов, которые начинаются с концевых фаланг пальцев рук и распространяются на всю кисть, предплечье, захватывают сосуды сердца. Диапазон частот 35...250 Гц является наиболее критическим для развития вибрационной болезни.

Локальная вибрация по источнику возникновения подразделяется на:

— передающуюся от ручных машин (с двигателями), органов ручного управления машин и оборудования;

— передающуюся от ручных инструментов (без двигателей) и обрабатываемых деталей.

При гигиенической оценке двух видов вибрации следует иметь в виду, что санитарно-гигиенические требования и правила в первом случае включаются в техническую документацию на машины и оборудование, а во втором — в документацию на технологию проведения работ.

Вибрация рабочих мест операторов транспортных средств и оборудования носит преимущественно низкочастотный характер с высокими уровнями в октавах 1...8 Гц и зависит от технологической операции, скорости передвижения, типа сиденья, виброзащиты, степени изношенности машины, профиля дорог и т.д. Характер спектров широкополосный, при этом максимум энергии лежит в диапазоне 1...2 Гц; 4...8 Гц. На операторов транспортных средств обычно воздействует переменная по уровням и спектрам вибрация, включающая микро- и макропаузы, причем операторы имеют возможность (в известных пределах) регулировать вибрационную экспозицию. Спектры вибраций рабочих мест технологического оборудования носят низко- и среднечастотный характер с максимумом энергии в октавах 4...16 Гц.

Благодаря наличию мягких тканей, костей, суставов, внутренних органов и особенностей конфигурации, тело человека представляет собой сложную колебательную систему, первичная механическая реакция которой на вибрационное воздействие зависит от диапазона частот, предопределяя последующие физиологические эффекты.

Для санитарного нормирования и контроля вибраций используются среднеквадратичные значения виброускорения и виброскорости, а также их логарифмические уровни в децибелах (ГОСТ 12.1.012—90).

Для измерения вибрации применяются виброметры и шумомеры с дополнительным приспособлением — предусилителем, устанавливаемым вместо микрофона. Широкое распространение получили приборы ВШВ-3М2 — измерители шума и вибраций.

3.9. ВЗРЫВООПАСНОСТЬ КАК ТРАВМИРУЮЩИЙ ФАКТОР ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

В производстве в большом количестве используются приборы, аппараты, технологические процессы, содержащие вещества, способные при определенных условиях образовывать взрывоопасную среду.

Быстрое изотермическое химическое превращение взрывоопасной среды, сопровождающееся выделением энергии и образованием опасных газов, способных производить работу, — называется «химическим» взрывом.

Взрыв или возгорание газообразных или смешанных горючих химических веществ наступает при определенном содержании этих веществ в воздухе, что приводит к разрушению и повреждению зданий и сооружений, технологических установок, емкостей и трубопроводов. На производстве при взрыве газовоздушной, паровоздушной смеси или пыли образуется ударная волна. Степень разрушения строительных конструкций, оборудования, машин и коммуникаций, а также поражение людей зависит от избыточного давления во фронте ударной волны $\Delta P_{\text{ф}}$ (разность между максимальным давлением во фронте

ударной волны и нормальным атмосферным давлением перед этим фронтом).

Расчеты оценки действия взрыва горючих химических газов и жидкостей сводятся к определению избыточного давления во фронте ударной волны ($\Delta P_ф$) при взрыве газовоздушной смеси на определенном расстоянии (R) от емкости, в которой хранится определенное количество (Q) взрывоопасной смеси.

Для ориентировочного определения избыточного $\Delta P_ф$ (кПа), давления ударной волны пользуются эмпирическими формулами:

при $K \leq 2$

$$\Delta P_ф = \frac{700}{3\sqrt{1 + 29{,}8\,K^3} - 1};$$

при $K > 2$

$$\Delta P_ф = \frac{22}{K\sqrt{lg\,K + 0{,}158}}.$$

где K — эмпирический коэффициент, зависящий от R (м) и Q (т) и определяемый по формуле:

$$K = 0{,}24\,\frac{R}{17{,}3\sqrt{Q}}.$$

Максимальные значения избыточного давления во фронте ударной волны составляют при взрыве газовоздушной смеси 800 кПа, пылей — 700 кПа, паровоздушной смеси — 100...200 кПа. Если принять во внимание, что в производственных условиях взрывы, как правило, происходят в замкнутом помещении, то полное избыточное давление формируется за счет процессов отражения механической волны от стен и составляет величину в 5...6 раз большую избыточного давления, возникшего при взрыве.

Насколько велики представленные значения избыточного давления при взрывах, можно оценить по следующим примерам: для разрушения армированного остекления зданий требуется 5...10 кПа, деревянных строений — 10...20 кПа, кирпичных зданий — 25...30 кПа, железобетонных конструкций стен цеха — 100...150 кПа.

Действие ударной волны на человека менее 10 кПа считается безопасным, при избыточном давлении от 10 до 30 кПа происходят легкие поражения или легкопроходящие нарушения (звон в ушах, головокружение), при избыточном давлении от 30 до 60 кПа человек получает поражения средней тяжести (вывихи, контузии головного мозга), избыточные давления от 60 до 100 кПа наносят человеку тяжелые контузии и травмы, приводящие к длительной потере работоспособности, при избыточном давлении более 100 кПа происходят

крайне тяжелые контузии и травмы (переломы костей, разрывы внутренних органов), которые могут привести к гибели человека.

Источниками взрывоопасности на производстве могут быть установки, работающие под давлением, к ним относятся: паровые и водогрейные котлы, компрессоры, воздухосборники (ресиверы), газовые баллоны, паропроводы, газопроводы, автоклавы и др.

Взрывы паровых котлов представляют собой мгновенное высвобождение энергии перегретой воды в результате такого нарушения целостности стенок котла, при котором возможно мгновенное снижение внутреннего давления до атмосферного, наружного. Приведенное здесь определение взрыва носит физический характер («физический» взрыв) и является адиабатическим, в отличие от «химического» взрыва, представляющего собой разновидность процесса горения.

При атмосферном давлении вода кипит при 100 °С в открытом сосуде. В закрытом сосуде, каким является паровой котел, начало кипения происходит при 100 °С, но образующийся при этом пар давит на поверхность воды и кипение прекращается. Чтобы вода продолжала кипеть в котле, необходимо ее нагревать до температуры, соответствующей давлению пара. Например, давлению $6 \cdot 10^5$ Па соответствует t = 169 ° С; $8 \cdot 10^5$ Па — t = 171 °С; $12 \cdot 10^5$ Па — t = 189 °С и т. д.

Если после нагревания воды, например до 189° С, прекратить подачу тепла в топку котла и нормально расходовать пар, то вода будет кипеть до тех пор, пока температура не станет ниже 100 °С. При этом чем скорее будет убывать давление в котле, тем интенсивнее будет кипение и парообразование за счет избытка тепловой энергии, содержащейся в воде. Этот избыток тепловой энергии при падении давления от максимального до атмосферного целиком расходуется на парообразование. В случае механического разрыва стенок котла нарушается внутреннее равновесие в котле и происходит внезапное падение давления до атмосферного.

Перегретая вода целиком превращается в пар. При этом образуется огромное количество пара (из 1 $м^3$ воды 1700 $м^3$ пара при нормальном давлении), что приводит к разрушению котла, помещения котельной или цеха, в котором установлен котел. Следовательно, независимо от величины рабочего давления в котле опасность таится не в паре, заполняющем паровое пространство котла, а в нагретой выше 100 °С воде, обладающей громадным запасом энергии и готовой в любое мгновение испариться при резком снижении давления.

Очевидно, что чем больше воды в котле на единицу поверхности нагрева, тем больше аккумулированной теплоты в ней и тем более взрывоопасен котел. В этой связи, с точки зрения безопасной эксплуатации, выбор типа котла и его конструкции для конкретных условий его применения имеет большое значение. Менее опасным по последствиям возможного взрыва являются котлы с малым объемом воды, приходящимся на 1 $м^2$ поверхности нагрева. К этой группе относятся

водотрубные и прямоточные котлы. Наиболее опасными являются котлы цилиндрические с жаровыми трубами и батарейные. Подсчитано, что энергия, содержащаяся в 60 кг перегретой воды, находящейся в котле под давлением $5 \cdot 10^5$ Па, эквивалентна энергии 1 кг пороха.

Факторами нарушения целостности стенок котла, предшествующими его механическому разрыву, а следовательно, и взрыву, являются такие, которые вызывают перенапряжение материала котла, а именно:

1) чрезмерное превышение расчетного давления при длительном воздействии на котел вызывает перенапряжение стенок (рассчитанных с определенным запасом прочности) и остаточные деформации растяжения, что увеличивает ползучесть материала. Это может произойти при порче предохранительных клапанов;

2) понижение уровня воды (упуск воды) в котле до такого положения, когда нагреваемые пламенем стенки котла перестают охлаждаться водой и перегреваются. Это повышает их деформативность, что в свою очередь связано со снижением предела текучести металла при нагреве его до высокой температуры;

3) недостатки конструкции и изготовления котла, например несоответствие материала котла современным расчетным параметрам котлов, дефекты сварки или клепки при изготовлении и т. п.;

4) ветхость котла от долголетней эксплуатации и местные ослабления котла, в том числе в результате коррозии или накипи;

5) нарушение технических требований при эксплуатации котла и невнимательное обслуживание и содержание котельных установок, особенно при низкой квалификации обслуживающего персонала.

Водогрейные котлы представляют такую же опасность, что и паровые котлы.

На производстве применяются поршневые компрессоры, приводимые в действие двигателем внутреннего сгорания и смонтированные вместе с ресивером на раме-прицепе. Эти компрессоры имеют производительность от 1 до 15 $м^3$ всасываемого воздуха в 1 мин, а иногда и более. При этом наружный воздух перед поступлением в рабочий цилиндр компрессора проходит через фильтр, где он очищается от пыли; особую опасность (возможность взрыва) представляет горючая пыль. Воздушные компрессоры представляют известную опасность в отношении взрыва, в первую очередь вследствие возможного образования взрывоопасных смесей из продуктов разложения смазочных масел и кислорода воздуха. Разложение смазочных масел происходит под воздействием высоких температур, развивающихся в компрессорах в процессе сжатия воздуха или другого газа без охлаждения компрессора.

Взрывы баллонов во всех случаях представляют опасность независимо от того, какой газ в них содержится. Причинами взрывов могут быть удары (падения) как в условиях повышения температур от нагрева солнечными лучами или отопительными приборами, так и при низких

температурах и переполнение баллонов сжиженными газами. Взрывы кислородных баллонов происходят при попадании масел и других жировых веществ во внутреннюю область вентиля и баллона, а также при накоплении в них ржавчины (окалины). В связи с этим кислородные баллоны перед их наполнением промывают растворителями (дихлорэтаном, трихлорэтаном). Взрывы баллонов могут происходить и при ошибочном заполнении баллонов другим газом, например кислородного баллона горючим газом. Поэтому введена четкая маркировка баллонов, в силу которой все баллоны окрашивают в цвета, присвоенные каждому газу, а надписи на них делают другим цветом, также определенным для каждого газа.

Ударная волна, образующаяся при взрыве газовых баллонов высокого давления, достигает величины 300...800 кПа.

Нарушение нормального режима эксплуатации сосудов и установок, работающих под давлением, приводящие к превышению определенных пределов, могут привести к взрывам. Мощность взрыва зависит от величины работы взрыва и времени его действия. Например, при взрыве сосуда со сжатым газом происходит адиабатическое расширение сжатого газа, работа которого A (Дж) количественно может быть подсчитана из уравнения:

$$A = P_1 V [1 - (P_2 / P_1^{\frac{K-1}{k}})] / (K - 1),$$

где P_1 — начальное давление газа в сосуде, Па; V — объем сосуда, м^3; K — показатель адиабаты; $K = C_p/C_v$ — отношение удельных теплоемкостей газа при постоянных давлении и объеме (Дж/кг · ^{0}К) (для воздуха $K = 1{,}41$); P_2 — конечное (атмосферное) давление Па.

3.10. ПОЖАРООПАСНОСТЬ КАК ФАКТОР ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Горючие системы бывают однородные и неоднородные. К химически однородным относят системы, в которых горючее вещество и воздух перемешаны друг с другом. Горение таких газо-, паро- или пылевоздушных систем называют *кинетическим*. К химически неоднородным относятся системы, в которых горючее вещество и воздух не перемешаны друг с другом и имеют поверхность раздела (например, твердые горючие вещества и жидкости, находящиеся на воздухе). При горении химически неоднородных горючих систем кислород воздуха непрерывно диффундирует сквозь продукты сгорания к горючему веществу. В месте химического взаимодействия участвующих в реакции веществ образуется зона горения — пламя, в которой прореагировавшие вещества нагреваются до температуры горения и за счет своего тепла воспламеняют следующие порции еще непрореагировавших веществ, поступающих в зону горения за счет диффузии. Этот вид горения

определяется явлениями диффузии и теплопроводности и поэтому называется диффузионным (горение свечи, дров в костре и др.). Пожар также представляет собой диффузионный процесс неконтролируемого горения, происходящего вне специального очага.

Кинетическое горение отличается тем, что реакция между горючим и окислителем имеет объемный характер. Примером такой системы служит газовоздушная смесь, помещенная в сосуд, или паровоздушная смесь в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания. Скорость реакции горения системы зависит от концентрации исходных веществ и температуры, т.е. определяется кинетическими параметрами участвующих в реакции веществ. Если такое горение происходит в замкнутом объеме, то оно сопровождается повышением давления и носит характер взрыва.

Возникновение горения чаще всего связано с нагреванием горючей системы тем или иным источником воспламенения. При этом энергия молекул горючего и кислорода увеличивается и при достижении определенного значения энергии молекулы горючего вещества вступают в соединение с кислородом воздуха.

В основе теории горения лежит учение академика Н.Н. Семенова о цепных реакциях. Согласно теории цепных реакций процесс окисления начинается с активации горючего вещества. Реакция окисления сопровождается выделением тепла и при определенных условиях может самоускоряться. Этот процесс самоускорения реакции окисления с переходом ее в горение называется *самовоспламенением*. Самовоспламенение может быть тепловое и цепное. В первом случае самовоспламенение возникает вследствие превышения скорости тепловыделения над скоростью теплоотвода.

Рассмотрим процесс теплового самовоспламенения на примере смеси горючего газа с воздухом, помещенной в сосуд объемом V. При атмосферном давлении и комнатной температуре реакция между горючим газом и кислородом воздуха в сосуде практически не идет. Как известно, скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ и возрастает с повышением температуры. При повышении температуры сосуда и смеси скорость реакции и выделения тепла соответственно увеличится. Зависимость скорости выделения тепла от температуры имеет вид:

$$q_1 = Q V K C^{\nu} e^{-\frac{E}{RT}},$$

где q_1 — скорость выделения тепла; Q — теплота сгорания газа; V — объем горючей смеси; K — константа скорости реакции; C — концентрация реагирующего вещества; ν — порядок реакции; E — энергия активации; R — универсальная газовая постоянная; T — температура смеси. Графически эта зависимость показана на рис. 3.12.

Необходимость активации, т.е. затраты некоторой энергии при химическом превращении, обусловлена затратой энергии на разрыв

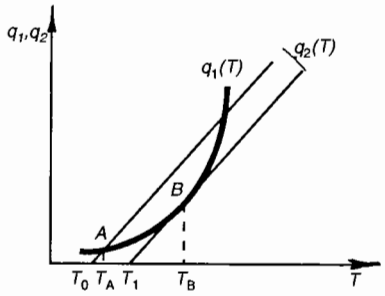

Рис. 3.12. Зависимость скорости тепловыделения q_1 и теплоотвода q_2 от температуры T

старых (существующих) межатомных связей. Реакция возможна лишь в том случае, если взаимодействующие молекулы получают определенный запас энергии, достаточный для разрыва или ослабления межатомных связей. Выделяющееся тепло передается горючей смеси и она нагревается. Как только температура смеси превысит температуру стенок сосуда, начнется отвод тепла через стенки сосуда в окружающую среду. Количество тепла, отводимого через стенки сосуда в единицу времени, пропорционально разности температур смеси и стенок сосуда, т. е.

$$q_2 = \alpha S(T—T_0),$$

где q_2 — скорость отвода тепла через стенки сосуда; α — коэффициент теплоотдачи; S — поверхность стенок сосуда; T — температура смеси; T_0 — температура стенок сосуда.

На рис. 3.12 представлена зависимость скорости тепловыделения q_1 и теплоотвода q_2 от температуры T. С помощью графика легко проследить изменение соотношения выделяющегося тепла в результате реакции и рассеивающегося через стенки сосуда. При температуре T_0 смесь будет вначале нагреваться и температура ее повысится до значения T_A соответствующего точке A (точки пересечения кривой $q_1(T)$ и прямой $q_2(T)$ при начальной температуре T_0). Саморазогрев смеси выше температуры T_A невозможен, так как теплоотвод через стенки будет превышать тепловыделения. При начальной температуре смеси и стенок сосуда T_1 прямая $q_2(T)$ будет касаться кривой $q_1(T)$ в точке B. В этом случае саморазогрев смеси возможен до температуры T_B. Кроме того, дальнейший саморазогрев смеси также возможен, так как выше и ниже точки B скорость выделения тепла в результате химической реакции превышает теплоотвод через стенки сосуда. В точке B тепловой режим будет неустойчивым — при отклонении от состояния, отвечающего точке B, система в B не возвратится, а будет удаляться от этого состояния. При сколь угодно малом повышении температуры стенок сосуда кривые не будут иметь общих точек и, следовательно, равновесный тепловой режим невозможен, произойдет резкое повышение температуры и соответственно скорости реакции.

Одной из особенностей пожара, вызванного горением газовоздушных и паровоздушных смесей, является образование огневого шара, время существования которого колеблется от нескольких секунд до

нескольких минут. Опасным фактором огневого шара является тепловой импульс. Размеры огневого шара, время его существования и величина теплового импульса зависят от количества сгораемого вещества.

Тепловое поражение человека определяется величиной теплового импульса: тепловой импульс от 80 до 160 кДж/м^2 вызывает первую степень ожоговой травмы (болезненное покраснение кожи), от 160 до 400 кДж/м^2 — вторую степень (образование пузырей на коже человека); от 400 до 600 кДж/м^2 — третью степень (омертвление кожи с частичным поражением росткового слоя); более 600 кДж/м^2 — четвертую степень (омертвление кожи и поражение глубинных слоев тканей). Тепловое поражение более 25 % поверхности кожи человека практически приводит к его гибели.

Опасными факторами пожара, воздействующими на людей и материальные ценности, помимо указанных ранее открытого пламени, повышенной температуры корпусов оборудования и окружающей среды, являются также токсические продукты горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода в воздухе рабочей зоны и вызванные описанными факторами их вторичные проявления: осколки, движущиеся части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций, токсические вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок, электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов, опасные факторы взрыва, происходящие вследствие пожара.

Эти факторы приводят к отравлениям, ухудшению работы органов дыхания, к травмированию работающих.

Согласно ССБТ ГОСТ 12.1.004—91 допустимый уровень пожарной опасности для людей должен быть не более 10^{-6} воздействия опасных факторов пожара, превышающих допустимые значения, в год в расчете на каждого человека.

Непревышение такого уровня опасности обеспечивается созданием на предприятиях системы пожарной безопасности.

3.11. ЭЛЕКТРООПАСНОСТЬ 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.

Электротравматизм по сравнению с другими видами производственного травматизма составляет небольшой процент, однако по числу травм с тяжелым, и особенно летальным, исходом занимает одно из первых мест. Наибольшее число электротравм (60...70 %) происходит

при работе на электроустановках напряжением до 1000 В. Это объясняется широким распространением таких установок и сравнительно низким уровнем подготовки лиц, эксплуатирующих их. Электроустановок напряжением свыше 1000 В в эксплуатации значительно меньше и обслуживает их специально обученный персонал, что и обусловливает меньшее количество электротравм.

Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, электролитическое, биологическое, механическое и световое воздействие. Термическое воздействие характеризуется нагревом кожи, тканей вплоть до ожогов. Электролитическое воздействие заключается в электролитическом разложении жидкостей, в том числе и крови. Биологическое действие электрического тока проявляется в нарушении биологических процессов, протекающих в организме человека, и сопровождается разрушением и возбуждением тканей и судорожным сокращением мышц. Механическое действие приводит к разрыву ткани, а световое — к поражению глаз.

Различают два вида поражения организма электрическим током: электрические травмы и электрические удары.

Электрические травмы — это местные поражения тканей и органов. К ним относятся электрические ожоги, электрические знаки и электрометаллизация кожи, механические повреждения в результате непроизвольных судорожных сокращений мышц при протекании тока (разрыва кожи, кровеносных сосудов и нервов, вывихи суставов, переломы костей), а также электроофтальмия — воспаление глаз в результате воздействия ультрафиолетовых лучей электрической дуги.

Электрический удар представляет собой возбуждение живых тканей организма проходящем через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольным сокращением мышц. Различают четыре степени электрических ударов: I — судорожное сокращение мышц без потери сознания; II — судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранением дыхания и работы сердца; III — потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе); IV — клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Поражение человека электрическим током может произойти при прикосновениях: к токоведущим частям, находящимся под напряжением; отключенным токоведущим частям, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения; к металлическим нетоковедущим частям электроустановок после перехода на них напряжения с токоведущих частей. Кроме того, возможно электропоражение напряжением шага при нахождении человека в зоне растекания тока на землю, электрической дугой в установках с напряжением более 1000 В; при приближении к частям, находящимся под напряжением, на недопустимо малое расстояние, зависящее от значения высокого напряжения.

Характер и последствия поражения человека электрическим током зависят от ряда факторов, в том числе и от электрического сопротивления тела человека, величины и длительности протекания через него тока, рода и частоты тока, схемы включения человека в электрическую цепь, состояния окружающей среды и индивидуальных особенностей организма.

Электрическое сопротивление тела человека складывается из сопротивления кожи и сопротивления внутренних тканей. Кожа, в основном верхний ее слой толщиной 0,2 мм, состоящий из мертвых ороговевших клеток, обладает большим сопротивлением, которое определяет общее сопротивление тела человека. При сухой, чистой и неповрежденной коже сопротивление тела человека составляет 200...20 000 Ом. При увлажненной и загрязненной коже сопротивление тела снижается до 300...500 Ом, т.е. до сопротивления внутренних органов. При расчетах сопротивление тела человека принимается равным 1000 Ом.

Сила тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше сила тока, тем опаснее последствия. Человек начинает ощущать проходящий через него ток промышленной частоты 50 Гц относительно малого значения 0,5...1,5 мА. Этот ток называется *пороговым ощутимым током*. Ток силой 10...15 мА вызывает сильные и непроизвольные судороги мышц, которые человек не в состоянии преодолеть, т.е. он не может разжать руку, которой касается токоведущей части, отбросить от себя провод, оказываясь как бы прикованным к токоведущей части. Такой ток называется *пороговым неотпускающим*.

При силе тока 20...25 мА у человека происходит судорожное сокращение мышц грудной клетки, затрудняется и даже прекращается дыхание, что может привести к смерти вследствие прекращения работы легких.

Ток силой 100 мА является смертельно опасным, так как он в этом случае оказывает непосредственное влияние на мышцы сердца, вызывая его остановку или фибрилляцию (быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы), при которой сердце перестает работать.

Длительность протекания тока через тело человека определяет исход поражения им, так как с течением времени резко возрастает сила тока вследствие уменьшения сопротивления тела, и также потому, что в организме человека накапливаются отрицательные последствия воздействия тока.

Род и частота тока также в значительной степени определяют степень поражения электрическим током. Наиболее опасен переменный ток частотой 20...1000 Гц. При частоте меньше 20 Гц или более 1000 Гц опасность поражения током значительно снижается.

Состояние окружающей среды (температура, влажность, наличие пыли, паров кислот) влияет на сопротивление тела человека и сопро-

тивление изоляции, что в конечном итоге определяет характер и последствия поражения электрическим током. С точки зрения состояния окружающей среды производственные помещения могут быть сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные с токопроводящей и нетокопроводящей пылью, с химически активной или органической средой. Во всех помещениях, кроме сухих, сопротивление тела человека уменьшается.

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) все производственные помещения по опасности поражения электрическим током разделяются на три категории.

1. Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих факторов (признаков): сырости, когда относительная влажность превышает 75 %; высокой температуры воздуха, превышающей 35° С; токопроводящей пыли; токопроводящих полов; возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой.

2. Особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из трех условий: особой сырости, когда относительная влажность воздуха ближе к 100 %; химически активной среды, когда содержащиеся пары или образующиеся отложения действуют разрушающе на изоляцию и токоведущие части оборудования; двух и более признаков одновременно, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

3. Помещения без повышенной опасности, характеризующиеся отсутствием признаков повышенной и особой опасности.

Опасность трехфазных электрических цепей с изолированной нейтралью. Провода электрических сетей по отношению к земле имеют емкость и активное сопротивление — сопротивление утечки, равное сумме сопротивлений изоляции путем тока на землю (рис. 3.13). Для упрощения анализа можно принять их равными, т. е. $C_A = C_B = C_C$ и $r_A = r_B = r_C = r$.

При прикосновении человека к одному из фазных проводов (3.13, *а*) (однофазное сопротивление) исправной сети проводимость этого провода относительно земли уменьшается и происходит смещение нейтрали. Ток через человека в этом случае выражается зависимостью:

$$I_ч = \frac{U_ф}{R_ч \sqrt{1 + \frac{r(r + 6R_ч)}{9R_ч^2(1 + r^2\omega^2C^2)}}},$$

где $U_ф$ — фазное напряжение сети; $R_ч$ — сопротивление цепи человека; $r = r_{тч} + r_{од} + r_{об} + r_{оп}$, где $r_{тч}$ — сопротивление тела человека; $r_{од}$ — сопротивление одежды (0,5...1 кОм — для влажной ткани и 10...15 кОм

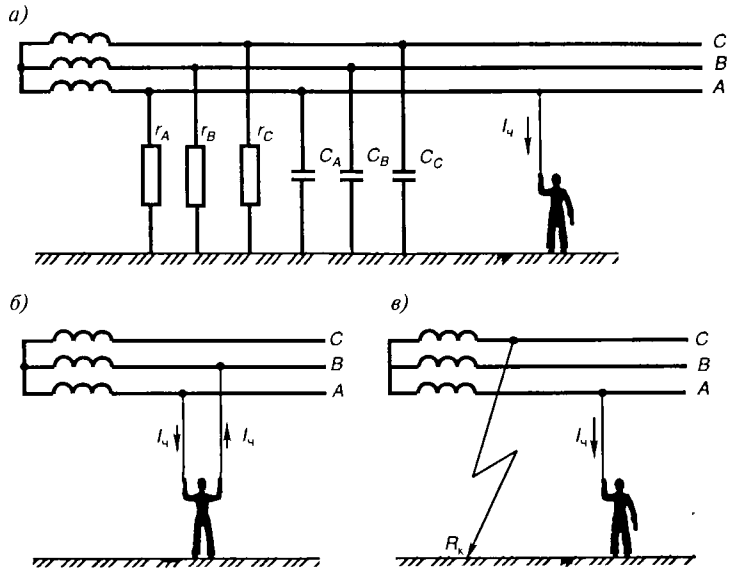

Рис. 3.13. Опасность трехфазных электрических цепей с изолированной нейтралью

— для сухой); $r_{об}$ — сопротивление обуви (для влажной — 0,2...2 кОм, а для сухой — 25...5000 кОм); $r_{оп}$ — сопротивление опорной поверхности ног — пола или грунта (сопротивление сухих полов достигает 2 кОм, а влажных или пропитанных щелочами или кислотами — 4...50 Ом); сопротивление опорной поверхности ног на грунте зависит от удельного сопротивления грунта и может быть определено по формулам: $r_{оп} = 2{,}2q$, если ступни расположены рядом и $r_{оп} = 1{,}6q$ — ступни ног расположены на расстоянии шага (где q — удельное сопротивление грунта, Ом·м); $\omega = 2\pi f$ — угловая частота сети, f — частота тока для промышленных сетей равна 50 Гц.

В случае коротих электрических сетей (при малых емкостях фазных проводов относительно земли $C = 0$) выражение для тока через человека запишется так:

$$I_ч = 3U_ф/(3R_ч + r).$$

В кабельных сетях сопротивления утечки большие ($r \to \infty$), а емкости значительны Тогда:

$$I_ч = U_ф \omega C \sqrt{9 R_ч^2 \omega^2 C^2 + 1}.$$

При двухфазном прикосновении (рис. 3.13, *б*) человек попадает под линейное напряжение и ток через человека определяется выражением:

$$I_ч = U_л/R_ч,$$

где $U_л$ — линейное напряжение сети: $U_л = \sqrt{3}U_ф$.

В аварийном режиме работы сети при наличии замыкания на одной из фаз на землю (рис. 3.13, *в*) ток, проходящий через человека, прикоснувшегося к исправной фазе, выразится зависимостью:

$$I_ч = U_л/(R_ч + R_к).$$

Если переходным сопротивлением $R_к$ в месте замыкания на землю можно пренебречь по сравнению с сопротивлением цепи человека, ток через человека

$$I_ч \approx U_л/R_ч,$$

где $U_л = \sqrt{3}U_ф$.

Таким образом, при прикосновении к одному фазному проводу сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме ток через человека зависит от сопротивления утечки и емкости сети относительно земли. Замыкание одной из фаз на землю резко повышает опасность однофазного прикосновения, так как в этом случае человек попадает под напряжение, близкое к линейному. Наиболее опасным является двухфазное прикосновение.

Опасность трехфазных электрических сетей с заземленной нейтралью. Трехфазные сети с заземленной нейтралью обладают малым сопротивлением между нейтралью и землей (практически оно равно сопротивлению рабочего заземления нулевой точки трансформатора или генератора) (рис. 3.14). Напряжение любой фазы исправной сети относительно земли равно фазному напряжению, и ток через человека, прикоснувшегося к одной из фаз (рис. 3.14, *а*), определится выражением:

$$I_ч = U_ф(R_ч + R_0),$$

где R_0 — сопротивление рабочего заземления нейтрали.

Пренебрегая сопротивлением рабочего заземления нейтрали ($R \leq \leq 10$ Ом) по сравнению с сопротивлением цепи человека, можно записать:

$$I_ч = U_ф/R_ч.$$

При двухфазном прикосновении (рис. 3.14, *б*) человек попадает под линейное напряжение как в сетях с изолированной нейтралью и ток через человека

$$I_ч = U_л/R_ч.$$

В аварийном режиме (рис. 3.14, *в*), когда одна из фаз сети замкнута на землю, происходит перераспределение напряжения и напряжения исправных фаз по отношению к земле отличны от фазного напряжения сети. Прикасаясь к исправной фазе, человек попадает под напряжение

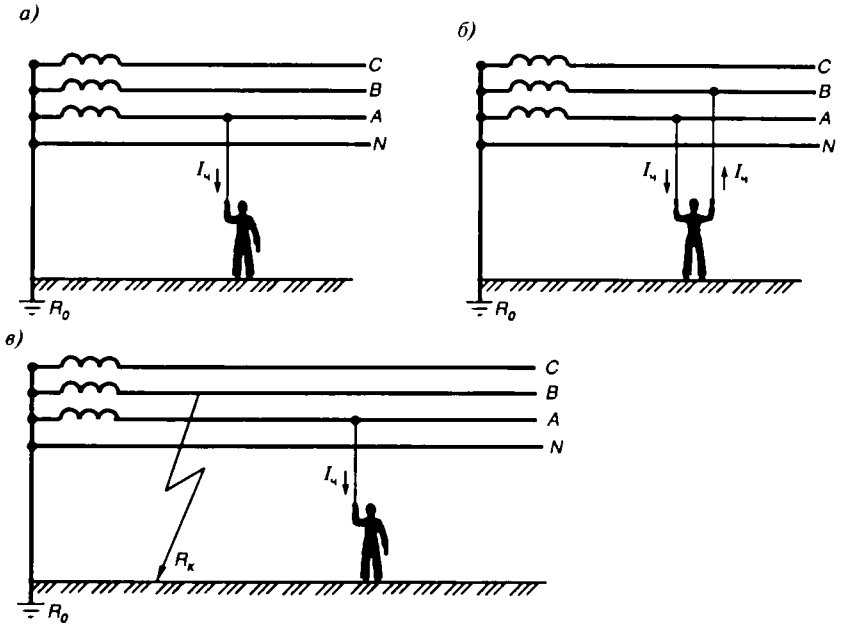

Рис. 3.14. Опасность трехфазных электрических цепей с заземленной нейтралью

$U_ч$, которое больше фазного, но меньше линейного, и ток, проходящий через человека,

$$I_ч = U_ч / R_ч.$$

Таким образом, прикосновение к исправной фазе при замыкании другой фазы на землю опаснее, чем прикосновение в фазе в нормальном режиме работы трехфазной сети с заземленной нейтралью, а наиболее опасно двухфазное прикосновение.

Анализируя различные случаи прикосновения человека к проводам трехфазных электрических сетей, можно сделать следующие выводы:

1) наименее опасным является однофазное прикосновение к проводу исправной сети с изолированной нейтралью;

2) при замыкании одной из фаз на землю опасность однофазного прикосновения к исправной фазе больше, чем в исправной сети при любом режиме нейтрали;

3) наиболее опасным является двухфазное прикосновение при любом режиме нейтрали.

Режим нейтрали трехфазной сети выбирается по технологическим требованиям и по условиям безопасности. Согласно ПУЭ, при напряжении выше 1000 В применяются две схемы: трехпроводные сети с изолированной нейтралью и трехпроводные сети с эффективно заем-

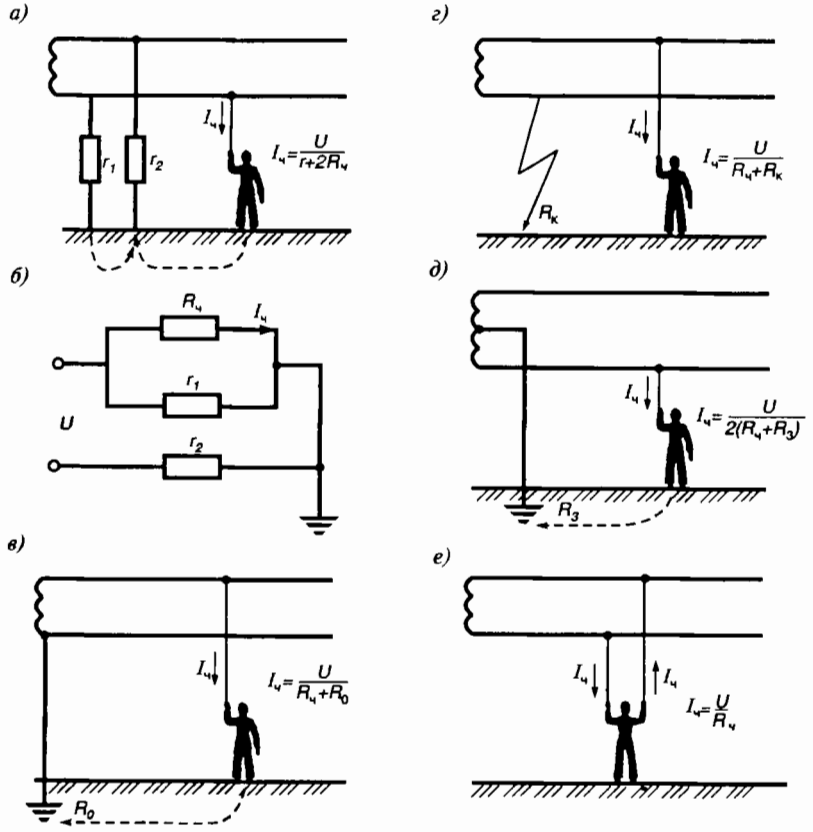

Рис. 3.15. Опасность сетей однофазного тока:

а — схема прикосновения к проводу изолированной сети; *б* — эквивалентная схема; *в* — схема прикосновения к незаземленному проводу сети с заземленным полюсом; *г* — схема прикосновения к проводу неисправной сети; *д* — схема прикосновения к проводу сети с заземленной средней точкой; *е* — схема прикосновения к двум проводам сети

ленной нейтралью, а при напряжении до 1000 В применяются трехпроводные сети с изолированной нейтралью и четырехпроводные сети с глухозаземленной нейтралью.

Опасность сетей однофазного тока. Однофазные сети могут быть изолированными от земли, иметь заземленный полюс или среднюю точку (рис. 3.15).

При однополюсном прикосновении к проводу изолированной сети человек оказывается «подключенным» к другому проводу через сопротивление утечки (рис. 3.15, *а*). Так как однофазные сети переменного тока имеют небольшую протяженность, емкостью проводов относи-

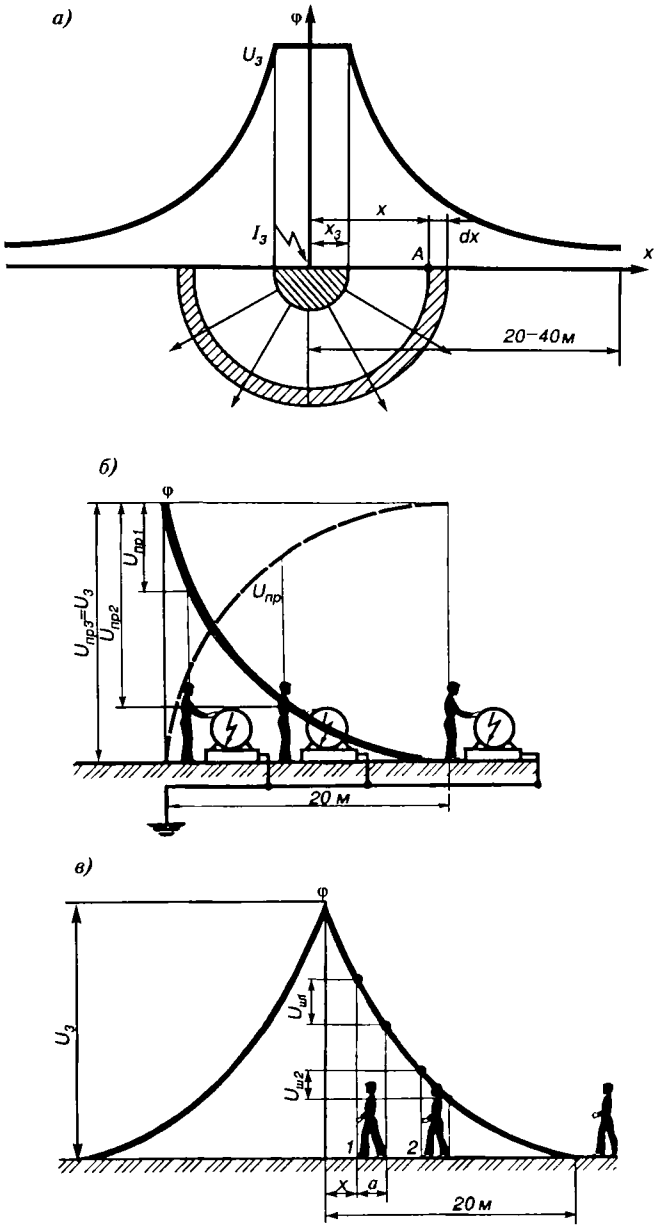

Рис. 3.16. Растекание тока в грунте (*а*); напряжение прикосновения (*б*) и напряжение шага (*в*)

тельно земли можно пренебречь, а для сетей постоянного тока емкость не увеличивается, так как ток утечки через емкость равен нулю. Для упрощения выводов условимся, что сопротивления утечки обоих проводов одинаковы, т.е.

$$r_1 = r_2 = r.$$

Выражение для тока, протекающего через человека, полученное из эквивалентной схемы (рис. 3.15, *б*), имеет вид:

$$I_ч = U/(r + 2R_ч).$$

Прикосновение человека к незаземленному проводу сети с заземленным полюсом (рис. 3.15, *в*) вызывает протекание тока

$$I_ч = U/(R_ч + R_0),$$

а так как $R_0 << R_ч$, то можно записать, что

$$I_ч = U/R_ч.$$

Прикосновение к исправному проводу при замыкании другого провода на землю (рис. 3.15, *г*) вызывает ток через человека:

$$I_ч = U/(R_ч + R_к).$$

При прикосновении к одному из проводов сети с заземленной средней точкой (рис. 3.15, *д*) человек попадает под напряжение, равное половине напряжения сети:

$$I_ч = U/2(R_ч + R_з),$$

где $R_з$ — сопротивление замыкания.

В случае прикосновения к двум проводам сети (рис. 3.15, *е*) человек попадает под напряжение сети и выражение для тока будет:

$$I_ч = U/R_ч.$$

Анализируя эти выражения для токов, проходящих через человека при различных случаях прикосновения к однофазным сетям постоянного тока, можно сделать вывод, что наиболее опасно двухполюсное прикосновение при любом режиме сети относительно земли (изолированной, с заземленным полюсом или средней точкой), так как в этом случае ток, протекающий через человека, определяется только сопротивлением его тела. Наименее опасно однополюсное прикосновение к проводу изолированной сети в нормальном режиме работы.

Растекание тока в грунте. Схема растекания тока в грунте представлена на рис. 3.16, *а*. Замыкание тока происходит при повреждении изоляции и пробое фазы на корпус оборудования, при падении на землю провода под напряжением и по другим причинам. Растекание тока замыкания в грунте определяет характер распределения потенци-

алов на поверхности земли. Для упрощения анализа сделаем допущения, что ток стекает в грунт через одиночный заземлитель полусферической формы (рис. 3.16, *а*), что грунт однородный и изотропный и что удельное сопротивление грунта ρ во много раз превышает удельное сопротивление материала заземлителя. Тогда плотность тока в точке *A* на расстоянии *x* выразится зависимостью:

$$\delta = \frac{I_з}{S} = \frac{I_з}{2\pi x^2},$$

где $I_з$ — ток, стекающий с заземлителя в грунт; $S = 2\pi x^2$ — площадь поверхности полусферы радиусом *x*.

Падение напряжения в элементарном слое грунта толщиной *dx* выразится через напряженность поля *E* и толщину этого слоя:

$$dU = Edx.$$

Напряженность поля определяется законом Ома в дифференциальной форме $E = \delta\rho$.

Потенциал точки *A* (или напряжение в этой точке) равен падению напряжения от точки *A* до бесконечно удаленной точки с нулевым потенциалом. Поэтому

$$\varphi_A = U_A = \int_x^\infty dU = \int_x^\infty \frac{I_з \rho}{2\pi x^2} dx = \frac{I_з \rho}{2\pi x}.$$

Обозначив $I_з = \rho/2\pi = \text{const} = k$, получим

$$\varphi_A = U_A = k/x.$$

Таким образом, потенциал на поверхности грунта распределяется по закону гиперболы.

Напряжение прикосновения (рис. 3.16, *б*) — это напряжение между двумя точками цепи тока замыкания на землю (корпус) при одновременном прикосновении к ним человека. Численно оно равно разности потенциалов корпуса $\varphi_к$ и точек почвы, в которых находятся ноги человека $\varphi_н$ (рис. 3.16, *б*), т. е.

$$U_{пр} = \varphi_к - \varphi_н = \frac{I_з}{2\pi}\left(\frac{1}{x_з} - \frac{1}{x}\right) = \frac{I_з \rho}{2\pi} \cdot \frac{x - x_з}{x}$$

или

$$U_{пр} = U_з \alpha .$$

Величину α называют *коэффициентом напряжения прикосновения* (в пределах этой зоны растекания тока α меньше единицы, а за пределами этой зоны равен единице). Напряжение прикосновения увеличивается по мере удаления от заземлителя, и за пределами зоны растекания тока оно равно напряжению на корпусе оборудования.

Ток, протекающий через человека при прикосновении,

$$I_ч = U_{пр}/R_ч.$$

Напряжение шага — это напряжение между точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю при одновременном касании их ногами человека. Численно напряжение шага равно разности потенциалов точек, на которых находятся ноги человека (рис. 3.16, *в*).

При расположении одной ноги человека на расстоянии x от заземлителя и ширине шага a (обычно принимается $a = 80$ см) получаем

$$U_ш = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{I_з \rho}{2\pi}\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x+a}\right) = \frac{I_з \rho}{2\pi} \cdot \frac{a}{x(x+a)},$$

или

$$U_ш = U_з \frac{a x_з}{x(x+a)}.$$

Аналогично напряжению прикосновения напряжение шага:

$$U_ш = U_з/\beta,$$

где $\beta = \frac{a x_з}{x(x+a)}$ — коэффициент напряжения шага, который зависит от вида заземлителей, расстояния от заземлителя и ширины шага (чем ближе к заземлителю и чем шире шаг, тем β больше).

Напряжение шага максимально у заземлителя и уменьшается по мере удаления от заземлителя; вне поля растекания оно равно нулю. Напряженность шага также увеличивается с увеличением ширины шага.

Ток, обусловленный напряжением шага,

$$I_ч = U_ш/R_ч.$$

Следует отметить, что условия поражения человека напряжением прикосновения и напряжением шага различны, так как ток протекает по разным путям: через грудную клетку — от напряжения прикосновения и по нижней петле — от напряжения шага. Значительные напряжения шага вызывают судорогу в ногах, человек падает, после чего цепь тока замыкается вдоль всего тела человека.

3.12. ОПАСНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ

Автоматизация процессов является одним из наиболее эффективных путей повышения производительности труд, а также улучшения условий труда рабочих.

Основными причинами воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов при использовании автоматизированного оборудования являются: нарушение условий эксплуатации оборудования; нарушение требований безопасности труда при организации автоматизированного участка, связанные с неправильной планировкой оборудования, пультов управления, транспортно-накопительных устройств; отказ или поломка технологического оборудования, промышленных роботов и манипуляторов; ошибочные действия оператора при наладке, регулировке, ремонте оборудования или во время работы его в автоматическом цикле; появление человека в рабочем пространстве оборудования; нарушение требований инструкций по технике безопасности; отказы в функционировании средств аварийной и диагностической сигнализации и отображения информации; ошибки в работе устройств программного управления и ошибки в программировании.

Роботизация. Универсальным средством, обеспечивающим комплексную автоматизацию производственных процесов и позволяющим быстро изменять последовательность, скорость и вид манипуляционных действий, являются промышленные роботы (ПР).

Механизация и автоматизация процессов, осуществляемая с помощью ПР, позволяет высвободить значительное число вспомогательных рабочих и направить их в основное производство. С помощью ПР успешно автоматизируются монотонно повторяющиеся операции и переходы производственного цикла, протекающие в производственной среде с высокой температурой, неприятными запахами, пылью, газами и гарью. Важным параметром, обеспечивающим безопасность персонала, обслуживающего ПР и удобство работы оператора, является скорость перемещения исполнительных устройств. При обучении и наладке ПР, когда требуется пребывание обслуживающего персонала в зоне его рабочего пространства, скорость перемещения исполнительных устройств ограничивается 0,3 м/с. Для этого ПР оснащают регуляторами скорости.

Для повышения безопасности труда оператора в конструкции ПР предусмотрены устройства, при помощи которых поступают информации: о режиме работы, исполнении программы, работе по кодам программы; о срабатывании блокировок ПР и обслуживаемого им технологического оборудования; о наличии сбоя в работе ПР; о начале движения исполнительных органов ПР и их готовности к движению при выполнении управляющей программы.

Роботы необходимо оснащать средствами защиты (оградительными, предохранительными, блокирующими, сигнализирующими и др.), исключающими возможность воздействия на обслуживающий персонал опасных и вредных производственных факторов. Эти средства защиты не должны ограничивать технологические возможности ПР и ухудшать условия их обслуживания и ремонта.

Для предотвращения поломок элементов оборудования, инструмента и другой оснастки, неполадок в системе управления ПР предусмотрены различные блокировочные устройства. Конструкции ПР должны включать средства, обеспечивающие остановку исполнительных органов при попадании человека на ту часть рабочего пространства, где ПР работает по программе. Чтобы манипуляторы не выходили за пределы запрограммированного рабочего пространства, предусматривают жесткие упоры, рассчитанные на нагрузку с учетом динамических и статических усилий, а также концевые выключатели. Блокирующие устройства ПР при работе в одном из режимов должны исключать возможность работы в другом режиме и самопроизвольное переключение с одного режима на другой.

