

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

А. Н. ЕГОРОВ

# **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЛЬНОСТИ**

Учебное пособие

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 06.03.01 Биология, 08.03.01 Строительство, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 38.03.01 Экономика, 40.03.01 Юриспруденция, 44.03.01 Педагогическое образование, 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Бузулук  
2019

УДК 355.58  
ББК 68.9  
Е30

**Рецензенты**

начальник ФГКУ «10 отряд ФПС по Оренбургской области», майор внутренней службы Н. Н. Ошкин  
командир Бузулукского территориального подразделения Самарского филиала «ЭКОСПАС» С.Ю. Кожевников  
кандидат биологических наук М.А. Щербланова

**Е30 Егоров А. Н.**

Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие /А. Н. Егоров;  
Бузулукский гуманитарно-технолог. ин-т (филиал) ОГУ. – Бузулук : БГТИ  
(филиал) ОГУ, 2019. – 267 с.

Учебное пособие содержит систематизированный материал по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для подготовки бакалавров в области технических направлений с учётом современных требований по обеспечению безопасности и выполнению Государственной стратегии устойчивого развития РФ.

Пособие предназначено для обучающихся высших учебных заведений, по направлениям подготовки 06.03.01 Биология, 08.03.01 Строительство, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 38.03.01 Экономика, 40.03.01 Юриспруденция, 44.03.01 Педагогическое образование, 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) и может быть использовано в полной мере при выполнении выпускных квалификационных работ.

УДК 355.58  
ББК 68.9  
Е30

© Егоров А.Н., 2019  
© БГТИ (филиал) ОГУ, 2019

## Содержание

Введение.....	7
1 История становления дисциплины безопасности жизнедеятельности и появление науки БЖД.....	11
1.1 Современная безопасность жизнедеятельности .....	17
2 Предмет и теоретические основы безопасности жизнедеятельности.....	20
2.1 Устойчивое развитие и принципы его обеспечения.....	29
3 Человек и техносфера .....	31
3.1 Подсистема «биосфера – техносфера».....	32
3.1.1 Проблемы роста народонаселения .....	33
3.1.2 Природные ресурсы и их потребление .....	34
3.1.3 Загрязнение биосферы .....	36
3.2 Подсистема «человек – техносфера» .....	38
3.2.1 Производственная среда обитания.....	39
3.2.2 Городская среда обитания.....	41
3.2.3 Бытовая среда обитания.....	43
3.3 Подсистема «человек – социальная среда» .....	46
3.4 Культура безопасности жизнедеятельности.....	51
4 Идентификация и воздействие на человека и среду обитания вредных и опасных факторов .....	54
4.1 Классификация негативных факторов среды обитания.....	54
4.2 Характеристики основных негативных факторов и механизм их действия на человека.....	59
4.2.1 Химические негативные факторы (химические вещества) .....	59
4.2.2 Биологические негативные факторы.....	66
4.2.3 Физические негативные факторы.....	68
Электромагнитные излучения и поля .....	71
Инфракрасное излучение.....	74
Лазерное излучение.....	76
Ионизирующее излучение.....	76
Электрический ток .....	79
Опасные механические факторы .....	82
4.3 Опасные факторы комплексного характера .....	83
4.3.1 Пожаровзрывобезопасность.....	83
4.3.2 Герметичные системы, находящиеся под давлением.....	90
4.3.3 Статическое электричество .....	91