С целью обеспечения безопасности оператора система управления ПР должна иметь устройство аварийного останова, которое срабатывает при любом нарушении работоспособности ПР независимо от режима его работы, в том числе при взаимном отключении любого вида питания, которое используется в обслуживаемом оборудовании.

При срабатывании устройства аварийного останова должно прекратиться любое движение ПР независимо от режима работы, за исключением случаев, когда его останов и фиксация в определенном положении ведут к возникновению опасных и вредных производственных факторов. Аварийное отключение робота должно исключать возможность его включения в режим исполнения программы без предварительного приведения всех исполнительных устройств и технологического оборудования в исходное положение, соответствующее прерванной программе. Возобновление работы ПР осуществляется оператором с помощью специальной команды.

Роботы, предназначенные для транспортирования изделий на высоте, оборудуют устройствами, исключающими падение перемещаемых грузов вследствие ослабления зажима охвата, внезапного отключения питания и других причин.

Органы управления ПР и средства отображения информации располагают на панели пульта управления; их расположение должно быть удобным для использования рабочими. При выборе средств отображения информации, требующих быстрой реакции рабочего, следует отдавать предпочтение звуковым и световым сигналам достаточной мощности. Переключатели режимов работы ПР и регуляторы скорости должны иметь фиксаторы, не допускающие самопроизвольного их перемещения. Чтобы затруднить свободный доступ к органам пульта управления, применяют специальные крышки, кнопки, ручки и т. п. Основные органы управления ПР должны иметь четкие надписи и символы, указывающие их назначение. Органы аварийной остановки следует располагать в легкодоступном месте и выделять по размеру и цвету по сравнению с другими органами и кнопками.

Среди организационно-технических мероприятий, обеспечиваю-

щих безопасность работы с ПР, следует отметить систему подготовки обслуживающего персонала к работе на ПР. К работе по программированию, обучению, наладке, ремонту и эксплуатации ПР допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и получившие удостоверение на право обслуживания ПР. В процессе подготовки лиц, обслуживающих ПР, рассматриваются все возможные аварийные ситуации и отказы в работе роботов. Кроме того, изучаются практические приемы безопасной работы на ПР.

На каждом предприятии должны быть разработаны и утверждены в установленном порядке инструкции по безопасности труда для каждой единицы ПР, имеющихся на предприятии. Инструкции составляются для конкретной профессии (наладчик, механик, оператор, программист). В инструкциях должны быть отражены общие требования безопасности, относящиеся к конкретному оборудованию, требования безопасности, обусловленные типовой инструкцией предприятия, и требования безопасности, относящиеся к особенностям данной модели ПР.

Неполадки и аварийные ситуации, возникающие в процессе эксплуатации ПР и технологического оборудования, используемого совместно с ним, должны ежедневно регистрироваться оператором, наладчиком и другими работниками в специальном журнале с целью незамедлительного их устранения.

ГЛАВА 4

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

4.1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

Вентиляцией называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в производственных помещениях. Основное назначение вентиляции — удаление из рабочей зоны загрязненного или перегретого воздуха и подача чистого воздуха, в результате чего в рабочей зоне создаются необходимые благоприятные условия воздушной среды. Одна из главных задач, возникающих при устройстве вентиляции,— определение воздухообмена, т. е. количество вентиляционного воздуха, необходимого для обеспечения оптимального санитарно-гигиенического уровня воздушной среды помещений.

В зависимости от способа перемещения воздуха в производственных помещениях вентиляция делится на естественную и искусственную (механическую).

Применение вентиляции должно быть обосновано расчетами, при которых учитываются температура, влажность воздуха, выделение вредных веществ, избыточное тепловыделение. Если в помещении нет вредных выделений, то вентиляция должна обеспечивать воздухообмен не менее 30 $м^3$/ч на каждого работающего (для помещений с объемом до 20 $м^3$ на одного работающего). При выделении вредных веществ в воздух рабочей зоны необходимый воздухообмен определяют исходя из условий их разбавления до ПДК, а при наличии тепловых избытков — из условий поддержания допустимой температуры в рабочей зоне.

Естественная вентиляция производственных помещений осуществляется за счет разности температур в помещении наружного воздуха (тепловой напор) или действия ветра (ветровой напор). Естественная вентиляция может быть организованной и неорганизованной.

При неорганизованной естественной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет вытеснения внутреннего теплового воздуха наружным холодным воздухом через окна,

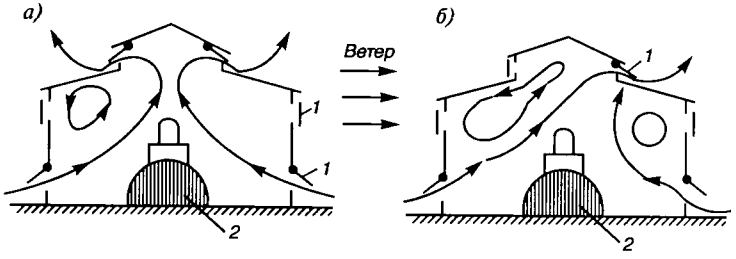

Рис. 4.1. Схема естественной вентиляции здания:

а — при безветрии; *б* — при ветре; *1* — вытяжные и приточные отверстия; *2* — тепловыделяющий агрегат

форточки, фрамуги и двери. Организованная естественная вентиляция, или аэрация, обеспечивает воздухообмен в заранее рассчитанных объемах и регулируемый в соответствии с метеорологическими условиями. Бесканальная аэрация осуществляется при помощи проемов в стенах и потолке и рекомендуется в помещениях большого объема со значительными избытками теплоты. Для получения расчетного воздухообмена вентиляционные проемы в стенах, а также в кровле здания (аэрационные фонари) оборудуют фрамугами, которые открываются и закрываются с пола помещения. Манипулируя фрамугами, можно регулировать воздухообмен при изменении наружной температуры воздуха или скорости ветра (рис. 4.1). Площадь вентиляционных проемов и фонарей рассчитывают в зависимости от необходимого воздухообмена.

В производственных помещениях небольшого объема, а также в помещениях, расположенных в многоэтажных производственных зданиях, применяют канальную аэрацию, при которой загрязненный воздух удаляется через вентиляционные каналы в стенах. Для усиления вытяжки на выходе из каналов на крыше здания устанавливают дефлекторы — устройства, создающие тягу при обдувании их ветром. При этом поток ветра, ударяясь о дефлектор и обтекая его, создает вокруг большей части его периметра разрежение, обеспечивающее подсос воздуха из канала. Наибольшее распространение получили дефлекторы типа ЦАГИ (рис. 4.2), которые представляют собой цилиндрическую обечайку, укрепленную над вытяжной трубой. Для улучшения подсасывания воздуха давлением ветра труба оканчивается плавным расширением — диффузором. Для предотвращения попадания дождя в дефлектор предусмотрен колпак.

Расчет дефлектора сводится к определению диаметра его патрубка. Ориентировочно диаметр патрубка d дефлектора типа ЦАГИ можно вычислить по формуле:

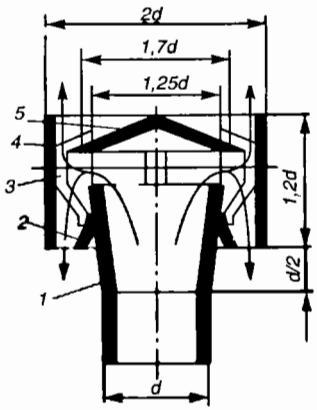

Рис. 4.2. Схема дефлектора типа ЦАГИ:

1 — диффузор; *2* — конус; *3* — лапки, удерживающие колпак и обечайку; *4* — обечайка; *5* — колпак

$$d = 0{,}0188\sqrt{\frac{L}{L_B}}$$

где L — объем вентиляционного воздуха, м^3/ч; $V_в$ — скорость воздуха в патрубке, м/с.

Скорость воздуха (м/с) в патрубке при учете только давления, создаваемого действием ветра, находят по формуле

$$V_B = \sqrt{\frac{0{,}4\,V^2_{ветр}}{1{,}2 + \sum\varepsilon + 0{,}02\,l/d}},$$

где $V_{ветр}$ — скорость ветра, м/с; $\Sigma\varepsilon$ — сумма коэффициентов местного сопротивления вытяжного воздуховода при его отсутствии $\varepsilon = 0{,}5$ (при входе в патрубок); l — длина патрубка или вытяжного воздуховода, м.

С учетом давления, создаваемого ветром, и теплового давления скорость воздуха в патрубке вычисляют по формуле

$$V_в = \sqrt{\frac{0{,}4\,V^2_{ветр} + 1{,}6\,\rho}{1{,}2 + \sum\varepsilon + 0{,}02\,l/d}},$$

где $p = h_д(\rho_н - \rho_в)$ — тепловое давление Па; здесь $h_д$ — высота дефлектора, м; $\rho_н$, $\rho_в$ — плотность, соответственно, наружного воздуха и воздуха внутри помещения, кг/м^3.

Скорость движения воздуха в патрубке составляет примерно 0,2...0,4 скорости ветра, т. е. $V_в = (0{,}2...0{,}4)V_{ветр}$. Если дефлектор установлен без вытяжной трубы непосредственно в перекрытии, то скорость воздуха несколько больше $V_в = 0{,}5V_{ветр}$.

Аэрация применяется для вентиляции производственных помещений большого объема. Естественный воздухообмен осуществляется через окна, световые фонари с использованием теплового и ветрового напоров (рис. 4.3). Тепловое давление, в результате которого воздух поступает в помещение и выходит из него, образуется за счет разности температур наружного и внутреннего воздуха и регулируется различной степенью открытия фрамуг и фонарей. Разность этих давлений на одном и том же уровне называется внутренним избыточным давлением $p_{изб}$. Оно может быть как положительным, так и отрицательным.

При отрицательном значении $p_{изб}$ (превышении наружного давления над внутренним) воздух поступает внутрь помещения, а при положительном значении $p_{изб}$ (превышении внутреннего давления над наружным) воздух выходит из помещения. При $p_{изб} = 0$ движения воздуха через отверстия в наружном ограждении не будет. Нейтральная

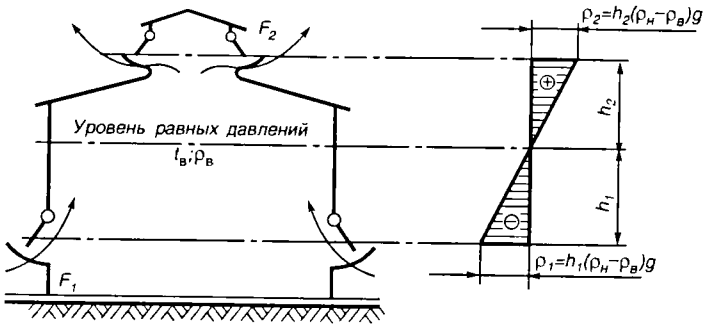

Рис. 4.3. Схема аэрации здания

зона в помещении (где $p_{изб} = 0$) может быть только при действии одних теплоизбытков; при ветре с теплоизбытками она резко смещается вверх и исчезает. Расстояния нейтральной зоны от середины вытяжного и приточного отверстий обратно пропорциональны квадратам площадей отверстий. При $F_1 = F_2$ $h_1 = h_2 = h/2$, где F_1, F_2 — площади, соответственно, входных и выпускных отверстий, м^2; h_1,h_2 — высоты расположения уровня равных давлений, соответственно, от входного до выпускного отверстий, м.

Расход воздуха G, который протекает через отверстие, имеющее площадь F, вычисляют по формуле:

$$G = \mu F\sqrt{2\rho\Delta p},$$

где G — массовый секундный расход воздуха, т/с; μ — коэффициент расхода, зависящий от условий истечения; ρ — плотность воздуха в исходном состоянии, кг/м^3; Δp — разность давлений внутри и снаружи помещения в данном отверстии, Па.

Ориентировочное количество воздуха, выходящего из помещения через 1 м^2 площади отверстия, с учетом только теплового давления и при условии равенства площадей отверстий в стенках и фонарях и коэффициенте расхода $\mu = 0{,}6$ можно определить по упрощенной формуле:

$$L = 420\sqrt{H\Delta t},$$

где L — количество воздуха, м^3/ч; H — расстояние между центрами нижних и верхних отверстий, м; Δt — разность температур: средней (по высоте) в помещении и наружной, ° С.

Аэрация с использованием ветрового давления основана на том, что на наветренных поверхностях здания возникает избыточное давление, а на заветренных сторонах разрежение. Ветровое давление на поверхности ограждения находят по формуле:

$$p_в = k_в V_ρ/2,$$

где k — аэродинамический коэффициент, показывающий, какая доля динамического давления ветра преобразуется в давление на данном участке ограждения или кровли. Этот коэффициент можно принять в среднем равным для наветренной стороны + 0,6, а для подветренной — -0,3.

Естественная вентиляция дешева и проста в эксплуатации. Основной ее недостаток заключается в том, что приточный воздух вводится в помещение без предварительной очистки и подогрева, а удаляемый воздух не очищается и загрязняет атмосферу. Естественная вентиляция применима там, где нет больших выделений вредных веществ в рабочую зону.

Искусственная (механическая) вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. При механической вентиляции воздухообмен осуществляется за счет напора воздуха, создаваемого вентиляторами (осевыми и центробежными); воздух в зимнее время подогревается, в летнее — охлаждается и кроме того очищается от загрязнений (пыли и вредных паров и газов). Механическая вентиляция бывает приточной, вытяжной, приточно-вытяжной, а по месту действия — общеобменной и местной.

При приточной системе вентиляции (рис. 4.4, *а*) производится забор воздуха извне с помощью вентилятора через калорифер, где воздух нагревается и при необходимости увлажняется, а затем подается в помещение. Количество подаваемого воздуха регулируется клапанами или заслонками, устанавливаемыми в ответвлениях. Загрязненный воздух выходит через двери, окна, фонари и щели неочищенным.

При вытяжной системе вентиляции (рис. 4.4, *б*) загрязненный и перегретый воздух удаляется из помещения через сеть воздуховодов с помощью вентилятора. Загрязненный воздух перед выбросом в атмосферу очищается. Чистый воздух подсасывается через окна, двери, неплотности конструкций.

Приточно-вытяжная система вентиляции (рис. 4.4, *в*) состоит из двух отдельных систем — приточной и вытяжной, которые одновременно подают в помещение чистый воздух и удаляют из него загрязненный. Приточные системы вентиляции также возмещают воздух, удаляемый местными отсосами и расходуемый на технологические нужды: огневые процессы, компрессорные установки, пневмотранспорт и др.

Для определения требуемого воздухообмена необходимо иметь следующие исходные данные: количество вредных выделений (тепла, влаги, газов и паров) за 1 ч, предельно допустимое количество (ПДК) вредных веществ в 1 м^3 воздуха, подаваемого в помещение.

Для помещений с выделением вредных веществ искомый воздухо-

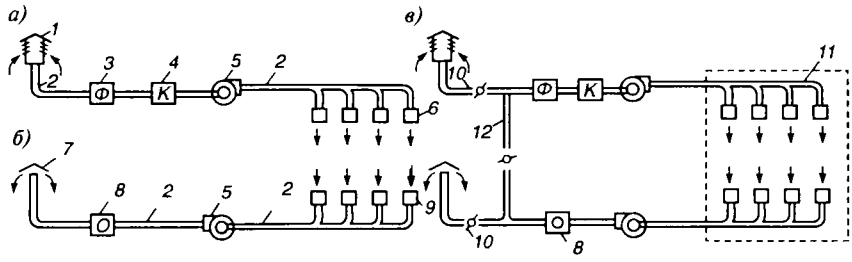

Рис. 4.4. Схема приточной, вытяжной и приточно-вытяжной механической вентиляции:

а — приточная; *б* — вытяжная; *в* — приточно-вытяжная; *1* — воздухоприемник для забора чистого воздуха; *2* — воздуховоды; *3* — фильтр для очистки воздуха от пыли; *4* — калориферы; *5* — вентиляторы; *6* — воздухораспределительные устройства (насадки); *7* — вытяжные трубы для выброса удаляемого воздуха в атмосферу; *8* — устройства для очистки удаляемого воздуха; *9* — воздухозаборные отверстия для удаляемого воздуха; *10* — клапаны для регулирования количества свежего вторичного рециркуляционного и выбрасываемого воздуха; *11* — помещение, обслуживаемое приточно-вытяжной вентиляцией; *12* — воздуховод для системы рециркуляции

обмен L, м^3/ч, определяется из условия баланса поступающих в него вредных веществ и разбавления их до допустимых концентраций. Условия баланса выражаются формулой:

$$G + G_{пр} = G_{уд},$$

где G — скорость выделения вредного вещества из технологической установки, мг/ч; $G_{пр}$ — скорость поступления вредных веществ с притоком воздуха в рабочую зону, мг/ч; $G_{уд}$ — скорость удаления разбавленных до допустимых концентраций вредных веществ из рабочей зоны, мг/ч.

Заменив в выражении $G_{пр}$ и $G_{уд}$ на произведение $L_{пр}q_{пр}$ и $L_{уд}\ q_{уд}$, где $q_{пр}$ и $q_{уд}$ — соответственно концентрации (мг/м^3) вредных веществ в приточном и удаленном воздухе, а $L_{пр}$ и $L_{уд}$ объем приточного и удаляемого воздуха в м^3 за 1 час, получим

$$G + L_{пр}q_{пр} = L_{уд}\ q_{уд}.$$

Для поддержания нормального давления в рабочей зоне должно выполняться равенство $L_{пр} = L_{уд} = L$, тогда

$$L = G/q_{уд} — q_{пр}.$$

Необходимый воздухообмен, исходя из содержания в воздухе водяных паров, определяют по формуле:

$$L_п = G_п/(d_{уд} — d_{пр})\rho,$$

где $L_п$ — количество удаляемого или приточного воздуха в помещении, м^3/ч; $G_п$ — масса водяного пара, выделяющегося в помещении, г/ч; $d_{уд}$

— влагосодержание удаляемого воздуха, г/кг, сухого воздуха; $d_{пр}$ — влагосодержание приточного воздуха, г/кг, сухого воздуха; ρ — плотность приточного воздуха, кг/м^3.

Влагосодержание d (г/кг) воздуха, т.е. отношение массы водяного пара, содержащегося во влажном воздухе, к единице массы сухого воздуха определяют по формуле:

$$d = 1000 G_п G_в,$$

где $G_п$, $G_в$ — соответственно массы (г) водяного пара и сухого воздуха. Необходимо иметь в виду, что значения $d_{уд}$ и $d_{пр}$ принимаются по таблицам физической характеристики воздуха в зависимости от значения нормируемой относительной влажности вытяжного воздуха.

Для определения объема вентиляционного воздуха по избыточному теплу необходимо знать количество тепла, поступающего в помещение от различных источников (приход тепла), $Q_{пр}$, и количество тепла, расходуемого на возмещение потерь через ограждения здания и другие цели. $Q_{расх}$, разность $Q_{пр}$—$Q_{расх}$ = $Q_{изб}$ и выражает количество тепла, которое идет на нагревание воздуха в помещении и которое должно учитываться при расчете воздухообмена.

Воздухообмен, необходимый для удаления избыточного тепла, вычисляют по формуле:

$$L = 3600 Q_{изб} / C \rho (t_{уд} — t_{пр}),$$

где $Q_{изб}$ — избыточное количество тепла, Дж/с, $t_{уд}$ — температура удаляемого воздуха, ^{0} К; $t_{пр}$ — температура приточного воздуха, ^{0} К; C — удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кгК); ρ — плотность воздуха при 293^0 К, кг/м^3.

Местная вентиляция бывает вытяжная и приточная. Вытяжную вентиляцию устраивают, когда загрязнения можно улавливать непосредственно у мест их возникновения. Для этого применяют вытяжные шкафы, зонты, завесы, бортовые отсосы у ванн, кожухи, отсосы у станков и т.д. К приточной вентиляции относятся воздушные души, завесы, оазисы.

Вытяжные шкафы работают с естественной или механической вытяжкой. Для удаления из шкафа избытков тепла или вредных примесей естественным путем необходимо наличие подъемной силы, которая возникает, когда температура воздуха в шкафу превышает температуру воздуха в помещении. Удаляемый воздух должен иметь достаточный запас энергии для преодоления аэродинамического сопротивления на пути от входа в шкаф до места выброса в атмосферу.

Объемный расход воздуха, удаляемого из вытяжного шкафа при естественной вытяжке (рис. 4.5), (м^3/ч)

$$L = 114 \sqrt[3]{h Q F^2}.$$

где h — высота открытого проема шкафа, м; Q — количество тепла,

выделяемого в шкафу, ккал/ч; F — площадь открытого (рабочего) проема шкафа, м^2.

Необходимая высота вытяжной трубы (м)

$$H = \frac{\zeta_{\text{вх + вых}}}{0{,}82\,\frac{d^4}{F^2 h} - \frac{0{,}02}{d}},$$

где $\xi_{\text{вх + вых}}$ — сумма всех сопротивлений прямой трубы на пути движения воздуха; d — диаметр прямой трубы, м (предварительно задается).

При механической вытяжке

$$L = 3600 v F,$$

где v — средняя скорость всасывания в сечениях открытого проема, м/с.

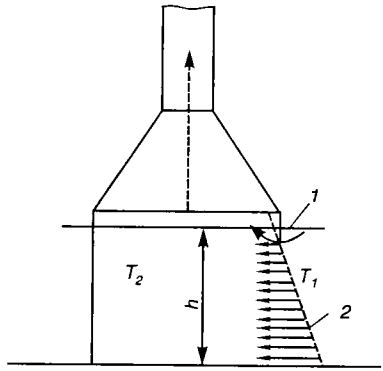

Рис. 4.5. Схема вытяжного шкафа с естественной вытяжкой:

1 — уровень нулевых давлений; *2* — эпюра распределения давлений в рабочем отверстии; T_1 — температура воздуха в помещении; T_2 — температура газов внутри шкафа

Бортовые отсосы устраивают у производственных ванн для удаления вредных паров и газов, которые выделяются из растворов ванн. При ширине ванны до 0,7 м устанавливают однобортовые отсосы с одной из продольных ее сторон. При ширине ванны более 0,7 м (до 1 м) применяют двухбортовые отсосы (рис. 4.6).

Объемный расход воздуха, отсасываемого от горячих ванн одно- и двухбортовыми отсосами, находят по формуле:

$$L = k_з\, k_т\, C\, (\varphi \frac{T_в - T_п}{3\, T_п} g B^3)^{1/2} l \cdot 3600,$$

где L — объемный расход воздуха, м^3/ч, $k_з$ — коэффициент запаса, равный 1,5...1,75, для ванн с особо вредными растворами 1,75...2; $k_т$ — коэффициент для учета подсоса воздуха с торцов ванны, зависящий от отношения ширины ванны B к ее длине l; для однобортового простого отсоса $k_т = (1 + B/4{\cdot}l)^2$; для двухбортового — $k_т = (1 + B/8{\cdot}l)^2$; C — безразмерная характеристика, равная для однобортового отсоса 0,35, для двухбортового — 0,5; φ — угол между границами всасывающего (рис. 4.7); (в расчетах имеет значение 3,14); $T_в$ и $T_п$ — абсолютные температуры, соответственно, в ванне и воздуха в помещении, °K; g=9,81 м/с^2.

Вытяжные зонты применяют, когда выделяющиеся вредные пары и газы легче окружающего воздуха при незначительной его подвижности в помещении. Зонты могут быть как с естественной, так и с механической вытяжкой.

При естественной вытяжке начальный объемный расход воздуха в

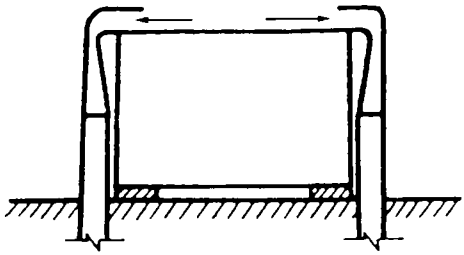

Рис. 4.6. Двухбортовой отсос от ванны

тепловой струе, поднимающейся над источником, определяют по формуле:

$$L = 0{,}65 \sqrt[3]{Q F^2 H},$$

где Q — количество конвективного тепла, Вт; F — площадь горизонтальной проекции поверхности источника тепловыделений, м^2; H — расстояние от источника тепловыделений до кромки зонта, м.

При механической вытяжке аэродинамическая характеристика зонта включает скорость по оси зонта, которая зависит от угла его раскрытия; с увеличением угла раскрытия увеличивается осевая скорость по сравнению со средней. При угле раскрытия 90° скорость по оси составляет 1,65v (v — средняя скорость, м/с), при угле раскрытия 60° скорость по оси и по всему сечению равна v.

В общем случае расход воздуха, удаляемого зонтом,

$$L = 3600vF,$$

где v — средняя скорость движения воздуха в приемном отверстии зонта, м/с; при удалении тепла и влаги скорость может быть принята 0,15...0,25 м/с; F — площадь расчетного сечения зонта, м^2.

Приемное отверстие зонта располагают над тепловым источником; оно должно соответствовать конфигурации зонта, а размеры принимают несколько большими, чем размеры теплового источника в плане. Зонты устанавливают на высоте 1,7...1,9 м над полом.

Для удаления пыли от различных станков применяют пылеприемные устройства в виде защитно-обеспыливающих кожухов, воронок и т.д.

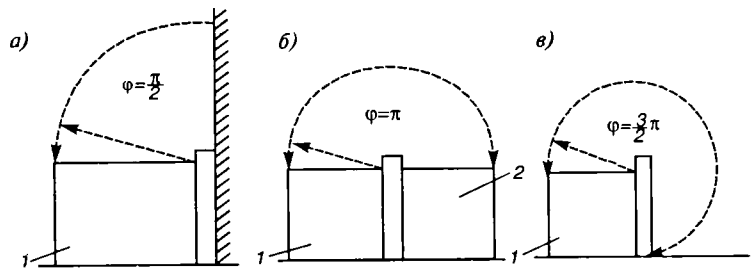

Рис. 4.7. Угол между границами всасывающего факела при различном расположении ванны:

а — у стены ($\varphi = \pi/2$); *б* — рядом с ванной без отсоса ($\varphi = \pi$); *в* — отдельно ($\varphi = 3\pi/2$); *1* — ванна с отсосом; *2* — ванна без отсоса. В расчетах принять $\pi = 3{,}14$

Объемный расход воздуха L (м^3/ч), удаляемого от заточных, шлифовальных и обдирочных станков, рассчитывают в зависимости от диаметра круга $d_{кр}$ (мм), а именно:

при $d_{кр} < 250$ мм $L = 2d_{кр}$,

при $d_{кр}$ 250...600 мм $L = 1{,}8\ d_{кр}$;

при $d_{кр} > 600$ мм $L = 1{,}6d_{кр}$.

Расход воздух (м^3/ч), удаляемого воронкой, определяют по формуле:

$$L_В = 3600\ V_Н\ l \left(\frac{k}{\frac{V_Н}{V_к} - 1} \right)^{1/4},$$

где $V_н$ — начальная скорость вытяжного факела (м/с), равная скорости транспортирования пыли в воздуховоде, принимается для тяжелой наждачной пыли 14...16 м/с и для легкой минеральной 10...12 м/с; l — рабочая длина вытяжного факела, м; k — коэффициент, зависящий от формы и соотношения сторон воронки: для круглого отверстия $k = 7{,}7$ для прямоугольного с соотношением сторон от 1:1 до 1:3 $k = 9{,}1$; $V_к$ — необходимая конечная скорость вытяжного факела у круга, принимаемая равной 2 м/с.

4.2. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАДИОЧАСТОТ

Защита персонала от воздействия электромагнитных полей радиочастот (ЭМИ РЧ) осуществляется путем проведения организационных и инженерно-технических, лечебно-профилактических мероприятий, а также использования средств индивидуальной защиты.

К организационным мероприятиям относятся: выбор рациональных режимов работы оборудования; ограничение места и времени нахождения персонала в зоне воздействия ЭМИ РЧ (защита расстоянием и временем) и т.п.

Инженерно-технические мероприятия включают: рациональное размещение оборудования; использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (поглотители мощности, экранирование, использование минимальной необходимой мощности генератора); обозначение и ограждение зон с повышенным уровнем ЭМИ РЧ.

Лечебно-профилактические мероприятия осуществляются в целях предупреждения, ранней диагностики и лечения нарушений в состоянии здоровья работника, связанные с воздействием ЭМИ РЧ, и включают предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры.

К средствам индивидуальной защиты относятся защитные очки, щитки, шлемы, защитная одежда (комбинезоны, халаты и т.д.).

Способ защиты в каждом конкретном случае должен определяться

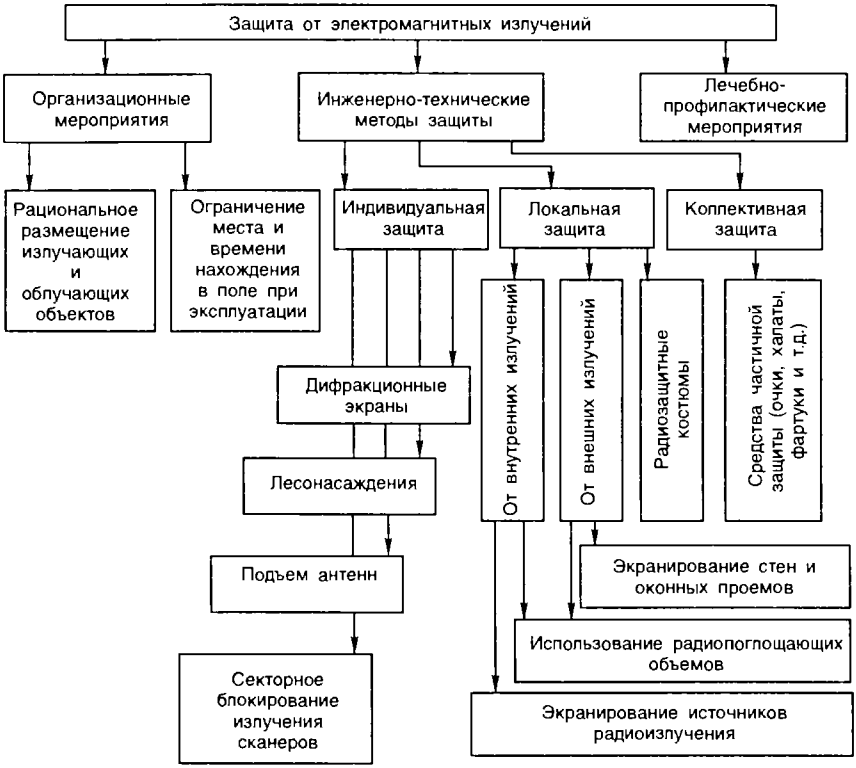

Рис. 4.8. Классификация защитных методов и средств защиты от электромагнитных излучений радиочастот

с учетом рабочего диапазона частот, характера выполняемых работ, необходимой эффективности защиты.

Классификация методов защиты человека от ЭМИ РЧ представлена на рис. 4.8.

В поглощающих экранах используются специальные материалы, обеспечивающие поглощение излучения соответствующей длины волны. В зависимости от излучаемой мощности и взаимного расположения источника и рабочих мест конструктивное решение экрана может быть различным (замкнутая камера, щит, чехол, штора и т. д.).

При изготовлении экрана в виде замкнутой камеры вводы волноводов, коаксиальных фидеров, воды, воздуха, выводы ручек управления и элементов настройки не должны нарушать экранирующих свойств камеры.

Экранирование смотровых окон, приборных панелей проводится с помощью радиозащитного стекла. Для уменьшения просачивания

электромагнитной энергии через вентиляционные жалюзи последние экранируются металлической сеткой либо выполняются в виде запредельных волноводов.

Уменьшение утечек энергии из фланцевых сочленений волноводов достигается путем применения «дроссельных фланцев», уплотнения сочленений с помощью прокладок из проводящих (фосфористая бронза, медь, алюминий, свинец и другие металлы) и поглощающих материалов, осуществления дополнительного экранирования.

Средства индивидуальной защиты следует использовать в случаях, когда снижение уровней ЭМИ РЧ с помощью общей защиты технически невозможно. Если защитная одежда изготовлена из материала, содержащего в своей структуре металлический провод, она может использоваться только в условиях, исключающих прикосновение к открытым токоведущим частям установок.

При работе внутри экранированных помещений (камер) стены, пол и потолок этих помещений должны быть покрыты радиопоглощающими материалами. В случае неправильного излучения допускается применение поглощающих покрытий только на соответствующих участках стен, потолка, пола.

В тех случаях, когда уровни ЭМИ РЧ на рабочих местах внутри экранированного помещения превышают ПДУ, персонал необходимо выводить за пределы камер.

В зависимости от условий облучения, характера и места нахождения источников ЭМИ РЧ могут быть применены различные средства и методы защиты от облучения: защита временем; защита расстоянием; экранирование источника излучения; уменьшение излучения непосредственно в самом источнике излучения; экранирование рабочих мест; средства индивидуальной защиты; выделение зон излучения.

Защита временем предусматривает ограничение времени пребывания человека в электромагнитном поле и применяется, когда нет возможности снизить интенсивность излучения до допустимых значений.

Значения предельно допустимых уровней напряженности электрической ($E_{ПДУ}$) и магнитной ($H_{ПДУ}$) составляющих в зависимости от продолжительности воздействия приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. **Предельно допустимые уровни напряженности электрической $E_{ПДУ}$ и магнитной $H_{ПДУ}$ составляющих в диапазоне частот 30 кГц...300 МГц в зависимости от продолжительности воздействия**

Продолжительность воздействия, t, ч	$E_{ПДУ}$, В/м			$H_{ПДУ}$, А/м	
	0,03...3 Мгц	3...30 Мгц	30...300 МГц	0,03 ..3 МГц	30...50 Мгц
8,0 и более	50	30	10	5,0	0,30
7,5	52	31	10	5,0	0,31
7,0	53	32	11	5,3	0,32
6,5	55	33	11	5,5	0,33

Продолжение табл. 4.1

Продолжительность воздействия, t, ч	Eпду, В/м			Hпду, А/м	
	0,03...3 Мгц	3...30 Мгц	30...300 МГц	0,03...3 МГц	30...50 Мгц
6,0	58	34	12	5,8	0,34
5,5	60	36	12	6,0	0,36
5,0	63	37	13	6,3	0,38
4,5	67	39	13	6,7	0,40
4,0	71	42	14	7,1	0,42
3,5	76	45	15	7,6	0,45
3,0	82	48	16	8,2	0,49
2,5	89	52	18	8,9	0,54
2,0	100	59	20	10,0	0,60
1,5	115	68	23	11,5	0,69
1,0	141	84	28	14,2	0,85
0,5	200	118	40	20,0	1,20
0,25	283	168	57	28,3	1,70
0,125	400	236	80	40,0	2,40
0,08 и менее	500	296	80	50,0	3,00

Примечание. При продолжительности воздействия менее 0,08 ч дальнейшее повышение интенсивности воздействия не допускается.

Значения предельно допустимых уровней плотности потока энергии (ППЭ$_{пду}$) в зависимости от продолжительности воздействия ЭМИ РЧ приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2. **Предельно допустимые уровни плотности потока энергии (ППЭпду) в диапазоне частот 300 МГц...300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия**

Продолжительность воздействия, t, ч	ППЭпду, мкВт/см^2
8,0 и более	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
6,0	33
5,5	36
5,0	40
4,5	44
4,0	50
3,5	57
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,5	133

Продолжительность воздействия, t, ч	ППЭпду, мкВт/см^2
1,0	200
0,5	400
0,25	800
0,20 и менее	1000

Примечание. При продолжительности воздействия менее 0,2 часа дальнейшее повышение интенсивности воздействия не допускается.

Защита расстоянием применяется в том случае, если невозможно ослабить интенсивность облучения другими мерами, в том числе и сокращением времени пребывания человека в опасной зоне. В этом случае прибегают к увеличению расстояния между излучателем и обслуживающим персоналом.

Уменьшение мощности излучения непосредственно в самом источнике излучения достигается за счет применения специальных устройств. С целью предотвращения излучения в рабочее помещение в качестве нагрузки генераторов вместо открытых излучателей применяют поглотители мощности (эквивалент антенны и нагрузки источников ЭМИ РЧ), при этом интенсивность излучения ослабляется до 60 дБ и более. Промышленностью выпускаются эквиваленты антенн, рассчитанные на поглощение излучения мощностью 5, 10, 30, 50, 100 и 250 Вт с длинами волн 3,1...3,5 и 6...1000 см.

Снижение уровня мощности может быть достигнуто с помощью аттенюаторов, которые позволяют ослабить в пределах от 0 до 120 дБ излучение мощностью 0,1; 0,5; 1,5; 10; 50 и 100 ВТ и длинами волн 0,4...0,6; 0,8...300 см.

Экранирование источников излучения используется для снижения интенсивности электромагнитного поля на рабочем месте или устранении опасных зон излучения. В этом случае применяются экраны из металлических листов или сеток в виде замкнутых камер, шкафов и кожухов.

Основной характеристикой каждого экрана является степень ослабления Э электромагнитного поля, называемая эффективностью экранирования, которая представляет собой отношение E, H, ППЭ в данной точке при отсутствии экрана к $E_,$, $H_,$, ППЭ, в той же точке при наличии экрана:

$$Э = \frac{E}{E_,}; \quad Э = \frac{H}{H_,}; \quad Э = \frac{ППЭ}{ППЭ_,}.$$

Экранирование источников ЭМИ РЧ или рабочих мест осуществляется с помощью отражающих или поглощающих экранов (стационарных или переносных). Отражающие экраны выполняются из металлических листов, сетки, ткани с микропроводом и др. (табл. 4.3).

Таблица 4.3. **Экранирующие материалы для изготовления средств защиты от ЭМИ РЧ в диапазоне частот 30 МГц...40 ГГц**

Наименование материала	ГОСТ, ТУ	Толщина, мм	Диапазон частот, Гц	Ослабление, дБ
Листовая Ст3	ГОСТ 19903—74	1,4	30 Мгц...40 ГГц	100
Фольга алюминиевая	ГОСТ 618—73	0,08	—	80
Фольга медная	ГОСТ 5638—75	0,08	—	80
Сетка стальная тканая	ГОСТ 5336—73	0,3—1,3	—	30
Радиозащитное стекло с одно- или двусторонним полупроводниковым покрытием	ТУ 21-54-41—73	6	30 МГц—30 ГГц	20...40
Ткань хлопчатобумажная с микропроводом	ОСТ 17-28—79	—	—	20...40
Ткань металлизированная «Восход»	—	—	10 кГц...30 ГГц	40...65
Ткань трикотажная (полиамид + проволока)	Ту-6-06-С202—90	—	300 кГц...30 МГц	15...40

Примечание. На основе экранирующих материалов изготовлены средства индивидуальной защиты: очки защитные с металлизированными стеклами ОРЗ—5, ТУ 64—1—2717—81; щитки защитные лицевые ГОСТ 12.4.023—84.

4.3. МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ДЕЙСТВИЯ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Основным путем оздоровления труда в горячих цехах, где ИКИ — основной компонент микроклимата, является изменение технологических процессов в направлении ограничения источников тепловыделений и уменьшении времени контакта работающих с ними. Дистанционное управление процессом увеличивает расстояние между рабочим и источником тепла и излучения, что снижает интенсивность влияющей на человека радиации. Важное значение имеют теплоизоляция поверхности оборудования; устройство защитных экранов, покрытых теплоизоляционными материалами, ограждающих рабочих от лучистого и конвекционного тепла, водяные и воздушные завесы; укрытие поверхности нагревательных печей полыми экранами с циркулирующей в них проточной водой снижает температуру воздуха на рабочем месте и полностью устраняет ИКИ.

Средства коллективной защиты работающих от тепловых излучений представлены на рис. 4.9.

По действующим санитарным нормам температура нагретых поверхностей оборудования и ограждений на рабочих местах не должна превышать 45° С.

Для снижения интенсивности излучений от наружных поверхно-

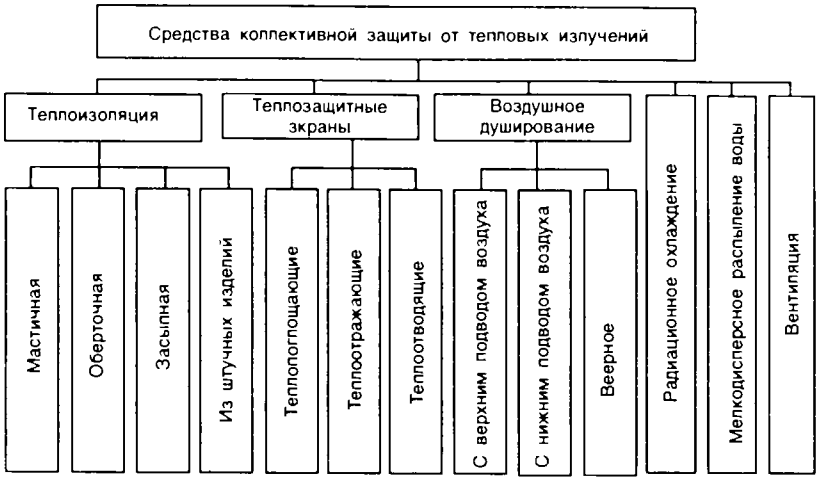

Рис. 4 9 Классификация средств промышленной теплозащиты

стей применяется водное охлаждение. При этом температура наружной поверхности не превышает температуры отходящей воды (35...40° С).

Расход воды на охлаждение, кг/ч:

$$\sigma = \frac{\Phi}{c \Delta t},$$

где Φ — тепловой поток, Дж/с; c — удельная теплоемкость воды, Дж/(кг °С); Δt — разность температур отводящей и поступающей воды, ° С.

Наиболее распространенный и эффективный способ защиты от излучения — экранирование источников излучений. Экраны применяют как для экранирования источников излучения, так и для защиты рабочих мест от инфракрасного излучения.

По принципу действия экраны подразделяются на теплоотражающие, теплопоглощающие, теплопроводящие. Это деление условно, так как любой экран обладает способностью отражать, поглощать или отводить тепло. Принадлежность экрана к той или иной группе зависит от того, какое свойство отражено в нем наиболее сильно.

В зависимости от возможности наблюдения за рабочим процессом экраны можно разделить на три типа: I — непрозрачные, II — полупрозрачные и III — прозрачные.

Кратность ослабления светового потока защитным экраном

$$m = q_{1,2}/q_{э2} = \frac{\varepsilon_{1,2}}{\varepsilon_{э1}} + \frac{\varepsilon_{1,2}}{\varepsilon_{э2}},$$

где $q_{1,2}$ — плотность теплового потока между параллельными плоскостями 1 и 2, ε — степень черноты материала (табл. 4.4).

$$q_{1,2} = C_0 \varepsilon_{1,2} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right];$$

$q_{э2}$ — плотность теплового потока между экраном и плоскостью 2; C_0 — коэффициент излучения абсолютно черного тела (5,67 Вт/(м^2 · К^4)):

$$q_{э2} = \frac{C_0}{1/\varepsilon_{э1} + 1/\varepsilon_{э2}} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right].$$

Кратность снижения температуры излучающей поверхности

$$\mu = T_1 / T_э .$$

Коэффициент пропускания теплового потока

$$\tau = 1/m.$$

Коэффициент эффективности экрана

$$\eta = 1 - \tau = \frac{m-1}{m}.$$

Таблица 4.4. **Степень черноты ε полного излучения различных материалов**

Материал	t °С	ε
Алюминий		
полированный	225...575	0,039...0,057
окисленный при температуре 600° С	200...600	0,11...0,19
Сталь		
листовая шлифовальная	940...1100	0,52...0,61
окисленная шероховатая	40...370	0,94...0,97
оцинкованная блестящая	28	0,228
оцинкованная окисленная	24	0,276
луженая блестящая	25	0,043...0,064
Чугун		
шероховатый сильноокисленный	40...250	0,95
расплавленный	1300...1400	0,29
Золото полированное	225...625	0,018...0,035
Медь полированная	115	0,023
Асбестовый картон	24	0,96
Кирпич		
динасовый шероховатый	1000	0,8
шамотный глазурованный	1100	0,75
магнезитовый	1500	0,39
силиманитовый	1500	0,29
красный шероховатый	20	0,93

При $t_1 > 400^\circ$ С можно допустить

$$\mu = \sqrt[4]{m}.$$

При равенстве степеней черноты всех участвующих в теплообмене поверхностей $m = 2$.

В случае установки n экранов и при разных степенях черноты источника излучения и экрана

$$m = \frac{\varepsilon_{1,2}}{\varepsilon_{э1}}(n + 1).$$

Если $\varepsilon_{1,2} = \varepsilon_{э1}$, то

$$m = n + 1.$$

При заданной температуре экрана $T_э = T_1/\mu$ требуемое число экранов

$$n = \frac{1 - (T_2/T_1)^4}{1/\mu^4 - (T_2/T_1)^4} \cdot \frac{\varepsilon_{э2}}{\varepsilon_{1,2}} - 1.$$

Экран, отражая часть теплового потока обратно на источник излучения, повышает температуру последнего. Это повышение описывается эмпирической формулой

$$t_1 = 2{,}1 t_2^{0{,}65}$$

где t_2 — температура неэкранированной поверхности.

Полупрозрачные экраны. К полупрозрачным экранам относятся металлические сетки с размером ячейки 3...3,5 мм, цепные завесы, армированное стальной сеткой стекло. Сетки применяют при интенсивности облучения 0,35...1,05 кВт/м^2, и их коэффициент эффективности порядка 0,67. Цепные завесы применяются при интенсивности облучения 0,7...4,9 кВт/м^2. Коэффициент эффективности цепных завес зависит от толщины цепей. С целью повышения эффективности защитных свойств применяют завесы водяной пленкой и устраивают двойные экраны. Армированное стекло применяют при тех же интенсивностях облучения, что и цепные завесы, и имеют такой же коэффициент эффективности. Увеличение эффективности достигается орошением водяной пленки и устройством двойного экрана.

Прозрачные экраны. Для прозрачных экранов используют силикатное, кварцевое или органическое стекло, тонкие (до 2 нм) металлические пленки на стекле, воду в слое или дисперсном состоянии.

Коэффициент пропускания воды в различных участках спектра в значительной степени зависит от толщины слоя воды. Тонкие водяные пленки начинают заметно поглощать излучение с длиной волны более 1,9 мкм и значительно поглощают волны длиной более 3,2 мкм. Поэтому они пригодны для экранирования источников с температурой

до 800° С. При толщине слоя воды 15...20 мм полностью поглощаются излучения с длиной волны более 1 мкм, поэтому такой слой воды эффективно защищает от теплового излучения источников с температурой до 1800° С. Экраны в виде водяной пленки, стекающей по стеклу, более устойчивы по сравнению со свободными завесами: они имеют более высокий коэффициент эффективности (порядка 0,9) и могут применяться при интенсивностях облучения 1750 Вт/м^2.

Теплопоглощающие прозрачные экраны изготовляют из различных стекол (силикатных, кварцевых, органических), бесцветных или окрашенных. Для повышения эффективности применяется двойное остекление с вентилируемой воздушной прослойкой.

Органическое стекло применяют для защиты лица от теплового облучения в виде налобовых щитков. Эффективность стекол зависит от спектра излучения, т.е. стекло обладает узкополосными свойствами.

В последнее время одним из методов предупреждения влияния лучистой энергии является охлаждение стен, пола и потолка и применение специальных экранов на рабочих местах.

Кроме мер, направленных на уменьшение интенсивности теплового излучения на рабочих местах, предусматривают также условия, при которых обеспечивается отдача тепла человека непосредственно на месте работы. Это осуществляется путем создания оазисов и душирования, с помощью которых непосредственно на рабочее место направляется воздушный поток определенной температуры и скорости в зависимости от категории работы, сезона года и интенсивности инфракрасной радиации согласно ГОСТ 12.1.005—98.

4.4. ТРЕБОВАНИЯ К ИСКУССТВЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ОСВЕЩЕНИЮ

Источники искусственного производственного освещения. Источниками света при искусственном освещении являются газоразрядные лампы и лампы накаливания.

Газоразрядные лампы предпочтительнее для применения в системах искусственного освещения. Они имеют высокую световую отдачу (до 100 лм/Вт) и большой срок службы (10 000...14 000 ч). Световой поток от газоразрядных ламп по спектральному составу близок к естественному освещению и поэтому более благоприятен для зрения. Однако газоразрядные лампы имеют существенные недостатки, к числу которых относится пульсация светового потока. При рассмотрении быстро движущихся или вращающихся деталей в пульсирующем световом потоке возникает стробоскопический эффект, который проявляется в искажении зрительного восприятия объектов (вместо одного предмета видны изображения нескольких, искажаются направление и скорость движения). Это явление ведет к увеличению опасности

производственного травматизма и делает невозможным выполнение некоторых производственных операций.

В системах производственного освещения применяют люминесцентные газоразрядные лампы, имеющие форму цилиндрической стеклянной трубки. Внутренняя поверхность трубки покрыта тонким слоем люминофора, который преобразует ультрафиолетовое излучение газового электрического разряда в видимый свет. Люминисцентные газоразрядные лампы в зависимости от применяемого в них любминофора создают различный спектральный состав света. Различают несколько типов ламп: дневного света (ЛД), дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ), холодного белого (ЛХБ), теплого белого (ЛТБ) и белого света (ЛБ).

Кроме люминесцентных газоразрядных ламп (низкого давления), в производственном освещении применяют газоразрядные лампы высокого давления: лампы ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные); галогенные лампы ДРИ (дуговые ртутные с йодидами); ксеноновые лампы ЛКсТ (дуговые ксеноновые трубчатые), которые в основном применяются для освещения территорий предприятия; натриевые лампы ДНаТ (дуговые натриевые трубчатые), используемые для освещения цехов с большой высотой (в частности, многих литейных цехов).

Применяются для освещения производственных помещений также лампы накаливания, в которых свечение возникает путем нагревания нити накала до высоких температур. Они просты и надежны в эксплуатации. Недостатками их являются низкая световая отдача (не более 20 лм/Вт), ограниченный срок службы (до 1000 ч), преобладание излучения в желто-красной части спектра, что искажает цветовое восприятие. В осветительных системах используют лампы накаливания различных типов: вакуумные (НВ), газонаполненные биспиральные (НБ), биспиральные с криптоноксеноновым наполнением (НБК), зеркальные с диффузно отражающим слоем и др. Все большее распространение получают лампы накаливания с йодным циклом — галоидные лампы, которые имеют лучший спектральный состав света и хорошие экономические характеристики.

Эксплуатация осветительных установок. Качественные показатели освещения в производственных помещениях во многом определяются правильным выбором светильников, представляющих собой совокупность источника света и осветительной арматуры. Основное назначение светильников заключается в перераспределении светового потока источников света в требуемых для освещения направлениях, механическом креплении источников света и подводе к ним электроэнергии, а также защите ламп, оптических и электрических элементов от воздействия окружающей среды.

Важной характеристикой светильника является коэффициент полезного действия — отношение светового потока светильника к световому потоку лампы, помещенной в светильник.

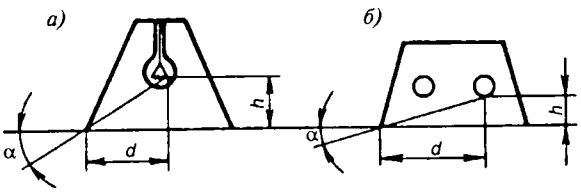

Рис. 4.10. Защитный угол светильника (α):

а — с лампой накаливания; *б* — с люминесцентными лампами, *d* — расстояние от края отражателя; *h* — глубина утопления лампы

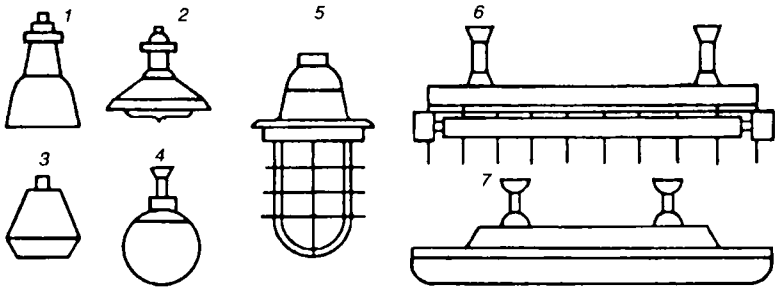

Рис. 4.11. Основные типы светильников:

1 — «Универсаль»; *2* — «Глубокоизлучатель»; *3* — «Люцетта»; *4* — «Молочный шар»; *5* — взрывобезопасный типа ВЗГ; *6* — типа ОД; *7* — типа ПВЛП

Устранение слепящего действия источника света обеспечивается конструкцией светильника и характеризуется защитным углом, т.е. углом между горизонталью и линией, касательной к светящемуся телу лампы и краю отражателя (рис. 4.10).

По конструктивному исполнению светильники делятся: на открытые, защищенные закрытые, пыленепроницаемые, влагозащищенные, взрывозащищенные и взрывобезопасные. По распределению светового потока в пространстве светильники бывают прямого, преимущественно прямого, рассеянного и отраженного света (рис. 4.11).

Светильники местного освещения часто предусматривают возможность их перемещения и изменения направления светового потока и выполняются с не просвечивающимися отражателями, которые имеют защитный угол не менее 30°.

При эксплуатации осветительных установок производственного освещения необходимо проводить регулярную очистку остекленных проемов и светильников от загрязнений, своевременную замену перегоревших ламп, контроль напряжений в осветительной сети, систематический ремонт элементов светотехнической и электрической частей осветительной установки. Чистка стекол световых проемов должна производиться не менее двух раз в год для помещений с незначитель-

ным выделением пыли и не реже четырех раз в год для помещений со значительным выделением пыли. Чистка светильников должна производиться 4...12 раз в год в зависимости от запыленности производственного помещения. Проверка уровня освещенности в контрольных точках помещения или на отдельных рабочих местах производится не реже 1 раза в год.

Основным прибором для измерения освещенности является фотоэлектрический люксметр (Ю—16, Ю—117 и др.). Для создания благоприятного светового климата в производственных помещениях важное значение имеет не только правильное проектирование системы освещения, но и цветовое оформление.

Основные правила цветового оформления производственных помещений заключаются в следующем: в любом производственном помещении должно быть светло, стены и потолки должны быть окрашены в светлые тона при относительно небольшой насыщенности и высоком коэффициенте отражения. Необходимо использовать также контрасты между теплыми и холодными тонами (если стены окрашены в теплые тона, то оборудование — в холодные, и наоборот). Цветовое решение внутренней отделки помещения должно соответствовать климатической зоне, ориентации по сторонам света, особенностям технологического процесса и т.д. Освещение и цветовое оформление производственных помещений при правильном решении и удачном сочетании оказывают благоприятное влияние на настроение и работоспособность человека, рост производительности труда и снижение числа и тяжести производственных травм.

Методы расчета общего искусственного освещения рабочих помещений. Метод светового потока (коэффициента использования) применяется при равномерном расположении светильников и при нормированной горизонтальной освещенности. С помощью этого метода рассчитывают среднюю освещенность поверхности. При этом наиболее целесообразно рассчитывать освещение для помещений со светлым потолком и стенами, особенно при рассеянном и отраженном свете. Световой поток лампы $\Phi_л$ (лм) для ламп накаливания или световой поток люминисцентных ламп светильника рассчитывают по формуле:

$$\Phi_л = 100 E S_п K z / n_{св} \eta,$$

где E — минимальная нормированная освещенность (лк), принимаемая по СНиП 23-05—95 — или отраслевым нормам; $S_п$ — площадь освещаемого помещения, м; K — коэффициент запаса, принимаемый по СНиП 23-05—95 (1,4—1,7); z — коэффициент минимальной освещенности, равный отношению $E_{ср}/E_{min}$. Его значения для ламп накаливания и ДРЛ — 1,15; для люминисцентных — 1,1; $n_{св}$ — число светильников в помещении; η — коэффициент использования свето-

Таблица 4.5. **Коэффициент использования светового потока**

Светильник	«Астра», УПМ-15			УПД			НСП-07			ВЗГ-200 с отражателем			ЛСП-01			ПВЛ		
$\rho_п$, %	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
$\rho_с$, %	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
i	Коэффициент использования, η																	
0,5	17	21	25	21	24	28	14	16	22	12	14	17	23	26	31	11	13	18
0,6	23	27	31	25	28	34	19	21	27	16	18	21	30	33	37	14	17	23
0,7	30	34	39	29	39	38	23	24	29	19	21	24	35	38	42	16	20	27
0,8	34	38	44	33	36	42	25	26	33	21	24	26	39	41	45	19	23	29
0,9	37	41	47	38	40	44	27	29	35	23	25	28	42	44	48	21	27	32
1	39	43	49	40	42	47	29	31	37	25	27	29	44	46	49	23	28	34
1,5	41	50	55	46	51	57	34	37	44	29	30	39	50	52	56	30	36	42
2	51	55	60	54	58	62	38	41	48	32	33	35	55	57	60	35	40	46
3	58	62	66	61	64	67	44	47	54	35	37	39	60	62	66	41	45	52
4	62	66	70	64	67	70	46	50	59	37	39	41	63	65	68	44	48	54
5	64	69	73	66	69	72	48	52	61	38	40	42	64	66	70	48	51	57

вого потока, представлен в табл. 4.5. Он зависит от индекса помещения i, высоты подвеса светильников $H_{св}$ и коэффициентов отражения стен $\rho_{о}$, потолка $\rho_{п}$. Коэффициенты отражения оцениваются субъективно (табл. 4.6).

Таблица 4.6. **Значения коэффициентов отражения потолка и стен (%)**

Состояние потолка	$\rho_{п}$, %	Состояние стен	$\rho_{с}$, %
Свежепобеленный	70	Свежепобеленные с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленный, в сырых помещениях	50	Свежепобеленные с окнами без штор	50
Чистый бетонный	50	Бетонные с окнами	30
Светлый деревянный (окрашенный)	50	Оклеенные светлыми обоями	30
Бетонный грязный	30	Грязные	10
Деревянный неокрашенный	30	Кирпичные неоштукатуренные	10
Грязный (кузницы, склады)	10	С темными обоями	10

Индекс помещения i определяют по формуле

$$i = ab/H_{св}(a + b),$$

где a и b — длина и ширина помещения, м; $n_{св}$ — число светильников в помещении.

Для расчета общего равномерного и локализованного освещения помещений и открытых пространств, а также местного освещения при любом расположении освещаемых поверхностей применяется точечный метод.

Освещенность какой-либо точки A горизонтальной поверхности выражается формулой

$$E = I_A \cos^3\alpha / h^2_{св},$$

где I_A — сила света (кд), заданная для условной лампы со световым потоком 1000 лм; α — угол между вертикальной плоскостью и направлением светового потока на освещаемую точку; $h_{св}$ — высота подвеса светильника, м.

Относительная освещенность

$$\varepsilon = I_A \cos^3\alpha.$$

Эта величина численно соответствует освещенности точки A, расположенной на том же луче, но на плоскости, по отношению к которой высота установки светильника равна 1 м. Чтобы подчеркнуть, что освещенность рассчитывается не вообще, а для ламп со световым потоком 1000 лм, заменив обозначение освещенности E на e, запишем $e = \varepsilon/h^2_{св}$, где e — условная освещенность. Хотя относительная освещенность есть функция угла α, ее удобнее изображать кривыми в функции отношения $d/h = \mathrm{tg}\alpha$ (рис. 4.12). Переход от относительной освещенности к освещенности данной поверхности производится в

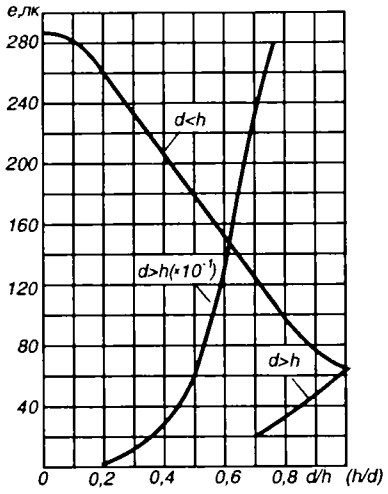

Рис. 4.12. Кривые относительной освещенности для светильников УПД ДРЛ

соответствии с вышеприведенными выражениями. Если же требуется найти освещенность для лампы с произвольным световым потоком Φ, то основная формула принимает следующий вид:

$$E = \Phi e/1000h^2.$$

Кривые относительной освещенности (рис. 4.12) позволяют вести расчет с высокой точностью, но при этом требуются определение отношения d/h или h/d и деление на h^2. Пользование пространственными изолюксами устраняет эти операции. Пространственные изолюксы строят для каждого типа светильника, они показывают условную горизонтальную освещенность e, являющуюся функцией параметров d и h.

Порядок расчета освещенности по точечному методу. Выбрать тип и размещение светильников и высоту их подвески $h_{св}$. Вычертить в масштабе план помещения со светильниками. На план нанести контрольную точку и найти расстояние d от нее до проекций светильников. По пространственным изолюксам горизонтальной освещенности отыскать условную освещенность (e) от каждого светильника. Вычислить общую условную освещенность Σe от всех светильников. Рассчитать горизонтальную освещенность в контрольной точке по формуле:

$$E = \Phi\mu\Sigma e/1000K,$$

где μ — коэффициент, учитывающий дополнительную освещенность от удаленных светильников и отраженного светового потока (принимается в пределах 1,1...1,2); K — коэффициент запаса, принимаемый равным 1,3...1,5 (в зависимости от периодичности чистки светильников).

Если мощность источника света предварительно не выбрана, то ее можно найти по световому потоку

$$\Phi = E_{норм}1000K/\mu\Sigma e.$$

Расчет по удельной мощности основан на анализе большого количества светотехнических расчетов, выполненных по методу коэффициента использования светового потока.

Удельная мощность W_y — отношение мощности W источников

света всех осветительных установок освещаемого помещения к освещаемой площади $S_п$, т.е.

$$W_у = W/S_п.$$

Значение удельной мощности зависит от следующих основных факторов: светильников, размещения их в помещениях, мощности и типа ламп, характеристики освещаемого помещения.

Метод применяется при расчете общего равномерного освещения, особенно для помещений большой площади.

4.5. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ (УФИ)

Снижение интенсивности облучения УФИ и защита от его воздействия достигается защитой «расстоянием», экранированием источников излучения; экранированием рабочих мест; средствами индивидуальной защиты; специальной окраской помещений и рациональным размещением рабочих мест.

Защита «расстоянием» — удаление обслуживающего персонала от источников УФИ. Расстояния, на которых уровни УФИ не представляют опасности для рабочих, определяются только экспериментально в каждом конкретном случае в зависимости от условий работы, состава производственной атмосферы, вида источника излучения, отражающих свойств конструкций помещения и оборудования и т. д.

Наиболее рациональным методом защиты является экранирование (укрытие) источников излучений. В качестве материалов экрана могут применяться различные материалы и светофильтры, не пропускающие или снижающие интенсивность излучений.

Особое значение имеет защита окружающих от действия излучений. С этой целью рабочие места, на которых имеет место УФИ, ограждаются ширмами, щитками либо устраиваются кабины.

Стены и ширмы в цехах окрашивают в светлые тона с добавлением в краску оксида цинка. Кабины изготовляют высотой 1,8...2 м, причем их стенки не должны доходить до пола на 25...30 см для улучшения проветривания кабин.

Для защиты от УФИ обязательно применяются индивидуальные средства защиты, которые состоят из спецодежды (куртка, брюки), рукавиц, фартука из специальных тканей, щитка со светофильтром, соответствующего определенной интенсивности излучения. Для защиты глаз, например при ручной электросварке, применяют светофильтры следующих типов: для электросварщиков при сварочном токе 30...75 А—Э-1; 75...200 А—Э-2; 200...400 А—Э-3 и при токе 400 А—Э-4.

Для защиты кожи от УФИ применятся мази, содержащие вещество, служащее светофильтрами для этих излучений (салол, салицилово-метиловый эфир и пр.), а также спецодежда, изготовляемая из льняных

и хлопчатобумажных тканей с искростойкой пропиткой и из грубошерстных сукон. Для защиты рук от воздействия УФИ применяют рукавицы.

4.6. ЗАЩИТА ПРИ РАБОТЕ С ЛАЗЕРАМИ

Работы с оптическими квантовыми генераторами (ОКГ) — лазерами — следует проводить в отдельных, специально выделенных помещениях или отгороженных частях помещений. Само помещение изнутри, оборудование и предметы, находящиеся в нем, не должны иметь зеркально отражающихся поверхностей, если на них может падать прямой или отраженный луч лазера. Эти поверхности лучше окрашивать в матовые тона с коэффициентом отражения не более 0,4. Искусственное освещение в помещении должно быть комбинированным и обеспечивать освещенность, соответствующую санитарным нормам. В помещение или в зону помещения с действующими лазерными установками должен быть ограничен доступ лиц, не имеющих отношение к работе установок.

Лазерная установка должна быть максимально экранирована: а) лазерный луч целесообразно передавать к мишени по волноводу (световоду) или по огражденному экранному пространству; б) линзы, призмы и другие с твердой зеркальной поверхностью предметы на пути луча должны снабжаться блендами; в) в конце луча следует устанавливать диафрагмы, предупреждающие отражение от мишени в стороны на большие расстояния. Генератор и лампа накачки должны быть заключены в светонепроницаемую камеру. Лампы накачки должны иметь блокировку, исключающую возможность вспышки лампы при открытом положении ее экрана. Устройства для визуальной юстировки необходимо оборудовать постоянно вмонтированными защитными светофильтрами, поглощающими излучение как на основной частоте, так и наиболее интенсивное излучение на высших гармониках. Для основного луча каждого ОКГ в помещении необходимо выбирать направление в зоны, в которых пребывание людей должно быть исключено.

При изготовлении экранирующих щитов, ширм, штор, занавесей следует применять непрозрачные теплостойкие материалы. При отсутствии опасности возникновения пожара от луча лазера ограждения могут быть сделаны из плотной ткани. Приведение ОКГ в рабочее положение полезно блокировать с установкой экранирующих устройств. Следует избегать работ с лазерными установками при затемнении помещения, поскольку при пониженной освещенности зрачок расширяется и увеличивается вероятность попадания лазерного излучения в глаз.

Производить или проверять юстировку лазерной установки необходимо только при отключенном питании возбуждающего устройства

(батареи конденсаторов в твердотельных ОКГ и источников электрического тока в газовых ОКГ). Уменьшение уровней шумов, интенсивности излучения высокочастотных генераторов, рентгеновского излучения и концентрации вредных газов и паров необходимо осуществлять согласно соответствующим правилам.

В качестве индивидуальных средств защиты рекомендуются защитные очки из специального стекла (табл. 4.7). Очки целесообразно монтировать в маску или полумаску, защищающую лицо. Руки защищаются хлопчатобумажными перчатками. Для защиты остальных частей тела достаточна обычная одежда.

Таблица 4.7. **Характеристика стекол, рекомендуемых для изготовления защитных очков (толщина 3 мм)**

Диапазон длин волн излучения, поглощаемого стеклом, нм	Цвет стекла	Марка стекла
200...350	Желтое	ЖС10, ЖС11
200...450	»	ЖС17, ЖС18
200...500	Оранжевое	Оранжевое ОС11
200...600	Красное	ОС12
500...1200 и более	Сине-зеленое	КС 15, СЭС 22
2700...10 600 и более	Бесцветное	БСЗ и др.

Для оценки опасности действия лазерного излучения в производственных условиях необходимо провести расчет лазерно опасной зоны.

Расчет границ лазерно опасной зоны. Достаточно надежным и простым методом определения границы лазерно опасной зоны может быть расчет плотности потока излучения (облученности) в различных точках пространства вокруг лазерных установок. При проведении такого расчета необходимо знать выходные характеристики лазерного излучения и коэффициент отражения (альбедо) излучения от мишени ρ. Наиболее важными характеристиками лазерного излучения, определяющими его воздействие на биологические объекты, являются: длина волны, диаметр и расходимость пучка, длительность и частота повторения импульсов, энергия (мощность) излучения. Как правило, эти параметры известны из паспортных данных лазерной установки с достаточной точностью.

При определении границ лазерно опасной зоны исходят из предположения, что воздействие на человека прямых и зеркально отраженных лучей исключено конструкцией установки. Расчет лазерно опасной зоны начинают с определения границ зоны R_1, внутри которой источник излучения (отражающая поверхность) является для глаза протяженным. Отражающая поверхность будет протяженным источником в том случае, если она видна под углом большим или равным α_{min}. Угол α_{min} определяется из условия, когда поверхность с энергетической яркостью, равной ПДУ для диффузно отраженного излучения, создает

на роговице глаза энергетическую освещенность, соответствующую ПДУ для коллимированного излучения, т.е.

$$\alpha_{min} = \sqrt{\frac{4 E_э' \cos\theta}{\pi L_e}}, \qquad (4.1)$$

где θ — угол между направлением визирования и нормалью к поверхности.

Значения α_{min} для различных длительностей экспозиций приведены в табл. 4.8.

Таблица 4.8. **Предельный угол видения протяженного источника**

Длительность экспозиции, с	α_{min}, рад	Длительность экспозиции, с	α_{min}, рад	Длительность экспозиции, с	α_{min}рад
10^{-9}	8,0	10^{-4}	2,2	10^{1}	24
10^{-8}	5,4	10^{-3}	3,6	10^{2}	24
10^{-7}	3,7	10^{-2}	5,7	10^{3}	24
10^{-6}	2,5	10^{-1}	9,2	10^{4}	24
10^{-5}	1,7	10^{0}	15		

Угол видения отражающей поверхности α вычисляется по формуле:

$$\alpha \approx \sqrt{\frac{4 S_q \cos^2\theta}{\pi R^2}}, \qquad (4.2)$$

где S_q — площадь пятна на отражающей поверхности; R — расстояние от поверхности до наблюдателя.

Подставив в формулу (4.2) выражение для α_{min} (4.1), определим значение R_1:

$$R_1 = \sqrt{\frac{L_e'}{E_э'} S_q \cos\theta}, \qquad (4.3)$$

где $E_э'$ — энергетическая освещенность на роговице глаза, равная ПДУ для коллимированного излучения; L_e' — энергетическая яркость поверхности, равная ПДУ для диффузионно отраженного излучения.

Граница лазерно опасной зоны определяется в каждом конкретном случае по следующей схеме:

1) рассчитывается угол видения отражающей поверхности по формуле (4.2);

2) полученное по формуле (4.2) значение угла α сравнивается с предельным углом видения протяженного источника α_{min}, при этом могут возникнуть две ситуации:

а) угол видения отражающей поверхности меньше α_{min} (точечный источник); в этом случае граница лазерно опасной зоны вычисляется по формуле:

$$R_{гр} = \sqrt{\frac{L_e S_q \cos\theta}{E'_э}}; \quad (4.4)$$

б) угол видения отражающей поверхности больше α_{min} (протяженный источник). В этом случае повреждение органов зрения определяется энергетической яркостью отражающей поверхности L_e. Если энергетическая яркость диффузно отражающей поверхности меньше ПДУ, то источник является безопасным. Если энергетическая яркость равна ПДУ, то граница лазерно опасной зоны совпадает с границей зоны *I* (рис. 4.13), вычисляемой по формуле (4.3). И наконец, если энергетическая яркость превышает ПДУ, то граница лазерно опасной зоны вычисляется по формуле (4.4).

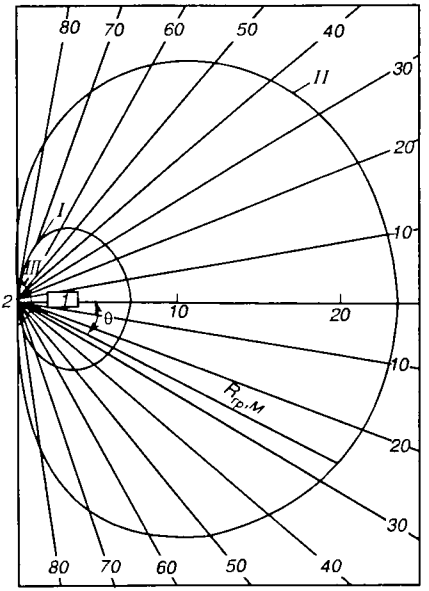

Рис. 4.13. Схема к расчету лазерно опасной зоны:

I — граница зоны *I*; *II* — граница лазерно опасной зоны; *III* — граница зоны, внутри которой излучение представляет опасность для кожи; *1* — лазер; *2* — мишень

Лазерное излучение может представлять опасность и для кожи. В этом случае опасность лазерного излучения определяется величиной облученности кожных покровов и не зависит от геометрических размеров источников излучения. Граница зоны, внутри которой необходимо использовать средства защиты кожи, вычисляется по формуле (4.4), в которую необходимо вместо ПДУ для глаз подставить значение ПДУ для кожи.

Расчет лазерно опасной зоны при длине волны излучения, находящейся вне интервала 0,4...1,4 мкм, проводится по формуле (4.4) независимо от геометрических размеров источника излучения.

Расчетный метод оценки границ лазерно опасной зоны является ориентировочным (рис. 4.13), так как он требует знаний энергетических характеристик лазерного излучения, коэффициента отражения излучения, закона отражения и не учитывает дополнительно отраженного от различных предметов (оптических элементов и т.п.) излучения. Более точным является экспериментальный метод, позволяющей по результатам измерений строить истинную картину поля излучения вокруг лазерных установок.

4.7. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ИОНИЗИРУЮЩИМИ ИЗЛУЧЕНИЯМИ

Все работы с радионуклидами правила подразделяют на два вида: на работу с закрытыми источниками ионизирующих излучений и работу с открытыми радиоактивными источниками.

Закрытыми источниками ионизирующих излучений называются любые источники, устройство которых исключает попадание радиоактивных веществ в воздух рабочей зоны. *Открытые источники ионизирующих излучений* способны загрязнять воздух рабочей зоны. Поэтому отдельно разработаны требования к безопасной работе с закрытыми и открытыми источниками ионизирующих излучений на производстве.

Обеспечение радиационной безопасности требует комплекса многообразных защитных мероприятий, зависящих от конкретных условий работы с источниками ионизирующих излучений, а также от типа источника.

Главной опасностью закрытых источников ионизирующих излучений является внешнее облучение, определяемое видом излучения, активностью источника, плотностью потока излучения и создаваемой им дозой облучения и поглощенной дозой. Защитные мероприятия, позволяющие обеспечить условия радиационной безопасности при применении закрытых источников, основаны на знании законов распространения ионизирующих излучений и характера их взаимодействия с веществом. Главные из них следующие:

1. Доза внешнего облучения пропорциональна интенсивности излучения времени действия.

2. Интенсивность излучения от точечного источника пропорциональна количеству квантов или частиц, возникающих в них в единицу времени, и обратно пропорционально квадрату расстояния.

3. Интенсивность излучения может быть уменьшена с помощью экранов.

Из этих закономерностей вытекают основные принципы обеспечения радиационной безопасности: уменьшение мощности источников до минимальных величин (защита количеством); сокращение времени работы с источниками (защита временем); увеличение расстояния от источника до работающих (защита расстоянием) и экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующие излучения (защита экранами).

Защита количеством подразумевает проведение работы с минимальными количествами радиоактивных веществ, т.е. пропорционально сокращает мощность излучения. Однако требования технологического процесса часто не позволяют сократить количество радиоактивного вещества в источнике, что ограничивает на практике применение этого метода защиты.

Защита временем основана на сокращении времени работы с источником, что позволяет уменьшить дозы облучения персонала. Этот принцип особенно часто применяется при непосредственной работе персонала с малыми активностями.

Защита расстоянием — достаточно простой и надежный способ защиты. Это связано со способностью излучения терять свою энергию во взаимодействиях с веществом: чем больше расстояние от источника, тем больше процессов взаимодействия излучения с атомами и молекулами, что в конечном итоге приводит к снижению дозы облучения персонала.

Защита экранами наиболее эффективный способ защиты от излучений. В зависимости от вида ионизирующих излучений для изготовления экранов применяют различные материалы, а их толщина определяется мощностью излучения. Лучшими экранами для защиты от рентгеновского и гамма-излучений являются материалы с большим Z, например свинец, позволяющий добиться нужного эффекта по кратности ослабления при наименьшей толщине экрана. Более дешевые экраны делаются из просвинцованного стекла, железа, бетона, барритобетона, железобетона и воды.

По своему назначению защитные экраны условно разделяются на пять групп:

1. Защитные экраны-контейнеры, в которые помещаются радиоактивные препараты. Они широко используются при транспортировке радиоактивных веществ и источников излучений.

2. Защитные экраны для оборудования. В этом случае экранами полностью окружают все рабочее оборудование при положении радиоактивного препарата в рабочем положении или при включении высокого (или ускоряющего) напряжения на источнике ионизирующей радиации.

3. Передвижные защитные экраны. Этот тип защитных экранов применяется для защиты рабочего места на различных участках рабочей зоны.

4. Защитные экраны, монтируемые как части строительных конструкций (стены, перекрытия полов и потолков, специальные двери и т.д.). Такой вид защитных экранов предназначается для защиты помещений, в которых постоянно находится персонал, и прилегающей территории.

5. Экраны индивидуальных средств защиты (щиток из оргстекла, смотровые стекла пневмокостюмов, просвинцованные перчатки и др.).

Защита от открытых источников ионизирующих излучений предусматривает как защиту от внешнего облучения, так и защиту персонала от внутреннего облучения, связанного с возможным проникновением радиоактивных веществ в организм через органы дыхания, пищеварения или через кожу. Все виды работ с открытыми источниками ионизирующих излучений разделены на 3 класса. Чем выше класс

выполняемых работ, тем жестче гигиенические требования по защите персонала от внутреннего переоблучения.

Способы защиты персонала при этом следующие:

1. Использование принципов защиты, применяемых при работе с источниками излучения в закрытом виде.

2. Герметизация производственного оборудования с целью изоляции процессов, которые могут явиться источниками поступления радиоактивных веществ во внешнюю среду.

3. Мероприятия планировочного характера. Планировка помещений предполагает максимальную изоляцию работ с радиоактивными веществами от других помещений и участков, имеющих иное функциональное назначение. Помещения для работ I класса должны размещаться в отдельных зданиях или изолированной части здания, имеющей отдельный вход. Помещения для работ II класса должны размещаться изолированно от других помещений; работы III класса могут проводиться в отдельных специально выделенных комнатах.

4. Применение санитарно-гигиенических устройств и оборудования, использование специальных защитных материалов.

5. Использование средств индивидуальной защиты персонала. Все средства индивидуальной защиты, используемые для работы с открытыми источниками, разделяются на пять видов: спецодежда, спецобувь, средства защиты органов дыхания, изолирующие костюмы, дополнительные защитные приспособления.

6. Выполнение правил личной гигиены. Эти правила предусматривают личностные требования к работающим с источниками ионизирующих излучений: запрещение курения в рабочей зоне, тщательная очистка (дезактивация) кожных покровов после окончания работы, проведение дозиметрического контроля загрязнения спецодежды, спецобуви и кожных покровов. Все эти меры предполагают исключение возможности проникновения радиоактивных веществ внутрь организма.

Службы радиационной безопасности. Безопасность работы с источниками ионизирующих излучений на предприятиях контролируют специализированные службы — службы радиационной безопасности комплектуются из лиц, прошедших специальную подготовку в средних, высших учебных заведениях или специализированных курсах Минатома РФ. Эти службы оснащены необходимыми приборами и оборудованием, позволяющими решать поставленные перед ними задачи.

Службы выполняют все виды контроля на основании действующих методик, которые постоянно совершенствуются по мере выпуска новых видов приборов радиационного контроля.

Важной системой профилактических мероприятий при работе с источниками ионизирующих излучений является проведение радиационного контроля.

Основные задачи, определяемые национальным законодательством

по контролю радиационной обстановки в зависимости от характера проводимых работ, следующие:

— контроль мощности дозы рентгеновского и гамма-излучений, потоков бета-частиц, нитронов, корпускулярных излучений на рабочих местах, смежных помещениях и на территории предприятия и наблюдаемой зоны;

— контроль за содержанием радиоактивных газов и аэрозолей в воздухе рабочих и других помещений предприятия;

— контроль индивидуального облучения в зависимости от характера работ: индивидуальный контроль внешнего облучения, контроль за содержанием радиоактивных веществ в организме или в отдельном критическом органе;

— контроль за величиной выброса радиоактивных веществ в атмосферу;

— контроль за содержанием радиоактивных веществ в сточных водах, сбрасываемых непосредственно в канализацию;

— контроль за сбором, удалением и обезвреживанием радиоактивных твердых и жидких отходов;

— контроль уровня загрязнения объектов внешней среды за пределами предприятия.

4.8. СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА И ВИБРАЦИИ

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; звукопоглощение и звукоизоляция; установка глушителей шума; рациональное размещение оборудования; применение средств индивидуальной защиты.

Наиболее эффективным является борьба с шумом в источнике его возникновения. Шум механизмов возникает вследствие упругих колебаний как всего механизма, так и отдельных его деталей. Причины возникновения шума — механические, аэродинамические и электрические явления, определяемые конструктивными и технологическими особенностями оборудования, а также условиями эксплуатации. В связи с этим различают шумы механического, аэродинамического и электрического происхождения. Для уменьшения механического шума необходимо своевременно проводить ремонт оборудования, заменять ударные процессы на безударные, шире применять принудительное смазывание трущихся поверхностей, применять балансировку вращающихся частей.

Значительное снижение шума достигается при замене подшипников качения на подшипники скольжения (шум снижается на 10...15 дБ), зубчатых и цепных передач клиноременными и зубчатоременными передачами, металлических деталей — деталями из пластмасс.

Снижение аэродинамического шума можно добиться уменьшением скорости газового потока, улучшением аэродинамики конструкции, звукоизоляции и установкой глушителей. Электромагнитные шумы снижают конструктивными изменениями в электрических машинах.

Широкое применение получили методы снижения шума на пути его распространения посредством установки звукоизолирующих и звукопоглощающих преград в виде экранов, перегородок, кожухов, кабин и др. Физическая сущность звукоизолирующих преград состоит в том, что наибольшая часть звуковой энергии отражается от специально выполненных массивных ограждений из плотных твердых материалов (металла, дерева, пластмасс, бетона и др.) и только незначительная часть проникает через ограждение. Уменьшение шума в звукопоглощающих преградах обусловлено переходом колебательной энергии в тепловую благодаря внутреннему трению в звукопоглощающих материалах. Хорошие звукопоглощающие свойства имеют легкие и пористые материалы (минеральный войлок, стекловата, поролон и т.п.).

Средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши, наушники и шлемофоны. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения. Ушные вкладыши вставляют в слуховой канал уха. Их изготовляют из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10...15 дБ. В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают надежную защиту органов слуха. Так, наушники ВЦНИОТ снижают уровень звукового давления на 7...38 дБ в диапазоне частот 125...8000 Гц. Для предохранения от воздействия шума с общим уровнем 120 дБ и выше рекомендуется применять шлемофоны, которые герметично закрывают всю околоушную область и снижают уровень звукового давления на 30...40 дБ в диапазоне частот 125...8000 Гц.

Для борьбы с вибрацией машин и оборудования и защиты работающих от вибрации используют различные методы. Борьба с вибрацией в источнике возникновения связана с установлением причин появления механических колебаний и их устранением, например замена кривошипных механизмов равномерно вращающимися, тщательный подбор зубчатых передач, балансировка вращающихся масс и т.п. Для снижения вибрации широко используют эффект вибродемпфирования — превращение энергии механических колебаний в другие виды энергии, чаще всего в тепловую. С этой целью в конструкции деталей, через которые передается вибрация, применяют материалы с большим внутренним трением: специальные сплавы, пластмассы, резины, вибродемпфирующие покрытия. Для предотвращения общей вибрации используют установку вибрирующих машин и оборудования на самостоятельные виброгасящие фундаменты. Для ослабления передачи

вибрации от источников ее возникновения полу, рабочему месту, сиденью, рукоятке и т.п. широко применяют методы виброизоляции. Для этого на пути распространения вибрации вводят дополнительную упругую связь в виде виброизоляторов из резины, пробки, войлока, асбеста, стальных пружин. В качестве средств индивидуальной защиты работающих используют специальную обувь на массивной резиновой подошве. Для защиты рук служат рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготовляют из упругодемпфирующих материалов.

Важным для снижения опасного воздействия вибрации на организм человека является правильная организация режима труда и отдыха, постоянное медицинское наблюдение за состоянием здоровья, лечебно-профилактические мероприятия, такие как гидропроцедуры (теплые ванночки для рук и ног), массаж рук и ног, витаминизация и др. Для защиты рук от воздействия ультразвука при контактной передаче, а также при контактных смазках и т.д. операторы должны работать в рукавицах или перчатках, нарукавниках, не пропускающих влагу или контактную смазку.

Во время ремонта, испытания, отработки режима и налаживания установки, когда возможен кратковременный контакт с жидкостью или ультразвуковым инструментом, в котором возбуждены колебания, для защиты рук необходимо применять две пары перчаток: наружные — резиновые и внутренние — хлопчатобумажные или перчатки резиновые технические по ГОСТ 20010—74. В качестве средств индивидуальной защиты работающих от воздействия шума и воздушного ультразвука следует применять противошумы, отвечающие требованиям ГОСТ 12.4.051—78.

При разработке нового и модернизации существующего оборудования и приборов должны предусматриваться меры по максимальному ограничению ультразвука, передающегося контактным путем, как в источнике его образования (конструктивными и технологическими мерами), так и по пути распространения (средствами виброизоляции и вибропоглощения). При этом рекомендуется применять:

— дистанционное управление для исключения воздействия на работающих при контактной передаче;

— блокировку, т.е. автоматическое отключение оборудования, приборов при выполнении вспомогательных операций — загрузка и выгрузка продукции, нанесение контактных смазок и т.д.;

— приспособления для удержания источника ультразвука или обрабатываемой детали.

Ультразвуковые указатели и датчики, удерживаемые руками оператора, должны иметь форму, обеспечивающую минимальное напряжение мышц, удобное для работы расположение и соответствовать требованиям технической эстетики. Следует исключить возможность контактной передачи ультразвука другим частям тела, кроме ног. Конструкция оборудования должна исключать возможность охлажде-

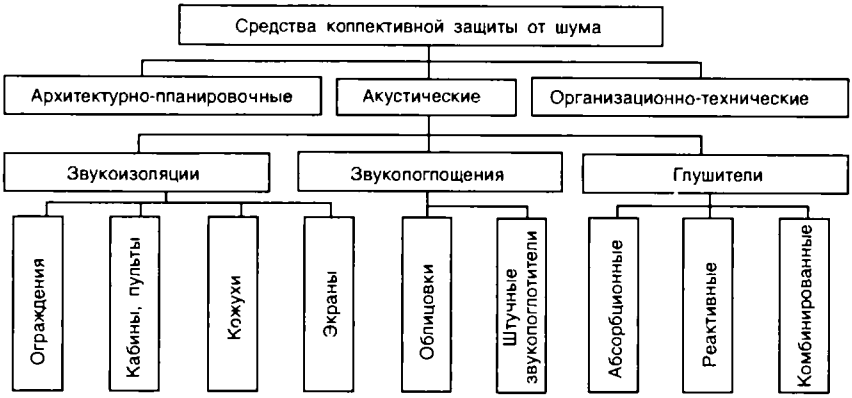

Рис. 4.14. Средства коллективной защиты от шума на пути его распространения

ния рук работающего. Поверхность оборудования и приборов в местах контакта с руками должна иметь коэффициент теплопроводности не более 0,5 Вт/м град.

Классификация средств коллективной защиты от шума представлена на рис. 4.14. Акустические в свою очередь подразделяются на средства звукоизоляции, звукопоглощения и глушители.

При наличии в помещении одиночного источника шума, уровень интенсивности L (дБ) можно рассчитать по формуле:

$$L = 10\lg J/J_0.$$

В том случае, когда в расчетную точку попадает шум от нескольких источников, находящихся в помещении, их интенсивности складывают: $J = J_1 + J_2 + ... + J_n$. Разделив левую и правую части этого выражения на J_0 (пороговую интенсивность звука) и прологарифмировав, получим:

$$L = 10\lg J/J_0 = 10\lg(J_1/J_0 + nJ_2/J_0 + ... + J_n/J_0)$$

или

$$L = 10\lg(10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + ... + 10^{0,1L_n}),$$

где L_1, L_2, ..., L_n — уровни интенсивности звука, создаваемые каждым источником в расчетной точке при одиночной работе.

Если имеется n источников шума с одинаковым уровнем интенсивности звука L_i, то общий уровень интенсивности звука

$$L = L_i + 10\lg n.$$

Установка звукопоглощающих облицовок и объемных звукопоглотителей увеличивает эквивалентную площадь поглощения. Для обли-

цовки помещения используются стекловата, минеральная и капроновая вата, мягкие пористые волокнистые материалы, а также жесткие плиты на минеральной основе, т.е. материалы, имеющие высокие коэффициенты звукопоглощения.

Эффективность снижения уровня шума (ΔL, дБ) в помещении

$$\Delta L = L — L_{доп},$$

где L — расчетный уровень интенсивности звука (или звукового давления), дБ; $L_{доп}$ — допустимый уровень интенсивности звука (звукового давления), дБ, согласно действующим нормативам.

Эффективность установок облицовок (дБ) можно приближенно определить по формуле:

$$L = n10\lg A_2 A_1,$$

где A_2 и A_1 — соответственно эквивалентная площадь поглощения после и до установки облицовки.

Эквивалентная площадь поглощения

$$A = \alpha_{ср} S_{пов},$$

здесь $\alpha_{ср}$ — средний коэффициент звукопоглощения внутренних поверхностей помещения площадью $S_{пов}$.

Эффективность звукоизоляции однородной перегородки (дБ) рассчитывается по формуле:

$$\Delta L_э = 20\lg Gf — 4{,}75, \qquad (4.5)$$

где G — масса одного м^2 перегородки, кг; f — частота, Гц.

Видно, что снижение шума за счет установки перегородки зависит от ее массивности и от частоты звука. Таким образом, одна и та же перегородка будет более эффективной на высоких частотах, чем на низких.

Эффективность установки кожуха ΔL (дБ)

$$\Delta L = L_э + 10\lg\alpha,$$

где α — коэффициент звукопоглощения материала, нанесенного на внутреннюю поверхность кожуха, $L_э$ — звукоизоляция стенок кожуха, определяемая по формуле (4.5).

Методы и средства коллективной защиты от вибрации. Классификация методов и средств защиты от вибрации представлена на рис. 4.15.

Виброизоляцией называется уменьшение степени передачи вибрации от источника к защищаемым объектам.

Виброизоляцию можно оценивать через коэффициент передачи

$$K_п = 1/f/f_0 — 1,$$

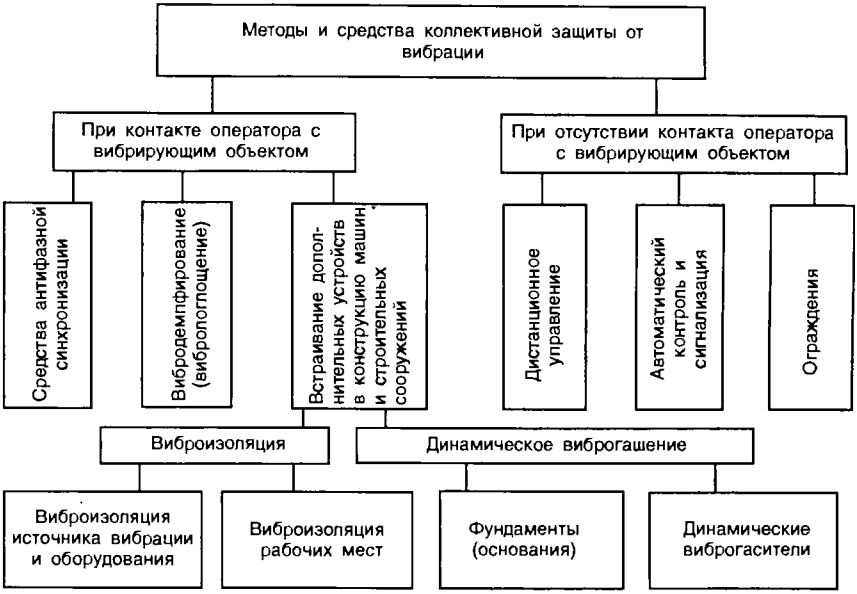

Рис. 4.15. Классификация методов и средств защиты от вибрации

где f и f_0 — частота возмущающей силы и собственная частота системы при наличии виброизолирующего слоя (Гц).

Эффективность виброизоляции определяется по формуле:

$$B_L = 20\lg 1/K_п.$$

Чем выше частота возмущающей силы по сравнению с собственной, тем больше виброизоляция. При $f < f_0$ возмущающая сила целиком передается основанию. При $f = f_0$ происходит резонанс и резкое усиление вибрации, а при $f > 2f_0$ обеспечивается виброизоляция, пропорциональная коэффициенту передачи.

Собственная частота системы

$$f_0 = 1/2\pi \sqrt{q(m)} = 1/2\pi \sqrt{g(x)},$$

где q — жесткость виброизолятора; g — ускорение свободного падения; x — статическая осадка виброизолятора под воздействием собственной массы.

Виброизоляция используется при виброзащите от действия напольных и ручных механизмов. Компрессоры, насосы, вентиляторы, станки могут устанавливаться на амортизаторы (резиновые, металлические или комбинированные) или упругие основания в виде элементов массы и вязкоупругого слоя. Для ручного инструмента наиболее эффективна

многозвенная система виброизоляции, когда между рукой и инструментом проложены слои с различной массой и упругостью.

Выбор гашения вибрации осуществляется за счет активных потерь или превращения колебательной энергии в другие ее виды, например в тепловую, электрическую, электромагнитную. Виброгашение может быть реализовано в случаях, когда конструкция выполнена из материалов с большими внутренними потерями; на ее поверхность нанесены вибропоглощающие материалы; используется контактное трение двух материалов; элементы конструкции соединены сердечниками электромагнитов с замкнутой обмоткой и др.

4.9. ЗАЩИТА ОТ ОПАСНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства, сигнализация и плакаты. Надежная изоляция проводов от земли и корпусов электроустановок создает безопасные условия для обслуживающего персонала. Основная характеристика изоляции — сопротивление. Во время работы электроустановок состояние электрической изоляции ухудшается вследствие нагрева, механических повреждений, влияния климатических условий и окружающей производственной среды. Состояние изоляции характеризуется сопротивлением току утечки. Согласно ПУЭ сопротивление изоляции в электроустановках напряжением до 1000 В должно быть не менее 0,5 МОм. Сопротивление изоляции необходимо регулярно контролировать. Для периодического контроля изоляции применяется мегаомметр, для постоянного контроля — специальные приборы контроля изоляции (ПКИ).

Для обеспечения недоступности токоведущих частей оборудования и электрических сетей применяют сплошные и сетчатые ограждения. Сплошные конструкции ограждений (кожухи, крышки, шкафы, закрытые панели и т.п.), а также сетчатые конструкции применяют в электроустановках и сетях напряжением как до 1000 В, так и свыше 1000 В. В последних должны наблюдаться допустимые расстояния от токоведущих частей до ограждений, которые нормируются ПУЭ.

Блокировку применяют в электроустановках напряжением свыше 250 В, в которых часто производят работы на ограждаемых токоведущих частях. С помощью блокировки автоматически снимается напряжение (отключается питание) с токоведущих частей электроустановок при прикосновении с ним, без предварительного отключения питания. По принципу действия блокировки бывают механические, электрические и электромагнитные.

Для защиты от поражения электрическим током при работе с ручным электроинструментом, переносными светильниками или в

помещениях с особой опасностью применяют пониженные напряжения питания электроустановок: 42, 36 и 12 В.

При обслуживании и ремонте электроустановок и электросетей обязательно использование электрозащитных средств, к которым относятся: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, калоши, коврики, указатели напряжения. Для предупреждения персонала о наличии напряжения или его отсутствии в электроустановках применяется звуковая или световая сигнализация.

С целью предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током широко используют плакаты и знаки безопасности. В зависимости от назначения плакаты и знаки делятся на предупреждающие («Стой! Напряжение», «Не влезай! Убьет» и др.); запрещающие («Не включать. Работают люди» и др.); предписывающие («Работать здесь» и др.); указательные («Заземлено» и др.).

Защитное заземление предназначено для устранения опасности поражения электрическим током в случае прикосновения к корпусу и к другим нетоковедущим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (рис. 4.16). При этом все металлические нетоковедущие части электроустановок *1* соединяются с землей с помощью заземляющих проводников *2* и заземлителя *3*.