4.3.4 Сочетанное действие вредных факторов.....	94
5 Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения.....	96
5.1 Принципы, методы и средства защиты.....	96
5.2 Защита воздушной среды от загрязнений.....	97
5.2.1 Защита воздушной среды рабочей зоны от загрязнений .....	97
5.2.2 Защита атмосферного воздуха от загрязнений .....	102
5.3 Защита водной среды от загрязнений .....	106
5.4 Утилизация и переработка антропогенных и техногенных отходов .....	108
5.5 Защита от энергетических воздействий и физических полей .....	111
5.5.1 Защита от шума, вибрации, инфразвука и ультразвука .....	112
5.5.2 Методы и средства обеспечения электробезопасности .....	115
5.5.3 Защита от электромагнитных излучений, статических, электрических и магнитных полей .....	119
5.5.4 Защита от ионизирующих излучений .....	121
5.5.5 Защита от лазерного излучения .....	123
5.5.6 Защита от механического травмирования .....	127
5.5.7 Безопасность систем под давлением .....	128
5.5.8 Анализ техногенных и природных рисков .....	130
6 Обеспечение благоприятных условий для жизнедеятельности человека.....	134
6.1 Микроклимат и его нормирование в производственных помещениях .....	137
6.2 Обеспечение благоприятных климатических условий .....	140
6.3 Производственное освещение.....	145
6.3.1 Воздействие световых излучений на организм и трудоспособность работающих .....	146
6.3.2 Основные светотехнические характеристики .....	147
6.3.3 Требования к производственному освещению .....	149
6.3.4 Естественное освещение.....	152
6.3.5 Совмещённое освещение.....	155
6.3.6 Искусственное освещение .....	155
7 Психофизиологические и эргономические основы безопасности .....	163
7.1 Психические процессы .....	164
7.2 Психические свойства.....	170
7.3 Психические состояния человека .....	171
7.4 Психологические причины ошибок и создания опасных ситуаций .....	174
7.5 Особенности групповой психологии .....	175
7.6 Инженерная психология .....	176

7.7	Профессиональная ориентация и отбор специалистов операторского профиля.....	180
7.8	Виды и условия трудовой деятельности.....	181
7.9	Эргономические основы безопасности.....	184
7.10	Организация рабочего места пользователя компьютерной техники.....	187
8	Чрезвычайные ситуации и методы защиты от них.....	189
8.1	Основные понятия и определения.....	189
8.2	Техногенные чрезвычайные ситуации, вызванные взрывами.....	191
8.3	Чрезвычайные ситуации, вызванные пожарами.....	198
8.4	Чрезвычайные ситуации, вызванные выбросом опасных химических веществ..	206
8.5	Чрезвычайные ситуации, вызванные радиационными авариями.....	209
8.6	Природные чрезвычайные ситуации.....	213
8.6.1	Землетрясения.....	213
8.6.2	Наводнения.....	217
8.6.3	Природные пожары.....	219
8.7	Военные чрезвычайные ситуации.....	222
8.7.1	Современные боеприпасы.....	222
8.7.2	Ядерное оружие.....	223
8.7.3	Химическое оружие.....	224
8.7.4	Бактериологическое оружие.....	225
8.7.5	Новые виды оружия массового поражения.....	226
8.7.6	Чрезвычайные ситуации, вызванные террористическими актами.....	228
8.8	Защита населения в чрезвычайных ситуациях.....	230
8.8.1	Средства коллективной защиты.....	230
8.8.2	Средства индивидуальной защиты.....	232
8.8.3	Эвакуация и рассредоточение.....	233
8.9	Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях.....	234
8.10	Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций.....	237
9	Управление безопасностью жизнедеятельности.....	240
9.1	Нормативно-правовая база и стратегия национальной безопасности.....	240
9.2	Законодательство РФ об охране окружающей среды.....	241
9.3	Законодательство РФ об охране труда.....	245
9.4	Законодательство РФ о безопасности в чрезвычайных ситуациях.....	247
9.5	Законодательство РФ о промышленной безопасности.....	249
9.6	Законодательство РФ о пожарной безопасности.....	252
9.7	Экономические основы управления безопасностью жизнедеятельности.....	253
9.8	Страхование рисков.....	258

9.9 Государственное управление безопасностью жизнедеятельности .....	259
Список использованных источников .....	266

## Введение

Во все времена развитие человечества определялось уровнем научно-технического прогресса, связанного с созданием новых технологий материального производства, направленного на всё возрастающее удовлетворение потребностей человека. В наше время человек живёт в мире опасностей - природных, техногенных, экологических, социальных и других. Несмотря на всевозможные предпринимаемые усилия, количество аварий и катастроф увеличивается, и они имеют более тяжкие последствия. Это объясняется тем, что с развитием науки опасность возрастает значительно быстрее, чем способность противостояния человека ей.

В конце второй половины XX века объёмы и темпы техногенного загрязнения окружающей среды настолько возросли, что потребовалось принятие специальных международных программ по охране природы. Поэтому в 1972 г. ООН была разработана программа по окружающей среде, включающая проблемы мониторинга природной среды с целью раннего предупреждения о наступающих естественных или антропогенных изменениях, которые могут причинить вред здоровью или благополучию людей. В конце XX века человечество стало осознавать глобальные изменения среды своего обитания, произошедшие в результате быстрого расширения промышленного производства. Слишком распространённым было представление о неограниченной способности природы компенсировать воздействие человека, хотя уже длительное время были известны необратимые изменения окружающей среды, например, вырубки лесов с последующей эрозией почвы. Более 12% пустынь на нашей Земле – дело рук человека. Поэтому сейчас человечество оказалось перед серьёзным выбором: «Или люди сделают так, что на Земле будет меньше дыма, или дым сделает так, что на Земле будет меньше людей». Оценки грозящей опасности и прогноз ситуации в научной литературе варьируются от умеренно спокойных до панических. Но тот факт, что человечество вступило в эпоху глобального влияния антропогенной деятельности, практически не оспаривается никем. Речь идёт не о таких печально известных событиях, как гибель Аральского моря или значительной части озёр Скандинавии, загрязнение Великих Озёр Северной Америки, нашего Байкала или большинства рек Европы. Тем не менее, все эти события являются локальными. Но в настоящее время негативные последствия хозяйственной деятельности уже начинают затрагивать механизмы, регулирующие деятельность всей природной среды в целом. Примерами таких тревожных явлений стали загрязнение океана нефтепродуктами, уменьшение толщины озонового слоя, накопление в атмосфере газов, снижающих её проницаемость для тепловых лучей (парниковый эффект), изменение характера

круговорота отдельных элементов в природе. Круговорот серы в настоящее время определяется преимущественно антропогенными факторами. В начале 90-х годов прошлого века ежегодное поступление соединений этого элемента в гидросферу из природных источников (около 100 млн. т) сравнялось со сбросом соединений серы в сточные воды, в то время как промышленные выбросы соединений серы в атмосферу превысили её природную эмиссию (тоже около 100 млн.т). Следовательно, объёмы добываемого сырья и выбросы техногенных газов становятся соизмеримыми с природными процессами. Кроме того, необходимо учитывать возрастающие объёмы поступления в окружающую среду в результате промышленной деятельности несвойственных ей чужеродных соединений (ксенобиотиков). В природе часто отсутствуют механизмы нейтрализации техногенных продуктов. Знаменитый академик Лотман Ю.М., говоря об интеллигентности человека, отмечал, что в результате расточительности человека совершаются экологические преступления. А это и есть результат потери интеллигентности.

Поэтому неудивительно, что в XX веке появилась и набирает силу наука о безопасности жизнедеятельности. Источником её появления стала социальная потребность по защите людей от негативного воздействия, вновь появившейся и уже сформировавшейся в определенной степени среды обитания – техносферы. Наряду с существующими и пока еще относительно терпимыми неблагоприятными природными негативными факторами нарастают и всё увеличиваются негативные факторы антропогенного происхождения. Источниками их являются элементы современной техносферы и несанкционированные или ошибочные действия людей. Расчётные данные о принудительной гибели людей от негативных факторов показывают, что в России ежегодно погибает от регионального загрязнения воды, воздуха, почвы и продуктов питания примерно 39000 человек. В 2011 году количество погибших в дорожно-транспортных происшествиях составило 27 953 человека, на промышленных предприятиях – 10 190 человек, в результате чрезвычайных ситуаций погиб 791 человек, 23 716 получили травмы. За 2017 год в Российской Федерации погибло людей при пожарах 7 782, из них детей 358, получили травмы 9 305 человек; при ДТП погибло 15 477 человек, травмировано 194 000.