Заземлитель — это проводник или совокупность металлически соединенных проводников, находящихся в соприкосновении с землей или ее эквивалентом. Заземлители бывают искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные — находящиеся в земле металлические предметы иного назначения.

Для заземления оборудования в первую очередь используют естественные заземлители: железобетонные фундаменты, а также расположенные в земле металлические конструкции зданий и сооружений.

Защитное заземление применяют в сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и в сетях напряжением свыше 19000 В как с изолированной, так и с заземленной нейтралью.

С помощью защитного заземления уменьшается напряжение на корпусе относительно земли до безопасного значения, следовательно, уменьшается и сила тока, протекающего через тело человека. На схеме защитного заземления (см. рис. 4.16) показано, что напряжение, приложенное к телу человека в случае прикосновения к оборудованию, можно снизить, уменьшая сопротивление заземляющего устройства. Согласно ПУЭ сопротивление заземления в электроустановках до 1000 В не должно превышать 4 Ом.

Защитное зануление, так же как и защитное заземление, предназначено для устранения опасности поражения электрическим током при замыкании на корпус электроустановок. Защитное зануление осуще-

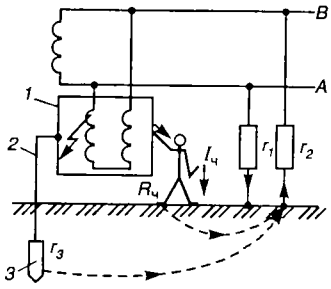

Рис. 4.16. Схема защитного заземления в однофазной двухпроводной сети

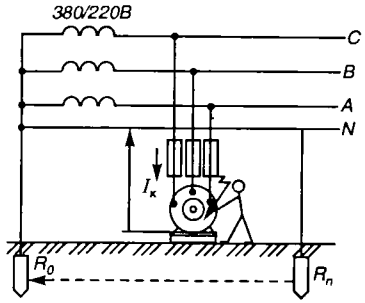

Рис. 4.17. Схема защитного зануления

ствляется присоединением корпусом и других конструктивных нетоковедущих частей электроустановок к неоднократно заземленному нулевому проводу (рис. 4.17).

Защитное зануление превращает пробой на корпус в короткое замыкание между фазным и нулевым проводами и способствует протеканию тока большой силы через устройства защиты сети, а в конечном итоге быстрому отключению поврежденного оборудования от сети. Из приведенной схемы (см. рис. 4.17) видно, что при замыкании на корпус фаза окажется соединенной накоротко с нулевым проводом, благодаря чему через защиту (плавкий предохранитель или автомат) потечет ток короткого замыкания, который и вызовет перегорание предохранителя или отключение автомата. Чтобы защита быстро срабатывала, ток короткого замыкания должен быть достаточно большим. Правила требуют, чтобы ток короткого замыкания был в 3 раза больше номинального тока плавкой вставки предохранителя или расцепителя автоматического отключения. Это требование выполняется, если нулевой провод имеет проводимость не менее 50 % проводимости фазного провода. В качестве нулевых проводов можно использовать стальные полосы, металлические оплетки кабелей, металлоконструкции зданий, подкрановые пути и др.

Системы защитного отключения — это специальные электрические устройства, предназначенные для отключения электроустановок в случае появления опасности пробоя на корпус. Так как основной причиной замыкания на корпус токоведущих частей оборудования является нарушение изоляции, то системы защитного отключения осуществляют постоянный контроль за сопротивлением изоляции или токами утечки между токоведущими и нетоковедущими деталями конструкции оборудования. При достижении опасного уровня оборудование отключается до того момента, когда произойдет пробой на корпус и появится реальная опасность поражения электрическим током.

Таким образом, системы защитного отключения обеспечивают наибольшую электробезопасность при прикосновении к корпусам электроустановок. Однако, являясь достаточно сложными электрическими устройствами с определенной надежностью срабатывания, они применяются чаще всего в сочетании с защитным заземлением и защитным занулением.

Наряду с применением технических методов и средств электробезопасности важное значение для снижения электротравматизма имеет четкая организация эксплуатации электроустановок и электросетей, профессиональная подготовка работников, сознательная производственная и трудовая дисциплина.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. Весь персонал, допущенный к эксплуатации электроустановок, в соответствии с занимаемой должностью и применительно к выполняемой работе аттестуется присвоением соответствующей квалификационной группы по электробезопасности (с I по V).

К организации безопасной работы на электроустановках относится также документальное оформление работы, допуск к работе, надзор во время работы. Оформление разрешения на проведение работ в действующих электроустановках может быть выполнено в виде наряда, распоряжения или перечня работ.

Ответственным за безопасность работ являются: лицо, выдавшее наряд или распоряжение, ответственный руководитель работ (начальник цеха, участка, мастер) и производитель работ.

Ответственным за электрохозяйство предприятия является главный энергетик. В отдельных случаях по согласованию с главным инженером ответственным за электрохозяйство могут назначаться лица из числа электротехнического персонала.

•

4.10. ЗАЩИТА ПРИ РАБОТЕ С СОСУДАМИ, РАБОТАЮЩИМИ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Правильный выбор допускаемых напряжений при проектировании сосудов, работающих под давлением, достаточно сложен. Допускаемым считается напряжение ниже предела упругости или пропорциональности для конструкций, работающих в области упругих деформаций, либо ниже предела текучести, когда деформации конструкций могут достигать пластической зоны на ее границе с упругой. Такая постановка вопроса предполагает достаточно точное определение рабочих напряжений и постоянство их во времени. В связи с тем что материал конструкции сосудов со временем «стареет», «устает» и подвергается влиянию ряда других трудноопределяемых воздействий, расчеты сосудов, работающих под давлением, имеют приближенный характер.

Особое значение для паровых и других сосудов, работающих под

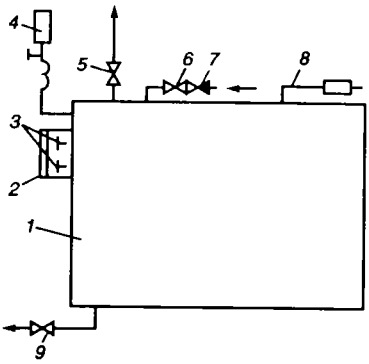

Рис. 4.18. Схема парового котла и арматуры:

1 — котел; *2* — водоуказатель; *3* — паро-водопроводные краны; *4* — манометр; *5* — парозапорный вентиль; *6* — питательный вентиль; *7* — оборотный клапан; *8* — предохранительный клапан; *9* — вентиль для спуска воды

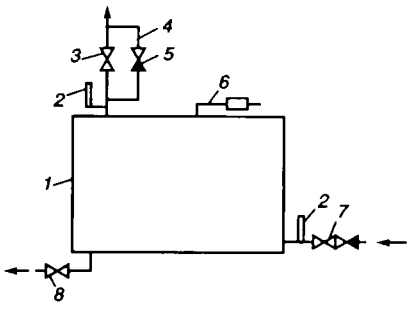

Рис. 4.19. Схема водогрейного котла и арматуры:

1 — котел;. *2* — термометр; *3* — водозаборный вентиль; *4* — обводная линия; *5* — обратный клапан; *6* — предохранительный клапан; *7* — водоподводящий вентиль; *8* — вентиль для спуска воды

давлением и воздействием высокой температуры, имеет ползучесть, т.е. свойство металла медленно и непрерывно пластически деформироваться во всех направлениях при постоянном напряжении. Ползучесть металла при высоких температурах проявляется при напряжении ниже предела текучести для данного металла. Деформацию ползучести определяют в %, а скорость деформации — в единицах длины за час, например мм/ч.

Для элементов конструкции парового котла допускается скорость ползучести $v_п = 10^{-5}$ % в 1 ч, что соответствует удлинению на 1 % за 100 000 ч.

Методика расчета на прочность сосудов сводится к определению толщины стенок цилиндрической части сосуда и днищ.

Безопасность работы сосудов под давлением достигается правильным их расчетом на статические и динамические нагрузки, применением доброкачественных материалов для их изготовления, правильной обработкой материалов и надлежащим конструктивным оформлением сосудов и, наконец, созданием нормальных условий эксплуатации.

Анализ статистических данных о взрывах паровых котлов, воздухосборников, компрессорных установок, автоклавов и баллонов показывает, что большая их часть произошла из-за превышения допускаемых расчетных давлений.

Для управления работой находящихся под давлением частей котельного агрегата применяется специальная арматура, в которую входят

также основные контрольные приборы и приспособления, обеспечивающие безопасную работу котла.

По правилам Госгортехнадзора каждый паровой котел оборудуется: предохранительными клапанами; манометрами (один рабочий и один контрольный); водоуказательными приборами; запорным вентилем и обратным клапаном на нагревательной линии питания котла водой; спускным вентилем или задвижкой.

Предохранительные клапаны, устанавливаемые на паровых котлах и воздухосборниках (ресиверах), при повышении давления сверх предельного автоматически открываются и выпускают избыток пара или воздуха в атмосферу, вследствие чего давление в котле или ресивере снижается до предельного. На рис. 4.18 показана принципиальная схема парового котла и арматуры, а на рис. 4.19 — аналогичная схема водогрейного котла и арматуры.

4.11. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла (научная разработка, проектирование, строительство и эксплуатация).

Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей с помощью указанных систем должен быть не менее 0,999999 предотвращения воздействия опасных факторов в год в расчете на каждого человека.

Систему предотвращения пожара составляет комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара. Предотвращение пожара достигается: устранением образования горючей среды; устранением образования в горючей среде (или внесения в нее) источника зажигания; поддержанием температуры горючей среды ниже максимально допустимой; поддержание в горючей среде давления ниже максимально допустимого и другими мерами.

Систему противопожарной защиты составляет комплекс организационных и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него. Противопожарная защита обеспечивается: максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов вместо пожароопасных; ограничением количества горючих веществ и их размещения; изоляцией горючей среды; предотвращением распространения пожара за пределы очага; приме-

нением средств пожаротушения; применением конструкции объектов с регламентированными пределами огнестойкости и горючестью; эвакуацией людей; системами противодымной защиты; применением средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре; организацией пожарной охраны промышленных объектов. Ограничение горючих веществ и их размещения достигается регламентацией: количества (массы, объема) горючих веществ и материалов, находящихся одновременно в помещении; наличия аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из оборудования; противопожарных разрывов и защитных зон; периодичности очистки помещений, коммуникаций, оборудования от горючих отходов, отложений пыли и т.п.; числа рабочих мест, на которых используются пожароопасные вещества; выноса пожароопасного оборудования в отдельные помещения и на открытые площадки, а также наличия системы аспирации отходов производства.

Изоляция горючей среды обеспечивается одним или несколькими из перечисленных средств: максимальной автоматизацией и механизацией технологических процессов, связанных с обращением пожароопасных веществ; применением для пожароопасных веществ герметизированного и герметичного оборудования и тары; применением устройств защиты производственного оборудования с пожароопасными веществами от повреждений и аварий; применением изолированных отсеков, камер, кабин и т.п.

Предотвращение распространения пожара обеспечивается: устройством противопожарных преград (стен, зон, поясов, защитных полос, занавесов и т.п.); установлением предельно допустимых площадей противопожарных отсеков и секций; устройством аварийного отключения и переключения аппаратов и коммуникаций; применением средств, предотвращающих разлив пожароопасных жидкостей при пожаре; применением огнепреграждающих устройств (огнепреградителей, затворов, клапанов, заслонок и т.п.); применением разрывных предохранительных мембран на агрегатах и коммуникациях.

Применяемые на производстве средства пожаротушения должны максимально ограничивать размеры пожара и обеспечивать его быстрое тушение. При этом для конкретного производства должны быть определены: виды средств пожаротушения, допустимые и недопустимые для применения на пожаре; вид, количество, размещение и содержание первичных средств пожаротушения (огнетушители, асбестовые полотна, ящики с флюсом или песком, емкости с огнетушащими порошками и т. п.); порядок хранения веществ, тушение которых недопустимо одними и теми же средствами; источники и средства подачи воды при пожаротушении; максимально допустимый запас специальных средств пожаротушения; необходимая скорость наращивания подачи средств пожаротушения; виды, количество, быстродействие и производительность установок пожаротушения; помещения для размещения стаци-

онарных установок пожаротушения и хранения запаса средств тушения; порядок обслуживания установок пожаротушения и хранения средств тушения.

Все перечисленные выше меры, составляющие системы предотвращения пожара и пожарной защиты, отражаются в нормах строительного проектирования и отраслевых нормативных документах в виде соответствующих нормативных положений и требований, на основе которых разрабатываются те или иные инженерно-технические решения в области противопожарной защиты при проектировании и строительстве промышленных зданий.

При определении огнестойкости зданий и его элементов, а также при планировочных решениях внутри здания учитывается вероятность возникновения пожара для данного типа производства.

Пожарная опасность производственных зданий определяется пожарной опасностью технологического процесса и конструктивно-планировочными решениями здания. Исходя из пожароопасных свойств веществ и условий их применения или обработки строительные нормы и правила делят все производства и склады по взрыво- и пожароопасности на пять категорий, которые обозначают буквами: А и Б — взрывопожароопасные; В, Г и Д — пожароопасные.

Категории взрывопожароопасности производств указаны в нормах технологического проектирования или в специальных перечнях производств, которые составляются и утверждаются отраслевыми министерствами.

К взрывопожароопасной категории **А** относятся производства, связанные с применением веществ, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом; горючих газов, нижний предел воспламенения которых равен 10° С и менее по отношению к объему воздуха; жидкостей с температурой вспышки паров до 28° С включительно, при условии, что указанные газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % от объема помещения. В литейном производстве к этой категории относятся отделения нанесения лакокрасочных покрытий на изделия и др.

К взрывопожароопасной категории **Б** относятся производства, связанные с применением горючих газов, нижний предел воспламенения которых более 10 % по отношению к объему воздуха; жидкостей с температурой вспышки паров 28...61° С включительно; горючих пылей или волокон, нижний предел воспламенения которых равен 65 г/м^2 и менее при условии, что эти газы, жидкости и пыли могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения. В литейном производстве к этой категории относятся помещения, в которых шлифуются и полируются изделия из магниевых сплавов, а также проводится подготовка и рассев порошков магния, алюминия и их сплавов, и ряд других помещений.

К пожароопасной категории **В** относятся производства, связанные с применением жидкостей с температурой вспышки паров выше 61° С; горючих пылей, нижний предел воспламенения которых более 65 г/м^2; веществ, способных гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или одного с другим; твердых сгораемых веществ и материалов. К таким производствам относятся плавильные отделения для получения фасонных отливок, слитков; заливочные отделения, участки термической обработки и механической обработки, склады готовой продукции из магниевых сплавов.

К пожароопасной категории **Г** относятся производства, связанные с применением негорючих (несгораемых) веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр или пламени; твердых, жидких или газообразных веществ, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива. К категории **Г** относится большая часть подразделений литейных цехов.

К пожароопасной категории **Д** относятся производства, связанные с применением несгораемых веществ и материалов в холодном состоянии. В литейном производстве — это смесеприготовительные, стержневые, формовочные и ряд других отделений.

Пожарная безопасность здания в значительной мере определяется степенью его огнестойкости, которая зависит от возгораемости и огнестойкости основных конструктивных элементов здания.

Строительные материалы по возгораемости в соответствии со СНиП разделяются на три группы: несгораемые, трудносгораемые, сгораемые.

Несгораемые — материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются. К ним относятся все неорганические материалы, применяемые в строительстве, металлы, гипсовые и минераловатные плиты.

Трудносгораемые — материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть только в присутствии источника зажигания, а после его удаления горение или тление прекращается. К ним относятся материалы, состоящие из несгораемых и сгораемых составляющих, например гипсовые и бетонные материалы, содержащие наполнители, минераловатные плиты на битумном связующем, некоторые полимерные материалы. К трудносгораемым относятся конструкции, выполненные из трудносгораемых материалов, а также из сгораемых материалов, защищенных от огня и высоких температур несгораемыми материалами, например противопожарная дверь, изготовленная из дерева и защищенная от огня асбестовым полотном и листом железа.

Сгораемые — материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются или тлеют и продолжают

гореть или тлеть после удаления источника огня. К ним относятся все органические материалы, не отвечающие требованиям, предъявляемым к несгораемым и трудносгораемым материалам.

Огнестойкость строительных конструкций проявляется в способности их сопротивляться воздействию огня или высокой температуры и сохранять при этом свои эксплуатационные функции. Огнестойкость относится к числу основных характеристик конструкций и регламентируется строительными нормами и правилами. Время, по истечении которого конструкция теряет несущую или ограждающую способность, называется *пределом огнестойкости* и измеряется в часах от начала испытаний конструкции на огнестойкость до возникновения одного из следующих признаков: появление в конструкции сквозных отверстий или трещин, через которые проникает пламя или продукты сгорания; потеря конструкцией несущей способности, т.е. ее обрушение; повышение температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем больше чем на 140° С, или в любой точке этой поверхности больше чем на 180° С по сравнению с температурой конструкции до испытания, или больше чем на 220° С независимо от температуры конструкции до испытания.

Требуемые пределы огнестойкости конструкций строительных материалов определяются степенью огнестойкости проектируемого здания. Степень огнестойкости производственных зданий промышленных предприятий устанавливается по таблицам СНиП в зависимости от назначения здания, категории взрывопожароопасности производства, площади цеха или участка, этажности здания и наличия в нем систем пожаротушения.

Важное значение в обеспечении пожарной безопасности принадлежит противопожарным преградам и разрывам. Противопожарные преграды предназначены для ограничения распространения пожара внутри здания. К ним относятся противопожарные стены, перекрытия, двери. Противопожарные стены опираются на фундамент, изготовляются из несгораемых материалов и имеют огнестойкость не менее 2,5 ч. Противопожарные стены могут возвышаться над крышей, что предотвращает распространение пожара на соседние помещения. Если здание имеет несгораемые покрытия с несгораемым утеплителем или несгораемыми крышами, то противопожарные стены не возвышаются над крышами.

Противопожарные двери изготовляются из несгораемых или трудносгораемых материалов и должны иметь огнестойкость не менее 1,2 ч.

Противопожарные разрывы между соседними производственными зданиями зависят от их огнестойкости, а для складов — от пожарной опасности хранящихся веществ, назначения складов, их вместимости и расположения. При определении противопожарных разрывов исходят из того, что наибольшую опасность в отношении возможности

воспламенения соседних зданий представляет действие лучистой энергии, в то время как контактное действие пламени и искр проявляется не во всех случаях.

При строительстве здания предусматривают меры, предупреждающие возникновение взрыва, а также уменьшающие ущерб от взрывной волны. Для защиты от взрывов в наружной части ограждения здания устраивают легкосбрасываемые конструкции (окна, двери, распашные ворота, облегченные конструкции). Легкосбрасываемые ограждения разрушаются при взрыве, в результате чего давление внутри здания уменьшается и основные несущие строительные конструкции не разрушаются.

При проектировании зданий важным является обеспечение организованного движения людей по цеху или участку в нормальных и аварийных условиях.

Нормы проектирования путей эвакуации рассчитаны на типовые компоновки оборудования в цехах. Однако время эвакуации людей из цехов может быть рассчитано с учетом плотности и пропускной способности людского потока, скорости и продолжительности движения, а также числа людей, участвующих в движении в течение короткого времени, которое определяется кратчайшим расстоянием от места их нахождения до выхода наружу. При этом движение людей во время пожара должно быть безопасным.

Допустимые расстояния от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода нормируют в зависимости от категории производства, степени огнестойкости здания, объема помещения и числа работающих. В производственных помещениях должно быть предусмотрено не менее двух эвакуационных выходов.

Организационно-технические мероприятия включают организацию пожарной охраны предприятия; паспортизацию веществ, материалов, изделий, технологических процессов, зданий и сооружений в части обеспечения пожарной безопасности; привлечение общественности к вопросам обеспечения пожарной безопасности; организацию обучения работающих правилам пожарной безопасности; разработку инструкций о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами; изготовление средств наглядной агитации; нормирование численности людей на объекте по условиям безопасности их при пожаре; разработку мероприятий по действиям администрации и работающих на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей; обеспечение необходимых количеств и видов пожарной техники.

Виды пожарной техники. Пожарная техника, предназначенная для защиты промышленных предприятий, классифицируется на следующие группы: пожарные машины, установки пожаротушения, средства пожарной и охранной сигнализации, огнетушители, пожарное оборудование, ручной инструмент, инвентарь и пожарные спасательные устройства.

К автомобилям, используемым при пожаротушении промышленных предприятий, относятся пожарные автоцистерны, насосно-рукавные автомобили, автолестницы, автонасосные станции, автомобили пенного и порошкового тушения и т.п. Число и виды автомобильных средств, необходимых для тушения пожара на предприятии, определяют в зависимости от категории производства по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности; пожароопасных свойств материалов, используемых в производстве; особенностей развития возможного пожара и времени возможного прибытия автомобилей на объект.

На предприятиях широко применяют установки водяного, пенного, парового, газового и порошкового пожаротушения. Тушение пожара водой является наиболее дешевым и распространенным средством. Попадая в зону горения, вода нагревается и испаряется, отнимая большое количество теплоты от горящих веществ. При испарении воды образуется большое количество пара, который затрудняет доступ воздуха к очагу горения. Кроме того, сильная струя воды может сбить пламя, что облегчает тушение пожара. Вода используется в виде компактных или распыленных струй, в тонкораспыленном состоянии со смачивателями, которые применяют при тушении веществ, плохо смачивающихся водой. В виде компактных и распыленных струй, подаваемых из лафетных и ручных пожарных стволов, вода применяется для тушения большинства твердых горючих веществ и материалов, за исключением расплавленного металла и ряда других веществ, которые при взаимодействии с водой усиливают реакцию горения. Вода используется также для создания водяных завес и охлаждения объектов, находящихся вблизи очага пожара. Тонкораспыленная вода эффективно тушит твердые материалы, горючие и легковоспламеняющиеся жидкости.

Спринклерные установки представляют собой автоматические устройства тушения пожара водой. Их применяют в отапливаемых помещениях. Спринклерные установки состоят из системы водопроводных труб, проложенных под потолком, в которые ввинчиваются специальные головки (рис. 4.20). Головка закрыта клапаном, который удерживается легкоплавким припоем. Повышением температуры до 70...80° С приводит к расплавлению припоя и открытию головки, из которой поступает, разбрызгиваясь, вода на очаг пожара. На каждые 12 м площади помещения устанавливается одна головка. Когда из спринклера начинает поступать вода, на пожарном посту появляется сигнал, указывающий место пожара. Спринклерные установки применяют для автоматического пожаротушения здания и различного технологического оборудования в случаях, когда в качестве огнегасящего вещества допустимо применение воды и пены.

Дренчерные установки представляют собой также систему трубопроводов, но головки этих установок, в отличие от спринклерных, постоянно открыты. Вода поступает при срабатывании специальных

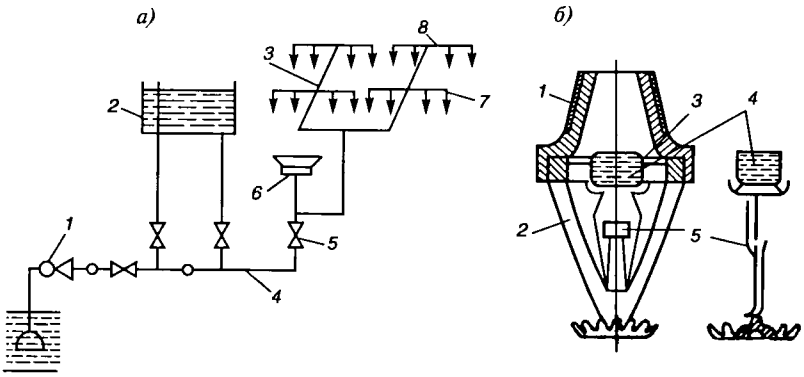

Рис. 4.20. Спринклерная установка:

а — схема установки; *1* — центробежный насос; *2* — водонапорный бак; *3* — питательный водопровод; *4* — магистральный водопровод; *5* — контрольный сигнальный клапан; *б* — сигнальное устройство; *7* — спринклерные оросители; *8* — распределительный водопровод; *б* — спринклерный ороситель; *1* — нарезной штуцер; *2* — рамка с розеткой; *3* — диафрагма; *4* — клапан; *5* — замок диафрагмы

клапанов или при открывании задвижек ручным способом. Дренчерные установки используют на открытых площадях, в неотапливаемых помещениях для орошения больших площадей. Их применяют также для создания водяных завес.

Пены, применяемые для тушения пожара, представляют собой массу пузырьков газа, заключенных в тонкие оболочки жидкости. Растекаясь по горящей поверхности, пена изолирует ее от пламени, вследствие чего прекращается поступление паров в зону горения и охлаждение верхнего слоя. По составу пена может быть химической и воздушно-механической.

Химическую пену применяют для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и других веществ, которые можно тушить водой. Используют ее главным образом в огнетушителях. Химическая пена образуется при смешивании растворенной в воде щелочи (с пенообразующими добавками) с кислотой. Разрушаясь при нагревании, она выделяет углекислый газ, который снижает концентрацию кислорода в зоне горения. Химическая пена значительно легче огнеопасных жидкостей, и поэтому, плавая на поверхности, она преграждает выход паров горящей жидкости в зону горения и тушит пожар.

Воздушно-механическую пену используют для тушения закрытых объемов (маслоподвалы, насосно-аккумуляторные станции) благодаря ее способности длительно сохранять свою структуру и быстроте подачи в очаг пожара. Она представляет собой коллоидную систему, состоящую из пузырьков воздуха, оболочки которых состоят из воды с

добавкой специального пенообразующего вещества. Пожаротушащий эффект воздушно-механической пены основан на охлаждении очага пожара, а также на изоляции зоны горения от доступа воздуха извне. Воздушно-механическую пену получают с помощью генераторов пены. Вода поступает по магистралям в генератор, куда также поступает небольшое количество пенообразующего вещества. В вихревой камере генератора происходит смешивание и вовлечение воздуха из атмосферы. На выходе из пеногенератора в сопле происходит расширение подаваемой смеси и ее вспенивание. Генераторы пены выпускают различной производительности и с различной кратностью пены (20...200 и выше). Воздушно-механическая пена безвредна для людей, не вызывает коррозии металлов, почти неэлектропроводна и экономична. Специальные дозирующие устройства с головками для получения пены применяют в спринклерных и дренчерных автоматических установках тушения пожара воздушно-механической пеной.

Водяной пар широко используют на промышленных предприятиях для тушения пожара в помещениях объемом до 500 м^3. В установках пожаротушения паром используют перегретый насыщенный или отработанный водяной пар. Чтобы потушить огонь водяным паром в помещении, где произошел пожар, необходимо создать концентрацию пара 35 %. На трубопроводе, подающем пар в защищаемое помещение, устанавливают задвижки или вентили с ручным приводом, расположенным вне защищаемого помещения. Автоматические устройства для тушения паром не применяются, поскольку внезапная подача пара может вызвать ожоги людей. Необходимо следить, чтобы в помещении, где смонтирована система пожаротушения, не было открытых проемов, так как в этом случае не удастся создать необходимую концентрацию пара. Расчетное время пожаротушения паром примерно 3 мин.

Установки газового пожаротушения предназначены для автоматического пожаротушения различного технологического оборудования в тех случаях, когда применение других веществ недопустимо. Такие установки используют на крупных агрегатах и установках, где в технологических целях применяют масло. В установках газового пожаротушения используют инертные газы, главным образом углекислый, азот, аргон, фреоны и другие составы. Огнетушащее действие инертных газов заключается в понижении концентрации кислорода в очаге горения и торможении интенсивности горения, а также в отбирании значительного количества теплоты при контакте с очагом горения.

Основными элементами установок газового пожаротушения являются: сосуды или баллоны с огнетушащим составом, распределительные трубопроводы, дренчерные оросители или специальные насадки для подачи огнегасящего вещества в помещение, пожарные датчики и пусковое устройство. Установки газового пожаротушения подразделяются на установки объемного и установки локального пожаротушения по объему и по площади. Установки объемного пожаротушения при-

меняют для помещений объемом до 3000 м^3 при тушении углекислым газом, азотом, аргоном и объемом до 6000 м^3 при тушении фреоном при условии, что площадь открываемых проемов в этих помещениях составляет не более 10 % площади ограждающих конструкций помещения. Учитывая, что при объемном способе пожаротушения необходимо создавать огнетушащую концентрацию состава по всему объему помещения, в помещениях большого объема применяют локальный способ тушения с подачей огнетушащего состава непосредственно в зону горения. Установки локального пожаротушения по площади помещения применяют для тушения отдельных очагов пожара с помощью шланга или раструба и размещают таким образом, чтобы к каждому месту возможного очага пожара огнегасящее вещество могло быть подано по двум шлангам.

Для ликвидации небольших загораний, не поддающихся тушению водой и другими огнетушащими средствами, в том числе расплавленного металла, используют порошковые составы. К ним относятся: хлориды щелочных и щелочно-земельных металлов (флюсы), карнолит, двууглекислый и углекислый натрий, поташ, квасцы и т.п. Огнетушащее действие сухих порошкообразных веществ заключается в том, что они своей массой, особенно при расплавлении, изолируют зону горения от окислителя, образуя плотную пленку. Порошковые составы подаются в зону горения от специальных пожарных автомобилей, стационарных установок или от пунктов хранения, где они хранятся в баллонах, ящиках или ведрах. Отрицательным свойством порошков является то, что они не охлаждают, как правило, зону горения, а при длительном хранении могут слеживаться.

К числу средств тушения пожаров, которые могут быть эффективно использованы в начальной стадии пожара, относятся внутренние пожарные краны, огнетушители, кошмы, песок. Внутренние пожарные краны являются элементами противопожарного водоснабжения и предусматриваются в доступных и видных местах (у входов, на лестничных клетках, в коридорах). Пожарные краны устанавливают в специальных ящиках и к ним подсоединяют пожарные шланги длиной до 20 м с пожарными стволами. Количество кранов определяется из расчета, чтобы каждая точка пространства внутри здания могла орошаться не менее чем двумя струями.

В качестве первичных средств пожаротушения наибольшее распространение получили различные огнетушители: химические пенные ОХП-10, газовые углекислотные ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, порошковые ОПС-10 и специальные огнетушители типа ОУБ. Газовые огнетушители предназначены для тушения небольших очагов горения веществ и электроустановок, за исключением веществ, горение которых происходит без доступа кислорода воздуха. В качестве огнетушащего средства в основном используют углекислоту. При быстром испарении углекислоты образуется снегообразная масса, которая, попадая в зону горения,

снижает концентрацию кислорода, охлаждает горящее вещество. Ручные огнетушители типа ОУ конструктивно различаются вместимостью баллонов (соответственно 2,5 и 8 л). Они приводятся в действие вручную открыванием запорного вентиля путем вращения его против часовой стрелки. Через раструб газ подается на очаг пожара. Промышленностью выпускаются передвижные углекислотные огнетушители одно- и двухбаллонные вместимостью 40 и 80 л.

Порошковые огнетушители предназначены для тушения небольших очагов загорания щелочных металлов и других соединений. Работа порошковых огнетушителей основана на принципе выбрасывания огнетушащего порошка под действием сжатого воздуха, заключенного в баллончике, который присоединен к корпусу огнетушителя.

Углекислотно-бромэтиловые огнетушители типа ОУБ предназначены для тушения небольших очагов горения волокнистых и других твердых металлов, а также электроустановок. Для обеспечения надежности огнетушителей при пожаре их необходимо подвергать периодической проверке и перезарядке.

Успех ликвидации пожара на производстве зависит прежде всего от быстроты оповещения о его начале. Поэтому цехи, склады и административные помещения оборудуют пожарной сигнализацией. Пожарная сигнализация может быть электрическая и автоматическая. Электрическая сигнализация состоит из извещателей, которые установлены на видных местах в производственных помещениях, а также и вне их, для того чтобы возникший вблизи пожар не мог препятствовать подходу к извещателю. В автоматической пожарной сигнализации используют датчики, реагирующие на повышение температуры до определенного уровня, на излучение открытого пламени, дым. Применение того или иного извещателя определяется характером возможного пожара, контролируемой площадью, условиями производства.

ГЛАВА 5

ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

5.1. КЛАССИФИКАЦИЯ, РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

В целях социальной защиты трудящихся все несчастные случаи классифицированы следующим образом (рис. 5.1).

Понятие несчастного случая на производстве и профессионального заболевания. Производственный травматизм и профессиональные заболевания — это сложные многофакторные явления, обусловленные действием на человека в процессе его трудовой деятельности опасных (вызывающих травмы) и вредных (вызывающих заболевание) факторов.

Несчастный случай на производстве — это случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей или заданий руководителя работ (ГОСТ 12.0002—80 «ССБТ. Термины и определения»).

Опасный производственный фактор — это производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. К опасным производственным факторам относятся: движущиеся машины и механизмы; различные подъемно-транспортные устройства и перемещаемые грузы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования (приводные и передаточные механизмы, режущие инструменты, вращающиеся и перемещающиеся приспособления и др.); отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента, электрический ток, повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов и т.д.

Профессиональное заболевание — это заболевание, вызванное воздействием вредных условий труда.

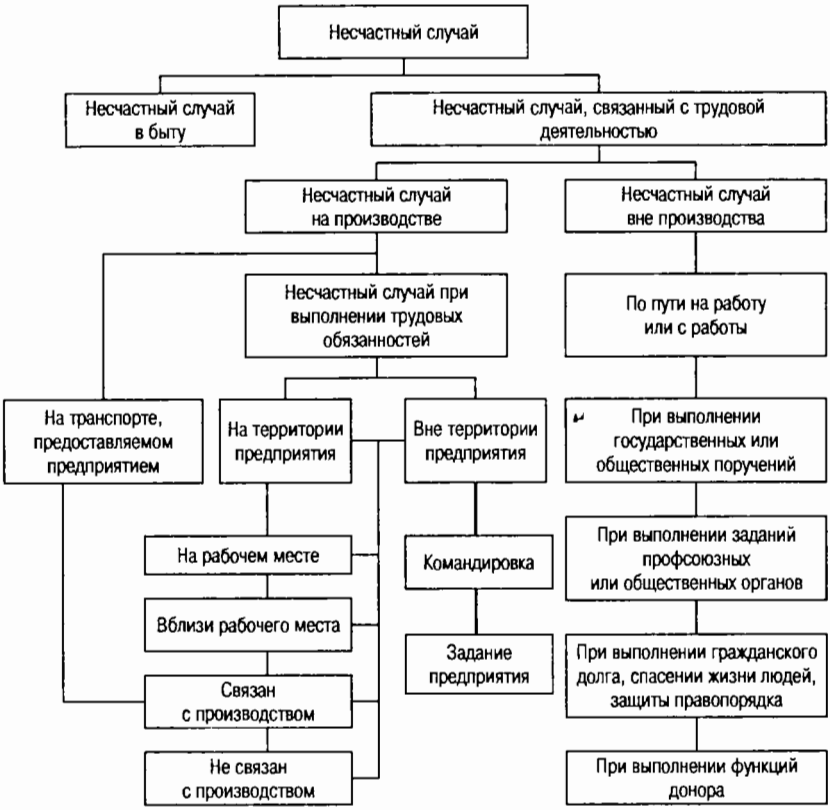

Рис. 5.1. Схема классификации несчастных случаев

В соответствии с Инструкцией о порядке извещения, расследования, регистрации и учета профессиональных заболеваний профессиональные заболевания подразделяют на:

— острое профессиональное заболевание — заболевание, возникшее после однократного (в течение не более одной рабочей смены) воздействия вредных профессиональных факторов. Например, к вредному профессиональному фактору относится работа с химическими веществами без использования средств индивидуальной защиты;

— хроническое профессиональное заболевание — заболевание, возникшее после многократного и длительного воздействия вредных производственных факторов (повышенный уровень концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, повышенный уровень шума, вибрации и т.д.).

Между вредными и опасными производственными факторами наблюдается определенная взаимосвязь. Во многих случаях наличие

вредных факторов способствует проявлению травмоопасных факторов. Например, чрезмерная влажность в производственном помещении и наличие токопроводящей пыли (вредные факторы) повышают опасность поражения человека электрическим током (опасный фактор).

Порядок расследования несчастных случаев на производстве. Расследованию и учету в соответствии с настоящей главой подлежат несчастные случаи, происшедшие с работниками и другими лицами, участвующими в производственной деятельности работодателя (в том числе с лицами, подлежащими обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний), при исполнении ими трудовых обязанностей или выполнении какой-либо работы по поручению работодателя (его представителя), а также при осуществлении иных правомерных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работодателем, либо совершаемых в его интересах.

К лицам, участвующим в производственной деятельности работодателя, помимо работников, исполняющих свои обязанности по трудовому договору, в частности, относятся:

— работники и другие лица, проходящие профессиональное обучение или переобучение в соответствии с ученическим договором;

— студенты и учащиеся образовательных учреждений всех типов, проходящие производственную практику;

— лица, страдающие психическими расстройствами, участвующие в производительном труде на лечебно-производственных предприятиях в порядке трудовой терапии в соответствии с медицинскими рекомендациями; лица, осужденные к лишению свободы и привлекаемые к труду; лица, привлекаемые в установленном порядке к выполнению общественно полезных работ;

— члены производственных кооперативов и члены крестьянских (фермерских) хозяйств, принимающие личное трудовое участие в их деятельности.

Расследованию в установленном порядке как несчастные случаи подлежат события, в результате которых пострадавшими были получены: телесные повреждения (травмы), в том числе нанесенные другим лицом; тепловой удар; ожог; обморожение; утопление; поражение электрическим током, молнией, излучением; укусы и другие телесные повреждения, нанесенные животными и насекомыми; повреждения вследствие взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других чрезвычайных обстоятельств, иные повреждения здоровья, обусловленные воздействием внешних факторов, повлекшие за собой необходимость перевода по-

страдавших на другую работу, временную или стойкую утрату ими трудоспособности либо смерть пострадавших, если указанные события произошли:

— в течение рабочего времени на территории работодателя либо в ином месте выполнения работы, в том числе во время установленных перерывов, а также в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства и одежды, выполнения других предусмотренных правилами внутреннего трудового распорядка действий перед началом и после окончания работы, или при выполнении работы за пределами установленной для работника продолжительности рабочего времени, в выходные и нерабочие праздничные дни;

— при следовании к месту выполнения работы или с работы на транспортном средстве, предоставленном работодателем (его представителем), либо на личном транспортном средстве в случае использования личного транспортного средства в производственных (служебных) целях по распоряжению работодателя (его представителя) или по соглашению сторон трудового договора;

— при следовании к месту служебной командировки и обратно, во время служебных поездок на общественном или служебном транспорте, а также при следовании по распоряжению работодателя (его представителя) к месту выполнения работы (поручения) и обратно, в том числе пешком;

— при осуществлении иных правомерных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работодателем либо совершаемых в его интересах, в том числе действий, направленных на предотвращение катастрофы, аварии или несчастного случая.

Расследованию в установленном порядке как несчастные случаи подлежат также события, если они произошли с лицами, привлеченными в установленном порядке к участию в работах по предотвращению катастрофы, аварии или иных чрезвычайных обстоятельств либо в работах по ликвидации их последствий (статья 227 Трудового кодекса РФ).

При несчастных случаях работодатель (его представитель) обязан:

— немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию;

— принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;

— сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к катастрофе, аварии или возникновению иных чрезвычайных обстоятельств, а в случае невоз-

можности ее сохранения — зафиксировать сложившуюся обстановку (составить схемы, провести фотографирование или видеосъемку, другие мероприятия);

— немедленно проинформировать о несчастном случае органы и организации, указанные в настоящем Кодексе, других федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации, а о тяжелом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом — также родственников пострадавшего;

— принять иные необходимые меры по организации и обеспечению надлежащего и своевременного расследования несчастного случая и оформлению материалов расследования в соответствии с настоящей главой.

При групповом несчастном случае (два человека и более), тяжелом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом работодатель (его представитель) в течение суток обязан направить извещение по установленной форме:

— в соответствующую государственную инспекцию труда; в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая; в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации и (или) орган местного самоуправления по месту государственной регистрации юридического лица или физического лица в качестве индивидуального предпринимателя;

— работодателю, направившему работника, с которым произошел несчастный случай;

— в территориальный орган соответствующего федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в установленной сфере деятельности, если несчастный случай произошел в организации или на объекте, подконтрольных этому органу;

— в исполнительный орган страховщика по вопросам обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (по месту регистрации работодателя в качестве страхователя).

При групповом несчастном случае, тяжелом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом работодатель (его представитель) в течение суток также обязан направить извещение по установленной форме в соответствующее территориальное объединение организаций профсоюзов (статья 228 Трудового кодекса РФ).

Для расследования несчастного случая работодатель (его представитель) незамедлительно образует комиссию в составе не менее трех человек. В состав комиссии включаются специалист по охране труда или лицо, назначенное ответственным за организацию работы по ох-

ране труда приказом (распоряжением) работодателя, представители работодателя, представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников, уполномоченный по охране труда. Комиссию возглавляет работодатель (его представитель), а в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом, должностное лицо соответствующего федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в установленной сфере деятельности.

При расследовании несчастного случая (в том числе группового), в результате которого один или несколько пострадавших получили тяжелые повреждения здоровья, либо несчастного случая (в том числе группового) со смертельным исходом в состав комиссии также включаются государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения организаций профсоюзов, а при расследовании указанных несчастных случаев с застрахованными — представители исполнительного органа страховщика (по месту регистрации работодателя в качестве страхователя). Комиссию возглавляет, как правило, должностное лицо федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права.

По требованию пострадавшего или в случае смерти пострадавшего по требованию лиц, состоявших на иждивении пострадавшего, либо лиц, состоявших с ним в близком родстве или свойстве, в расследовании несчастного случая может также принимать участие их законный представитель или иное доверенное лицо. В случае когда законный представитель или иное доверенное лицо не участвует в расследовании, работодатель (его представитель) либо председатель комиссии обязан по требованию законного представителя или иного доверенного лица ознакомить его с материалами расследования.

Если несчастный случай явился следствием нарушений в работе, влияющих на обеспечение ядерной, радиационной и технической безопасности на объектах использования атомной энергии, то в состав комиссии включается также представитель территориального органа федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в сфере безопасности при использовании атомной энергии.

При несчастном случае, происшедшем в организации или на объекте, подконтрольных территориальному органу федерального орга-

на исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в сфере промышленной безопасности, состав комиссии утверждается руководителем соответствующего территориального органа. Возглавляет комиссию представитель этого органа.

При расследовании каждого несчастного случая комиссия (государственный инспектор труда, самостоятельно проводящий расследование несчастного случая) выявляет и опрашивает очевидцев происшествия, лиц, допустивших нарушения требований охраны труда, получает необходимую информацию от работодателя (его представителя) и по возможности объяснения от пострадавшего.

По требованию комиссии в необходимых для проведения расследования случаях работодатель за счет собственных средств обеспечивает:

— выполнение технических расчетов, проведение лабораторных исследований, испытаний, других экспертных работ и привлечение в этих целях специалистов-экспертов;

— фотографирование и (или) видеосъемку места происшествия и поврежденных объектов, составление планов, эскизов, схем;

— предоставление транспорта, служебного помещения, средств связи, специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты.

Материалы расследования несчастного случая включают:

— приказ (распоряжение) о создании комиссии по расследованию несчастного случая;

— планы, эскизы, схемы, протокол осмотра места происшествия, а при необходимости — фото- и видеоматериалы;

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

— выписки из журналов регистрации инструктажей по охране труда и протоколов проверки знания пострадавшими требований охраны труда;

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

— экспертные заключения специалистов, результаты технических расчетов, лабораторных исследований и испытаний;

— медицинское заключение о характере и степени тяжести повреждения, причиненного здоровью пострадавшего, или причине его смерти, нахождении пострадавшего в момент несчастного случая в состоянии алкогольного, наркотического или иного токсического опьянения;

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

— выписки из ранее выданных работодателю и касающихся предмета расследования предписаний государственных инспекторов труда и должностных лиц территориального органа соответствующего федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в установленной сфере деятельности (если несчастный случай произошел в организации или на объекте, подконтрольных этому органу), а также выписки из представлений профсоюзных инспекторов труда об устранении выявленных нарушений требований охраны труда;

— другие документы по усмотрению комиссии.

На основании собранных материалов расследования комиссия (государственный инспектор труда, самостоятельно проводящий расследование несчастного случая) устанавливает обстоятельства и причины несчастного случая, а также лиц, допустивших нарушения требований охраны труда, вырабатывает предложения по устранению выявленных нарушений, причин несчастного случая и предупреждению аналогичных несчастных случаев, определяет, были ли действия (бездействие) пострадавшего в момент несчастного случая обусловлены трудовыми отношениями с работодателем либо участием в его производственной деятельности, в необходимых случаях решает вопрос о том, каким работодателем осуществляется учет несчастного случая, квалифицирует несчастный случай как несчастный случай на производстве или как несчастный случай, не связанный с производством.

Расследуются в установленном порядке и по решению комиссии (государственного инспектора труда, самостоятельно проводившего расследование несчастного случая) в зависимости от конкретных обстоятельств могут квалифицироваться как несчастные случаи, не связанные с производством:

— смерть вследствие общего заболевания или самоубийства, подтвержденная в установленном порядке соответственно медицинской организацией, органами следствия или судом;

— смерть или повреждение здоровья, единственной причиной которых явилось по заключению медицинской организации алкогольное, наркотическое или иное токсическое опьянение (отравление) пострадавшего, не связанное с нарушениями технологического процесса, в котором используются технические спирты, ароматические, наркотические и иные токсические вещества;

— несчастный случай, происшедший при совершении пострадавшим действий (бездействия), квалифицированных правоохранительными органами как уголовно наказуемое деяние.

Несчастный случай на производстве является страховым случаем, если он произошел с застрахованным или иным лицом, подлежащим обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Если при расследовании несчастного случая с застрахованным установлено, что грубая неосторожность застрахованного содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то с учетом заключения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного уполномоченного работниками органа комиссия (в предусмотренных настоящим Кодексом случаях государственный инспектор труда, самостоятельно проводящий расследование несчастного случая) устанавливает степень вины застрахованного в процентах.

Случаи острого отравления или радиационного воздействия, превысившего установленные нормы, расследуются в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях и формы документов, необходимых для расследования несчастных случаев, утверждаются в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

Государственный инспектор труда при выявлении сокрытого несчастного случая, поступлении жалобы, заявления, иного обращения пострадавшего (его законного представителя или иного доверенного лица), лица, состоявшего на иждивении погибшего в результате несчастного случая, либо лица, состоявшего с ним в близком родстве или свойстве (их законного представителя или иного доверенного лица), о несогласии их с выводами комиссии по расследованию несчастного случая, а также при получении сведений, объективно свидетельствующих о нарушении порядка расследования, проводит дополнительное расследование несчастного случая в соответствии с требованиями настоящей главы независимо от срока давности несчастного случая. Дополнительное расследование проводится, как правило, с привлечением профсоюзного инспектора труда, а при необходимости — представителей соответствующего федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в установленной сфере деятельности, и исполнительного органа страховщика (по месту регистрации работодателя в качестве страхователя). По результатам дополнительного расследования госу-

дарственный инспектор труда составляет заключение о несчастном случае на производстве и выдает предписание, обязательное для выполнения работодателем (его представителем).

Государственный инспектор труда имеет право обязать работодателя (его представителя) составить новый акт о несчастном случае на производстве, если имеющийся акт оформлен с нарушениями или не соответствует материалам расследования несчастного случая. В этом случае прежний акт о несчастном случае на производстве признается утратившим силу на основании решения работодателя (его представителя) или государственного инспектора труда.

По каждому несчастному случаю, квалифицированному по результатам расследования как несчастный случай на производстве и повлекшему за собой необходимость перевода пострадавшего в соответствии с медицинским заключением, выданным в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, на другую работу, потерю им трудоспособности на срок не менее одного дня либо смерть пострадавшего, оформляется акт о несчастном случае на производстве по установленной форме в двух экземплярах, обладающих равной юридической силой, на русском языке либо на русском языке и государственном языке республики, входящей в состав Российской Федерации.