Значительные величины пострадавших и ущербов от воздействия негативных факторов техносферы возросли настолько, что на современном этапе развития общество уже не может ограничиться только использованием средств и методов, характерных для области техники безопасности, охраны природной среды и гражданской обороны. От констатации фактов негативного воздействия и ликвидации последствий оно вынуждено переходить к прогнозированию и предотвращению их воздействия на человека и окружающую природную среду. И здесь для решения этих

задач необходима новая область знаний о безопасном взаимодействии человека со средой его обитания. Эта наука получила название «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД) – это область научных знаний, изучающая опасности и способы защиты от них человека в любых условиях существования. Практика преподавания этой дисциплины показывает, что за последние годы курс «Безопасность жизнедеятельности» пополнился системой собственных понятий, определений, аксиом, теоретических положений, методов исследований, то есть необходимыми элементами общей науки о безопасности. Сегодня эта дисциплина является обязательной наряду с другими дисциплинами в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования третьего поколения.

Курс «Безопасность жизнедеятельности» является фундаментальной наукой междисциплинарного характера. В своей основе это естественнонаучная дисциплина, базирующаяся на ряде дисциплин: из естественнонаучных – это теория вероятностей, математическая статистика, алгебра Буля, информатика, физика, химия; из общепрофессиональных – техническая механика, технология машиностроения, материаловедение, теория управления и надёжности, технологические процессы производств; из медицинских наук – анатомия, физиология, гигиена труда; из наук человеческого фактора – эргономика, инженерная психология.

Эргономика – научная дисциплина, изучающая закономерности взаимодействия человека с техническими средствами, предметом деятельности и средой.

Инженерная психология изучает объективные закономерности взаимодействия человека и техники с целью использования их для проектирования и эксплуатации сложных систем «человек – машина». В основном она занимается изучением деятельности человека- оператора.

Задачи научного характера БЖД сводятся к идентификации опасных и вредных факторов (то есть их распознавание и количественная оценка), инициируемых элементами среды обитания (технологическое оборудование, средства, технологические процессы производств, природные явления), разработке и реализации новых принципов и методов защиты, моделированию и прогнозированию чрезвычайных ситуаций.

Практическими задачами БЖД являются: выбор принципов защиты; эффективное использование средств защиты человека и окружающей природной среды от негативного воздействия техногенных источников и стихийных бедствий.

Выполнение этих задач обуславливает цель и содержание БЖД – на основе изученных видов опасностей обеспечить нормальные условия деятельности человека на всех стадиях его жизненного цикла.

При проектировании и эксплуатации технических систем невозможно решение задач БЖД без знаний уровней допустимого воздействия опасных и вредных факторов на человека и среду его обитания, без знаний негативных последствий при нарушениях нормативных требований.

Конструируя новую технику, специалист обязан обеспечить не только её функциональное совершенство, технологичность и приемлемые экономические показатели, но и достичь требуемых уровней её экологичности и безопасности. На этапе проектирования и подготовки производства инженер должен суметь выявить все негативные факторы, определить их значимость, разработать и использовать в конструкции машин средства и приёмы снижения негативных факторов до допустимых значений и средства предупреждения аварий и катастроф.

Основной целью, которую автор ставил перед собой, приступая к написанию пособия, было желание помочь студентам повысить знания в области жизнедеятельности. Более подробно рассмотрены вопросы определения дисциплины, индивидуальных добровольных рисков, промышленных загрязнений, их классификации, влияния промышленных загрязнений на качество воздуха, воды и почвы. В работе дана краткая история становления безопасности жизнедеятельности. На заключительном этапе обучения данная работа поможет качественно выполнить выпускную квалификационную работу. Автор надеется, что молодые студенты, обращаясь к этому пособию, станут более осознанно и внимательнее относиться к охране и защите окружающей природной среды, собственной безопасности и здоровью.

# 1 История становления дисциплины безопасности жизнедеятельности и появление науки БЖД

Познание природы приобрело практическое значение ещё в первобытном обществе, в котором каждый должен был иметь определённые знания об окружающей среде, силах природы, растениях и животных.

История первобытного общества охватывает период от появления человека (более 1 млн. лет тому назад) до образования классовых обществ.

Процесс накопления общих практических, химико-практических и других знаний начался в глубокой древности и протекал он медленно. Условия жизни людей, добывавших средства к существованию путём использования природных продуктов, не способствовали развитию производительных сил. Прошло несколько тысячелетий, прежде чем первобытные люди в жестокой борьбе за выживание овладели некоторыми техническими и химическими знаниями. В доисторические времена люди познакомились с поваренной солью, её вкусовыми и консервирующими свойствами. Потребность в одежде научила наших предков примитивными методами обрабатывать шкуры животных. Им приходилось для их обработки использовать определённые орудия труда и в дальнейшем их совершенствовать. Потребность в жилище для защиты от холода и сырости потребовала новых видов деятельности и ремёсел. А ремесло в свою очередь будило разум.

Огонь с самого его использования на заре истории человечества стал важнейшим средством труда. По мере развития ремёсел в первобытном обществе в различных регионах земного шара люди не только увидели новые возможности использования огня, но и осознали его важнейшее значение для совершенствования техники. Наряду с этим у него вырабатывались определённые правила безопасного поведения при работе у костра или очага, при обжиге камней, минералов и глиняной посуды. Овладение огнём произошло приблизительно 100 тысяч лет назад и ознаменовало новую эру в истории культуры. Для человека каменного века костёр стал и своеобразной химической лабораторией. С его помощью были получены первые образцы металлов из руд – медь, свинец и олово.

Использование высоких температур имело большое значение, так как способствовало осуществлению перегонки жидкостей и плавлению металлов. Несомненно, что нельзя было обойтись без высоких температур при получении фаянса, кирпича, фарфора и выплавки стекла. Тысячелетиями люди накапливали знания о способах обращения с «красным цветком» (Р. Киплинг). Огонь необходим был и для таких химических ремёсел, как крашение, мыловарение, получение клея, скипидара,

выделение древесной смолы, масел. Важное значение огонь имел и для пивоварения, получения сажи (важнейшего компонента красок и чернил), изготовления некоторых красок (таких, как сернистый цинк, - путём нагревания серы с цинком).

Таким образом, мы видим, что огонь, оказавшись в руках человека, дал путёвку в жизнь самым разнообразным ремёслам, многие из которых явились по существу первым опытом химического производства. Но наряду с этим он приобретал определённые навыки, опыт, с которым формировались правила поведения и безопасности при проведении различных видов работ.

Развитие цивилизации на Земле характеризуется следующими периодами:

1. Возникновение древнего человека на Земле вида *Homo habilis* (Человек умелый) около 2 млн. лет назад. Тогда человек представлял собой часть природы и занимался собирательством плодов и охотой.

2. Эволюция человека в вид *Homo erectus* (Человек прямоходящий) произошла около 1,5 млн. лет назад. А от 100 тыс. до 300 тыс. лет назад – в вид *Homo sapiens* (Человек разумный).

3. Развитие вида *Homo sapiens* в подвид *Homo sapiens sapiens* (Человек разумный) завершилось около 40 тыс. лет назад.

Известно, что некоторые первобытные племена начали одомашнивать диких животных и окультуривать растения около 10 тыс. лет назад. Данная ситуация положила начало смене первобытной культуры сообществ собирателей аграрной культуры и охотников в культуру обществ земледельцев и пастухов.

Первые человеческие цивилизации использовали колесо в качестве транспортного средства, которое до сих пор играет значительную роль в нашей жизни. Колесо и специально построенная для него колея использовались несколько тысяч лет назад, что подтверждают памятники Древней Греции и Древнего Рима.

Около 275 лет назад наступил период, характеризующийся изобретением различных механизмов и машин. Данное обстоятельство постепенно привело к переходу в новую стадию развития цивилизации – в эпоху промышленной революции, характеризующейся быстрым развитием различного вида транспорта.