При групповом несчастном случае на производстве акт о несчастном случае на производстве составляется на каждого пострадавшего отдельно. При несчастном случае на производстве с застрахованным составляется дополнительный экземпляр акта о нечастном случае на производстве.

В акте о несчастном случае на производстве должны быть подробно изложены обстоятельства и причины несчастного случая, а также указаны лица, допустившие нарушения требований охраны труда. В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного, содействовавшей возникновению вреда или увеличению вреда, причиненного его здоровью, в акте указывается степень вины застрахованного в процентах, установленная по результатам расследования несчастного случая на производстве.

После завершения расследования акт о несчастном случае на производстве подписывается всеми лицами, проводившими расследование, утверждается работодателем (его представителем) и заверяется печатью.

Работодатель (его представитель) в трехдневный срок после завершения расследования несчастного случая на производстве обязан выдать один экземпляр утвержденного им акта о несчастном случае

на производстве пострадавшему (его законному представителю или иному доверенному лицу), а при несчастном случае на производстве со смертельным исходом — лицам, состоявшим на иждивении погибшего, либо лицам, состоявшим с ним в близком родстве или свойстве (их законному представителю или иному доверенному лицу), по их требованию. Второй экземпляр указанного акта вместе с материалами расследования хранится в течение 45 лет работодателем (его представителем), осуществляющим по решению комиссии учет данного несчастного случая на производстве. При страховых случаях третий экземпляр акта о несчастном случае на производстве и копии материалов расследования работодатель (его представитель) направляет в исполнительный орган страховщика (по месту регистрации работодателя в качестве страхователя).

При несчастном случае на производстве, происшедшем с лицом, направленным для выполнения работы к другому работодателю и участвовавшим в его производственной деятельности (статья 229 Трудового кодекса РФ), работодатель (его представитель), у которого произошел несчастный случай, направляет копию акта о несчастном случае на производстве и копии материалов расследования по месту основной работы (учебы, службы) пострадавшего.

По результатам расследования несчастного случая, квалифицированного как несчастный случай, не связанный с производством, в том числе группового несчастного случая, тяжелого несчастного случая или несчастного случая со смертельным исходом, комиссия (в предусмотренных настоящим Кодексом случаях государственный инспектор труда, самостоятельно проводивший расследование несчастного случая) составляет акт о расследовании соответствующего несчастного случая по установленной форме в двух экземплярах, обладающих равной юридической силой, которые подписываются всеми лицами, проводившими расследование.

Результаты расследования несчастного случая на производстве рассматриваются работодателем (его представителем) с участием выборного органа первичной профсоюзной организации для принятия мер, направленных на предупреждение несчастных случаев на производстве.

Каждый оформленный в установленном порядке несчастный случай на производстве регистрируется работодателем (его представителем), осуществляющим в соответствии с решением комиссии (в предусмотренных настоящим Кодексом случаях государственного инспектора труда, самостоятельно проводившего расследование несчастного случая на производстве) его учет, в журнале регистрации несчастных случаев на производстве по установленной форме.

Один экземпляр акта о расследовании группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом вместе с копиями материалов расследования, включая копии актов о несчастном случае на производстве на каждого пострадавшего, председателем комиссии (в предусмотренных настоящим Кодексом случаях государственным инспектором труда, самостоятельно проводившим расследование несчастного случая) в трехдневный срок после представления работодателю направляется в прокуратуру, в которую сообщалось о данном несчастном случае. Второй экземпляр указанного акта вместе с материалами расследования хранится в течение 45 лет работодателем, у которого произошел данный несчастный случай. Копии указанного акта вместе с копиями материалов расследования направляются: в соответствующую государственную инспекцию труда и территориальный орган соответствующего федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в установленной сфере деятельности, — по несчастным случаям на производстве, происшедшим в организациях или на объектах, подконтрольных этому органу, а при страховом случае — также в исполнительный орган страховщика (по месту регистрации работодателя в качестве страхователя).

Копии актов о расследовании несчастных случаев на производстве (в том числе групповых), в результате которых один или несколько пострадавших получили тяжелые повреждения здоровья, либо несчастных случаев на производстве (в том числе групповых), закончившихся смертью, вместе с копиями актов о несчастном случае на производстве на каждого пострадавшего направляются председателем комиссии (в предусмотренных настоящим Кодексом случаях государственным инспектором труда, самостоятельно проводившим расследование несчастного случая на производстве) в федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и соответствующее территориальное объединение организаций профессиональных союзов для анализа состояния и причин производственного травматизма в Российской Федерации и разработки предложений по его профилактике.

По окончании периода временной нетрудоспособности пострадавшего работодатель (его представитель) обязан направить в соответствующую государственную инспекцию труда, а в необходимых случаях — в территориальный орган соответствующего федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по кон-

тролю и надзору в установленной сфере деятельности, сообщение по установленной форме о последствиях несчастного случая на производстве и мерах.

Анализ травматизма. Представляет собой одну из важнейших задач предприятия, обеспечивающих такие его экономические показатели, как производительность труда и качество выпускаемой продукции.

Процесс предупреждения производственного травматизма, являющийся весьма важной производственной задачей, неразрывно связан с постоянным совершенствованием системы учета и анализа причин несчастных случаев на производстве. Основные этапы анализа несчастных случаев на производстве представлены на рис. 5.2.

Целью анализа причин несчастных случаев на производстве является разработка конкретных мероприятий по их устранению. В результате анализа должны быть установлены причинные связи несчастных случаев с конструктивными недостатками производственного оборудования, с недостатками организации выполнения производственных процессов и обучения работающих безопасным приемам и методам труда.

Анализу несчастных случаев на производстве предшествует их расследование и учет. От качества расследования зависят правильность установления причин, достоверность анализа и эффективность профилактических мероприятий. Причины должны вытекать из обстоятельств несчастного случая, профилактические мероприятия должны тесно увязываться с причинами. Материалы некачественного расследования должны возвращаться для дорасследования и разработки конкретных мероприятий.

Главная трудность при анализе производственного травматизма заключается в однозначном определении основных причин несчастных случаев, так как на практике подавляющее большинство несчастных случаев происходит вследствие нескольких взаимосвязанных причин.

Анализ причин должен включать в себя следующие этапы:

1. Выявление всех причин несчастного случая, которые привели к травме.

2. Установление взаимосвязи тех причин, которые непосредственно привели к несчастному случаю.

3. Определение основной причины несчастного случая (желательно технической), вызвавшей травмирование пострадавшего.

Предлагаемая схема анализа причин несчастных случаев приведена на рис. 5.3.

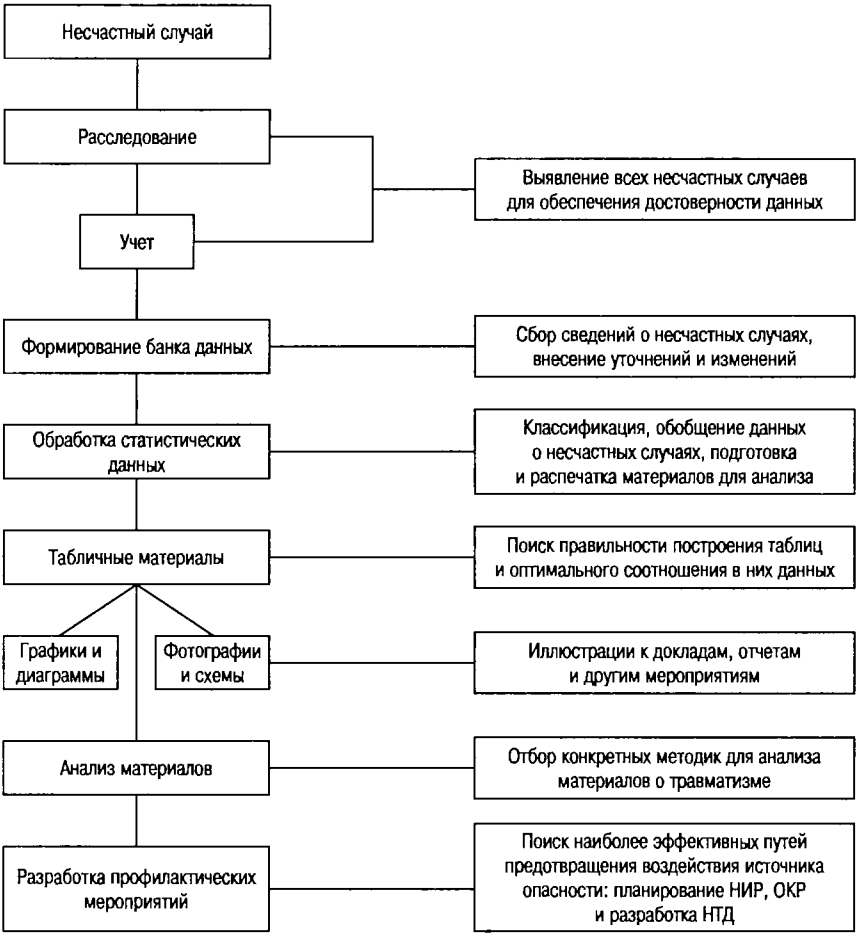

Рис. 5.2. Этапы анализа несчастных случаев на производстве

Технические причины. 1. Конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов:

— конструктивные недостатки производственного оборудования (аппаратов, приборов, установок), транспортных средств, автомобильного транспорта, транспортно-технического оборудования, приспособлений и инструментов, оградительных и предохранительных устройств или их конструктивные недостатки, отсутствие жестких каркасов на тракторах;

— отсутствие или несовершенство устройств сигнализации, автоматического защитного отключения и тормозных устройств, несо-

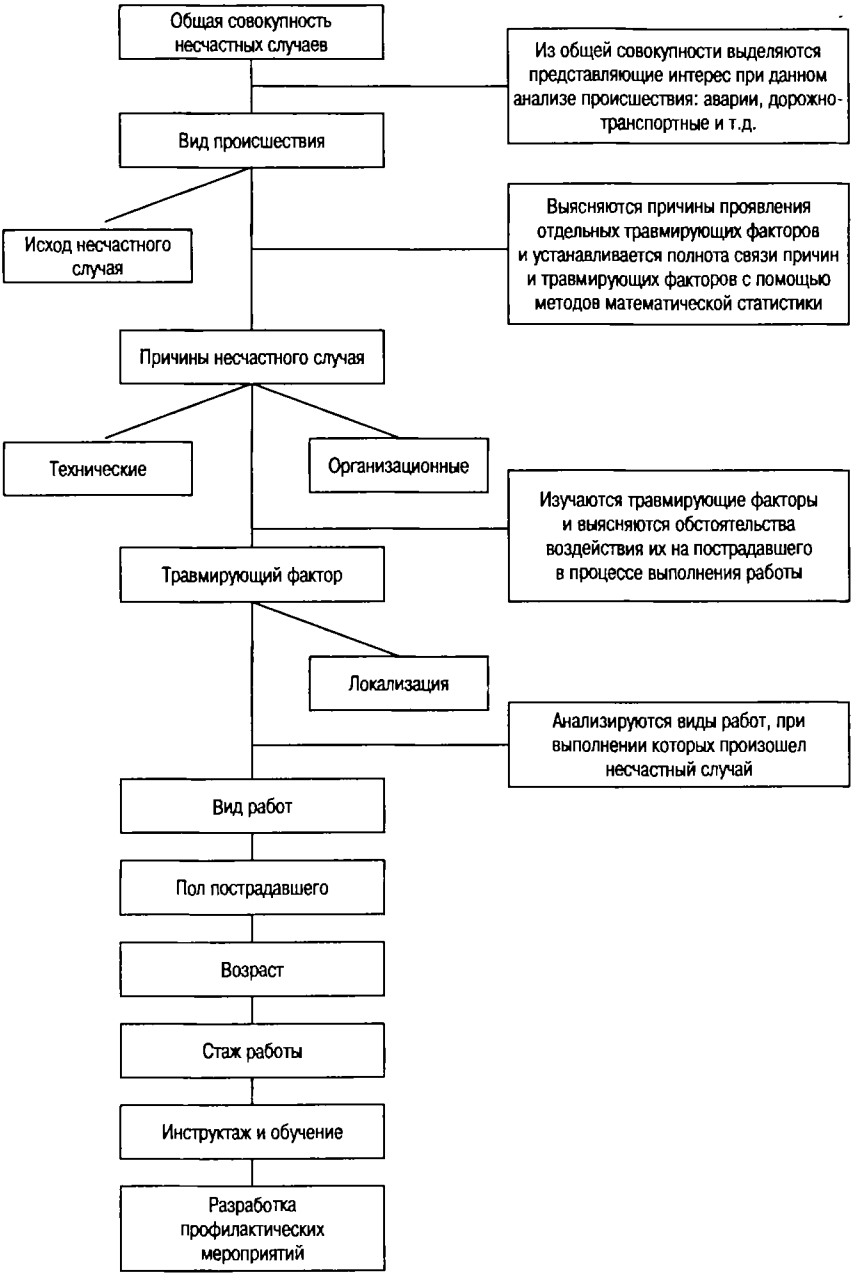

Рис. 5.3. Схема анализа причин несчастных случаев на производстве

вершенство органов управления, устройство для защитного заземления, средств установки, съема, подачи заготовок и перемещения обрабатываемого материала;

— ограждение зоны обработки не было сблокировано с пуском оборудования и др.

2. Неисправность машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов:

— нарушения конструкций машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов или их узлов и деталей, происшедшее в процессе эксплуатации. Например, вследствие нарушения планово-предупредительного ремонта автомобильного транспорта, грузоподъемного оборудования, транспортных средств, производственного оборудования, транспортно-технологического оборудования, приспособлений и инструментов, блокировочных устройств;

— разладка или износ устройств управления;

— неисправность изоляции электропроводки;

— разрушение или поломка деталей оборудования, инструмента, предохранительных и оградительных устройств и т.д.

3. Неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений и их элементов. К этой причине следует относить: неудовлетворительное (неисправное, несоответствующее санитарным и строительным нормам и правилам) техническое состояние зданий, сооружений и их элементов — обрушение элементов производственных зданий: крыш, стен, потолков, полов, лестничных клеток, проходов и проездов; крепей выработок горных пород, а также оползни и обвалы различных пород.

4. Несовершенство технологических процессов. К этой причине относятся недостаточный учет требований системы безопасности труда при разработке прогрессивных технологических процессов, недостаточная механизация тяжелых и опасных операций (погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ), отсутствие подъемно-транспортных средств для перемещения тяжелых деталей при установке их на оборудование или ремонте и монтаже оборудования, несоответствие средств механизации, предусмотренных действующей нормативной документацией (правила, стандарты, нормы и т.д.), при установке заготовок для обработки и съеме деталей с оборудования, заливке агрессивных жидкостей и т.д.

Организационные причины. 1. Нарушение технологических процессов. К этой причине относятся: отсутствие необходимой технической документации; нарушение работающими технологических процессов, предусмотренных технологическими картами, правилами и нормами по охране труда (нарушение правил эксплуатации котлов

и сосудов, работающих под давлением, нарушение санитарных правил хранения, транспортировки и применения ядохимикатов); несоблюдение установленных нормативными документами требований безопасности к технологическим процессам; применение материалов, приспособлений и инструментов, не предусмотренных технологическими документами (картами, паспортами и т.д.).

2. Нарушение правил дорожного движения. Сюда относят: нарушение правил дорожного движения водителями всех видов транспорта и пешеходами (работающими); превышение скорости; нарушение правил обгона; выезд на полосу встречного движения; нарушение правил проезда перекрестков, железнодорожных переездов, правил движения задним ходом и при трогании с места и др.; нарушение правил перевозки людей; отсутствие средств информации (знаков, разметки и др.).

3. Неудовлетворительная организация работ. К этой причине следует относить: нарушение администрацией правил и норм безопасной организации работ из-за отсутствия или недостаточного технического надзора и контроля за соблюдением безопасности труда при ведении случайных, разовых, ремонтных, монтажно-демонтажных работ, недостатков в организации групповой работы (невыделение специального работника для обеспечения безопасности группы работающих на одном рабочем месте), выполнение работ с повышенной опасностью без наряда-допуска, определяющего порядок и меры безопасного их поведения; нарушение режимов труда и отдыха со стороны администрации; неправильное принятие решений администрацией; нарушение правил техники безопасности администрацией (допуск без медицинского освидетельствования); нарушение правил техники безопасности при обслуживании животных, котлов, теплогенерирующих установок и т. д.; неудовлетворительное содержание рабочих мест, территории, проездов и проходов (недостаточная освещенность, повышенная загазованность, запыленность, шум, вибрация); захламленность и загроможденность рабочих мест, проходов и проездов; неудовлетворительная организация и содержание наплавных сооружений и мостиков на акватории; погрузочно-разгрузочных площадок, причалов, железнодорожных и транспортных дорог; неудобное расположение основного и вспомогательного оборудования и др. К этой группе следует также относить падение работающих на скользкой или неровной поверхности полов, тротуаров, проходов, мостиков.

4. Неприменение средств индивидуальной защиты. К этой причине относятся: неисправность, несоответствие или отсутствие спецобуви, спецодежды (например, повреждение рук, проколы концами

проволочек стальных канатов из-за отсутствия или плохого состояния рукавиц) и других средств индивидуальной защиты — очков, щитков, масок и др. (например, травмы глаз осколками абразива, стружкой при заточке инструмента без защитных очков, облучение глаз ультрафиолетовыми лучами при выполнении электросварочных работ без применения специальных защитных очков); ожоги кислотой (вследствие отсутствия защитной спецодежды и т. д.); некачественный уход за средствами индивидуальной защиты (несвоевременная смена фильтров, респираторов и др.).

5. Недостатки в обучении и инструктировании работающих по безопасным приемам труда. Сюда необходимо относить: отсутствие или недостаточный инструктаж (вводный, на рабочем месте, повторный, периодический и др.), т.е. неполный, поверхностный, не охватывающий все темы или операции выполняемой работы, а также отсутствие или недостаточное курсовое и специальное обучение (по установленному списку), направленное на повышение безопасности работающих, обслуживающих сложные агрегаты, установки или механизмы; обучение по специальностям, не имеющих отношение к выполняемой работе.

6. Использование работающих не по специальности: к этой причине должны относиться: использование работающих не в соответствии с их основной профессией, специальностью или квалификацией, а также неправильная расстановка рабочей силы, несоответствующая квалификация.

7. Нарушение трудовой дисциплины. К этой причине следует относить: изготовление каких-либо предметов в личных целях без разрешения администрации; использование транспортных средств, принадлежащих организации; спортивные игры на территории предприятия; хищение материалов, инструментов и других предметов; алкогольное опьянение; хулиганские действия.

Личностные причины. Сюда следует относить: неосторожность или невнимательность (из-за воздействия внешних факторов, усталости, психических или эмоциональных переживаний). Ошибочные действия.

Показатели производственного травматизма. Количественными показателями производственного травматизма являются: коэффициент частоты, коэффициент тяжести и коэффициент нетрудоспособности.

Коэффициент частоты — $K_ч$, выражающий количество несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих, и коэффициент тяжести — $K_т$, выражающий число дней нетрудоспособности, приходящихся на одну травму.

Коэффициент частоты рассчитывают по формуле

$$K_{\text{т}} = \frac{T \cdot 1000}{P},$$

где T — общее число пострадавших за определенный период времени, независимо от того, закончилась ли временная нетрудоспособность в этом периоде или нет; P — среднесписочная численность работающих за тот же период времени.

Обычно коэффициент частоты определяется за год.

Сведения о среднесписочной численности работающих за интересующий период можно получить в плановом или производственном отделе, отделах кадров, труда и зарплаты, а также в цехах как в целом, так и по видам работ.

Коэффициент тяжести определяют по формуле

$$K_{\text{т}} = \frac{Д}{T},$$

где $Д$ — число дней нетрудоспособности, вызванной несчастными случаями, по которым закончилась временная нетрудоспособность (закрыты листки нетрудоспособности).

В приведенной формуле коэффициент тяжести не отражает фактической тяжести несчастных случаев, так как при расчете не берутся случаи, нетрудоспособность которых не закончилась в отчетный период, и этот показатель не учитывает потерь, связанных с полным выбытием погибших из трудового процесса. Поэтому, кроме приведенных коэффициентов, при анализе производственного травматизма подсчитывают коэффициент нетрудоспособности:

$$K_{\text{н}} = K_{\text{ч}} K_{\text{т}}.$$

При анализе производственного травматизма необходимо также определять существенные различия сравниваемых показателей методами математической статистики.

В ходе анализа производственного травматизма должно быть выявлено также соотношение несчастных случаев, связанных с производством и не связанных с производством.

Материальные последствия (руб.) по каждой из основных причин производственного травматизма

$$П_{\text{т}} = П_{\text{т}} У_{\text{т}},$$

где $П_{\text{т}}$ — общая сумма материальных последствий от производственного травматизма; $У_{\text{т}}$ — доля числа дней нетрудоспособности по каждой причине производственного травматизма в общем их числе определяется по формуле

$$У_т = \frac{Д_{тн}}{Д_{тв}},$$

где $Д_{тв}$ — число дней нетрудоспособности по каждой основной причине производственного травматизма (основная причина производственного травматизма определяется по данным пункта акта формы Н-1); $Д_{тв}$ — то же, в целом по предприятию, организации или производственному объединению (определяется по данным формы Н-7 статистической отчетности).

Если в отчетном периоде с несчастными случаями, вызвавшими нетрудоспособность, были смертельные случаи и с инвалидным исходом, то долю числа дней нетрудоспособности $У_т$ следует определять по формуле

$$У_т = \frac{(Д_{тн} + Д_{тп})}{(Д_{тв} + Д_{тп})},$$

где $Д_{тв}$ — число дней, недоработанных в отчетном периоде пострадавшим со смертельным и инвалидным исходами по каждой основной причине производственного травматизма; $Д_{тв}$ — то же, в целом по предприятию, организации или производственному объединению.

$Д_{тп}$ и $Д_{тп}$ определяются по каждому пострадавшему путем суммирования числа рабочих дней со дня смерти или выхода пострадавшего на инвалидность до конца отчетного периода, за который определяются материальные последствия производственного травматизма; основная причина определяется по данным пункта акта формы Н-1.

Порядок расследования профессиональных заболеваний. Расследования профессиональных заболеваний производятся в соответствии с порядком, установленным Инструкцией о порядке извещения, расследования, регистрации и учета профессиональных заболеваний.

Инструкцией установлены два окончательных диагноза профессиональных заболеваний: острое профессиональное заболевание и хроническое профессиональное заболевание. Профессиональные заболевания подлежат специальному расследованию. Специальное расследование — расследование причин и условий возникновения профессионального заболевания, проводится врачом территориального органа санэпиднадзора при участии врача лечебно-профилактического учреждения, представителей администрации и профсоюзной организации предприятия (учреждения).

По результатам расследования составляется акт по форме Н-1.

Порядок возмещения работодателями вреда, причиненного работникам увечьем, профессиональным заболеванием или иным повреждением здоровья, связанным с исполнением ими трудовых обязанностей. В соответствии со статьей 9 Федерального закона «Об основах охраны труда

в Российской Федерации» (далее Основы) и статьей 159 Кодекса законов о труде Российской Федерации работодатель обязан возместить работнику вред, причиненный ему увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанным с исполнением им трудовых обязанностей. Возмещение вреда состоит в выплате потерпевшему денежных сумм в зависимости от степени утраты профессиональной трудоспособности вследствие данного трудового увечья; в компенсации дополнительных расходов; в выплате в установленных случаях единовременного пособия; в возмещении морального вреда.

Возмещение вреда регулируется Правилами возмещения работодателем вреда, причиненного работнику увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанным с исполнением им трудовых обязанностей, утвержденными постановлением Верховного Совета Российской Федерации от 24 декабря 1992 года № 4214-1 и введенными в действие с 1 декабря 1992 г.

Эти Правила имеют ряд особенностей и отличий от ранее действовавших Правил:

1. Сфера действия новых Правил значительно шире, чем у прежних. Сейчас Правила распространяются на организации всех форм собственности и граждан, работающих по гражданско-правовым договорам подряда.

2. Отменено правило о снижении размера возмещения вреда на сумму назначенной и выплаченной пенсии. Также не засчитывается в счет возмещения вреда заработок, получаемый потерпевшим после увечья.

3. Предусмотрено исчисление пенсии из полного фактического заработка.

4. Введена индексация сумм возмещения вреда в связи с ростом стоимости жизни и увеличением минимальной заработной платы.

5. Предусмотрена выплата единовременного пособия, а также возмещение морального вреда.

Работодатель несет материальную ответственность за вред, причиненный здоровью работника трудовым увечьем, происшедшим как на территории организации, так и за ее пределами, а также во время следования к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном работодателем.

Под увечьем понимается любая травма: механическая, термическая, поражение электрическим током, химическая, психическая и другая, повлекшая за собой кратковременную или длительную утрату трудоспособности, если она является результатом несчастного случая, связанного с исполнением трудовых обязанностей. Непремен-

ным условием ответственности работодателя за вред, причиненный работнику, является причинная связь полученного увечья или иного повреждения здоровья с исполнением им трудовых обязанностей.

Ответственность работодателя зависит от того, при каких обстоятельствах причинен вред:

если вред причинен источником повышенной опасности, работодатель обязан возместить его в полном объеме, если не докажет, что вред возник вследствие непреодолимой силы либо умысла потерпевшего, т.е. работодатель в этих случаях отвечает и при отсутствии своей вины, например, если вред причинен случайно;

если вред причинен не источником повышенной опасности, работодатель несет ответственность лишь при наличии свой вины и освобождается от ответственности, если докажет, что вред причинен не по его вине.

Понятие вины работодателя понимается в широком смысле, как необеспечение им здоровых и безопасных условий труда. Если грубая неосторожность пострадавшего содействовала возникновению или увеличению вреда, то в зависимости от степени вины потерпевшего возмещение соответственно уменьшается, т.е. может быть применена смешанная ответственность работодателя и работника.

Степень утраты профессиональной трудоспособности потерпевшим вследствие трудового увечья определяется врачебно-трудовой экспертной комиссией (ВТЭК) в процентах.

Полагающиеся пострадавшему денежные суммы в возмещение вреда, компенсации дополнительных расходов и единовременное пособие могут быть увеличены по согласованию сторон или на основании коллективного договора. Впервые, с учетом опыта зарубежных стран, введено единовременное пособие. Компенсация потерпевшему единовременно значительных сумм призвана наряду с материальной поддержкой потерпевшего способствовать принятию работодателем определенных мер по профилактике производственного травматизма.

Также впервые введено возмещение пострадавшему морального вреда. Под моральным вредом подразумеваются физические и нравственные страдания пострадавшего.

В случае смерти работника в результате трудового увечья право на возмещение вреда имеют: нетрудоспособные граждане, состоявшие на иждивении умершего или лишившиеся ко дню его смерти права на получение от него содержания; ребенок умершего, родившийся после его смерти, а также один из родителей, супруг или другой член семьи, если он не работает и занимается уходом за детьми, братьями, сестрами или внуками умершего, не достигшими 14 лет.

Правилами также предусмотрены порядок рассмотрения заявлений о возмещении вреда, порядок и сроки выплаты сумм в возмещение вреда.

Страхование травматизма и профзаболеваний. На основании Федерального закона от 24 июля 1998 г. № 125-93 в нашей стране работодатель обязан осуществлять социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. В развитие этого Федерального закона Правительство РФ выпустило постановление «Об утверждении правил отнесения отраслей (подотраслей) экономики к классу профессионального риска» от 31 августа 1999 г. № 975. Правила определяют порядок отнесения отраслей (подотраслей) экономики к классу профессионального риска для установления страховых тарифов, соответствующих уровню производственного травматизма, профессиональной заболеваемости и расходов на обеспечение такого страхования, сложившемуся в отраслях (подотраслях) экономики.

Класс профессионального риска для отрасли (подотрасли) экономики определяется величиной интегрального показателя профессионального риска.

Интегральный показатель профессионального риска определяется как отношение величины суммарных затрат в отрасли (подотрасли) экономики на возмещение в истекшем календарном году вреда, причиненного застрахованным в результате несчастных случаев на производстве или профессиональных заболеваний при исполнении ими трудовых обязанностей (пособие по временной нетрудоспособности, возмещение утраченного заработка, единовременные и ежемесячные страховые выплаты, расходы на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию), к размеру фонда оплаты труда в этой отрасли (подотрасли) экономики, на который начислены взносы в Фонд социального страхования Российской Федерации.

Интегральный показатель профессионального риска рассчитывается по формуле

$$Ип = (Σвв : Σфот) \cdot 100,$$

где Ип — интегральный показатель профессионального риска по отрасли (подотрасли) экономики, выраженный в процентах; Σвв — сумма возмещения вреда, начисленная в отрасли (подотрасли) экономики в истекшем календарном году; Σфот — размер фонда оплаты труда в отрасли (подотрасли) экономики, на который начислены взносы в Фонд социального страхования Российской Федерации в истекшем календарном году.

5.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА

Аттестация рабочих мест по условиям труда является важной составляющей организации охраны труда на предприятии.

Задачами аттестации рабочих мест являются:

— определение фактических значений опасных и вредных производственных факторов на этих рабочих местах;

— оценка фактического состояния условий труда на рабочих местах;

— предоставление льгот и компенсаций за работу с вредными и тяжелыми условиями труда;

— разработка мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда.

Аттестацию рабочих мест по условиям труда осуществляет аттестационная комиссия предприятия.

Проведение аттестации рабочих мест включает следующие этапы:

— определение фактических значений опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах;

— оценка фактического состояния условий труда на рабочих местах;

— разработка мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда.

Результаты работы аттестационной комиссии предприятия оформляются документом, на основании которого создается план мероприятий предприятия по улучшению условий труда.

5.3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ СЕРТИФИКАЦИИ ПОСТОЯННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ОХРАНЫ ТРУДА

Государственная экспертиза условий труда осуществляется федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации (статья 216.1 Трудового кодекса РФ).

Государственная экспертиза условий труда осуществляется в целях оценки:

— качества проведения аттестации рабочих мест по условиям труда;

— правильности предоставления работникам компенсаций за тяжелую работу, работу с вредными и (или) опасными условиями труда;

— соответствия проектов строительства, реконструкции, технического переоснащения производственных объектов производства и внедрения новой техники, внедрения новых технологий государственным нормативным требованиям охраны труда;

— фактических условий труда работников, в том числе в период, непосредственно предшествовавший несчастному случаю на производстве.

Государственная экспертиза условий труда осуществляется на основании определений судебных органов, обращений органов исполнительной власти, работодателей, объединений работодателей, работников, профессиональных союзов, их объединений, иных уполномоченных работниками представительных органов, органов Фонда социального страхования Российской Федерации.

Лица, осуществляющие государственную экспертизу условий труда, имеют право:

— в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, беспрепятственно при наличии удостоверения установленного образца посещать для осуществления экспертизы любых работодателей (организаций независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также работодателей — физических лиц);

— запрашивать и безвозмездно получать необходимые для осуществления экспертизы документы и другие материалы;

— проводить соответствующие наблюдения, измерения и расчеты с привлечением в случае необходимости исследовательских (измерительных) лабораторий, аккредитованных в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными актами Российской Федерации.

Лица, осуществляющие государственную экспертизу условий труда, обязаны:

— составлять по результатам экспертизы заключения о соответствии (несоответствии) условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда и направлять указанные заключения в суд, органы исполнительной власти, работодателям, в объединения работодателей, работникам, в профессиональные союзы, их объединения, иные уполномоченные работниками представительные органы, органы Фонда социального страхования Российской Федерации;

— обеспечивать объективность и обоснованность выводов, изложенных в заключениях;

— обеспечивать сохранность документов и других материалов, полученных для осуществления экспертизы, и конфиденциальность содержащихся в них сведений.

5.4. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ, ИНСТРУКТИРОВАНИЯ И ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА РУКОВОДИТЕЛЕЙ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Наличие квалифицированного персонала на предприятии — одно из важнейших условий безопасности труда на производстве. Поэтому на предприятиях должна создаваться специальная система обучения работников по охране труда.

Согласно статьям 9 и 14 Основ работодатель обязан обеспечить обучение, инструктаж работников и проверку знаний работником норм, правил и инструкций по охране труда.

Работа по обучению руководителей и специалистов регулируется типовым Положением о порядке обучения и проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий, учреждений и организаций, утвержденным постановлением Министерства труда РФ от 12 октября 1994 года № 65. Положением предусмотрены обязательное обучение и проверка знаний по охране труда всех работников предприятий, включая руководителей.

Обучение и проверка знаний по охране труда рабочих проводятся в соответствии с ГОСТ 12.0.004—90 «ССБТ. Организация обучения по безопасности труда. Общие положения», который в настоящее время перерабатывается.

Обучению и проверке знаний подлежат:

— руководители и специалисты предприятий, а также лица, занимающиеся предпринимательской деятельностью, связанные с организацией, руководством и проведением работы непосредственно на рабочих местах и производственных участках с осуществлением надзора и технического контроля за проведением работ;

— инженерные и педагогические работники профессиональных образовательных учреждений.

Проверка знаний по охране труда поступивших на работу руководителей и специалистов проводится не позднее одного месяца после назначения на должность, для работающих — периодически, не реже одного раза в три года.

Проверку знаний по охране труда руководителей и специалистов, осуществляемую в соответствии с Типовым положением, на объектах, подконтрольных специально уполномоченным органам надзора и контроля (Госгортехнадзору России, Главгосэнергонадзору России,

Госатомнадзору России и др.), рекомендуется совмещать с проверкой знаний, проводимой в порядке, установленном этими органами.

Ответственность за организацию своевременного и качественного обучения и проверку знаний по охране труда в целом по предприятию возлагается на его руководителя, в подразделениях (цех, участок, отдел, лаборатория, мастерская и др.) — на руководителя подразделения.

Поступившие на предприятие руководители и специалисты проходят вводный инструктаж, который проводит инженер по охране труда или лицо, на которое приказом руководителя предприятия возложены эти обязанности.

При этом они должны быть ознакомлены:

— с состоянием условий и охраны труда, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости на предприятии (в подразделении);

— с законодательными и иными нормативными правовыми актами по охране труда, коллективным договором (соглашением) на предприятии;

— со своими должностными обязанностями по обеспечению охраны труда на предприятии (подразделении);

— с порядком и состоянием обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Внеочередная проверка знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий проводится независимо от срока проведения предыдущей проверки:

— при введении в действие на предприятии новых или переработанных (дополненных) законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда;

— при изменениях (замене) технологических процессов и оборудования, требующих дополнительных знаний по охране труда обслуживающего персонала;

— при назначении или переводе на другую работу, если новые обязанности требуют от руководителей и специалистов дополнительных знаний по охране труда (до начала исполнения ими своих должностных обязанностей);

— по требованию государственной инспекции труда субъектов РФ при установлении недостаточных знаний;

— после аварий, несчастных случаев, а также при нарушении руководителями и специалистами или подчиненными им работниками требований нормативных правовых актов по охране труда;

— при перерыве в работе в данной должности более одного года.

Непосредственно перед очередной (внеочередной) проверкой знаний по охране труда руководителей и специалистов организуется специальная подготовка с целью углубления знаний по наиболее важным вопросам охраны труда (краткосрочные семинары, беседы, консультации и др.). О дате и месте проведения проверки знаний работник должен быть предупрежден не позднее чем за 15 дней.

Для проведения проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов на предприятиях приказом (распоряжением) их руководителей создаются комиссии по проверке знаний (одна или несколько).

В состав комиссий по проверке знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий включаются руководители и специалисты служб охраны труда, главные специалисты (технолог, механик, энергетик и др.), государственные инспекторы по охране труда (по согласованию с ними), представители соответствующего выборного профсоюзного органа, а в случаях проведения проверки знаний совместно с другими надзорными органами — представители этих органов (по согласованию с ними).

Проверка знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий, численность которых не позволяет создать комиссию по проверке знаний, а также лиц, занимающихся предпринимательской деятельностью, связанной с работами, к которым предъявляются дополнительные требования по охране труда, инженерных и педагогических работников профессиональных образовательных учреждений должна проводиться в комиссиях по проверке знаний учебных центров, комбинатов, институтов, имеющих разрешение органов управления охраной труда субъектов РФ на проведение обучения и проверку знаний по охране труда, или в комиссиях этих органов управления.

Проверка знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий проводится с учетом их должностных обязанностей и характера производственной деятельности, а также по тем нормативным актам по охране труда, обеспечение и соблюдение требований которых входит в их служебные обязанности.

Для предприятий негосударственных форм собственности перечни контрольных вопросов разрабатываются комиссиями учебных центров, комбинатов, институтов, имеющих разрешение органов управления охраной труда субъектов РФ на проведение обучения и проверку знаний по охране труда, или этими органами управления.

Учебные центры, институты получают разрешение в соответствии с «Примерным порядком выдачи разрешений на обучение и проверку знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий,

учреждений, организаций», утвержденное постановлением Министерства труда РФ от 8 декабря 1994 № 76.

Результаты проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий оформляются протоколами.

Удостоверения о проверке знаний по охране труда действительны на всей территории России, в том числе для работников, находящихся в командировке.

Обучение по вопросам охраны труда руководителей и специалистов предприятий проводится по программам, разработанным и утвержденным предприятиями или учебными центрами, комбинатами, институтами, имеющими разрешение органов управления охраной труда субъектов РФ на проведение обучения и проверку знаний по охране труда, в соответствии с типовыми программами.

Типовые программы обучения по вопросам охраны труда руководителей и специалистов предприятий разрабатываются и утверждаются соответствующими министерствами, ведомствами, органами управления охраной труда субъектов РФ.

Контроль за своевременным проведением проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий осуществляется государственной инспекцией труда.

5.5. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ И УТВЕРЖДЕНИЯ ПРАВИЛ И ИНСТРУКЦИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Согласно статьям 9 и 14 Основ и статьи 145 Кодекса законов о труде РФ работодатель (администрация предприятия) должен разработать и утвердить совместно с соответствующим выборным профсоюзным органом инструкции по охране труда для работников предприятия.

Министерство труда РФ 1 июля 1993 года Постановлением № 129 утвердило Положение о порядке разработки и утверждения правил и инструкций по охране труда и Методические указания по разработке правил и инструкций по охране труда.

Данными документами установлен порядок разработки, согласования, утверждения, учета, издания, распространения, отмены правил и инструкций по охране труда, а также надзор и контроль за их соблюдением. Изменения и дополнения в Положение и Методические указания внесены постановлением Министерства труда РФ от 28 марта 1994 года № 27.

Положение является обязательным для федеральных органов исполнительной власти, а также для предприятий, учреждений, организаций независимо от их организационно-правовых форм и ви-

дов собственности, разрабатывающих правила и инструкции по охране труда.

Правила по охране труда не исключают действия стандартов Системы стандартов безопасности труда (ССБТ), строительных и санитарных норм и правил, а также правил, норм безопасности, утвержденных федеральными надзорами России, и не должны противоречить этим документам.

Правила по охране труда — нормативный акт, устанавливающий требования по охране труда, обязательные для исполнения при проектировании, организации и осуществлении производственных процессов, отдельных видов работ, эксплуатации производственного оборудования, установок, агрегатов, машин, аппаратов, а также при транспортировании, хранении, применении исходных материалов, готовой продукции, веществ, отходов производств и т.д.

Правила по охране труда могут быть межотраслевого и отраслевого назначения.

Инструкция по охране труда — нормативный акт, устанавливающий требования по охране труда при выполнении работ в производственных помещениях, на территории предприятия, на строительных площадках и в иных местах, где производятся эти работы или выполняются служебные обязанности.

Инструкции по охране труда могут быть типовые (отраслевые) и для работников предприятий (по профессиям и видам работ).

Координация проведения работ по разработке правил по охране труда осуществляется Министерством труда РФ.

Организация разработки межотраслевых правил по охране труда осуществляется Министерством труда РФ, отраслевых правил — соответствующими федеральными органами исполнительной власти.

Межотраслевые правила по охране труда утверждаются Министерством труда РФ, а отраслевые правила — соответствующими федеральными органами исполнительной власти по согласованию с Министерством труда РФ. Правила по охране труда утверждаются на определенный срок действия или без ограничения этого срока.

Типовые инструкции утверждаются федеральными органами исполнительной власти после проведения предварительных консультаций с соответствующими профсоюзными органами. Действие типовых инструкций устанавливается с учетом срока действия соответствующих правил по охране труда.

Требования межотраслевых и отраслевых правил по охране труда должны быть согласованы с федеральными надзорами России в части вопросов, относящихся к их компетенции.

Разработка правил и инструкций по охране труда может производиться с привлечением профессиональных союзов или иных уполномоченных работников представительных органов.

Инструкции по охране труда должны разрабатываться на основе межотраслевых и отраслевых правил по охране труда и не противоречить им. Инструкции по охране труда (в дальнейшем — инструкции) могут разрабатываться как для работников отдельных профессий (электросварщики, станочники, слесари, электромонтеры, уборщицы, лаборанты и др.), так и на отдельные виды работ (работа на высоте, монтажные, наладочные, ремонтные работы, проведение испытаний и др.).

Инструкции для работников, занятых взрывными работами, обслуживанием электрических установок и устройств, грузоподъемных машин, котельных установок, сосудов, работающих под давлением, и для других работников, требования безопасности труда которых установлены в межотраслевых и отраслевых нормативных актах по охране труда, утвержденных федеральными надзорами России, разрабатываются на основе указанных актов и утверждаются в порядке, установленном этими органами.

Инструкции для работников разрабатываются на основе типовых инструкций, требований безопасности, изложенных в эксплуатационной и ремонтной документации заводов-изготовителей оборудования, используемого на данном предприятии, а также в технологической документации предприятия с учетом конкретных условий производства. При отсутствии в отрасли типовых инструкций инструкции для работников разрабатываются на основе действующих нормативных правовых актов по охране труда, с учетом конкретных условий труда на данном участке или рабочем месте.

Изучение инструкций для работников обеспечивается работодателем. Требования инструкций являются обязательными для работников. Невыполнение этих требований должно рассматриваться как нарушение трудовой дисциплины.

Разработка инструкций для работников осуществляется на основании приказов и распоряжений работодателя. Инструкции для работников разрабатываются руководителями цехов (участков при бесцеховой структуре), отделов, лабораторий и других соответствующих им подразделений предприятия. Служба охраны труда предприятия должна осуществлять постоянный контроль за своевременной разработкой, проверкой и пересмотром инструкций для работников, оказывать методическую помощь разработчикам, содействовать им в приобретении необходимых типовых инструкций, стандартов ССБТ, а также других нормативных актов по охране труда.

Для вводимых в действие новых производств допускается разработка временных инструкций для работников. Временные инструкции должны обеспечивать безопасное ведение технологических процессов (работ) и безопасную эксплуатацию оборудования. К разработке временных инструкций предъявляются те же требования, что и при разработке постоянных инструкций для работников. Временные инструкции разрабатываются как по профессиям, так и по видам работ на срок до приемки указанных производств в эксплуатацию государственной приемочной комиссией.

Инструкции для работников утверждаются руководителем предприятия после проведения предварительных консультаций с соответствующим выборным профсоюзным органом и службой охраны труда, а в случае необходимости и с другими заинтересованными службами и должностными лицами по усмотрению службы охраны труда.

Каждой инструкции должно быть присвоено наименование и номер. В наименовании следует кратко указать, для какой профессии или вида работ она предназначена.

Руководители предприятий обеспечивают инструкциями всех работников и руководителей заинтересованных подразделений (служб) предприятий. Выдача инструкций руководителям подразделений (служб) предприятия должна производиться службой охраны труда с регистрацией в журнале учета выдачи инструкций. У руководителя подразделения (службы) предприятия должен постоянно храниться комплект действующих в подразделении (службе) инструкций для работников всех профессий и по всем видам работ данного подразделения (службы), а также перечень этих инструкций, утвержденных руководителем предприятия. У каждого руководителя участка (мастер, прораб и т.д.) должен быть в наличии комплект действующих инструкций для работников, занятых на данном участке, по всем профессиям и видам работ. Инструкции работникам могут быть выданы на руки под расписку в личной карточке инструктажа для изучения при первичном инструктаже, либо вывешены на рабочих местах или участках, либо храниться в ином месте, доступном для работников. Местонахождение инструкций определяет руководитель подразделения (службы) с учетом необходимости обеспечения доступности и удобства ознакомления с ними.

5.6. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ С ПОВЫШЕННОЙ ОНАСНОСТЬЮ И РАБОТ, НА ПРОВЕДЕНИЕ КОТОРЫХ ТРЕБУЕТСЯ НАРЯД-ДОПУСК

При обеспечении безопасных и здоровых условий труда работников работодатель должен уделить особое внимание организации и проведению работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда.

Отдельными нормативными правовыми актами по охране труда предусмотрены виды работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности и установлен особый порядок допуска работников к их выполнению. К таким работам относятся: эксплуатация и ремонт электроустановок, котлов, сосудов, работающих под давлением, обслуживание газового хозяйства, грузоподъемных машин и лифтов, выполнение верхолазных, электрогазосварочных, погрузочно-разгрузочных операций, деятельность, связанная с применением радиоактивных веществ, взрывчатых материалов, пиротехнических средств.

Работодатель, руководитель организации на основании действующих нормативных правовых актов по охране труда должны определить перечень работ и профессий, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, требующие дополнительного специального обучения работников перед допуском их к самостоятельной работе. Порядок, форма, периодичность и продолжительность обучения устанавливаются руководителем организации с учетом действующих. Без предварительного обучения, проверки знаний соответствующих правил и норм по охране труда персонал к работам, связанным с повышенной опасностью, не допускается.

Обучение осуществляется по программам, утвержденным руководителем организации по согласованию со службой охраны труда и профсоюзным комитетом или иным уполномоченным работниками представительным органом. Обучение должно завершаться проверкой теоретических знаний и практических навыков. Прошедшему проверку знаний выдается удостоверение на право выполнения работ с повышенной опасностью. Проверка знаний должна быть периодичной в соответствии с действующими соответствующими правилами.

В соответствии с утвержденным перечнем работники, которые допускаются к работам повышенной опасности, должны проходить предварительный и периодический медицинские осмотры в медицинском учреждении.

Особое место в организации работ на предприятии отводится работам, на проведение которых требуется наряд-допуск.

Наряд-допуск — это задание на производство работ, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность выполнения работы.

Организация безопасного производства работ по наряду-допуску регламентируется соответствующими нормативными правовыми актами по охране труда — по каждому виду работ, например, работы в

действующих электрических установках, ремонт грузоподъемных кранов, осмотр и ремонт газораспределительных пунктов и газопроводов, ремонт котлов и т.д.

Нормативными правовыми актами определяются лица, ответственные за безопасность работ, их права и обязанности, порядок выдачи и оформления нарядов-допусков, действия ответственных лиц перед допуском бригады к работе по наряду-допуску, во время работы и по ее окончании.

Ответственными за безопасность работы, например при организации и проведении работ на действующих электроустановках, являются следующие лица:

— лицо, выдающее наряд-допуск;
— допускающий;
— ответственный руководитель работ;
— производитель работ;
— наблюдающий;
— члены бригады.

Лицо, выдающее наряд-допуск, устанавливает необходимость и объем работы, отвечает за возможность безопасного ее выполнения, достаточность квалификации ответственного руководителя, производителя работ, а также членов бригады.

Допускающий несет ответственность за правильность выполнения необходимых для допуска и производства работ мер безопасности, их достаточность и соответствие характеру и месту работы, а также за правильность допуска к работе, приемку рабочего места по окончании работы с оформлением в нарядах или журналах.

Ответственный руководитель, принимая рабочее место от допускающего или осуществляя допуск, отвечает наравне с допускающим за правильную подготовку рабочего места и достаточность выполненных мер безопасности.

Производитель работ, принимая рабочее место, отвечает за правильность его подготовки и за выполнение необходимых для производства работы мер безопасности. Производитель работ обязан проинструктировать бригаду о мерах безопасности, которые необходимо соблюдать при работе, обеспечить их выполнение членами бригады.

Наблюдающий назначается в случае проведения работ при особо опасных условиях и контролирует наличие установленных на месте работ средств коллективной защиты и использование средств индивидуальной защиты.

Члены бригады обязаны соблюдать нормативный правовой акт по охране труда и инструктивные указания, полученные при допуске к работе и во время работы.