С появлением на Земле наших предков возникла и проблема защиты человека от различных опасностей. Но с течением времени и прежде всего с началом промышленной революции появляются опасности, творцом которых является сам человек. В начале 20 века произошли значительные изменения в среде обитания, окружающей человека. В настоящее время происходит расширение биосферы за счёт проникновения человека в космическое пространство.

Одновременно в населённых людьми регионах биосфера стала превращаться под воздействием техносферы в биотехносферу.

Статистические показатели говорят о том, что в конце 70-х годов XX века человечество стало страдать больше от техногенных опасностей, чем от природных и по количеству жертв и по материальным потерям.

Актуальность данной проблемы подтверждается тем, что только в дорожно-транспортных происшествиях на территории РФ в конце XX века ежегодно погибало около 70 тыс. человек. Эта цифра значительно превышает потери советских войск за 10 лет участия в военных действиях в Афганистане.

Учёные с древних времён изучают условия труда и безопасность человека. Так, Аристотель (384 – 322 до н.э.) и Гиппократ (460 – 377 до н.э.) в своих трудах рассматривали условия труда.

Абу Али ибн Сина (918 - 1037) в «Каноне медицины» писал, что причиной чумы, оспы и других болезней являются невидимые глазом мельчайшие живые существа, передающиеся через воздух и воду.

Парацельс (1493 - 1541) изучал опасности, связанные с горными работами, ему принадлежит идея принципа нормирования вредных веществ: «Всё есть яд, и всё есть лекарство. Только одна доза делает вещество ядом, а другая – лекарством».

Г. Агрикола (1494 - 1555) издал свою работу «О горном деле».

Б. Рамаццини (1633 - 1714) разработал основы профессиональной гигиены в книге «О болезнях ремесленников».

М. В. Ломоносов (1711 - 1765) написал основополагающие работы по безопасности труда в горном деле.

Многие русские учёные внесли вклад в развитие отдельных технических проблем и теории безопасности труда: В. Л. Кирпичёв (1845 - 1913), Д. П. Никольский (1855 - 1918), А. А. Пресс (1857 - 1930), В. А. Левицкий (1867 – 1936), А. А. Скочинский (1874 – 1960), С. И. Каплун (1897 – 1943), В. А. Легасов (1936 – 1988) и другие.

Гиппократ (460 – 377 гг. до н.э.) говорил о влиянии факторов среды на здоровье человека.

Великий Аристотель (384 – 322 гг. до н.э.) является автором более 300 сочинений: «История животных», «Метафизика», «Физика», «О небе» и др. Он по праву считается основателем многих естественных дисциплин. Аристотель описал свыше 500 видов животных и рассказал об их поведении: о зимней спячке рыб, перелетах птиц, паразитизме кукушки, способе самозащиты каракатицы и т. п. Для античного периода характерно описательное направление в науке, основанное на эмпирических знаниях о природе. В это время человек был выделен из природы и поставлен в центр мироздания. Обожествление природы сменилось антропоцентризмом – человек стал мерой всех вещей.

В средние века наука о природе развивалась медленно в силу религиозного догматизма и схоластики.

Необходимо отметить величайший вклад легендарного академического ученого и врача Авиценны (980 – 1037), который родился и жил в Средней Азии, по национальности таджик. Его воззрения формировались под влиянием Платона, Аристотеля, Гиппократов и других классиков. И на сегодняшний день мировую известность имеет его книга «Канон врачебной науки», в которой имеются разделы о влиянии на организм человека окружающего воздуха, места жительства и времен года.

Немецкий химик и врач Т. Парацельс (1493 - 1541) разработал идеи о дозированном влиянии природных факторов, и были развиты в XIX веке в работах Ю. Либиха и В. Шелфорда.

Большая часть знаний, накопленных, в основном, греками, была утрачена в результате разрушения знаменитой Александрийской библиотеки Ю. Цезарем в 48 году до нашей эры. Окончательно её сожгли арабы в 642 году н.э.

Времена великих географических открытий положили начало современному естествознанию. Колонизация новых стран в XV – XVI послужила толчком к развитию наук о природе. Этот период характеризуется описанием открытых земель, их растительного и животного мира. Значительное внимание уделялось влиянию погодно-климатических и других факторов на организмы. В условиях возросшей деловой активности стали появляться талантливые изобретатели, исследователи, художники и мыслители: Дж. Бруно, Леонардо да Винчи, Галилей и другие.

В Германии поборником естественного происхождения организмов, их родства и постепенного развития был Эммануил Кант (1724 – 1804).

В России М.В. Ломоносов (1711 - 1765) писал, что лик Земли многократно менялся, на месте морей появилась суша, и наоборот, земные пласты постепенно поднимались и изгибались, образуя горные складки, изменялся климат, изменялись флора и фауна.

Жан Батист Ламарк (1744 - 1829) в книге «Философия зоологии» впервые широко поставил вопрос о влиянии среды на организм.

Первым из естествоиспытателей, понявшим необходимость синтеза наук при изучении природы, её живых и неживых элементов был немецкий учёный Александр Гумбольдт. Одновременно с ним на существующее в природе единство среды и организмов и их эволюционное развитие указывал российский зоолог Карл Рулье (1814 - 1858). Он утверждал, что природа вечна и все её явления взаимосвязаны и составляют единое целое. В природе всё образуется путём медленных непрерывных изменений.

Большой вклад в развитие экологических представлений в этот период внесли российские естествоиспытатели А. Т. Болотов (1738 - 1833), И. И. Лепехин (1740 – 1802), П. С. Паллас (1741 – 1811).

24 ноября 1859 г. вышла в свет знаменитая книга Чарльза Дарвина «Происхождение видов путём естественного отбора, или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь». Одновременно такие же положения были разработаны английским учёным А. Уоллесом. Дарвин писал, что каждый организм зависит не только от условий местообитания, но и от всех других окружающих его существ. По сути, он говорил о безопасности живых организмов и окружающей их природной среды. В результате естественного отбора сохраняются те организмы, в которых произошли изменения, дающие преимущества для существования в данных условиях.

В 1866 г. немецкий ученый Эрнст Геккель возвел здание новой самостоятельной науки. В России популяризатором эволюционной теории Ч. Дарвина и последователем Э. Геккеля был К. А. Тимирязев, который писал в 1939 году: «С установлением понятия приспособления явилась новая область науки, получившая придуманное Геккелем название экология». Заслуга Геккеля состоит в том, что он первый предложил название новой науки и определил предмет исследования.

Немецкий гидробиолог К. Мебиус в 1877 году ввёл понятие биоценоз. Биоценоз (греч. *bios* – жизнь, *koinos* – сообщество) - закономерное сочетание разных организмов, обитающих в определённом биополе. Биотоп (греч. *bios* – жизнь, *topos* – место) – совокупность условий среды, в которой обитает биоценоз.

Русский создатель учения о лесе Г. Ф. Морозов (1867 - 1920) утверждал, что лес и его территория должны сливаться для нас в одно целое, в географический индивидуум.

На III Ботаническом конгрессе в Брюсселе в 1910 г. экология растений разделилась на экологию особей – аутэкологию и экологию сообществ – синэкологию. В основе аутэкологии лежат исследования взаимосвязей конкретных организмов и среды. Синэкология изучает взаимодействия совокупности популяций с внешней средой. Основное внимание уделялось анализу плотности, рождаемости, смертности, возрастной структуре, взаимодействию групп организмов и их взаимосвязям с окружающей средой. Этот период, по сравнению с предыдущим, был более прогрессивным. Анализируя периоды становления экологии как науки, мы приходим к выводу о том, что со становлением развития элементов экологии естественным образом человечеству приходилось предпринимать меры по сохранению своей жизни и здоровья. А для этого им было необходимо создавать определённые условия для нормальной работы, учёбы и отдыха. Следовательно, экология и безопасность жизнедеятельности всегда были связаны между собой и зависели друг от друга. Изучая