Наряды выписываются на имя руководителей работ или производителей работ. Число нарядов-допусков, выдаваемых на одного ответственного руководителя, определяет в каждом конкретном случае лицо, выдающее наряд-допуск.

Ответственный руководитель или лицо, выдающее наряд-допуск, назначает производителя работ, а также определяет количественный состав бригад исходя из условий выполнения работ. Как правило, состав бригады, работающей по наряду-допуску, должен состоять не менее чем из двух человек.

Допуск к работе осуществляется ежедневно с указанием даты и времени начала работы и оформляется подписями ответственного руководителя и производителя работ.

Допуск к работе по наряду производится непосредственно на рабочем месте после проверки ответственным руководителем или лицом, выдавшим наряд-допуск, совместно с производителем работ выполнения мероприятий, обеспечивающих безопасное производство работы, проведения инструктажа по безопасности труда с членами бригады. Проведение инструктажа по безопасности труда фиксируется в наряде-допуске с подписью его участников. Экземпляр наряда-допуска, по которому сделан допуск, должен находиться у производителя работ и лица, выдавшего его.

Если при получении наряда-допуска у производителя работ или членов бригады возникают какие-либо сомнения, то они обязаны потребовать разъяснения у ответственного руководителя или лица, выдавшего наряд.

5.7. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ И СОГЛАСОВАНИЯ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА СТРОЯЩИЕСЯ (РЕКОНСТРУИРУЕМЫЕ) ОБЪЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО И СОЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Одним из центральных звеньев социальной сферы, которому должно придаваться приоритетное значение при проектировании предприятий, является обеспечение охраны труда в качестве основы высокопроизводительной и творческой деятельности работников предприятий.

Практика проектирования доказывает, что реализация проектных решений, в которых профессионально, на базе современных требований и нормативных правовых актов были решены вопросы охраны труда и условий труда, обеспечивает сохранение работоспособности и здоровья работников, снижает потери рабочего времени, способствует достижению высокой производительности труда.

Проектирование условий труда приобретает особое значение при рыночной экономике, применительно к различным формам собственности, предполагающим не только государственные, но любые другие виды инвестиций. В проектной документации должна обеспечиваться защищенность работников, занятых на работах с неблагоприятными условиями труда на предприятиях, в учреждениях, организациях, кооперативах и других видах производств, независимо от применяемых форм собственности.

Уровень и глубина содержания мероприятий по охране труда при проектировании в значительной мере зависит от наличия и качества нормативных правовых актов в этой области.

Структурные подразделения предприятия необходимо проектировать с учетом социальных групп работающих (женщин, подростков, людей пожилого возраста и с пониженной трудоспособностью), для которых должны предусматриваться условия труда и социально-бытового обеспечения, учитывающие специфику их трудовой деятельности (с созданием специальных производственных участков и цехов, в том числе для беременных женщин, щадящих режимов труда и отдыха, оздоровительных комплексов и центров трудовой реабилитации).

Проектирование благоприятных условий, формирующихся и изменяющихся в ходе научно-технического прогресса, следует осуществлять с учетом возможного в перспективе расширения и изменения производства.

В тех случаях, когда при проектировании предприятия по техническим причинам временно не представляются возможности обеспечить благоприятные условия труда, в проектах указываются физические их отклонения от установленных нормативов и предусматривается для работников перечень технических средств коллективной и индивидуальной защиты от воздействия вредных и опасных производственных факторов и организация необходимых оздоровительно-восстановительных центров и помещений.

Постановлением Минстроя России от 30 июня 1995 года № 18-64 принят СНиП 11-01—95 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений». Этот СНиП введен в действие с 1 июля 1995 года и согласно ему разработка проектной документации осуществляется при наличии утвержденного решения о предварительном согласовании места размещения объекта, на основе утвержденных (одобренных) обоснований инвестиций в строительство или иных предпроектных материалов, договора, задания на проектирование и материалов инженерных изысканий.

При проектировании предприятий, зданий и сооружений производственного назначения следует учитывать решения, принятые в схемах и проектах районной планировки, генеральных планах городов, поселков и сельских поселений, проектах планировки жилых, промышленных и других функциональных зон.

Проекты, рабочие проекты на строительство объектов независимо от источников финансирования, форм собственности и принадлежности подлежат государственной экспертизе в соответствии с Порядком, установленным в Российской Федерации. Результаты экспертизы являются обязательным документом для исполнения заказчиками, подрядными, проектными и другими заинтересованными организациями.

5.8. ПОРЯДОК ПРИЕМКИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НОВЫХ И РЕКОНСТРУИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО И СОЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВА

В соответствии с требованиями статей 14 Основ законодательства РФ об охране труда и 141 Кодекса законов о труде РФ ни одно предприятие, цех, участок, производство не могут быть приняты и введены в эксплуатацию, если на них не обеспечены здоровые и безопасные условия труда и они не имеют сертификата безопасности, выдаваемого в установленном порядке.

При приемке в эксплуатацию новых и реконструированных объектов производственного и социального назначения необходимо руководствоваться СНиП 3.01.04—87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения». В настоящее время данный СНиП пересматривается и в ближайшем будущем будет принят новый порядок приемки в эксплуатацию производственных объектов.

Согласно СНиП предприятие, цех, участок, производство могут быть приняты и введены в эксплуатацию только при обеспечении на них условий труда в соответствии с требованиями техники безопасности и производственной санитарии.

Все объекты, подготовленные к эксплуатации и законченные строительством, должны быть предъявлены к приемке государственным приемочным комиссиям. Перед этим объекты должны быть приняты рабочими комиссиями.

Не допускается приемка в эксплуатацию объектов производственного назначения, по которым в нарушение установленного по-

рядка внесены изменения в состав пусковых комплексов, предусмотренных проектом.

Ввод в действие объектов, не отвечающих требованиям законодательства, охраны труда, строительных, санитарных, экологических и других норм, не допускается.

5.9. ПОРЯДОК СОГЛАСОВАНИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРИМЕНЯЕМУЮ И ВЫПУСКАЕМУЮ ПРОДУКЦИЮ, ВЫДАЧА ГИГИЕНИЧЕСКИХ СЕРТИФИКАТОВ

Порядок согласования нормативной документации на применяемую и выпускаемую продукцию изложен в основополагающих Государственных стандартах:

ГОСТ Р 1.2—92 «Государственная система стандартизации РФ. Порядок разработки государственных стандартов». Настоящий стандарт устанавливает требования к разработке, согласованию, утверждению, государственной регистрации, изданию, обновлению и отмене государственных стандартов РФ.

ГОСТ Р 1.3—92 «Государственная система стандартизации РФ. Порядок согласования, утверждения и регистрации технических условий». Данный стандарт устанавливает порядок согласования, утверждения и учетной регистрации технических условий на продукцию (услуги) и изменений к ним.

В целях предупреждения неблагоприятного влияния на здоровье человека факторов, связанных с производством и применением в народном хозяйстве и быту продукции, потенциально опасной для здоровья человека, Комитетом РФ по стандартизации, метрологии и сертификации совместно с Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора РФ принято постановление от 5 ноября 1993 года № 1/2 «Об обеспечении безопасности продукции для здоровья человека». Этим постановлением установлено, что проводимая по Закону РФ «О защите прав потребителей» обязательная сертификация по безопасности продукции осуществляется при наличии гигиенического сертификата, выдаваемого органами Госкомсанэпиднадзора России в порядке, установленным этим комитетом.

Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 5 января 1993 года № 1 утверждены виды продукции, на которые должен быть выдан гигиенический сертификат, и Положение о порядке выдачи гигиенических сертификатов на продукцию. Этим постановлением также установлено, что гигиенический сертификат на продукцию вводится в качестве формы согласования производства, внедрения и применения продукции потенциально опасной для здоровья человека.

Органами Госкомсанэпиднадзора России введен гигиенический сертификат на следующие виды продукции:

1. Пищевое сырье, продукты питания, пищевые добавки, консерванты, материалы и изделия из них, контактирующие с пищевыми продуктами.

2. Товары для детей: игры и игрушки, одежда (в том числе постельное белье), обувь, книги и учебные пособия, мебель, коляски, ранцы, искусственные, полимерные и синтетические материалы, вещества для изготовления товаров детского ассортимента.

3. Материалы, оборудование, вещества, применяемые в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения.

4. Парфюмерно-косметические средства.

5. Химическая и нефтехимическая продукция производственного назначения, товары бытовой химии, средства химизации сельского хозяйства, в том числе минеральные удобрения.

6. Полимерные и синтетические материалы, предназначенные для применения в строительстве, на транспорте, а также изготовления мебели и других предметов домашнего обихода; химические волокна, нити; текстильные, швейные и трикотажные материалы, содержащие химические волокна и текстильные вспомогательные вещества; искусственные и синтетические кожи и текстильные материалы для обуви.

7. Продукция для машиностроения и приборостроения производственного и бытового назначения.

8. Изделия, контактирующие с кожей человека.

Выдача гигиенических сертификатов осуществляется органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы РФ на этапе согласования нормативной документации и постановки продукции на производство или оформление контрактов (договоров) при закупке за рубежом новой продукции.

При выдаче гигиенического сертификата на импортируемую продукцию предъявляются требования санитарного законодательства, действующие на территории РФ, если иное не определено международным договором (соглашением).

5.10. САНИТАРНО-БЫТОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТНИКОВ. ОБОРУДОВАНИЕ САНИТАРНО-БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ, ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

К системе социально-бытового обслуживания работников в организациях наряду с помещениями здравоохранения, общественного питания, торговли, предприятий службы быта, культурно-массового обслуживания относятся санитарно-бытовые помещения (гардероб-

ные, душевые, умывальные, уборные и помещения личной гигиены женщин).

Проектирование этих помещений должно производиться согласно нормам СНиП 2.09.04—87 «Административные и бытовые здания».

По сравнению с другими санитарно-бытовыми помещениями гардеробные занимают наибольшую площадь (около 40...50 процентов от общей площади санитарно-бытовых помещений), поэтому вопросы рациональной планировки и повышения эксплуатационных качеств их имеют важное значение. Гардеробные проектируют для хранения уличной одежды (пальто, головной убор, обувь), домашней (костюм, платье, белье) и рабочей одежды с соблюдением, как правило, условия самообслуживания.

Гардеробные, душевые, умывальные и другие помещения, используемые при пересменках, следует объединять в гардеробные блоки.

Эти блоки должны объединять группы производственных процессов со сходными требованиями к организации хранения одежды: не следует блокировать отдельные гардеробные домашней (и уличной) одежды с общими гардеробными для хранения специальной и домашней одежды, так как в этом случае разница в гигиенических требованиях к хранению одежды воспринимается работниками как неравноправие, неудобство, что вызывает стихийный переход на хранение всей одежды в общей гардеробной, способствующей переносу особо грязных и опасных производственных загрязнений на домашнюю одежду.

Допускается объединение различных типов гардеробных для производств с малочисленным персоналом, так как проектирование гардеробных блоков со списочным количеством рабочих менее 50 человек экономически нецелесообразно.

Гардеробные на производстве должны быть отдельными для специальных групп производственных процессов: вызывающие загрязнения веществами 3-го и 4-го классов опасности тела и спецодежды, удаляемые с применением специальных моющих средств (группа 1в); протекающие при избытках явного тепла или неблагоприятных метеорологических условиях, связанные с воздействием влаги, вызывающей намокание спецодежды (2в), при температуре воздуха до 10 °С, включая работы на открытом воздухе (2г); вызывающие загрязнения веществами 1-го и 2-го классов опасности, а также веществами, обладающими стойким запахом (3б). В виде исключения может допускаться объединение в одном гардеробном блоке работников групп 1в и 3б, а также 2в и 2г групп производственных процессов при условии, что их суммарное число не превышает 50 человек.

При выборе величины гардеробного блока следует исходить как из возможности объединения в одном блоке работников различных

групп производственных процессов, так и из условий эксплуатации гардеробных. Рекомендуется принимать вместимость гардеробного блока не более 60 мест и блоки вместимостью не менее 100 человек.

Предусматривается три способа организации хранения специальной и домашней одежды:

попеременное в одном отделении шкафа;

в разных отделениях шкафа в одном помещении;

в разных помещениях.

Хранение спецодежды попеременно в одном шкафу целесообразно только для производственных процессов, вызывающих незначительные ее загрязнения, при условии, что они не могут быть перенесены через внутреннюю поверхность шкафа на домашнюю одежду — группа 1а (процессы, вызывающие загрязнения веществами 3-го и 4-го классов опасности только рук).

Хранение домашней и специальной одежды в разных гардеробных предусматривается для производственных процессов с особо сильными и опасными загрязнениями для предотвращения их возможного перенесения на домашнюю одежду в процессе переодевания.

Для хранения одежды предусматриваются следующие виды оборудования: запираемые (закрытые) шкафы, открытые шкафы и вешалки.

Для отдельного хранения уличной одежды следует предусматривать вешалки, для ее совместного хранения с домашней одеждой — шкафы.

Домашнюю одежду следует, как правило, хранить в запираемых отделениях шкафов.

Для хранения специальной одежды могут применяться как запираемые, так и открытые отделения шкафов.

Для удобства проведения текущих ремонтов гардеробных блоков в одном гардеробном блоке рекомендуется проектировать не менее двух душевых помещений.

Основным типом душевых кабин являются открытые душевые кабины. В целях повышения удобства пользования кабины в женских душевых рекомендуется оборудовать устройствами с гибкими шлангами либо с наклонной установкой форсунки над уровнем пола не выше 1,6 м.

Закрытые душевые кабины являются более комфортными, однако имеют меньшую пропускную способность, так как используются и для вытирания тела. Не рекомендуется применение закрытых душевых кабин на производствах с особо сильными или опасными загрязнениями (группы 1в, 2б — процессы, протекающие при избытках яв-

ного лучистого тепла). Закрытые душевые кабины рекомендуется проектировать отдельно от помещения с открытыми кабинами.

Душевые кабины со сквозным проходом применять не рекомендуется, за исключением случаев, специально оговоренных в технологическом задании или ведомственных нормах. Душевые кабины со сквозным проходом требуют большей площади помещений, неудобны в пользовании и не обладают гигиеническими преимуществами перед открытыми душевыми кабинами.

При расчете количества душевых сеток следует иметь в виду, что расчетное количество 3, 5 и 7 человек на одну душевую сетку предполагает пользование душем каждым работником (при разной продолжительности мытья). При назначении одной сетки на 15 или 25 человек предполагается использование душа, как общегигиенической процедуры или для очистки от случайно возникших загрязнений только некоторыми работниками. Поэтому при проектировании душевых с расчетом 7, 5 или 3 человека на душевую сетку требуется их размещение в гардеробном блоке с учетом кратчайших удобных связей с местами хранения одежды.

Двери помещений душевых и преддушевых должны быть самозакрывающимися, чтобы предотвратить проникновения водяных паров в гардеробные помещения.

Умывальные рекомендуется размещать в отдельных помещениях, смежно с душевыми. При количестве умывальников не более 4 допускается размещать умывальники на специально отведенной площади гардеробных, смежно с душевыми. С боковых сторон места для умывания рекомендуется выделять перегородками высотой 1 м. Полы под умывальниками на расстоянии 0,9 м от стены и 0,45 м от оси крайнего умывальника должны быть облицованы керамической плиткой и иметь трапы.

Уборные в многоэтажных бытовых помещениях должны быть на каждом этаже. При численности работников на двух смежных этажах 30 человек или менее уборные следует размещать на одном из этажей с наибольшей численностью. При численности работников на трех этажах менее 10 человек допускается одну уборную на три этажа. Общую уборную для мужчин и женщин допускается предусматривать при численности работников в смену не более 15 человек. Уборные рекомендуется оборудовать напольными чашами. При оборудовании уборных в цехах унитазами во избежание их поломки рекомендуется предусматривать опоры для ног на уровне верха унитаза.

Лотковые писсуары применять не рекомендуется, как не отвечающие гигиеническим и эстетическим требованиям.

Уборные должны быть оборудованы крючками, корзинками для мусора и держателями бумаги.

Помещения для личной гигиены женщин предназначены для проведения гигиенических процедур. В их состав входят: помещения для раздевания, индивидуальные кабины для процедур, оборудованные гигиеническими душами с индивидуальными смесителями холодной и горячей воды, с ножным пуском; места для раздевания, оборудованные скамьями с крючками над каждым местом и умывальником. Помещения для личной гигиены женщин следует оборудовать: биде со смесителями горячей и холодной воды, умывальником со смесителем холодной и горячей воды, бачком для мусора, крючками для одежды и белья, скамьей размерами 30х40 см.

Кабины облицовываются керамической плиткой. Над поддонами устанавливается подставка.

Нормы площади помещений на 1 человека, единицу оборудования, расчетное число работников, обслуживаемых на единицу оборудования в санитарно-бытовых помещениях, следует принимать:

Площадь помещений на человека, м^2:	
Гардеробные уличной одежды, раздаточные спецодежды, помещения для обогрева или охлаждения	0,1
Кладовые для хранения одежды:	
при обычном составе спецодежды	0,04
расширенном составе спецодежды	0,06
громоздкой спецодежде	0,08
Респираторные	0,07
Помещения централизованного склада спецодежды и средств индивидуальной защиты:	
для хранения	0,07
выдачи, включая кабины примерки и подгонки	0,02
Помещения дежурного персонала с местом для уборочного инвентаря, курительные при уборных или помещениях для отдыха	0,02
Места для очистки обуви, бритья, сушки волос	0,01
Помещения для сушки, обеспыливания или обезвреживания спецодежды	0,15
Помещения для мытья спецодежды, включая каски и спецобувь	0,3
Площадь помещений на единицу оборудования, м^2:	
Преддушевые при кабинах душевых открытых и со сквозным проходом	0,7
Тамбуры при уборных с кабинами	0,4

Расстояние от рабочих мест в производственных зданиях до уборных, курительных, помещений для обогрева или охлаждения, полудушей, устройств питьевого водоснабжения должно приниматься не более 75 м, а от рабочих мест на площадке предприятия — не более 150 м.

ГЛАВА 6

УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

6.1. ПРЕДМЕТ И СОДЕРЖАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Проблемы охраны труда затрагивают многие стороны жизни и деятельности трудовых коллективов, организации производства и труда, организации управления производством, носит разносторонний многоплановый характер. Сложность состоит в том, что решение должно обеспечиваться на каждом этапе производственного процесса, на каждом участке производства, на каждом рабочем месте. Создание принципиально новой, безопасной и безвредной для человека техники и технологии требует системного, комплексного подхода к решению проблем охраны труда.

Отсутствие комплексного, системного подхода к решению проблем охраны труда, низкий уровень информационного обеспечения не позволяют осуществлять научно обоснованное планирование, определять наиболее важные и первостепенные направления профилактической работы. Это приводит к разработке большого количества малоэффективных мероприятий, к нерациональному распределению и расходованию средств, выделяемых на охрану труда.

Очевидно, что традиционные методы обеспечения безопасности труда, улучшения его условий не соответствуют современному уровню развития производства, являются малоэффективными. К наиболее существенным их недостаткам можно отнести: отсутствие системного подхода к организации охраны труда на производстве; низкий уровень информационного обеспечения задач охраны труда; отсутствие научно обоснованных методов контроля, анализа и комплексной оценки состояния охраны труда; несовершенство используемых критериев и методов морального и материального стимулирования за работу в области охраны труда; низкая эффективность профилактических мероприятий, нерациональное планирование и распределение средств на охрану труда.

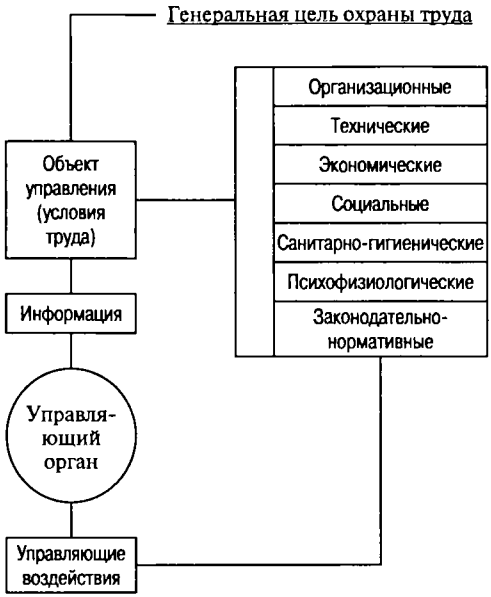

Рис. 6.1. Принципиальная схема процесса управления охраной труда

Цели управления охраной труда. Охрана труда является сложной, многоаспектной системой, имеющей свои специфические цели, задачи и средства их достижения. Одним из важнейших принципов организации производства является создание безопасных и безвредных условий труда на всех стадиях производственного процесса. Поэтому основной, главной целью управления охраной труда следует считать совершенствование организации работы по обеспечению безопасности, снижению травматизма и аварийности на основе решения комплекса задач по созданию безопасных и безвредных условий труда, лечебно-профилактическому и санитарно-бытовому обслуживанию работающих.

Под *управлением охраной труда* понимается планомерный процесс воздействия на систему «человек — машина — производственная среды» для получения заданных значений совокупности показателей, характеризующих состояние условий труда. Управление охраной труда можно представить как непрерывный процесс последовательно осуществляемых стадий — это оценка параметров условий труда, формирование целей и постановка задач, составление программ, оперативное управление программами, оценка эффективности осуществления программ, стимулирование исполнителей. Принципиальную схему процесса управления охраной труда можно представить в виде схемы, изображенной на рис. 6.1.

В решении многообразных задач в сфере охраны труда принимают непосредственное участие руководители предприятия, структурных подразделений, функциональных служб, отдела охраны труда, профсоюзные комитеты. В эту работу вовлекаются практически все работники предприятия от директора до рабочего. Организация деятельности администрации и служб предприятия по реализации комплекса мер по повышению уровня охраны труда осуществляется через систему управления охраной труда (СУОТ). В СУОТ, как и в любой другой системе управления, необходимо определять основные задачи и функции управления, четко представлять структуру информационных и управленческих связей, формы учетных и отчетных документов и т.д.

На промышленных предприятиях к настоящему времени сложилась достаточно стройная система управления охраной труда, общая функциональная схема которой в общем виде представлена на рис. 6.2.

Сложный комплексный характер задач и функций управления в СУОТ обусловливает то обстоятельство, что при общем единстве содержания задач и функций управления на отдельных предприятиях имеются существенные различия в методах и средствах их реализации, в построении информационных и управленческих связей, в формах учета, анализа и контроля, методах планирования и т.д. При этом основной целью управления охраной труда на предприятии остается выявление и мобилизация всех технических, экономических, организационных и социальных возможностей предприятия для улучшения условий и безопасности труда, сохранение здоровья и работоспособности человека.

Нормативно-правовой основой системы управления охраной труда являются государственные законодательные акты, ГОСТы «Системы стандартов безопасности труда (ССБТ), межотраслевые и отраслевые нормы и правила безопасности и производственной санитарии» и др.

В представленной на рис. 6.2 функциональной схеме СУОТ предприятия сформулированы в общем виде основные задачи, решаемые в сфере охраны труда и направленные на достижение конечной цели создания безопасных и безвредных условий труда в цехах, на участках и рабочих местах. Однако каждая из указанных задач представляет собой сложную многофакторную и многокритериальную проблему, к решению которой должен привлекаться большой круг руководящих работников и исполнителей.

Задачи управления охраной труда. Каждая задача по сути представляет собой целевую подсистему управления, которая может быть рас-

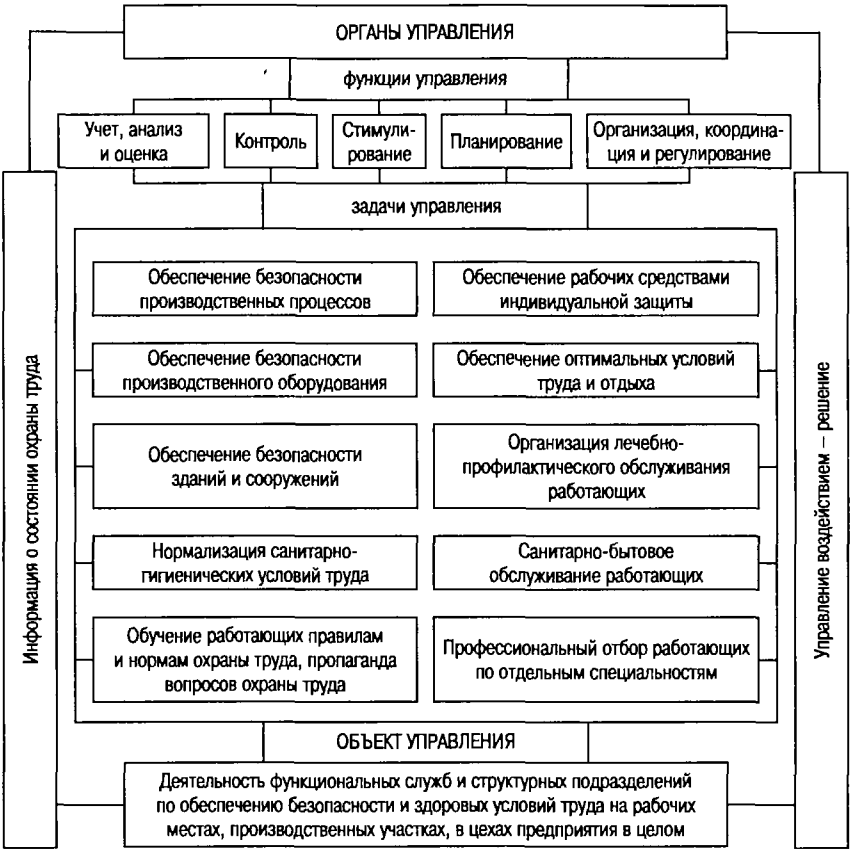

Рис. 6.2. Функциональная схема СУОТ предприятия

считана и детализирована на большое число конкретных задач. Степень детализации и конкретизации задач определяется масштабами данного производства, сложностью решаемых вопросов, уровнем управления, значимостью конечных результатов, сложностью и объемом требуемой исходной и выходной информации и т.д.

Детализация задач позволяет во всем объеме представить весь круг решаемых вопросов, четко определить исполнителей, информационные и управленческие связи, правильно и во всем объеме реализовать функции управления, что в конечном итоге позволяет создать действенный механизм управления подсистемой, оформленный в виде стандарта предприятия или «Положения» об организации работ в данном направлении. Наиболее часто применяется метод детализации задач с помощью построения многоуровневой структуры задач

(дерева задач). Рассмотрим этот метод на примере детализации одной из основных задач управления «Нормализация санитарно-гигиенических условий труда». В такой постановке эту задачу можно определить как задачу первого уровня. Она может быть расчленена на задачи второго уровня:

1. Нормализация состава воздуха рабочей зоны.
2. Нормализация климатических условий.
3. Нормализация электромагнитных и ионизирующих излучений.
4. Нормализация производственного шума.
5. Нормализация производственных вибраций.

Каждая из задач второго уровня может быть детализирована задачами третьего уровня. Так, задача «Нормализация состава воздуха рабочей зоны» может быть конкретизирована задачами:

1. Ограничение поступления в воздух рабочей зоны вредных веществ.
2. Обеспечение бесперебойной работы приточно-вытяжной вентиляции.
3. Обеспечение рациональной планировки участка.
4. Обеспечение технологической дисциплины.

В свою очередь возможна и дальнейшая детализация. Так, задача «Обеспечение бесперебойной работы приточно-вытяжной вентиляции» детализируется на задачи четвертого уровня:

1. Обеспечение правильного проектирования приточно-вытяжной вентиляции.
2. Обеспечение требуемых правил эксплуатации.
3. Организация периодического и планового ремонта и обслуживания.

В зависимости от сложности задач каждого уровня можно переходить на детализацию задач более высокого уровня. Однако чрезмерная детализация задач может привести к неоправданному увеличению объема информационных и управленческих связей, поэтому в каждом конкретном случае необходимо ограничиться оптимальной детализацией. Разделение всей проблемы управления сферой охраны труда на основные задачи управления является достаточно условным. Каждая задача не является обособленной в решении, а тесно связана с решениями других задач, т.е. решается комплексно. Так, например, решение задачи обеспечения безопасности технологических процессов, кроме конкретных вопросов, связанных с содержанием, организацией и оснащением технологического процесса, предусматривает реализацию задач обеспечения безопасности оборудования, зданий и сооружений, оснащения средствами индивидуальной защиты и т.д.

Это и объясняет необходимость применения системного комплексного подхода к управлению охраной труда на предприятии.

Функции управления охраной труда. Каждая из задач, решаемых в системе управления, должна реализовываться посредством функций управления. К ним относятся: функции учета, анализа и оценки, функции контроля, планирования и прогнозирования, стимулирования, организации, координации и регулирования. По своей сути функции управления выражают основные направления управленческой деятельности при решении задач управления на различных уровнях управления, причем каждая из задач решается посредством всех перечисленных функций управления, конкретное содержание которых определяется, в свою очередь, содержанием задач и определением объектов управления. Рассмотрим в общем виде содержание основных функций управления:

1. Функции учета, анализа и оценки объектов управления в каждой из задач должны быть направлены на формирование необходимой информации об объекте управления для разработки и принятия управленческих решений руководителями всех уровней управления (от мастера до директора).

Так, для учета, анализа и оценки состояния условий труда, необходимых для решения практически всех задач управления, должны использоваться данные аттестации и сертификации условий труда в цехе, на участке и рабочих местах, материалы о несчастных случаях и профессиональных заболеваниях, предписания органов государственного надзора и технической инспекции труда, результаты всех видов контроля, материалы специальных обследований.

2. Функция контроля предусматривает контроль за состоянием объекта управления, выявление отклонений от требуемого уровня, проверку выполнения ранее принятых управленческих решений с целью выработки управленческих действий, направленных на устранение выявленных недостатков.

Основными видами контроля являются:

— оперативный контроль руководителя работ и других должностных лиц;

— контроль, осуществляемый службой охраны труда предприятия;

— ведомственный контроль вышестоящих органов;

— контроль, осуществляемый органами государственного надзора и технической инспекцией труда.

Анализ процесса контроля позволяет установить три необходимых элемента контроля (рис. 6.3):

— цели и стандарты, реально выраженные в наглядной форме;

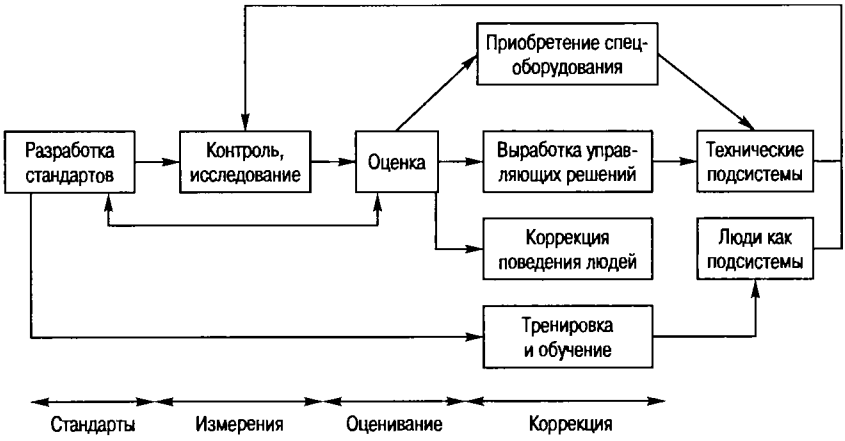

Рис. 6.3. Основные элементы системы контроля

— средства измерения, позволяющие проверить соответствие целям или стандартам;

— средства коррекции, позволяющие вносить изменения, когда измерения показывают отклонения от целей или стандартов.

Контроль как функция социального управления людьми представляет собой систему проверки соответствия функционирования объекта контроля принятым управленческим решениям — законам, планам, нормам, стандартам и т.д., оценивания результатов воздействия на объект и отклонений от принятых управленческих решений.

Конкретными объектами контроля являются такие элементы управляемой системы и характеристики объектов управления, которые обеспечивают безопасность состояния рабочего, его квалификацию и дисциплинированность, исправность машин и прочие параметры, обеспечивающие безопасность.

3. Функция планирования и прогнозирования работ по охране труда включает в себя определение заданий подразделениям и службам предприятия, участвующих в решении каждой из задач управления.

Планирование работ по охране труда осуществляется на основе разработки планов:

— перспективных (пятилетних) — комплексных планов улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий, являющихся составной частью планов экономического и социального развития предприятия;

— текущих (годовых) — планов мероприятий по охране труда, включаемых в соглашение по охране труда для заключения коллективных договоров;

— оперативных (квартальных, месячных) — планов по цехам и участкам.

Прогнозирование работ по охране труда предусматривает установление обоснованных перспективных целей деятельности структурных подразделений, отражающихся на результатах научного анализа и исследований в сфере охраны труда. В частности, при прогнозировании работ по охране труда необходимо использовать результаты всестороннего анализа травматизма и заболеваний на предприятии, причем анализ должен охватывать длительный период — не менее 5...10 лет. Правильное прогнозирование — залог реальности планов, направленных на улучшение условий и безопасности труда.

4. Функция стимулирования за работу по охране труда направлена на создание заинтересованности работающих в решении задач в сфере охраны труда по обеспечению безопасных и безвредных условий труда на рабочих местах, участках, в цехах и на предприятии в целом. Виды и формы материального и морального стимулирования разрабатываются администрацией предприятия совместно с профсоюзным комитетом с учетом постановлений и указаний государственных и профсоюзных органов по вопросам стимулирования.

5. Функции организации «координации» регулирования работ в области охраны труда предусматривают объединение разрозненных действий различных служб предприятия для решения задач управления, установление обязанностей и порядка взаимодействия лиц, участвующих в управлении, принятие и реализацию управленческих решений (приказов, распоряжений, указаний и т.д.).

Следует иметь в виду, что функции управления органически связаны между собой, дополняют друг друга, но во многих случаях вытекают одна из другой. Пренебрежение или снижение полноты реализации одной функции управления немедленно сказывается на возможности и полноте реализации другой.

Так, при решении любой задачи управления охраной труда неполная реализация функции учета, анализа и оценки состояния объекта управления резко ограничивает возможности и эффективность реализации и функции контроля и особенно функций планирования и прогнозирования работ и др.

Действительно, не имея достоверной и полной информации о состоянии объекта управления, невозможно осуществлять действенный контроль за изменением этого состояния, планировать мероприятия по его улучшению, стимулировать поддержание необходи-

мого уровня состояния объекта управления, организовать и координировать работы в этом направлении.

С другой стороны, например, полная и всесторонняя реализация функции «стимулирования», т.е. создание действенной системы заинтересованности каждого коллектива, каждого работающего в решении задач охраны труда, позволяет широко привлекать к управлению охраной труда трудовые коллективы с более полной реализацией всех других функций управления и в конечном итоге в значительной мере повысить эффективность решения задач управления. Таким образом, можно заключить, что правильное применение и «насыщение содержания» функций управления для решения каждой задачи во многом определяет эффективность и четкость действия системы управления охраной труда на предприятии.

Объекты управления охраной труда. Как видно из функциональной схемы управления охраной труда на предприятии (рис. 6.2), в качестве общего объекта управления в СУОТ принята «Деятельность функциональных служб и структурных подразделений по обеспечению безопасных и безвредных условий труда на рабочих местах, производственных участках, в цехах и на предприятии в целом».

В действующих «Положениях и стандартах предприятия по СУОТ» за общий объект управления принимается «Состояние условий охраны труда на рабочих местах», что не вполне правомерно, так как в социально-технических системах управления, к которым относится СУОТ, управлению подлежит именно деятельность служб, отделов и конкретных исполнителей, направленная на достижение целей управления. В СУОТ конечной целью управления, как отмечалось, в общем случае является улучшение состояния и условий охраны труда. Однако следует отметить, что большинство авторов при формировании названия объектов управления в СУОТ говорят «состояние и условия труда», «безопасность» и т.д., но имеют в виду именно «деятельность по улучшению состояния и условий труда», «деятельность по обеспечению безопасности» и т.д. Анализируя общий объем управления в СУОТ, можно заключить, что он носит сложный, комплексный характер и представляется в данной формулировке в самом общем виде. Если рассматривать СУОТ расчлененно согласно задачам управления, то становится очевидным, что каждой задаче соответствует свой объект управления. Так, задаче обеспечения безопасности технологических процессов соответствует вполне определенный объект управления — «Безопасность технологических процессов». В то же время общая формулировка задач предусматривает и общую формулировку объектов управления. При детализации и конкретизации задач управления соответственно детализируются и

конкретизируются объекты управления. Многоуровневой структуре задач управления (дерево задач) соответствует и многоуровневая структура объекта управления (дерево объектов). Так же как и задачи управления, объекты управления взаимосвязаны между собой и для всестороннего анализа требуют применения системного подхода. Важным является полное соответствие определяемого объекта управления решаемой задаче управления любого уровня, так как под объектом управления подразумевается деятельность служб, подразделений и отдельных исполнителей по решению конкретной задачи, то необходимо точно определить, какие службы, подразделения и исполнители привлекаются для решения задачи и содержания их деятельности. Точное представление объекта управления как деятельности различных служб и подразделений позволяют составить матрицу решения задачи управления и матрицу реализации функций управления, которые определяют соответствующим службам и должностным лицам объем и содержание их деятельности по реализации задач управления, устанавливают последовательность и периодичность действий, отчетность и ответственность. В конечном итоге это определит полноту и четкость составления нормативных документов, определяющих структуру и организацию решения конкретной задачи управления охраной труда на предприятии.

Информация в управлении охраной труда. Как и любой процесс управления, управление охраной труда невозможно без четкой системы сбора и обработки информации. Реализация всех задач управления охраной труда, выработка и применение управленческих решений на любом уровне управления осуществляются на основе достоверной, своевременной и полной информации. Всю информацию, необходимую для управления охраной труда, можно условно разделить на нормативную и осведомляющую.

Нормативная информация содержит сведения, характеризующие требуемое состояние объектов управления. Осведомляющая информация характеризует действительное, конкретное на данный отрезок времени состояние объектов управления. Нормативная информация относительно устойчива, поскольку объекты управления, их параметры и нормы, которым должны удовлетворить эти параметры, для системы охраны труда в течение относительно длительного периода времени неизменны. Осведомляющая информация, отражающая быстро изменяющуюся действительность конкретного производственного процесса, постоянно меняется.

Деятельность любого руководителя в области труда нормативна, так как регламентируется решениями, принятыми различными государственными организациями.

К нормативной информации по охране труда относятся прежде всего нормы права, устанавливаемые государством или по его поручению соответствующими органами и организациями, направленные на предупреждение несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Все нормы, которые определяют требования по предупреждению травматизма и профессиональных заболеваний на производстве, в совокупности образуют один из разделов трудового права — раздел охраны труда.

Все нормы охраны труда можно разделить условно на две группы. К первой группе относятся технические нормы, определяющие взаимоотношение человека с орудиями и предметами труда. Эти нормы являются наиболее точными и однозначными. Ко второй группе относятся правовые нормы, которые регламентируют действия и поведение людей. Правовые нормы в отличие от технических являются более абстрактными, поскольку излишняя конкретизация поведения работающих, в особенности руководителей, сковывала бы их инициативу и лишала свободы действия там, где нет необходимости.

Управленческая деятельность требует четкого понимания природы, структуры, смысла и содержания нормативных документов. Особенно важно знать, кому и какое предписывается поведение или действие этими нормативными документами, как влияет их выполнение на возможность возникновения несчастного случая или профессионального заболевания.

Во многих случаях нормативные документы государственного и отраслевого уровня в области охраны труда не указывают способ реализации содержащихся в них норм, не учитывают технологии деятельности по осуществлению принятых решений, а зачастую определяют только границы деятельности. Поэтому исходя из конкретных условий, применительно к конкретным событиям, фактам и случаям на предприятиях разрабатываются индивидуальные нормативно-правовые документы в форме приказов, распоряжений, инструкций и т.д. Таким образом, перечисленные выше нормативно-правовые документы, их содержание, сформулированные в них нормы и правила, конкретные значения нормативных параметров и другое составляют основу нормативной информации, обязательной для использования в процессе управления охраной труда на любом предприятии. К осведомляющей информации по охране труда относится информация, качественно и количественно характеризующая факторы, обеспечивающие безопасность, и дающая возможность определить степень соответствия этих факторов нормативам. Осведомляющая информация сигнализирует о необходимости управляющих воздействий, корректирующих имеющиеся отношения.

К осведомляющей информации предъявляются следующие требования. Она должна быть:

— оптимальной, т.е. содержать минимальное количество показателей, дающих возможность максимально характеризовать данный фактор, чтобы принять эффективное решение;

— своевременной, т.е. должна поступать в тот момент, когда эта информация необходима;

— достоверной, т.е. соответствовать объектам, процессам, системам фактам, которые она отражает;

— ценной, т.е. содержать сведения, уменьшающие степень неопределенности наших знаний об объекте управления;

— простой и ясной для того, чтобы ею можно было пользоваться без каких-либо дополнительных преобразований;

— меняемой, по возможности, в одних и тех же с нормативной информацией единицах.

В настоящее время на предприятиях установилась определенная система сбора, хранения, передачи и использования информации о факторах, характеризующих состояние охраны труда. Эта система включает в себя перечень и виды информации, характеризующие состояние охраны труда, источники и объем информации, периодичность сбора и представления, перечень лиц, которые обязаны собрать информацию, методы сбора, хранения и передачи информации. На многих предприятиях для оперативного сбора, хранения, обработки и выдачи осведомляющей информации используются ЭВМ информационно-вычислительного центра предприятия.

К информации, качественно и количественно характеризующей состояние охраны труда, относятся: санитарно-техническое состояние условий труда на рабочих местах, участках и в цехах, сведения о состоянии производственного травматизма, заболеваемости и состоянии санитарно-бытового обслуживания; уровни механизации и автоматизации; состояние оборудования, зданий и сооружений; данные об организации труда, режимов труда и отдыха; состояние трудовой и производственной дисциплины; уровни квалификации работающих и т.д. Источниками осведомляющей информации о состоянии охраны труда на предприятии являются данные паспортов санитарно-технического состояния рабочих мест, участков и цехов, акты комплексных, специальных и целевых обследований и проверок, акты о несчастных случаях и профзаболеваниях, предложения рабочих и служащих, предписание органов государственного надзора и предложения общественных инспекторов по охране труда, результаты трехступенчатого контроля, акты расследования аварий, анкетные данные отдела кадров о работающих и т.д. Таким образом, для

принятия эффективных управленческих решений необходима всесторонняя объективная информация. Однако в большинстве случаев объем и состав информации настолько велик и многообразен, что требуются предварительная обработка и систематизация для облегчения ее изучения и оценки со стороны субъекта управления.

Для каждой из задач управления целевая обработка информации невозможна без разработки форм входных и выходных информационных документов. Входные информационные документы определяют объем и состав информации, начальную обработку в процессе сбора и заполнения входного информационного документа, предусматривают возможность ее дальнейшей обработки. Выходные информационные документы представляют информацию в обработанном и систематизированном виде, с предварительной качественной и количественной оценкой отдельных показателей.

Целевая направленность глубины и метода обработки информации определяется содержанием задач и функций управления, для реализации которых представляется данная информация, а также наличием разработанных качественных и количественных критериев оценки показателей и применяемыми техническими средствами обработки.

Четкая организация информационного обеспечения управления охраной труда на предприятии, применение современных математических методов и технических средств обработки информации во многом определяют эффективность функционирования всей системы управления охраной труда.

Обеспечение безопасности технологических процессов. Одной из основных и определяющих задач управления охраной труда на предприятии является задача управления безопасности технологических процессов. Объектом управления в этом случае определяется «безопасность технологического процесса», который также носит сложный, комплексный характер с многообразными внутренними и внешними связями. В самом общем виде безопасность технологического процесса можно представить в виде следующей структурной модели (рис. 6.4).

На представленной модели видно, что безопасность технологического процесса будет определяться многими составляющими:

— орудия труда — оборудование, оснастка, инструмент (безопасность работы которых во многом определяет безопасность технологического процесса) характеризуются опасными и вредными факторами, возникающими в процессе работы;

— предмет труда — имеются в виду исходные и технологические материалы, детали, сборочные единицы, которые сами по себе или в

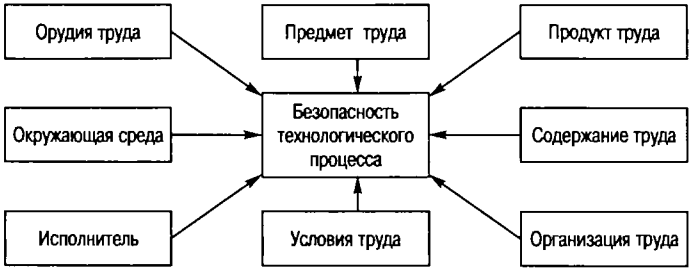

Рис. 6.4. Структурная модель безопасности технологического процесса

процессе обработки в данном технологическом процессе могут представлять определенную опасность;

— продукт труда — окончательный вид полуфабриката, детали сборочной единицы, изделия на выходе технологического процесса, которые в соответствии со своими характеристиками (например, масса, температура, излучение, воспламеняемость и т.д.) могут представлять известную опасность;

— содержание труда — пооперационное содержание движений, приемов, действий работающего, характеризующееся физической и нервно-психической напряженностью труда;

— организация труда — организация рабочего места в соответствии с эргономическими требованиями, рациональная планировка участка, соответствующая организация режимов труда и отдыха и т.д.;

— условия труда — наличие на рабочем месте опасных и вредных производственных факторов и их параметры (параметры воздуха рабочей зоны, освещения, шума, вибрации, электромагнитных излучений и т.д.), наличие и эффективность средств коллективной и индивидуальной защиты;

— исполнитель — выполняющий данный технологический процесс субъект, который характеризуется соответствием индивидуальных психофизиологических особенностей содержанию и условиям труда (определяется при профотборе), профессиональной подготовкой и обученностью безопасным приемам труда;

— окружающая среда — коллектив с его морально-психологическим климатом, социально-бытовые условия на производстве и вне его и т.д.

Даже укрупненный анализ влияющих факторов показывает не только их сложность и многообразие, но и наличие непосредственных связей рассматриваемого объекта управления с другими объектами управления в системе управления охраной труда. Так, на безопасность технологических процессов непосредственно воздействуют

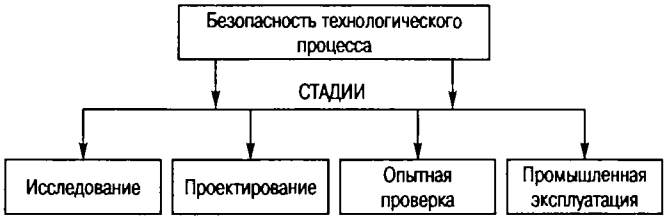

Рис. 6.5. Стадии обеспечения безопасности технологического процесса

безопасность производственного оборудования, обеспеченность средствами коллективной и индивидуальной защиты, организация лечебно-профилактического обслуживания, эффективность обучения работающих охране труда, нормализация санитарно-гигиенических условий труда и т.д., которые сами являются объектами управления или реализации задач управления охраной труда на предприятии.

Из всех влияющих на безопасность технологического процесса факторов можно выделить такие, которые непосредственно связаны с физической сущностью, содержанием технологического процесса, с применяемым для его реализации оборудованием. Определению этих факторов, степени их опасности и вредности, борьбе с их проявлением, определению мер защиты от воздействия этих факторов на работающих должно постоянно уделяться внимание на всех стадиях разработки и эксплуатации технологического процесса. С этой точки зрения обеспечение безопасности технологического процесса можно представить в следующем виде (рис. 6.5).

На стадии «исследование» безопасность технологического процесса должна рассматриваться и обеспечиваться при проведении теоретических исследований, определении физико-химических основ, выборе методов, исходных и технологических материалов, разработке лабораторного оборудования, исследовании технологических режимов и т.д.

На стадии «проектирование» безопасность технологических процессов должна обеспечиваться при разработке оборудования, обработке технологических режимов, разработке комплекта технологической документации и т.д.

На этих двух стадиях обеспечение безопасности можно осуществлять наиболее эффективно, так как здесь предоставляется полная возможность осуществлять борьбу с вредными и опасными факторами непосредственно в источнике их возникновения.

На стадии «опытной проверки» (эксплуатации) безопасность технологических процессов обеспечивается в процессе проверки и корректировки технологических методов, приемов, режимов обработки,

устранения недостатков конструкций оборудования, внесения изменений в технологическую документацию. На этой стадии должны окончательно определяться методы борьбы с проявлением опасных и вредных производственных факторов как в самом технологическом процессе, так и в оборудовании, устанавливается рациональная организация рабочих мест; определяется уровень профессиональной подготовки будущих исполнителей. В идеале три первые стадии должны обеспечить решение всего комплекса вопросов по обеспечению безопасности технологического процесса, чтобы в процессе промышленной эксплуатации технологический процесс представлял собой минимум опасности и вредности для работы. Стадия «промышленная эксплуатация» разделяется на стадии: «технологической подготовки производства» и собственно «промышленной эксплуатации». В процессе технологической подготовки производства разработанный, а зачастую типовой технологический процесс прорабатывается в соответствии с конкретными условиями данного производства и с особенностями данного объекта производства (детали, сборочные единицы, изделия). Здесь вопросы обеспечения безопасности технологического процесса решаются исходя из конкретных условий цеха (участка), где планируется применение технологического процесса.

Наибольший интерес для СУОТ на промышленном предприятии безопасность технологических процессов как объект управления представляет именно на стадии собственно промышленной эксплуатации, когда все недоработки предыдущих стадий могут явиться причиной неблагоприятного воздействия на рабочих, эксплуатирующих технологический процесс. Однако даже в этом случае, если на предыдущих стадиях проведены все необходимые мероприятия, обеспечивающие высокий уровень безопасности технологического процесса, в условиях промышленной эксплуатации уровень безопасности технологического процесса изменяется в различных периодах эксплуатации (рис. 6.6).

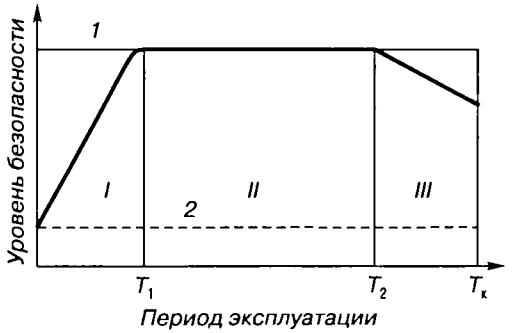

Рис. 6.6. Характер изменения безопасности технологического процесса:

1 — уровень полной (высшей) безопасности; *2* — уровень нулевой безопасности (полной опасности)

Весь срок эксплуатации технологического процесса можно условно разбить на три периода. Начальный I период характеризуется относительно низким уровнем безопасности, связанным с освоением технологического процесса. По мере накопления опыта у работников, обслуживающих данный техпроцесс приработки оборудования, уровень безопасности повышается и достигает верхнего уровня полной безопасности (T_1). II период ($T_1 + T_2$) характеризуется устойчивым уровнем безопасности, связанным с полным освоением технологического процесса и безотказной работой оборудования. В III периоде ($T_2 + T_к$) вновь наблюдается снижение уровня безопасности, связанное с износом оборудования, оснастки, инструмента. Наступает такой критический момент ($T_к$), когда снижение уровня безопасности требует прекращения эксплуатации, технологического процесса и проведения комплекса ремонтных и восстановительных работ. После ремонта безопасность процесса несколько повышается, на какой-то период стабилизируется и вновь снижается, т.е. вновь требуется остановка процесса и проведение ремонтных работ. Межремонтные периоды сокращаются, и наступает момент, когда требуемого уровня безопасности можно достичь только полной заменой оборудования. Длительность указанных периодов эксплуатации, включая межремонтные периоды, зависит от содержания технологического процесса, сложности и надежности оборудования, выполнения требований эксплуатации, качества ремонтных работ и т.д.

Следует также отметить, что даже в период устойчивого уровня безопасности возможны резкие изменения уровня, связанные с нарушением технологической и производственной дисциплины, изменением внешних условий, появлением внезапных отказов оборудования и т.д. Поэтому во все периоды эксплуатации технологического процесса нельзя допускать ослабления внимания к соблюдению норм и правил безопасной работы, надежности средств индивидуальной и коллективной защиты, поддержанию на высоком уровне профессиональной и психофизиологической защищенности обслуживающего персонала.

Обеспечение безопасности технологического процесса во многом зависит от полноты изложения требований безопасности в технологической и нормативно-технической документации. Так, для обеспечения безопасного и безвредного проведения технологического процесса и в целом всего производственного процесса необходимо, чтобы в нормативно-технических и технологических документах, кроме требований к качественному изготовлению изделий, были предусмотрены требования безопасности, соответствующие ГОСТ 12.3.002—75 «Производственные процессы».

Управление охраной труда, как уже отмечалось ранее, представляет собой достаточно сложный и многогранный процесс. Интенсификация производства существенно изменяет содержание труда управленческого персонала отделов охраны труда и техники безопасности, и очевидно, что изыскание новых форм и методов организации управленческой деятельности на современном этапе является насущной задачей, решение которой невозможно без использования ЭВМ.

Проблемы автоматизации управления охраны труда. Для технологии управленческого труда характерным является то, что предметом труда, основой труда, является информация. В сфере охраны труда изменение содержания трудовой деятельности управленческого персонала заключается в основном в увеличении объема и скорости переработки разнообразной информации при осуществлении управленческих процессов.

Поэтому рост учетной, контрольной, плановой и другой информации по вопросам охраны труда ведет к тому, что инженерный персонал отделов охраны труда в своей работе наталкивается на все более жесткие информационные барьеры. В этом случае никакое дальнейшее распределение труда, увеличение численности персонала, уточнение и отлаживание функций управления не дают требуемого эффекта.

В результате такого положения ухудшается качество управления охраной труда, теряется и обесценивается значительная часть информации и увеличивается время на ее получение, резко возрастает дефицит рабочего времени у работников отделов охраны труда. Выходом из сложившегося положения является широкое внедрение ЭВМ в практику управленческой работы, что позволит существенно повысить производительность труда.

Вместе с тем автоматизация управления предполагает рождение новой технологии, построение системы формирования и обработки информации, основанной на максимальной автоматизации производственных функций управленческого персонала. Это, в свою очередь, будет вносить существенные коррективы в стратегию организации управления охраной труда на предприятии.

Поэтому создание автоматизированной системы управления охраной труда на промышленном предприятии будет связано с определенной перестройкой всего процесса управления охраной труда, переосмысления существующего положения.

Одной из особенностей деятельности специалистов промышленных предприятий является то, что им приходится постоянно сталкиваться в своей работе с проблемами и задачами, которые характеризу-

ются новизной, достаточной сложностью и неопределенностью, требующими поиска новых решений в ограниченный период времени и высокой степени ответственности за результат управленческого решения. Все это предполагает основательную профессиональную подготовку специалиста, хорошую гибкость и адаптивность его мышления, владение необходимыми методологическими представлениями, обеспечивающими быструю ориентировку в динамическом характере современного производства.

Очевидно, что такие высокие требования предполагают постоянное совершенствование профессиональных качеств работников, их интеллектуальной культуры. При этом под интеллектом специалиста в этом случае понимается способность успешно реагировать на любую, особенно новую ситуацию путем надлежащих корректировок поведения, способность достаточно быстро понимать взаимосвязи между фактами действительности и вырабатывать обоснованные решения, ведущие к достижению поставленной цели.

Не вызывает сомнения то, что интеллектуальные возможности различных специалистов существенно отличаются, что объясняется различием в возрасте, опыте работы, отношении к делу. Интеллектуальные возможности специалиста определяются степенью обучаемости новым знаниям, характером освоения каждым специалистом методов, умений и навыков выполнения конкретной работы, методологической ориентации в процессе принятия решения. Это, несомненно, будет сказываться на результатах работы по управлению охраной труда, особенно в условиях автоматизации.

Особое, принципиальное значение интеллектуальная культура специалиста по охране труда приобретает в период начала перевода управления в автоматизированный режим, когда от специалиста требуется не только освоение новых приемов и методов работы, но и активное участие в устранении недостатков в работе автоматизированного оборудования, корректировка программного обеспечения и инструкций по работе на ЭВМ. Надо отметить, что повышение интеллектуальной культуры управленческих работников отделов охраны труда может изменяться с течением времени под влиянием его практической деятельности, обучения и личного желания.

В связи с этим одной из важнейших проблем, связанных с автоматизацией управления охраной труда, является подготовка сознания к работе в новых условиях. Поэтому требуются дополнительные меры по поддержанию на высоком уровне интеллектуальной культуры. Это может быть обеспечено системой постоянного обучения инженерного персонала новым вопросам и контроля уровня их знаний по этим вопросам, совершенствования программного обеспечения решения

задач охраны труда, постановкой неформальной самостоятельной работы над собой каждого специалиста, а также материальными и моральными стимулами.

Проведение в нашей стране и за рубежом исследований показывают, что до 25 % рабочего времени специалисты и руководители тратят на выполнение вспомогательной работы рутинного характера. Очевидно, что освобождение специалистов от вспомогательных работ (обеспечивается с помощью ЭВМ) поставит проблему эффективного использования высвободившегося времени.

В связи с этим неизбежна перестройка содержания работы отдела охраны труда в направлении усиления творческих элементов инженерного труда и повышения организующей роли специалистов в работе по совершенствованию управлением охраной труда на промышленных предприятиях.

Цели и задачи автоматизации управления охраной труда. Развитие производства мини- и микроЭВМ и их применение в управлении охраной труда в промышленном производстве позволяет создать предпосылки повышения качества управления. Известно, что эффективность управления зависит от количества и качества информации, поступающей от объекта управления в орган управления и обратно. Поэтому увеличение объема поступающей информации и качества ее переработки позволяет дать более достоверную информацию об объекте управления и повысить результативность управленческих решений. Однако возникающие в настоящее время противоречия между необходимым объемом информации об объекте управления и возможностью органа управления обработать эту информацию не дают возможности изменять объем и качество информационных потоков. Поэтому одной из важнейших задач управления охраной труда с использованием средств автоматизации является упорядочивание информационных потоков в сфере управления охраной труда на промышленном предприятии.

Анализ производственной деятельности инженерного персонала отделов охраны труда безопасности промышленных предприятий позволил выделить следующие о с н о в н ы е ф у н к ц и и, которые наиболее успешно могут быть автоматизированы с помощью электронно-вычислительной техники.

Функция управления включает в себя систематизированное накопление, хранение и корректировку различных данных, определяющих основу всего процесса управления охраной труда. В рамках этой функции осуществляются сбор, обработка, хранение и представление в необходимом виде информации о состоянии охраны труда в подразделениях предприятия и в целом на предприятии. Кроме того, реали-

зуется возможность периодического просмотра различных массивов информации по охране труда и предоставления ее в необходимом и удобном виде. Время поиска, число критериев поиска и сложность запросов на выборку информации могут изменяться в зависимости от требований специалиста и самой системы управления охраной труда.

Функция составления отчетов включает в себя формирование различного рода отчетных документов как в рамках государственной отчетной статистики, так и отчетных документов, включающих в себя отдельные данные из различных статистических форм. Эта функция реализует возможность выполнения над отчетными данными необходимых математических и логических операций для поддержания функции управления информацией.

Функция подготовки документов предусматривает возможность формирования различных управленческих документов с последующей выверкой и корректировкой, создание и заполнение стандартных документов, обращающихся в сфере управления охраной труда на промышленном предприятии. Здесь же возможна реализация задач тиражирования управленческих документов одинакового содержания, предназначенная различным адресатам. Функция подготовки документов предоставляет возможность производить хранение подготовленных документов на машинных носителях длительное время, а также поиск необходимых документов с вызовом их на терминал или распечатку.

Функцией планирования предусматривается составление текущих и перспективных планов по различным направлениям охраны труда. Эта функция предусматривает осуществление планирования с последующим контролем выполнения составленного плана, выдачей обобщенных справок о причинах невыполнения отдельных позиций плана, а также динамики выполнения плана в целом. Функция планирования представляет возможность согласования и увязки различных плановых мероприятий в планах различных организаций и планах оперативного и текущего содержания. Значительные возможности представляет функция планирования в ведении личных деловых календарей, записных книжек, блокнотов, составлении графиков деловых встреч, совещаний и мероприятий, т.е. в планировании личного времени специалиста отдела охраны труда. Функция математических вычислений и финансовых расчетов в вопросах охраны труда дает возможность вести расчеты технических средств охраны труда, проверять обоснованность того или иного инженерного решения, проводить оценку экономического и социального эффекта и т.п.

Функция реализации обучения заключается в осуществлении действенного контроля за проведением периодического обучения работников предприятия различным вопросам охраны труда и техники безопасности. Эта функция позволяет осуществлять постоянную корректировку программ обучения в соответствии с предъявляемыми требованиями. Основным содержанием этой функции является возможность организации самостоятельного обучения в режиме автоматизированной обучающей системы, автоматизированного контроля знаний и аттестации сотрудников предприятия с проставлением оценок по итогам проверки знаний, а также возможность оформления итоговых документов по результатам обучения и аттестации.

Перспективным в некоторых вопросах охраны труда является использование *функции графического представления информации*. Эта функция позволяет создавать различные документы с графическими элементами, т.е. с графиками, диаграммами, планами и т.п. Эти документы могут использоваться в целях иллюстрации санитарно-технических паспортов, планировок размещения оборудования и в отчетных документах.

По мере развития и использования электронно-вычислительной техники в производстве и, в частности, в вопросах организационного управления огромное значение будет приобретать *функция поддержки коммуникаций*, которая реализует обмен между различными рабочими местами, использующими ЭВМ, сообщениями, передачу документов и рабочей документации, организует отдельный или совместный доступ к централизованным банкам данных.

Практическая реализация вышеперечисленных функций в работе отдела охраны труда промышленного предприятия позволит перейти от ручной обработки информации к автоматизированной, что изменит содержание труда специалиста в направлении увеличения объема выполнения диалектически логических операций, связанных с обоснованием принятия управленческого решения. В основном все операции обработки и анализа управленческой информации выполняются на ЭВМ.

Автоматизированное рабочее место инженера по охране труда на ПЭВМ. Использование ЭВМ для решения задач управления охраной труда на промышленных предприятиях дает возможность осуществлять сбор, обработку, анализ и представление значительного объема разнообразной информации, которая затем может храниться и накапливаться. Очевидны положительные результаты использования ЭВМ, однако в большинстве случаев применение больших ЭВМ по существу не избавило инженерный персонал отделов охраны труда и техники безопасности от текущей рутинной работы, не снизило вре-

мя на выполнение отдельных управленческих функций, а в некоторых случаях увеличило объем работы, связанной с сопровождением информации в информационно-советующей системе. Поэтому внедрение автоматизированного управления, построенного на больших и средних ЭВМ, не столь эффективно по сравнению с персональными компьютерами (ПЭВМ), которые могут располагаться на рабочих местах специалистов.

Наиболее перспективным является организация проблемно-ориентированных автоматизированных рабочих мест инженеров по охране труда промышленного предприятия. Под автоматизированным рабочим местом понимается расположенная на рабочем месте специалиста или руководителя отдела охраны труда ПЭВМ, с помощью которых реализуется функциональный комплекс задач по управлению охраной труда в режиме диалога. В качестве технической базы автоматизированного рабочего места (АРМ) целесообразно выбирать ЭВМ пятого поколения.

Автоматизация управления охраной труда с помощью АРМ может проводиться как по отдельным задачам управления, так и путем автоматизации функционирования информационной системы предприятия, включающей в себя общую сеть потоков данных всех видов, необходимых для управления предприятия в целом. Для автоматизации управления охраной труда наиболее приемлемым является первый метод, поскольку в этом случае задачи, намеченные для автоматизации, могут разрабатываться отдельно, в определенной логической последовательности или параллельно.

Типовая структура АРМ инженера по охране труда включает в себя пять основных блоков программных средств: справочно-информационный; учет, анализ и оценка показателей состояния охраны труда; контроль выполнения, планирование работы по охране труда; заполнение и размножение документов. Дополнительный шестой блок может быть реализован в виде задач автоматизированной обучающей системы и задач проведения аттестации по вопросам техники безопасности.

Справочно-информационный блок включает в себя нормативно-справочные, директивные, тематические и служебные материалы, которые используются в работе инженерного персонала. С помощью разнообразных справочно-поисковых и справочно-информационных систем, введенных в память ПЭВМ, осуществляется в диалоговом режиме поиск и предоставление необходимой информации.

Блок заполнения и размножения документов позволяет формировать, редактировать и распечатывать все до-

кументы, вращающиеся в отделе охраны труда и техники безопасности, а также обеспечивать их длительное хранение на магнитных носителях.

Блок контроля решений обеспечивает организацию проведения всех контрольных операций, осуществляемых отделом. При этом организуется не только постановка на контроль документов, но и выдача напоминаний, запросов и итоговых документов по результатам контроля с указанием недостаточно хорошо работающих лиц и подразделений.

Блок планирования работы по охране труда позволяет выполнять перечень работ, близкий к описанной выше подсистеме. Кроме того, в этом блоке может быть организовано ведение «записной книжки», которая может помогать планировать текущую работу инженерного персонала.

Блок учета, анализа и оценки показателей охраны труда организует поддержку всего комплекса работ, выполняемых работниками отдела, и имеет увязку со всеми другими блоками.

6.2. СЛУЖБА ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ, ЕЕ ФУНКЦИИ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

Основами установлено (статья 12), что для организации работы по охране труда на предприятии численностью более 100 человек создаются службы охраны труда. При численности работников менее 100 человек решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимает работодатель с учетом специфики деятельности данного предприятия. Структура и численность работников службы определяются работодателем с учетом рекомендаций государственного органа управления охраной труда. Министерством труда РФ постановлением от 10 марта 1995 г. № 13 утверждены Межотраслевые нормативы численности работников служб охраны труда на предприятии. Вместе с тем этой же статьей ответственность за состояние условий и охраны труда на предприятии возлагается на работодателя.

В целях реализации Основ и оказания помощи работодателям в организации работы службы охраны труда на предприятиях, в учреждениях и организациях Минтрудом РФ принято постановление 30 января 1995 г. № 6 «Об утверждении Рекомендаций по организации работы службы охраны труда на предприятии, в учреждении и организации».

Лиц, имеющих высшее образование, но не имеющих квалификации инженера по охране труда, до исполнения ими должностных обязанностей рекомендуется направлять за счет средств предприятия на обучение в высшие профессиональные учебные заведения на специальные факультеты по переподготовке кадров с присвоением квалификации — инженер по охране труда.

Работодателю рекомендуется организовывать для работников службы охраны труда систематическое повышение квалификации не реже одного раза в 5 лет.

На предприятиях, где в соответствии с Межотраслевыми нормативами численности работников службы охраны труда требуется менее одной ставки инженера по охране труда, работодатель может приказом по предприятию возложить обязанности инженера по охране труда на специалиста (с его согласия и после соответствующего обучения), который наряду с основной работой будет уделять часть рабочего времени выполнению должностных обязанностей инженера по охране труда, или пригласить на договорной основе специалиста соответствующей квалификации.

Основными задачами службы охраны труда являются:

— организация и координация работы по охране труда на предприятии;

— контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда работниками предприятия;

— совершенствование профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний и улучшению условий труда;

— консультирование работодателя и работников по вопросам охраны труда.

Для выполнения поставленных задач рекомендуется на службу охраны труда возложить следующие функции:

— выявление опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах;

— проведение анализа состояния и причин производственного травматизма, профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний;

— оказание помощи подразделениям предприятия в организации и проведении замеров параметров опасных и вредных производственных факторов, аттестации и сертификации рабочих мест и производственного оборудования на соответствие требованиям охраны труда;

— информирование работников от лица работодателя о состоянии условий труда на рабочем месте, о причинах и возможных сроках наступления профессиональных заболеваний, а также о принятых мерах по защите от опасных и вредных производственных факторов;

— участие в подготовке документов на выплату возмещения вреда, причиненного здоровью сотрудников в результате несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;

— проведение проверок, обследований (или участие в проверках, обследованиях) технического состояния зданий, сооружений, оборудования, машин и механизмов на соответствие их нормативным правовым актам по охране труда, эффективности работы вентиляционных систем, состояния санитарно-технических устройств, санитарно-бытовых помещений, средств коллективной и индивидуальной защиты работников;

— разработка совместно с руководителями подразделений и другими службами предприятия мероприятий по предупреждению несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, по улучшению условий труда и доведению их до требований нормативных правовых актов по охране труда, а также оказание организационной помощи по выполнению запланированных мероприятий;

— участие в составлении раздела «Охрана труда» коллективного договора, соглашения по охране труда предприятия;

— участие в работе комиссий по приемке в эксплуатацию законченных строительством или реконструированных объектов производственного назначения, по приемке из ремонта установок, агрегатов, станков и другого оборудования;

— составление (при участии руководителей подразделений и соответствующих служб предприятия) перечней профессий и видов работ, на которые должны быть разработаны инструкции по охране труда;

— оказание методической помощи руководителям подразделений предприятия при разработке и пересмотре инструкций по охране труда для работников, стандартов предприятия системы стандартов безопасности труда;

— разработка программы и проведение вводного инструктажа по охране труда со всеми вновь принимаемыми на работу, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику;

— участие в работе комиссий по проверке знаний по охране труда у работников предприятия;

— организация обеспечения подразделений предприятия правилами, нормами, плакатами и другими наглядными пособиями по ох-

ране труда, а также оказание им методической помощи в оборудовании соответствующих информационных стендов;

— составление отчетности по охране труда по установленным формам и в соответствующие сроки;

— осуществление контроля за:

соблюдением требований законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда;

правильным применением средств индивидуальной защиты;

соблюдением Положения о порядке расследования и учета несчастных случаев на производстве;

выполнением мероприятий раздела «Охрана труда» коллективного договора, соглашения по охране труда, по устранению причин, вызвавших несчастный случай (из акта формы Н-1), предписаний органов государственного надзора и контроля, других мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда;

наличием в подразделениях инструкций по охране труда для работников согласно перечню профессий и видов работ, на которые должны быть разработаны инструкции по охране труда, своевременным их пересмотром;

соблюдением графиков замеров параметров опасных и вредных производственных факторов;

своевременным проведением соответствующими службами необходимых испытаний и технических освидетельствований оборудования, машин и механизмов;

эффективностью работы аспирационных и вентиляционных систем;

состоянием предохранительных приспособлений и защитных устройств;

своевременным и качественным проведением обучения, проверки знаний и всех видов инструктажей по охране труда;

организацией хранения, выдачи, стирки, химической чистки, сушки, обеспыливания, обезжиривания и ремонта специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты;

правильным расходованием в подразделениях предприятия средств, выделенных на выполнение мероприятий по охране труда;

— доведение до сведения работников предприятия вводимые в действие новые законодательные и иные нормативные правовые акты по охране труда;

— организация хранения документации (актов формы Н-1 и других документов по расследованию несчастных случаев на производстве, протоколов замеров параметров опасных и вредных производственных факторов, материалов аттестации и сертификации рабочих

мест и др.) в соответствии со сроками, установленными нормативными правовыми актами.

Для выполнения функциональных обязанностей работникам службы охраны труда должны быть предоставлены следующие права:

— в любое время суток беспрепятственно осматривать производственные, служебные и бытовые помещения предприятия, знакомиться с документами по вопросам охраны труда;

— проверять состояние условий и охраны труда в подразделениях предприятия и предъявлять должностным лицам и другим ответственным работникам обязательные для исполнения предписания (рекомендуемая форма Предписания инженера (начальника отдела, бюро) по охране труда прилагается к настоящим Рекомендациям) об устранении выявленных нарушений законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда;

— запрещать эксплуатацию машин, оборудования и производство работ в цехах, на участках, рабочих местах при выявлении нарушений нормативных правовых актов по охране труда, которые создают угрозу жизни и здоровью работников или могут привести к аварии, с уведомлением об этом работодателя (руководителя подразделения или его заместителя);

— привлекать по согласованию с работодателем и руководителями подразделений предприятия соответствующих специалистов к проверкам состояния охраны труда;

— запрашивать и получать от руководителей подразделений предприятия материалы по вопросам охраны труда, требовать письменные объяснения от лиц, допустивших нарушения нормативных правовых актов по охране труда;

— требовать от руководителей подразделений отстранения от работы лиц, не прошедших в установленном порядке инструктаж по охране труда, обучение и проверку знаний по охране труда или грубо нарушающих правила, нормы и инструкции по охране труда;

— представлять работодателю, руководителям подразделений предприятия предложения о поощрении отдельных работников за активную работу по созданию здоровых и безопасных условий труда, а также о привлечении к ответственности виновных в нарушении законодательных и иных нормативных правовых актов об охране труда;

— представительствовать по поручению руководства предприятия в совещаниях по охране труда.

Кроме работ, определенных Рекомендациями, службе охраны труда предприятия приходится решать и другие задачи в области охраны труда, вытекающие из специфических особенностей предпри-

ятия и возникающих ситуаций в процессе производства. Исходя из задач, поставленных перед службой охраны труда, ее работники должны обладать разносторонними техническими знаниями, разбираться в имеющемся оборудовании, в профессиональных опасностях и вредностях, знать санитарно-гигиенические условия при производстве различных работ.

Между работниками службы охраны труда должны быть четко распределены обязанности и закреплены участки работ. Распределение производится исходя из деловых качеств и квалификации работников, учета числа работающих в подразделениях, сложности производства и других факторов. Организационно такое распределение обязанностей закрепляется приказом (распоряжением) по службе охраны труда или предприятию.

В целях координации и более эффективной деятельности работников службы охраны труда составляется общий годовой план работы, несмотря на большое количество работ, которые не могут быть заранее предусмотрены из-за невозможности их предвидения (участие в расследовании несчастных случаев, работе органов государственного надзора, представление внеплановой информации, участие в работе различных комиссий и т.д.).

Для более качественного планирования работ службой охраны труда составляется Перечень работ, проводимых в течение года с указанием их периодичности. В планы включаются не только те мероприятия, которые инженеры по охране труда проводят сами (например, обследования и проверки), но и те, проведение которых они должны контролировать и добиваться их выполнения от других ответственных лиц.

6.3. ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Планирование работ по охране труда — это организационный управленческий процесс, осуществляемый с целью обеспечения безопасных условий труда работников на основе эффективного использования средств, выделяемых на улучшение условий и охраны труда.

Составление планов по охране труда представляет собой разработку конкретных мероприятий на определенный срок, с указанием исполнителей и средств, необходимых для реализации мероприятий.

Согласно Основам законодательства РФ об охране труда экономический механизм обеспечения охраны труда включает в себя планирование и финансирование мероприятий по охране труда (статья 16), предприятия должны ежегодно выделять необходимые средства в

объемах, определяемых коллективными договорами или соглашениями (статья 17).

Минтруда РФ постановлением от 27 февраля 1995 года № 11 утвердил Рекомендации по планированию мероприятий по охране труда.

Согласно этим Рекомендациям мероприятия по охране труда обеспечиваются соответствующей проектно-конструкторской и технологической документацией, оформляются разделом в коллективном договоре и соглашении по охране труда на основе анализа причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний, по результатам экспертизы технического состояния производственного оборудования, а также с учетом работ по обязательной сертификации постоянных рабочих мест на производственных объектах на соответствие требованиям охраны труда.

Соглашение по охране труда (в дальнейшем — соглашение) — правовая форма планирования и проведения мероприятий по охране труда с указанием сроков выполнения и ответственных лиц. Соглашение вступает в силу с момента его подписания сторонами (работодателями и уполномоченными работниками представительными органами) либо со дня, установленного в соглашении. Внесение изменений и дополнений в соглашение производится по взаимному согласию сторон. Контроль за выполнением соглашения осуществляется непосредственно сторонами или уполномоченными ими представителями. При осуществлении контроля стороны обязаны предоставлять всю необходимую для этого имеющуюся информацию.

Отчет о фактических затратах на мероприятия по охране труда составляется по форме, утвержденной Государственным комитетом РФ по статистике.

6.4. СОЗДАНИЕ, ОБОРУДОВАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КАБИНЕТОВ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Кабинет охраны труда предприятия является организационным учебно-методическим центром пропаганды знаний в области охраны труда.

Содержанием работы кабинета на предприятии является организация и проведение:

— обучения и инструктажа по безопасным методам труда работников, а также учащихся средних и специальных школ и училищ, техникумов, студентов высших учебных заведений, проходящих производственную практику;

— семинаров, курсов и тематических занятий с рабочими, к которым предъявляются требования специальных знаний по технике без-

опасности и производственной санитарии; семинаров по охране труда для рабочих и служащих, профсоюзного актива; периодического инструктажа и проверки знаний работников по вопросам охраны труда;

— консультаций, лекций, бесед, просмотров кинофильмов, выставок, пропагандирующих передовой опыт работы по охране труда;

— тематических выставок, пропагандирующих опыт своего и родственных предприятий по снижению производственного травматизма и профессиональных заболеваний;

— информационной работы по пропаганде достижений в области организации производства, применения новых материалов, процессов и других мероприятий, внедрение которых способствует улучшению условий труда на предприятии;

— методической помощи цехам, производственным участкам (отделам, лабораториям) в организации и работе стендов по охране труда.

Кабинет охраны труда рекомендуется создавать на предприятии со списочным количеством работников 100 человек и более. На предприятии со списочным количеством работников до 300 человек кабинет охраны труда может быть совмещен с кабинетом для учебных занятий (техническим кабинетом).

Для оборудования кабинета охраны труда должно быть выделено специальное помещение, площадь которого рекомендуется определять в зависимости от списочной численности работников ($м^2$):

до 1000 человек — 24;

1001...3000 человек — 48;

3001...5000 человек — 72;

5001...10 000 человек — 100;

10 001...20 000 человек — 150;

свыше 20 000 человек — 200.

Методический кабинет охраны труда оборудуется по проекту, составленному с учетом специфики производства предприятия. Непосредственную практическую работу методического кабинета должен организовать инженер-методист, подчиненный руководителю службы охраны труда.

Кабинет охраны труда предприятия должен быть оснащен в соответствии со стоящими перед ними задачами и иметь три следующих раздела:

— учебный;

— справочно-методический;

— информационно-выставочный.

Учебный раздел должен быть наибольшим как по занимаемой площади, так и по количеству используемых в нем материалов; уком-

плектован учебно-наглядными пособиями, отражающими специфику всех видов производства данного предприятия, а также учебным инвентарем и техническими средствами пропаганды (проекционной, звукозаписывающей и воспроизводящей аппаратурой, контрольно-обучающими машинами, тренажерами, контрольно-измерительными приборами).

Для дистанционного управления техническими средствами обучения необходимо установить на столе преподавателя пульт управления, который состоит из элементов управления техническими средствами обучения и информации (кинопроекционная установка, диапроекторы для демонстрации диапозитивов и диафильмов) и системы рационального затемнения кабинета.

Рекомендуется учебно-наглядные пособия систематизировать по тематике, сведя их в две группы — общую и специальную. Пособия общей группы могут быть использованы главным образом при проведении вводного инструктажа и тематика их должна быть согласована с программой инструктажа. Пособия специальной группы должны отражать специфические условия работы производственных участков и требования, предъявляемые к организации и содержанию рабочих мест.

Справочно-методический раздел должен быть укомплектован нормативно-технической документацией по охране труда, учебными программами, методическими справочниками, директивными и другими пособиями, необходимыми для проведения обучения, инструктажа и консультаций работающих по вопросам трудового законодательства, техники безопасности и производственной санитарии.

Информационно-выставочный раздел должен быть укомплектован пособиями, оборудованием, экспонатами, действующими моделями, предназначенными для организации постоянных и временных передвижных выставок на территории предприятия.

Создание кабинета охраны труда должно осуществляться по определенному плану под руководством службы охраны труда предприятия. Расположен он должен быть по возможности рядом со службой охраны труда и состоять из двух помещений: основного (учебного) и подсобного (препараторской).

Подсобное помещение рекомендуется площадью 12×15 м^2. Естественное освещение кабинета должно соответствовать требованиям СНиП 23-05—95 «Естественное и искусственное освещение».

В организации учебного процесса главной является фронтальная стена, к которой аудитория обращена лицом. Необходимо, чтобы она не имела оконных проемов, так как прямой световой поток ухудшает видимость демонстрируемого материала и приводит к быстрому зри-

тельному утомлению. Улучшению освещенности всего помещения способствует окраска стен в светлые тона: нейтрально-серый с легкой примесью голубого или зеленого. Стена с оконными проемами — важный элемент для создания целостного ансамбля кабинета. Простенки на фоне окон выглядят очень темными. Поэтому для уменьшения светового контраста их желательно окрашивать в светлые тона. Необязательно окрашивать все остальные стены кабинета в такой же цвет.

Стена напротив окон предназначается в основном для экспозиции материалов по охране труда. Не следует стену разделять на верхнюю (светлую) и нижнюю (темную) панели. Стену окрашивают одним цветом от пола до потолка, что отвечает требованию целостности ансамбля всего помещения. Стены кабинета не следует перегружать стендами, плакатами, образцами.

Для демонстрации фильмов, диафильмов или диапозитивов оконные проемы оборудуют затемняющими шторами. Подбирая ткань для таких штор, следует учитывать, как она будет сочетаться с цветом стен. Лучше выбирать ткань с рисунком, который успокаивает глаза и создает выгодный фон для мебели и оборудования.

Полы в кабинете целесообразно выполнить из квадратных поливинилхлоридных плиток или линолеума. Цветовую гамму пола желательно выполнить на нейтральных светло-серых сочетаниях, способствующих увеличению освещенности.

6.5. ПРОПАГАНДА ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Пропаганда в области охраны труда является одним из основных направлений работы, способствующей улучшению состояния условий и охраны труда работников предприятий, снижению уровня производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Задачами пропаганды в области охраны труда являются:

— ознакомление работников предприятий с теми мероприятиями, которые проводят федеральные законодательные и исполнительные власти и органы управления для улучшения состояния условий и охраны труда;

— пропаганда технических знаний в области охраны труда;

— обобщение и распространение передового опыта, достижений науки и техники в области охраны труда.

Решение задач пропаганды в области охраны труда достигается путем:

— демонстрации кинофильмов и диафильмов;

— проведения лекций, докладов и бесед;

— информации об издании новых книг и плакатов;

— организации периодических выставок;

— использования заводского радиовещания, заводской многотиражки, стенных газет, стендов охраны труда.

Пропаганда в области охраны труда должна способствовать:

— доведению до сознания каждого рабочего значения создания благоприятных условий труда, необходимости безусловного выполнения всех норм и правил техники безопасности и производственной санитарии, соблюдения технологической и трудовой дисциплины, проведения мероприятий по профилактике травматизма и профессиональных заболеваний;

— повышению технического уровня трудящихся.

Научно-популярные и учебные кинофильмы по технике безопасности, производственной санитарии, технической эстетике и другим вопросам являются эффективным средством пропаганды. Демонстрация кинофильмов, диафильмов, рисунков, схем, чертежей осуществляется с помощью технических средств (фильмоскопов, диапроекторов, эпидиаскопов, диаскопов, диафонопроекторов, кинопередвижек, кинопроекторов, стендовых кинопроекционных устройств, магнитофонов, телевизоров и др.).

К эффективным формам пропаганды вопросов охраны труда относятся лекции, доклады, беседы. Лекции по охране труда должны проводиться как по общим, так и по конкретным вопросам. Задачей лекций по общим вопросам является расширение кругозора слушателей и привлечение внимания к вопросам охраны труда для активизации работы в этой области. Лекции на конкретные темы охраны труда должны пропагандировать комплекс мероприятий или отдельные мероприятия, способствующие улучшению условий труда в цехах и на производственных участках. Темы лекций следует излагать с учетом специфических особенностей соответствующего производства, его оборудования, условий труда. Необходимо на примерах состояния охраны труда и анализа конкретных недостатков давать рекомендации по их устранению.

Лекции целесообразно сопровождать показом наглядных пособий — чертежей, схем, плакатов, фотографий. Темами таких лекций могут быть вопросы охраны труда в отдельных производствах, меры безопасности на некоторых видах оборудования, профилактические меры при работах, связанных с вредностями или повышенной опасностью, способы устранения причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний, вопросы применения спецодежды и других средств индивидуальной защиты.

К чтению лекций следует привлечь сотрудников научно-исследовательских институтов, врачей органов санитарно-эпидемиологического надзора, государственных инспекторов по охране труда, специалистов органов управления охраны труда, предприятия и др. Лектор должен не только хорошо знать тему лекции, но и иметь основательные знания местных условий труда. От него требуется умение вызвать у слушателей интерес к положительному опыту и желание использовать его в своей работе. Освещая конкретные недостатки, имеющиеся в условиях данного производства, лектор должен намечать перед слушателями конкретные пути их устранения.

Помимо проведения лекций службы охраны труда, а при наличии кабинета охраны труда должны организовать подготовку докладов о состоянии травматизма на цеховых участках или на отдельных видах оборудования с разбором причин и возможных путей их устранения, о планах оздоровительных мероприятий и мероприятий по охране труда на предприятии и в отдельных цехах и др.

Докладчиками должны выступать руководители цеха, специалисты, уполномоченные (доверенные) лица по охране труда или государственного инспектора по охране труда, врачи органов санитарно-эпидемиологического надзора, специалисты органов управления охраной труда и др.

Беседы по вопросам охраны труда предназначены главным образом для работников отдельных производственных участков. Темы бесед определяются наиболее злободневными проблемами, возникающими на участках. Темой беседы может быть несчастный случай, происшедший на участке (с анализом причин и изложением необходимых профилактических мер), а также отдельные случаи нарушения рабочими инструкций по безопасным способам работы или разбор содержания инструкции по охране труда.

Основная цель беседы — мобилизовать слушателей на устранение конкретных причин несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Беседы должны быть краткими, выразительными, с конкретными примерами. Они должны воспитывать в коллективе сознательность и инициативу.

Службы охраны труда, а при наличии кабинеты охраны труда должны регулярно информировать работников предприятий о новых книгах в области охраны труда, периодических изданиях, работах научно-исследовательских институтов, нормативных правовых актов по охране труда, плакатах по охране труда и др. Для своевременной информации об опыте работы и новейших достижениях предприятий и других организаций в области охраны труда на предприятиях должны устраивать небольшие выставки эпизодического характера.

Для пропаганды вопросов охраны труда на предприятии следует использовать радиопередачи через радиоузел. Эти передачи должны посвящаться отдельным вопросам охраны труда в цехах предприятия. При этом приводятся как положительные, так и отрицательные примеры с соответствующими выводами. По радио можно передавать отдельные извлечения из правил техники безопасности и сообщать о последствиях их нарушений. Длительность радиоперадач должна быть, как правило, не более 10 мин.

Службы охраны труда, а при наличии кабинеты охраны труда должны организовывать пропаганду материалов по охране труда через заводскую многотиражку. В ней следует сообщать о причинах травматизма на отдельных производственных участках; освещать работу уполномоченных (доверенных) ими комиссий охраны труда предприятия, помещать описания рационализаторских предложений и изобретений, направленных на улучшение условий труда; публиковать материалы об опыте работы без несчастных случаев и др. Многотиражка должна отражать как положительный опыт, так и недостатки в работе, мобилизуя рабочих, администрацию и общественные организации на устранение недостатков. Целесообразно периодически давать раздел «Вопросы и ответы по охране труда», включая туда наиболее актуальные вопросы, которыми интересуются работающие на данном предприятии.

Службы охраны труда, а при наличии кабинеты охраны труда следует через администрацию цехов организовать цеховые стенные газеты по вопросам охраны труда или стенды охраны труда и консультировать лиц, занятых их выпуском. В этих газетах и на стендах должны отражаться наиболее злободневные вопросы, волнующие рабочих, и вскрываться существенные недостатки в состоянии условий труда.

Следует периодически напоминать администрации цехов и предприятий о том, что наличие производственного травматизма и заболеваний подрывает экономику предприятия. Важно, чтобы критика выявляла производственные резервы, связанные с улучшением условий труда, и призывала руководителей цехов, предприятий и общественные организации усилить борьбу за снижение травматизма и профзаболеваний.

6.6. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ И ПЕРИОДИЧЕСКИХ МЕДИЦИНСКИХ ОСМОТРОВ

Согласно статье 213 Трудового кодекса РФ и статьи 14 Основ работники, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в том числе на подземных работах), а

также на работах, связанных с движением транспорта, проходят обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (для лиц в возрасте до 21 года — ежегодные) медицинские осмотры (обследования) для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний. В соответствии с медицинскими рекомендациями указанные работники проходят внеочередные медицинские осмотры (обследования) (Федеральный закон от 22.08.2004 № 122-ФЗ).

Работники, осуществляющие отдельные виды деятельности, в том числе связанной с источниками повышенной опасности (с влиянием вредных веществ и неблагоприятных производственных факторов), а также работающие в условиях повышенной опасности, проходят обязательное психиатрическое освидетельствование не реже одного раза в пять лет в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

Медицинские осмотры (обследования) и психиатрические освидетельствования осуществляются за счет средств работодателя (часть шестая введена Федеральным законом от 22.08.2004 № 122-ФЗ).

ГЛАВА 7

ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА

7.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РФ ОБ ОХРАНЕ ТРУДА

В сфере обеспечения безопасности человека в производственных условиях в стране действует законодательство в области охраны труда.

Охрана труда — система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Понятие охраны труда по существу раскрывает главные направления, образующие замкнутые цепи системы обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности, т.е. эта система включает в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия, которые каждое в отдельности или в совокупности направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, так и связи с ней. Поэтому нельзя отождествлять понятие охраны труда с техникой безопасности или гигиены труда, которые являются всего лишь элементами охраны труда. Надо четко понимать, что охрана труда — это система, а условия труда, техника безопасности, производственная санитария и т.д. — ее составляющие.

17 июля 1999 г. принят и вступил в действие Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации» № 181-ФЗ (Основы). Этот законодательный акт специально посвящен одному из важнейших разделов трудового права. Хотя этот закон не является актом прямого действия, но предусмотренные в нем нормы устанавливают права и гарантии работников на охрану труда, соблюдение которых обязательно для всех хозяйствующих субъектов, а также обеспе-

чивает единый на всей территории России порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности.

Основные положения в этом законодательном акте заключаются в следующем:

— определены сфера действий Основ и основные принципы государственной политики в области охраны труда;

— определено управление охраной труда как на государственном уровне, так и на уровне предприятий и их объединений;

— установлены обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда работников, а также обязанности работника по обеспечению охраны труда на предприятии;

— проведение обучения и инструктажа работников по охране труда, проведению медицинских осмотров;

— определена ответственность работодателя за вред, причиненный здоровью работника трудовым увечьем, ответственности предприятия за невыполнение требований по созданию здоровых и безопасных условий труда, ответственность работодателей, должностных лиц и работников за нарушение законодательных и иных нормативных актов об охране труда;

— предусмотрено предоставление работникам дополнительных льгот и компенсаций за тяжелые работы и работы с вредными и опасными условиями труда;

— определены основные функции и ответственность органов государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства об охране труда; определены органы, организации и лица, которые должны осуществлять общественный контроль за охраной труда;

— предусмотрена приостановка производственной деятельности предприятий или их закрытие за нарушение нормативных требований по охране труда.

В Основах в более развернутом виде приводятся некоторые нормы действующего трудового законодательства, в сконцентрированном виде отражается существующая практика, особенно когда речь идет о правах работникам и обязанностях работодателя, а также декларируются нормы, подсказанные жизнью или заимствованные из опыта других стран. Действие Основ распространяется на работодателей, работников, состоящих с работодателем в трудовых отношениях.

Законодательно (а не различными положениями, как раньше) закреплено, что действие законодательства об охране труда распростра-

няется также на студентов и учащихся, проходящих производственную практику, на военнослужащих, привлекаемых для работы на предприятиях, на граждан, отбывающих наказание по приговору суда, в период их работы на предприятиях.

Основные принципы государственной политики в области охраны труда, предусмотренные статьей 4 Основ, по существу определяют направления деятельности прежде всего органов государственной и исполнительной власти Российской Федерации и республик в ее составе, а также объединений работодателей, профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов. Лейтмотивом совместных действий этих органов и общественных организаций должно стать принуждение работодателей к признанию и обеспечению приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности. Другими словами, во главу угла должно быть поставлено условие — не прибыль любой ценой (как раньше — план любой ценой), а сохранение жизни и здоровья человека, занятого на производстве или в другой сфере деятельности. Именно из этого условия надо исходить при разработке новых и совершенствовании действующих законодательных и иных нормативных актов не только непосредственно относящихся к охране труда, но и по другим направлениям правовой, экономической, социальной и технической политики, а также в области охраны окружающей среды.

Обеспечение прав работника на охрану труда и гарантий этих прав — это по существу главная цель всего законодательного акта. Поэтому при рассмотрении вопросов о правомерности требований работника (бывают и неправомерные требования) или защите его прав на охрану труда следует статью 4 Основ рассматривать в контексте с другими статьями Основ, особенно со статьей 14, так как обеспечение прав работника — это первейшая обязанность работодателя и за исполнение ее он должен нести ответственность (статья 24). Согласно статье 4 работник имеет право на рабочее место, защищенное от воздействия вредных и производственных факторов, которые могут вызвать производственную травму, профессиональное заболевание или снижение работоспособности, на возмещение вреда, причиненного ему увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанным с исполнением им трудовых обязанностей, на получение достоверной информации от работодателя о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о принятых мерах по его защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов, на обеспечение средствами коллективной и индивидуальной

защиты, на обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя.

Обязанности работодателя указаны в статье 14 Основ. В частности, он должен обеспечить безопасность при эксплуатации производственных зданий, сооружений, оборудования, безопасность технологических процессов и применяемых в производстве сырья и материалов, а также эффективную эксплуатацию средств коллективной и индивидуальной защиты, обеспечить организацию надлежащего санитарно-бытового и лечебно-профилактического обслуживания работников, режим труда и отдыха работников, установленный законодательством. Кроме того, согласно статье 21 Основ работодатель не должен допускать применение новых материалов, сырья, не прошедших специальную экспертизу их влияния на организм и здоровье человека, а если на предприятии производятся или применяются вредные вещества, то должны проводиться организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические и другие мероприятия, предотвращающие воздействие на работников этих веществ.

Работодатель обязан также организовать и проводить предварительные при поступлении работника на работу и периодические в течение его трудовой деятельности медицинские осмотры в случаях, предусмотренных законодательством (статья 14). При обнаружении у работников признаков профессионального заболевания или ухудшения состояния здоровья вследствие воздействия вредных или опасных производственных факторов работодатель на основании медицинского заключения должен перевести его на другую работу (статья 14).

Обязанности работника изложены в статье 15 Основ. Он должен соблюдать нормы, правила и инструкции по охране труда, правильно применять коллективные и индивидуальные средства защиты, немедленно сообщать своему непосредственному руководителю о любом несчастном случае, происшедшем на производстве, о признаках профессионального заболевания (т.е. не утаивать то, что обнаружено при медицинском осмотре), о ситуации, которая создает угрозу жизни и здоровью людей. Косвенно в его обязанности еще входит прохождение в установленном порядке обучения, инструктажа и проверки знаний правил, норм и инструкций по охране труда, иначе запрещается допускать его к работе (статья 18), и если он уклоняется от прохождения медицинских осмотров или не будет выполнять рекомендаций по результатам проведенных обследований, то работодатель не должен допускать его к выполнению трудовых обязанностей (статья 14).

Государственное управление охраной труда осуществляется Правительством Российской Федерации непосредственно или по его поручению федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, а также другими федеральными органами исполнительной власти в пределах их полномочий (Федеральные законы от 22.08.2004 № 122-ФЗ, от 30.06.2006 № 90-ФЗ).

Федеральные органы исполнительной власти, которым предоставлено право осуществлять отдельные функции по нормативно-правовому регулированию, специальные разрешительные, надзорные и контрольные функции в области охраны труда, обязаны согласовывать принимаемые ими решения в области охраны труда, а также координировать свою деятельность с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по нормативно-правовому регулированию в сфере труда,

Государственное управление охраной труда на территориях субъектов Российской Федерации осуществляется федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда в пределах их полномочий. Отдельные полномочия по государственному управлению охраной труда могут быть переданы органам местного самоуправления в порядке и на условиях, которые определяются федеральными законами и законами субъектов Российской Федерации (в ред. Федерального закона от 30.06.2006 № 90-ФЗ).

В рамках государственного управления охраной труда Основами предусмотрено создание в министерствах и ведомствах Российской Федерации, а также в концернах, ассоциациях и других объединениях предприятий служб охраны труда, причем законодательно установлено, что такие службы должны создаваться в обязательном порядке. Если они не создаются, то это надо расценивать как нарушение требований законодательства.

Несколько по-иному законодатель подошел к управлению охраной труда на предприятиях. Согласно статье 13 Основ здесь службы охраны труда создаются в случае необходимости и дается ориентация на привлечение специалистов по охране труда на договорной основе.

Работодатель также может привлечь соответствующих специалистов на договорной основе.

Для управления охраной труда непосредственно статьей 13 Основ предусмотрено создание на предприятиях с численностью работников более 10 человек комитетов (комиссий), в состав которых на паритетной (равного представительства) основе входят представители ра-

ботодателей, профсоюзов и иных уполномоченных работниками представительных органов, например, от совета трудового коллектива.

Основами предусматривается создание на трех уровнях фондов охраны труда — федерального, территориальных и фондов охраны труда предприятий (статья 1). Их главное назначение — решение глобальных и текущих вопросов обеспечения для миллионов работников нормальных условий труда, сохранения их здоровья, поддержания высокой работоспособности.

Статьей 20 Основ, посвященной вопросам государственного надзора и контроля в области охраны труда, не затрагивается сфера деятельности указанных органов. В ней предусматривается государственный надзор и контроль только в той части трудового законодательства, которая входила в надзорно-контрольные функции технической инспекции труда профсоюзов, т.е. дана прямая установка на передачу этих функций государственному органу, обозначенному в указанной статье как Федеральный орган надзора и контроля за охраной труда.

Наряду с государственным надзором и контролем Основами отведена большая роль общественному контролю (статья 25).

Кроме Основ в области охраны труда действует Трудовой кодекс Российской Федерации (Федеральный закон от 30 декабря 2001 года в редакции Федеральных законов от 30.06.2006 № 90-ФЗ, от 18.12.2006 № 232-ФЗ, от 30.12.2006 № 271-ФЗ по состоянию на 20 февраля 2007 года). В Трудовом кодексе РФ имеется специальный раздел X «Охрана труда», посвященный вопросам безопасности труда и состоящий из четырех разделов, включающих 26 статей. В этих статьях заложены требования к работодателю, гарантируются права работников, а также приведены различные льготы и компенсации за работу в неблагоприятных условиях труда, рассмотрен порядок расследования и учета несчастных случаев.

Статья 215 Трудового кодекса Российской Федерации определяет требования соответствия производственных объектов и продукции государственным нормативным требованиям охраны труда: запрещается техническое переоснащение предприятия без предварительного заключения государственной экспертизы условий труда, а новые и реконструируемые производственные объекты не могут быть приняты в эксплуатацию без заключения соответствующих федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих функции по контролю и надзору в установленной сфере безопасности деятельности.

Конституция Российской Федерации, принятая всенародным голосованием 12 декабря 1991 года, содержит несколько статей, которые относятся к охране труда (статьи 2, 7, 24, 37, 41, 42, 45, 60).

7.2. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

В системе обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности основная роль принадлежит нормативным правовым актом по охране труда.

Нормативные требования по охране труда и их соблюдение по существу являются фундаментом в создании здоровых и безопасных условий труда. Обеспечение единства таких требований — важная государственная задача. Поэтому статьей 3 Основ законодательства Российской Федерации об охране труда одним из основных направлений государственной политики в области охраны труда предусмотрено установление единых нормативных требований для предприятий, учреждений и организаций всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности.

Согласно статье 211 Трудового кодекса РФ Государственными нормативными требованиями охраны труда, содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации и законах и иных нормативных правовых актах субъектов Российской Федерации, устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности (Федеральный закон от 30.06.2006 № 90-ФЗ).

Государственные нормативные требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности, в том числе при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда.

Порядок разработки, утверждения и изменения подзаконных нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, устанавливается Правительством Российской Федерации с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Постановление Правительства Российской Федерации от 12 августа 1994 г. № 937 «О государственных нормативных требованиях по охране труда в Российской Федерации» обязывает все федеральные органы исполнительной власти, предприятия, учреждения, организации всех форм собственности при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и оборудования, разработке технологических процессов,

организации производства и труда соблюдать единые нормативные требования по охране труда, содержащиеся в нормативных актах, предусмотренных в прилагаемом к постановлению перечне. На правительственном уровне, пожалуй, впервые так поставлена задача.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 12 августа 1994 г. № 937 «О государственных нормативных требованиях по охране труда в Российской Федерации» нормативные правовые акты по охране труда подразделяются на следующие виды.

Наименование вида нормативного правового акта		Органы, утверждающие нормативные правовые акты
полное	сокращенное	
Государственные стандарты системы стандартов безопасности труда	ГОСТ Р ССБТ	Госстандарт России
Отраслевые стандарты системы стандартов безопасности труда	ОСТ ССБТ	Федеральные органы исполнительной власти
Санитарные правила Санитарные нормы Гигиенические нормативы Санитарные правила и нормы	СП СН ГН СаНПиН	Госкомсанэпиднадзор России
Строительные нормы и правила	СНиП	Федеральные органы надзора в соответствии с их компетенцией
Правила безопасности Правила устройства и безопасной эксплуатации Инструкции по безопасности	ПБ ПУБЭ ИБ	Федеральные органы надзора в соответствии с их компетенцией
Правила по охране труда межотраслевые	ПОТ М	Минздравсоцразвития России
Межотраслевые организационно-методические документы (положения, методические указания, рекомендации)		Минздравсоцразвития России Федеральные органы надзора
Правила по охране труда отраслевые	ПОТ О	Федеральные органы исполнительной власти
Типовые отраслевые инструкции по охране труда	ТОИ	Федеральные органы исполнительной власти
Отраслевые организационно-методические документы (положения, методические указания, рекомендации)		То же

Государственные стандарты по охране труда. В ГОСТ 1.26—77 установлен порядок разработки и согласования требований безопасности

в стандартах и технических условиях. Задачей ССБТ является стандартизация требований безопасности труда и включение требований безопасности труда в стандарты и технические условия.

Структура ССБТ включает пять подсистем стандартов (12.0—12.4):

0. Организационно-методические стандарты основ построения системы устанавливают структуру, задачи, цели и области распространения ССБТ, терминологию в области безопасности труда, классификацию опасных и вредных производственных факторов, методы оценки безопасности труда.

1. Стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов устанавливают предельно допустимые значения нормируемых параметров (вид, характер действия, предельно допустимые значения, методы контроля), а также требования безопасности при работе с вредными веществами. Они содержат также стан дарты на общие требования по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности, электробезопасности, радиационной, вибрационной и биологической безопасности, а также требования к защите от шума, инфра- и ультразвука, электромагнитных полей, вредных веществ. В этих стандартах рассмотрены требования к освещению и воздушной среде.

2. Стандарты требований безопасности к производственному оборудованию устанавливают общие требования безопасности по всем группам производственного оборудования, а также к отдельным группам оборудования, обладающим повышенной опасностью (разрабатываются в первую очередь). В них определены требования безопасности к конструкции оборудования в целом и его компонентам в отдельности, а также методы контроля выполнения требований безопасности.

3. Стандарты требований безопасности к производственным процессам устанавливают общие требования к производственным процессам и конкретные к отдельным группам технологических процессов, к размещению оборудования и организации рабочих мест, режимам работы технологического оборудования, рабочим местам и режимам труда, системам управления, требования к применению защитных средств, а также к методам контроля за выполнением требований безопасности.

4. Стандарты на требования к средствам защиты работающих классифицируют все средства защиты и устанавливают требования безопасности к эксплуатационным, конструктивным и гигиеническим показателям отдельных классов и видов защитных устройств, а также методам их контроля и оценки защиты. В эти стандарты входят

требования к вспомогательным устройствам, защитным и предохранительным ограждениям, блокировке, сигнализации, надежности и прочности, к средствам защиты рук, головы, органов дыхания и слуха и т.д., к цветам и знакам сигнализации и др.

Вопросы безопасности обязательно входят в технические условия, в которых в разделе «Требования безопасности» необходимо регламентировать следующие вопросы: требования безопасности к конструкции; требования по созданию санитарно-гигиенических условий; требования электро-, пожаро- и взрывобезопасности; эргономические требования; требования к методам контроля опасных и вредных факторов.

Органы исполнительной власти субъектов РФ на основе государственных нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда, разрабатывают и утверждают соответствующие нормативные правовые акты по охране труда.

Предприятия, учреждения и организации разрабатывают и утверждают стандарты предприятия системы безопасности труда (СТП ССБТ), инструкции по охране труда для работников и на отдельные виды работ (ИОТ) на основе государственных нормативных правовых актов и соответствующих нормативных правовых актов субъектов РФ. Профессиональные союзы в лице их соответствующих органов и иные уполномоченные работниками представительные органы имеют право принимать участие в разработке и согласовании нормативных правовых актов по охране труда.

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации на основе государственных нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда, разрабатывают и утверждают соответствующие нормативные правовые акты по охране труда.

Предприятия, учреждения и организации разрабатывают и утверждают стандарты предприятия системы безопасности труда (СТП ССБТ), инструкции по охране труда для работников и на отдельные виды работ (ИОТ) на основе государственных нормативных правовых актов и соответствующих нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации. Профессиональные союзы в лице их соответствующих органов и иные уполномоченные работниками представительные органы имеют право принимать участие в разработке и согласовании нормативных правовых актов по охране труда.

Если Конституция Российской Федерации, Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации», Трудовой кодекс Российской Федерации (раздел X «Охрана труда») являются чисто правовыми основами охраны труда, то приведенные в перечне нормативы конкретизируют и детализируют требования этих актов к

конкретным предприятиям, производственным процессам, среде, оборудованию, лицам, определяют обязанности, права и ответственность за нарушение требований законодательных и иных нормативных актов об охране труда.

В настоящее время действует около трех тысяч нормативных правовых актов по охране труда. Процесс перехода к единым нормативным требованиям по охране труда, пересмотр действующих и создание новых нормативных правовых актов по охране труда длительный и требует значительных материальных средств для его реализации.

Нормативные правовые акты по охране труда, утвержденные постановлением Министерства труда Российской Федерации, а также информация об утверждении и издании других нормативных правовых актов по охране труда, направляются министерством в федеральные органы исполнительной власти (министерства, государственные комитеты, комитеты, федеральные службы, федеральные надзоры) и органы исполнительной власти по труду субъектов Российской Федерации для руководства и доведения их до подведомственных предприятий, организаций.

Ответственность работодателя и должностных лиц за нарушение законодательных и иных нормативных актов об охране труда определена статьей 26 Основ, Трудовым кодексом РФ (статья 212), статьями Уголовного кодекса РФ и Гражданского кодекса РФ

Руководителям государственных инспекций труда предоставлено право налагать административное взыскание (штраф) в размере до ста минимальных размеров оплаты труда, а государственным инспекторам по охране труда и государственным правовым инспекторам — в размере до пятидесяти минимальных размеров оплаты труда.

Ответственность работников за нарушение требований законодательных и иных нормативных актов об охране труда определена статьей 27 Основ законодательства Российской Федерации об охране труда, в соответствии с которой работники предприятий привлекаются к дисциплинарной, а в соответствующих случаях и к материальной и уголовной ответственности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации и республик в составе Российской Федерации.

Дисциплинарная ответственность заключается в наложении на должностное лицо или работника одного из следующих дисциплинарных взысканий: замечание, выговор, увольнение по соответствующим основаниям (статья 192 Трудового кодекса Российской Федерации).

Материальная ответственность наступает в случае ущерба, нанесенного предприятию из-за несоблюдения работников требований и норм охраны труда.

Кроме ответственности работодателя и должностных лиц за нарушение требований законодательных и иных нормативных актов об охране труда Основами предусмотрена также ответственность предприятия.

За невыполнение требований законодательства Российской Федерации об охране труда и предписаний органов государственного надзора и контроля за охраной труда по созданию здоровых и безопасных условий труда на предприятия налагаются штрафы. Размеры и порядок наложения штрафов устанавливаются законодательством Российской Федерации и республик в составе Российской Федерации.

Научно-исследовательские, технологические и проектно-конструкторские организации, разработавшие проекты средств производства, а также внедрившие новые технологии, не отвечающие нормативным требованиям по охране труда, обязаны возместить заказчику причиненный ущерб по устранению этих нарушений.

Предприятия, выпускающие и поставляющие продукцию производственно-технического назначения, не отвечающего нормативным требованиям по охране труда, возмещают потребителям нанесенный ущерб в соответствии с действующим законодательством.

7.3. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

— обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников; принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации в области охраны труда, федеральных целевых, ведомственных целевых и территориально-целевых программ улучшения условий и охраны труда;

— государственное управление охраной труда;

— государственный надзор и контроль за соблюдением государственных нормативных требований охраны труда; государственная экспертиза условий труда;

— установление порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и порядка подтверждения соответствия организации

работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда;

— содействие общественному контролю за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда; профилактика несчастных случаев и повреждения здоровья работников;

— расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

— защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

— установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда;

— координация деятельности в области охраны труда, охраны окружающей природной среды и других видов экономической и социальной деятельности;

— распространение передового отечественного и зарубежного опыта работы по улучшению условий и охраны труда;

— участие государства в финансировании мероприятий по охране труда; подготовка специалистов по охране труда и повышение их квалификации;

— организация государственной статистической отчетности об условиях труда, а также о производственном травматизме, профессиональной заболеваемости и об их материальных последствиях;

— обеспечение функционирования единой информационной системы охраны труда;

— международное сотрудничество в области охраны труда;

— проведение эффективной налоговой политики, стимулирующей создание безопасных условий труда, разработку и внедрение безопасных техники и технологий, производство средств индивидуальной и коллективной защиты работников;

— установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, лечебно-профилактическими средствами за счет средств работодателей (Федеральный закон от 30.06.2006 № 90-ФЗ, статья 210 Трудового кодекса РФ).

Реализация основных направлений государственной политики в области охраны труда обеспечивается согласованными действиями органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, работодателей, объединении работодате-

лей, а также профессиональных союзов, их объединений и иных уполномоченных работниками представительных органов по вопросам охраны труда.

7.4. ПРАВА И ГАРАНТИИ РАБОТНИКОВ НА ОХРАНУ ТРУДА

Права и гарантии работников предусмотрены статьями 8, 9, 10. Статьей 9 определено, что каждый работник имеет право на охрану труда, в том числе:

— на рабочее место, защищенное от воздействия вредных или опасных производственных факторов, которые могут вызвать производственную травму, профессиональное заболевание или снижение работоспособности;

— на возмещение вреда, причиненного ему увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанными с исполнением им трудовых обязанностей;

— на получение достоверной информации от работодателя или государственных и общественных органов о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте работника, о существующем риске повреждения здоровья, а также о принятых мерах по его защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов;

— на отказ без каких-либо необоснованных последствий для него от выполнения работ в случае возникновения непосредственной опасности для его жизни и здоровья до устранения этой опасности;

— на обеспечение средствами коллективной и индивидуальной защиты в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных актов об охране труда за счет средств работодателя;

— на обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;

— на профессиональную переподготовку за счет средств работодателя в случае приостановки деятельности или закрытия предприятия, цеха, участка либо ликвидации рабочего места вследствие неудовлетворительных условий труда, а также в случае потери трудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием;

— на проведение инспектирования органами государственного надзора и контроля или общественного контроля условий и охраны труда, в том числе по запросу работника на его рабочем месте;

— на обращение с жалобой в соответствующие органы государственной власти, а также в профессиональные союзы и иные уполномоченные работниками представительные органы в связи с неудовлетворительными условиями и охраной труда;

— на участие в проверке и рассмотрении вопросов, связанных с улучшением условий и охраны труда.

Статьей 9 Основ и статей 57 Трудового кодекса РФ определены гарантии права работника на охрану труда.

Государство в лице органов законодательной, исполнительной и судебной власти гарантирует право на охрану труда работникам, участвующим в трудовом процессе по трудовому договору (контракту) с работодателем.

Условия трудового договора должны соответствовать требованиям законодательных и иных нормативных актов об охране труда. В трудовом договоре указываются достоверные характеристики условий труда, компенсации и льготы работникам за тяжелые работы и работы с вредными или опасными условиями труда.

На время приостановки работ на предприятии, в цеху, на участке, рабочем месте вследствие нарушения законодательства об охране труда, нормативных требований по охране труда не по вине работника за ним сохраняются место работы, должность и средний заработок.

При приостановке деятельности или закрытии предприятия вследствие нарушения законодательства об охране труда или невозможности обеспечения здоровых и безопасных условий труда, что подтверждается органами государственного надзора и контроля, работник этого предприятия обеспечивается рабочим местом в соответствии с действующим законодательством.

Отказ работника от выполнения работ в случае возникновения непосредственной опасности для его жизни и здоровья либо от выполнения тяжелых работ и работ в вредными или опасными условиями труда, не предусмотренных трудовым договором, не влечет для него каких-либо необоснованных последствий.

При ликвидации цеха, участка, рабочего места по требованию органов государственного надзора и контроля вследствие невозможности обеспечения здоровых и безопасных условий труда работодатель обязан предоставить работнику новое рабочее место, соответствующее его квалификации, или обеспечить бесплатное обучение работника новой профессии (специальности) с сохранением ему на период переподготовки среднего заработка.

Допуск к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение, инструктаж и проверку знаний правил, норм и инструкций по охране труда, запрещается.

Категории работников, имеющих право на компенсации и льготы за тяжелые работы и работы с вредными или опасными условиями труда, характер и объемы таких компенсаций и льгот определяются соответствующими законодательными и иными нормативными акта-

ми Российской Федерации и республик в составе Российской Федерации.

Обеспечение прав работника — это первейшая обязанность работодателя и за ее исполнение он должен нести ответственность (статья 212 Трудового кодекса РФ).

Права и гарантии работников на охрану труда изложены в Трудовом кодексе Российской Федерации.

Согласно Трудовому кодексу РФ каждый работник имеет право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены; на возмещение ущерба, причиненного повреждением здоровья в связи с работой; на отдых, обеспечиваемый установлением предельной продолжительности рабочего времени, сокращенным рабочим днем для ряда профессий и работ, предоставлением еженедельных выходных дней, праздничных дней, а также оплачиваемых ежегодных отпусков.

7.5. ОБЯЗАННОСТИ РАБОТОДАТЕЛЕЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя (статья 14 Основ, статья 212 Трудового кодекса РФ, статьи Федерального закона от 30.08.2006 № 90-ФЗ).

Работодатель обязан обеспечить:

— безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;

— применение сертифицированных средств индивидуальной и коллективной защиты работников;

— соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;

— режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права;

— приобретение и выдачу за счет собственных средств сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением;

— обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, проведе-

ние инструктажа по охране труда, стажировки на рабочем месте и проверки знания требований охраны труда;

— недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;

— организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;

— проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией организации работ по охране труда;

— в случаях, предусмотренных трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, организовывать проведение за счет собственных средств обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований работников, внеочередных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований 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 (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований;

— недопущение работников к исполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований, а также в случае медицинских противопоказаний;

— информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;

— предоставление федеральным органам исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, федеральным органам исполнительной власти, уполномоченным на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, другим федеральным органам исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в установленной сфере деятельности, органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органам профсоюзного контроля за соблюдением трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права, информации и документов, необходимых для осуществления ими своих полномочий;

— принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций, в том числе по оказанию пострадавшим первой помощи;

— расследование и учет в установленном настоящим Кодексом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации порядке несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

— санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников в соответствии с требованиями охраны труда, а также доставку работников, заболевших на рабочем месте, в медицинскую организацию в случае необходимости оказания им неотложной медицинской помощи;

— беспрепятственный допуск должностных лиц федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных на проведение государственного надзора и контроля, органов Фонда социального страхования Российской Федерации, а также представителей органов общественного контроля в целях проведения проверок условий и охраны труда и расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

— выполнение предписаний должностных лиц федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных на проведение государственного надзора и контроля, и рассмотрение представлений органов общественного контроля в установленные Трудовым кодексом РФ, иными федеральными законами сроки;

— обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

— ознакомление работников с требованиями охраны труда;

— разработку и утверждение правил и инструкций по охране труда для работников с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного уполномоченного работниками органа в порядке, установленном статьей 372 Трудового кодекса РФ для принятия локальных нормативных актов;

— наличие комплекта нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда в соответствии со спецификой своей деятельности.

7.6. ОБЯЗАННОСТИ РАБОТНИКОВ ПО СОБЛЮДЕНИЮ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Обязанности работников по соблюдению требований охраны труда приведены в статье 15 Основ и статьи 214 Трудового кодекса РФ заключаются в следующем.

Работник обязан:

— соблюдать требования охраны труда;

— правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;

— проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда;

— немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о проявлении признаков острого профессионального заболевания (отравления);

— проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования), а также проходить внеочередные медицинские осмотры (обследования) по направлению работодателя в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами

7.7. ОСОБЕННОСТИ ОХРАНЫ ТРУДА ЖЕНЩИН

Особенности регулирования труда женщин законодательно определены статьями Главы 41 Трудового кодекса Российской Федерации. Согласно этим статьям запрещается применение труда женщин на тяжелых работах и на работах с вредными условиями труда, а также на подземных работах, за исключением нефизических работ или работ по санитарному и бытовому обслуживанию (статья 253). Список таких работ утверждается в установленном порядке. В настоящее время действует Список производств, профессий и работ с тяжелыми и вредными условиями труда, на которых запрещается применение труда женщин.

Запрещается подъем, переноска и перемещение женщинами тяжестей, масса которых превышает установленные предельные нормы. Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 февраля 1993 года № 105 установлены Нормы предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную, они следующие.

Характер работы	Предельно допустимая масса груза
Подъем и перемещение тяжестей при чередовании с другой работой (до двух раз в час)	10 кг
Подъем и перемещение тяжестей постоянно в течение рабочей смены	7 кг
Величина динамической работы, совершаемой в течение каждого часа рабочей смены, не должна превышать:	
с рабочей поверхности	1750 кгм
с пола	875 кгм

При перемещении груза на тележках или в контейнерах прилагаемое усилие не должно превышать 10 кг.

Привлечение женщин к работам в ночное время не допускается, за исключением тех отраслей народного хозяйства, где это вызывается особой необходимостью и разрешается в качестве временной меры (статья 96 Трудового кодекса Российской Федерации).

Имеются определенные ограничения привлечения беременных женщин и женщин, имеющих детей, к сверхурочным работам, по направлению в командировки (статьи 99, 259). Женщинам также предоставляются другие льготы для облегчения их труда (статьи 260—264).

7.8. ОСОБЕННОСТИ ОХРАНЫ ТРУДА МОЛОДЕЖИ

Труд молодежи законодательно определен Трудовым кодексом Российской Федерации (глава 42). Не допускается прием на работу лиц моложе шестнадцати лет. В исключительных случаях, по согласованию с соответствующим выборным профсоюзным органом предприятия могут приниматься на работу лиц, достигших пятнадцати лет.

Для подготовки молодежи к производительному труду допускается прием на работу учащихся общеобразовательных школ, профессионально-технических и средних специальных учебных заведений для выполнения легкого труда, не причиняющего вред здоровью и не нарушающего процесса обучения, в свободное от учебы время по достижении ими четырнадцатилетнего возраста с согласия одного из родителей или заменяющего его лица (статья 63).

Запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет на тяжелых работах и на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на подземных работах (статья 265). Список таких работ утверждается в порядке, установленном законодательством. Все лица моложе восемнадцати лет принимаются на работу лишь после пред-

варительного медицинского осмотра и в дальнейшем, до достижения восемнадцати лет, ежегодно подлежат обязательному медицинскому осмотру (статья 266).

Запрещается привлекать работников моложе восемнадцати лет к ночным и сверхурочным работам и к работам в выходные дни (статья 268).

Ежегодные отпуска работникам моложе восемнадцати лет предоставляется в летнее время или, по их желанию, в любое другое время года (статья 267).

7.9. ЛЬГОТЫ И КОМПЕНСАЦИИ ЗА ТЯЖЕЛЫЕ РАБОТЫ И РАБОТЫ С ВРЕДНЫМИ И ОПАСНЫМИ УСЛОВИЯМИ ТРУДА, ПОРЯДОК ИХ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ

Одним из основных направлений государственной политики в области охраны труда является предоставление работникам льгот и компенсации за тяжелые работы и работы с вредными или опасными условиями труда.

Это закреплено Основами (статья 4) и Трудовым кодексом Российской Федерации. Работникам предоставляются следующие льготы и компенсации:

— для работников, занятых на работах с вредными условиями труда, устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени — не более 36 часов в неделю (статья 92 Трудового кодекса Российской Федерации);

— работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, предоставляются ежегодные дополнительные отпуска (статья 68 КЗоТ Российской Федерации). Сокращенный рабочий день и дополнительный отпуск предоставляются работникам в соответствии со «Списками производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день», утверждаемый в установленном порядке;

— на работах с вредными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам выдается бесплатно по установленным нормам специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (статья 221 Трудового кодекса Российской Федерации). Нормы бесплатной выдачи установлены Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, которые утверждаются в установленном порядке;

— на работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты (статья 222 Трудового кодекса Российской Федерации). Нормы и порядок выдачи установлены Порядком бесплатной выдачи молока или других равноценных пищевых продуктов рабочим и служащим, занятым на работах с вредными условиями труда, утверждаются в установленном порядке;

— на работах с особо вредными условиями труда предоставляется бесплатно по установленным нормам лечебно-профилактическое питание (статья 222 Трудового кодекса Российской Федерации). Организация и бесплатная выдача лечебно-профилактического питания производится согласно «Правил бесплатной выдачи лечебно-профилактического питания», утверждаемых в установленном порядке;

— на работах, связанных с загрязнением, работникам выдается бесплатно по установленным нормам мыло. На работах, где возможно воздействие на кожу вредно действующих веществ, выдаются бесплатно по установленным нормам смывающие и обезвреживающие средства;

— при выполнении работ в условиях труда, отклоняющихся от нормальных (тяжелые работы, работы с вредными условиями труда, работы в местностях с тяжелыми климатическими условиями, работы в сверхурочное время, работы в ночное время и др.), предприятия обязаны производить работникам соответствующие доплаты. Размеры доплат и условия их выплаты устанавливаются предприятиями самостоятельно и фиксируются в коллективных договорах (положениях об оплате труда). При этом размеры доплат не могут быть ниже установленных законодательством;

— льготы и компенсации предоставляются на основании списков и перечне производств, работ, профессий, должностей и показателей, утвержденных в установленном порядке на федеральном уровне.

На основании действующих списков и перечней на предприятии комиссионно с учетом специфики производства, результатов аттестации рабочих мест определяется перечень профессий и работ, за выполнение которых предоставляются те или иные льготы и компенсации за работы в неблагоприятных условиях труда.

7.10. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РФ ОБ ОХРАНЕ ТРУДА

Главой 57 Трудового кодекса Российской Федерации определены основные органы надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде.

Охрана труда рабочих и служащих предполагает функционирование системы органов по надзору и контролю за соблюдением законодательства о труде и охране труда.

Высший государственный надзор за соблюдением закона (в том числе законов о труде и охране труда) возложен на Генерального прокурора РФ. Не подменяя никакие органы, прокуратура следит за точным исполнением законодательства всеми министерствами, организациями, в том числе и теми, которые осуществляют надзор за исполнением этого законодательства.

Надзор прокуратуры за соблюдением законодательства о труде и охране труда носит многоаспектный характер. Прокуратура надзирает за точным соответствием принимаемых в локальном порядке актов в организациях (правил внутреннего распорядка, инструкций по охране труда и пр.), осуществляет надзор за законностью принимаемых министерствами (службами, агентствами) актов в области трудовых отношений и, наконец, обеспечивает надзор за соответствием действий должностных лиц всех звеньев управления требованиям трудового законодательства. Существуют разные формы реагирования прокуратуры на выявленные нарушения законодательства о труде: это — протесты, представления, постановления о возбуждении преследования против нарушителя, исковые заявления.

Функции государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, за установленным порядком расследования и учета несчастных случаев на производстве осуществляет Федеральная служба по труду и занятости. Эта же служба анализирует состояние и причины производственного травматизма и разрабатывает предложения по его профилактике (Положение о Федеральной службе по труду и занятости утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня 2004 г. № 324). В настоящее время в состав Федеральной службы по труду и занятости входят федеральная инспекция труда и государственная экспертиза условий труда в Российской Федерации.

Основной задачей федеральной инспекции труда является осуществление надзора и контроля за соблюдением законодательства Российской Федерации о труде и охране труда в целях обеспечения защиты трудовых прав граждан, включая право на безопасные условия труда.

Руководители государственных инспекций труда являются главными государственными инспекторами труда по соответствующей территории (субъекту Российской Федерации), а их заместители —

заместителями главного государственного инспектора труда по соответствующей территории (по правовым вопросам и по охране труда).

Государственные инспекции труда осуществляют государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства Российской Федерации о труде и охране труда на соответствующей территории, расследуют в установленном порядке несчастные случаи на производстве, анализируют их причины и разрабатывают предложения по предупреждению таких случаев, рассматривают в соответствии с законодательством Российской Федерации дела об административных правонарушениях и выполняют ряд других функций.

Согласно статье 363 Трудового Кодекса РФ лица, препятствующие осуществлению государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, не исполняющие предъявленные им предписания, применяющие угрозы насилия или насильственные действия по отношению к государственным инспекторам труда, членам их семей и их имуществу, несут ответственность, установленную федеральными законами.

Государственная экспертиза условий труда в Российской Федерации контролирует условия труда, качество проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, правильность предоставления компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и опасными условиями труда, осуществляет государственную экспертизу условий труда на рабочих местах, при проектировании строительства и реконструкции производственных объектов. Документация и материалы по проектам строительства и реконструкции производственных объектов федерального уровня, представляемые на государственную экспертизу условий труда, направляются в Минздравсоцразвития России, а документация и материалы по другим направлениям государственной экспертизы условий труда, включая проекты строительства и реконструкции производственных объектов, — в органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, ведающие вопросами охраны труда («Положение о проведении государственной экспертизы условий труда в Российской Федерации», утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2003 г. № 244; «Рекомендации по организации деятельности органов, осуществляющих государственную экспертизу условий труда в Российской Федерации», утверждены постановлением Минтруда России от 30.11.2000 г. № 86).

В соответствии с Положением о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), ут-

вержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 401, эта служба является:

органом государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии;

специально уполномоченным органом в области промышленной безопасности;

органом государственного горного надзора;

специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы в установленной сфере деятельности;

органом государственного энергетического надзора;

специально уполномоченным органом в области охраны атмосферного воздуха.

Кроме того, Ростехнадзору передаются полномочия по осуществлению надзора за деятельностью уполномоченных государственных и муниципальных органов по контролю за соблюдением требований градостроительного и жилищного законодательства, обязательных норм и правил, регулирующих строительную деятельность в области обеспечения прочности, устойчивости, эксплуатационной надежности зданий и сооружений.

Ростехнадзор осуществляет свою деятельность непосредственно и через свои территориальные органы во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и иными организациями.

Среди многочисленных полномочий выделим лишь некоторые.

Так, Ростехнадзор самостоятельно принимает следующие нормативные правовые акты в части промышленной безопасности:

требования к регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и к ведению этого реестра;

порядок оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в нее сведений;

порядок проведения технического расследования причин аварий, инцидентов и случаев утраты взрывчатых материалов промышленного назначения;

порядок осуществления экспертизы промышленной безопасности и требования к оформлению заключения данной экспертизы.

Ростехнадзор осуществляет также контроль и надзор:

за соблюдением требований промышленной безопасности при проектировании, строительстве, эксплуатации, консервации и ликвидации опасных производственных объектов, изготовлении, монта-

же, наладке, обслуживании и ремонте технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, транспортировании опасных веществ на опасных производственных объектах;

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

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

за горно-спасательными работами в части, касающейся состояния и готовности подразделений военизированных горно-спасательных частей к ликвидации аварий на обслуживаемых предприятиях.

Ростехнадзор проводит проверки (инспекции) соблюдения юридическими и физическими лицами требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов, норм и правил в установленной сфере деятельности.

Ростехнадзор имеет право проводить в пределах своей компетенции необходимые расследования, организовывать проведение экспертиз, заказывать проведение исследований, испытаний, анализов и оценок по вопросам осуществления контроля и надзора в установленной сфере деятельности.

Ростехнадзор имеет право применять меры ограничительного, предупредительного и профилактического характера, направленные на недопущение и (или) пресечение нарушений юридическими лицами и гражданами обязательных требований в установленной сфере деятельности.

Государственный надзор за проведением мероприятий, обеспечивающих безопасное обслуживание электрических и теплоиспользующих установок, осуществляется органами Государственного энергетического надзора Российской Федерации (статья 367 Трудового кодекса Российской Федерации).

Основной задачей Государственного энергетического надзора в Российской Федерации является осуществление контроля за техническим состоянием и безопасным обслуживанием электрических и теплоиспользующих установок потребителей электрической и тепловой энергии на предприятиях, в организациях и учреждениях независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности.

Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за соблюдением предприятиями, учреждениями, организациями гигиенических норм, санитарно-гигиенических и санитарно-противоэпидемических правил осуществляется Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации (Госкомсанэпиднадзор России) и территориальными учреждениями

государственной санитарно-эпидемиологической службы (статья 369 Трудового кодекса Российской Федерации).

Указом Президента Российской Федерации 11 июля 2004 года № 868 «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» определено, что Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

В рамках действующего Положения о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794, готовность аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований к реагированию на чрезвычайные ситуации и проведению работ по их ликвидации определяется в ходе аттестации, а также во время проверок, осуществляемых в пределах своих полномочий МЧС России, органами государственного надзора, органами по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям, а также федеральными органами исполнительной власти, создающими указанные службы и формирования.

Координацию деятельности аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований федеральных органов исполнительной власти осуществляет Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

На основании приказа МЧС России от 6 августа 2004 г. № 372 «Об утверждении Положения о территориальном органе Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий — органе, специально уполномоченном решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъекту Российской Федерации» территориальный орган МЧС России по субъекту Российской Федерации осуществляет в установленном порядке надзор за выполнением органами местного самоуправления, организациями и гражданами установленных требований по гражданской обороне, обеспечению пожарной безопас-

ности (за исключением пожарного надзора на подземных объектах и при ведении взрывных работ), а также по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в пределах своих полномочий.

Пожарный надзор осуществляют специальные органы в системе МЧС России: федеральным органом надзора является Государственная противопожарная служба МЧС России; на местах соответствующие службы — Управления государственной противопожарной службы. В числе основных задач надзора — осуществление контроля за соблюдением требований пожарной безопасности и выполнением пожарно-профилактических мероприятий.

Органы пожарного надзора имеют право в любое время проверять в организациях выполнение правил пожарной безопасности, давать обязательные для исполнения предписания, привлекать виновных лиц к ответственности.

7.11. ОБЩЕСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ОХРАНОЙ ТРУДА

Общественный контроль за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда осуществляют в соответствии со статьей 22 Федерального закона № 181-ФЗ профессиональные союзы в лице их соответствующих органов и иные уполномоченные работниками представительные органы, которые могут создавать в этих целях собственные инспекции.

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

— осуществлять контроль за соблюдением работодателями законодательных и других нормативных актов по охране труда;

— проводить независимую экспертизу условий труда и обеспечения безопасности работников организации;

— принимать участие в расследовании несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве, а также осуществлять самостоятельное их расследование;

— получать информацию от руководителей и иных должностных лиц организации о состоянии условий и охраны труда, а также о всех подлежащих регистрации несчастных случаях на производстве;

— предъявлять требования о приостановке работ в случаях непосредственной угрозы жизни и здоровья работников;

— осуществлять выдачу работодателям обязательных к рассмотрению представлений об устранении выявленных нарушений законодательства об охране труда;

— осуществлять проверку состояния условий охраны труда, предусмотренных коллективными договорами или соглашениями;

— принимать участие в работе комиссий по испытаниям и приемке в эксплуатацию производственных объектов и средств производства в качестве независимых экспертов;

— принимать участие в разработке и согласовании нормативных актов об охране труда;

— обращаться в соответствующие органы с требованием о привлечении к ответственности должностных лиц, виновных в нарушении нормативных требований по охране труда, сокрытии фактов несчастных случаев на производстве;

— принимать участие в рассмотрении трудовых споров, связанных с нарушением законодательства об охране труда, обязательств, установленных коллективными договорами или соглашениями по охране труда, с изменением условий труда.

При организации общественного контроля за охраной труда в организации необходимо принимать во внимание, что успешное выполнение уполномоченными (доверенными) лицами поставленных задач и функций возможно при условии оказания им необходимой помощи и поддержки со стороны администрации, профсоюзных и иных уполномоченных работниками представительных органов, органов государственного контроля и надзора, инспекции профсоюзов. Правовые гарантии для этого содержатся в Трудовом кодексе Российской Федерации, Федеральном законе «Об основах охраны труда в Российской Федерации» и других нормативных правовых актах, регламентирующих деятельность перечисленных органов.

Институт уполномоченных создается для организации общественного контроля за соблюдением законных прав и интересов работников в области охраны труда в организациях всех форм собственности независимо от сферы их хозяйственной деятельности, ведомственной подчиненности и численности работников.

В процессе своей деятельности уполномоченные решают следующие основными задачи:

— содействие созданию в организации (в производственном подразделении) здоровых и безопасных условий труда, соответствующих требованиям норм и правил по охране труда;

— осуществление контроля за состоянием охраны труда в организации (в производственном подразделении) и за соблюдением законных прав и интересов работников в области охраны труда;

— представление интересов работников в государственных и общественных организациях при рассмотрении трудовых споров, связанных с применением законодательства об охране труда, выполне-

нием работодателем обязательств, установленных коллективными договорами или соглашениями по охране труда;

— консультирование работников по вопросам охраны труда, оказание им помощи по защите их прав на охрану труда.

Для выполнения возложенных на уполномоченных задач им должны быть предоставлены следующие функции:

— контролировать соблюдение работодателями законодательных и других нормативных правовых актов об охране труда, состоянием охраны труда, включая контроль за выполнением со стороны работников их обязанностей по обеспечению охраны труда;

— участие в работе комиссий (в качестве представителей работников) по проведению проверок и обследований технического состояния зданий, сооружений, оборудования, машин и механизмов на соответствие их нормам и правилам по охране труда, эффективности работы вентиляционных систем, санитарно-технических устройств и санитарно-бытовых помещений, средств коллективной и индивидуальной защиты работников и разработке мероприятий по устранению выявленных недостатков;

— участие в разработке мероприятий по предупреждению несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, улучшению условий труда работников;

— осуществление контроля за своевременным сообщением руководителем подразделения (работ) о происшедших несчастных случаях на производстве, соблюдением норм о рабочем времени и времени отдыха, предоставлением компенсаций и льгот за тяжелые работы и работы с вредными или опасными условиями труда;

— участие в организации первой помощи (а после соответствующего обучения — оказание первой помощи) пострадавшему от несчастного случая на производстве.

Работодатель обязан создавать необходимые условия для работы уполномоченных, обеспечивать их правилами, инструкциями, другими нормативными и справочными материалами по охране труда за счет средств организации.

Уполномоченным выдается соответствующее удостоверение и для выполнения возложенных на них функций рекомендуется предоставлять необходимое время в течение рабочего дня, устанавливать дополнительные социальные гарантии на условиях, определяемых коллективным договором или совместным решением работодателя и представительных органов работников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности/Под ред. Русака О.Н.— С.-Пб.: ЛТА, 1996.

2. *Белов С.В.* Безопасность жизнедеятельности — наука о выживании в техносфере. Материалы НМС по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности». — М.: МГТУ, 1996.

3. Всероссийский мониторинг социально-трудовой сферы 1995 г. Статистический сборник.— Минтруд РФ, М.: 1996.

4. Гигиена окружающей среды/Под ред. *Сидоренко Г.И.*— М.: Медицина, 1985.

5. Гигиена труда при воздействии электромагнитных полей/Под ред. *Ковшило В.Е.*— М.: Медицина, 1983.

6. *Золотницкий Н.Д., Пчелинцев В.А.* Охрана труда в строительстве.— М.: Высшая школа, 1978.

7. *Кукин П.П., Лапин В.Л., Попов В.М., Марчевский Л.Э., Сердюк Н.И.* Основы радиационной безопасности в жизнедеятельности человека.— Курск, КГТУ, 1995.

8. *Лапин В.Л., Попов В.М., Рыжков Ф.Н., Томаков В.И.* Безопасное взаимодействие человека с техническими системами.— Курск, КГТУ, 1995.

9. *Лапин В.Л., Сердюк Н.И.* Охрана труда в литейном производстве. М.: Машиностроение, 1989.

10. *Лапин В.Л., Сердюк Н.И.* Управление охраной труда на предприятии.— М.: МИПК МАТИ, 1986.

11. *Левочкин Н.Н.* Инженерные расчеты по охране труда. Изд-во Красноярского ун-та, 1986.

12. Охрана труда в машиностроении./Под ред. *Юдина Е.Я., Белова С.В.* М.: Машиностроение, 1983.

13. Охрана труда. Информационно-аналитический бюллетень. Вып. 5.— М.: Минтруд РФ, 1996.

14. *Путин В.А., Сидоров А.И., Хашковский А.В.* Охрана труда, ч. 1.— Челябинск, ЧТУ, 1983.

15. *Рахманов Б.Н., Чистов Е.Д.* Безопасность при эксплуатации лазерных установок.— М.: Машиностроение, 1981.

16. *Саборно Р.В., Селедцов В.Ф., Печковский В.И.* Электробезопасность на производстве. Методические указания.— Киев: Вища Школа, 1978.

17. Справочная книга по охране труда/Под ред. *Русака О.Н., Шайдорова А.А.*— Кишинев, Изд-во «Картя Молдовеняскэ», 1978.

18. *Белов С.В., Козьяков А.Ф., Партолин О.Ф.* и др. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование. Справочник./Под ред. *Белова С.В.*— М.: Машиностроение, 1989.

19. *Титова Г.Н.* Токсичность химических веществ.— Л.: ЛТИ, 1983.

20. *Толоконцев Н.А.* Основы общей промышленной токсикологии.— М.: Медицина, 1978.

21. *Юртов Е.В., Лейкин Ю.А.* Химическая токсикология.— М.: МХТИ, 1989.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Введение 5

Глава 1. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности . . . 8

1.1. Общие положения 8
1.2. Понятие риска 10
1.3. Понятие безопасности 14
1.4. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности деятельности 16

Глава 2. Человеческий фактор в обеспечении производственной безопасности 18

2.1. Характеристики основных форм деятельности человека 18
2.2. Работоспособность человека и ее динамика 27
2.3. Антропометрические характеристики человека 32
2.4. Физиологические характеристики человека 37
2.5. Психофизическая деятельность человека 49
2.6. Психология в проблеме безопасности 55
2.7. Надежность человека как звена сложной технической системы . . 81

Глава 3. Формирование опасностей в производственной среде 89

3.1. Производственная среда и условия труда 89
3.2. Производственный микроклимат и его влияние на организм человека 90
3.3. Влияние химических веществ 93
3.4. Влияние постоянных магнитных полей на организм человека . 100
3.5. Влияние электромагнитных излучений 101
3.6. Влияние ионизирующего излучения 128
3.7. Влияние звуковых волн 138
3.8. Влияние вибрации 144
3.9. Взрывоопасность как травмирующий фактор производственной среды 146
3.10. Пожароопасность как фактор производственной среды . . . 150
3.11. Электроопасность на производстве 153
3.12. Опасности автоматизированных процессов 164

Глава 4. Технические методы и средства защиты человека на производстве . . 168

4.1. Производственная вентиляция 168
4.2. Средства защиты от электромагнитных полей радиочастот 177
4.3. Меры защиты от действия инфракрасного излучения 182
4.4. Требования к искусственному производственному освещению . . 186
4.5. Средства защиты от ультрафиолетовых излучений (УФИ) 193
4.6. Защита при работе с лазерами 194
4.7. Обеспечение безопасности при работе с ионизирующими излучениями 198
4.8. Средства и методы защиты от шума и вибрации 201
4.9. Защита от опасности поражения электрическим током 207
4.10. Защита при работе с сосудами, работающими под давлением . . 210
4.11. Пожарная безопасность промышленных предприятий 212

Глава 5. Организация охраны труда на рабочем месте 223

5.1. Классификация, расследование и учет несчастных случаев . . . 223

5.2. Организация проведения аттестации рабочих мест по условиям труда . 246
5.3. Порядок проведения сертификации постоянных рабочих мест на производственных объектах на соответствие требованиям охраны труда . . . 246
5.4. Организация обучения, инструктирования и проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов 248
5.5. Порядок разработки и утверждения правил и инструкций по охране труда 251
5.6. Организация безопасности производства работ с повышенной опасностью и работ, на проведение которых требуется наряд-допуск 254
5.7. Порядок разработки и согласования проектно-сметной документации на строящиеся (реконструируемые) объекты производственного и социального назначения 257
5.8. Порядок приемки в эксплуатацию новых и реконструированных объектов производственного и социального назначения, оборудования и средств производства 259
5.9. Порядок согласования нормативно-технической документации на применяемую и выпускаемую продукцию, выдача гигиенических сертификатов 260
5.10. Санитарно-бытовое обеспечение работников. Оборудование санитарно-бытовых помещений, их размещение 261

Глава 6. Управление охраной труда на предприятии 266

6.1. Предмет и содержание управления охраной труда на предприятии. . . 266
6.2. Служба охраны труда на предприятии, ее функции и основные задачи. 289
6.3. Планирование работы по охране труда 294
6.4. Создание, оборудование и оформление кабинетов по охране труда . . 295
6.5. Пропаганда вопросов охраны труда на предприятии 298
6.6. Организация проведения предварительных и периодических медицинских осмотров 301

Глава 7. Правовые вопросы охраны труда 303

7.1. Основные положения действующего законодательства РФ об охране труда 303
7.2. Государственные правовые акты по охране труда 309
7.3. Основные направления государственной политики в области охраны труда 314
7.4. Права и гарантии работников на охрану труда 316
7.5. Обязанности работодателей по обеспечению охраны труда на предприятии 318
7.6. Обязанности работников по соблюдению требований охраны труда, действующих на предприятии 320
7.7. Особенности охраны труда женщин 321
7.8. Особенности охраны труда молодежи 322
7.9. Льготы и компенсации за тяжелые работы и работы с вредными и опасными условиями труда, порядок их предоставления 323
7.10. Государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства РФ об охране труда 324
7.11. Общественный контроль за охраной труда 330

Литература 333

Учебное издание

Павел Павлович **Кукин**, Валерий Львович **Лапин**,
Николай Лукич **Пономарев**,
Николай Иванович **Сердюк**

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.
БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХПОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
И ПРОИЗВОДСТВ (ОХРАНА ТРУДА)**

Редактор *Н.Е. Овчеренко*
Внешнее оформление *К.И. Мандель*
Технические редакторы *Л.А. Овчинникова, Н.В. Быкова*
Корректор *Г.Н. Петрова*
Компьютерная верстка *С.Н. Луговая*
Оператор *М.Н. Паскарь*

Лицензия ИД № 06236 от 09.11.01.
Изд. № РЕНТ-484. Подп. в печать 25.04.07. Формат $60 \times 88^{1}/_{16}$.
Бум. офсетная. Гарнитура «Ньютон». Печать офсетная.
Объем 20,58 усл. печ. л. 21,08 усл. кр.-отт.
Тираж 3000 экз. Зак. № 3271.

ФГУП «Издательство «Высшая школа»,
127994, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., 29/14.
Тел.: (495) 694-04-56
http://www.vshkola.ru. E-mail: info_vshkola@mail.ru

Отдел реализации: (495) 694-07-69, 694-31-47, факс: (495) 694-34-86
E-mail: sales_vshkola@mail.ru

Отпечатано в ОАО «Ивановская областная типография».
153008, г. Иваново, ул. Типографская, 6.
E-mail: 091-018@adminet.ivanovo.ru