различные дисциплины в РУ, ПТУ и высших учебных заведениях страны, правила и инструкции по безопасности при производстве тех или иных работ обучающиеся изучали и сдавали зачёты и экзамены. Но вся эта система была разрозненна и изучалась в определённые этапы. Так изучались вопросы техники безопасности, пожарной безопасности, охраны природы и гражданской обороны. К примеру, изучая электротехнику в ГПТУ, автор заметил, что об опасности электрического тока не говорилось, а эти вопросы отрабатывались на практике в виде инструктажей. Наряду с этим необходимо отметить, что некоторые преподаватели – практики всё-таки на теоретических занятиях старались уделить немного времени, чтобы показать и разъяснить теоретическую основу опасности электрического тока. Но это были исключения, а единой системы обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и окружающей его среды не существовало. Позднее уже в процессе самостоятельной работы по специальности электрика на промышленных предприятиях, столкнулся с такими для меня необычными факторами, как внезапная смерть коллег среднего возраста. Внимательное наблюдение за коллективом электроцеха завода показало, что данные коллеги не жаловались на здоровье, не состояли на каких-либо учётах в больнице, вели активный образ жизни и участвовали во всевозможных спортивных мероприятиях. На другом заводе с данными факторами столкнулся вновь, но уже в больших масштабах. Через много лет выяснилось, что причиной таких смертей является электромагнитное излучение.

Идея ноосферы, то есть ответственности человека за судьбу биосферы, а соответственно, и за будущее человечества, сформулированная нашим великим учёным В.И. Вернадским, возникла в качестве альтернативы воззрению на мир как на безграничную кладовую природных ресурсов. Учение о ноосфере включает в себя в качестве обязательного компонента вопросы безопасности жизнедеятельности. В наше время нет необходимости доказывать, что условия природно-материальной жизни общества по сути уже исчерпаны.

В результате активной и уже сегодня можно сказать хищнической деятельности человека на наших глазах происходят серьёзнейшие изменения в биосфере (повышение температуры на поверхности Земли, глобальное загрязнение воздуха воды и почвы, загрязнение Мирового океана, космоса, разрушение озонового слоя), которые известны в наше время каждому человеку.

В сентябре 1990 года в городе Кёльне состоялся первый Всемирный конгресс по безопасности деятельности как научной дисциплине, проходившей под девизом «Жизнь и безопасность». Специалисты из разных стран в своих докладах и сообщениях оперировали понятием риск.

Учитывая сложившуюся ситуацию и поняв, что необходимо создавать настоящую теорию безопасности жизнедеятельности, в нашей стране Постановлением Совета Министров РСФСР от 14.05.91 года и приказом Министерства образования РСФСР от 27.05.91 года № 169 с 1 сентября 1991 года в государственных общеобразовательных учебных заведениях страны был введён для изучения курс по основам безопасной жизнедеятельности, а в ВУЗах и других учебных заведениях – безопасность жизнедеятельности. Стали появляться учебники и учебные пособия. И всё-таки, в этих учебниках и пособиях ещё не было научных основ безопасности жизнедеятельности, а были такие разделы, как безопасность труда, безопасность в чрезвычайных ситуациях, были попытки соединить элементы безопасности жизнедеятельности с основами экологии, охраной окружающей среды, с основами рационального природопользования, экологическим правом, менеджментом, маркетингом и моделированием в экологии. За последние годы курс «Безопасность жизнедеятельности» стал наполняться системой собственных понятий, теоретических положений, методов исследований, аксиомами, то есть необходимыми элементами общей науки о безопасности.

С 1 сентября 2018 года ОБЖ в Российских школах будут преподавать по-новому. Разработана новая концепция преподавания, которая одобрена коллегией МЧС. Проект концепции будет рассмотрен в Минобрнауки в мае 2018 года.

## **1.1 Современная безопасность жизнедеятельности**

До недавнего времени безопасность человека, будучи его жизненной необходимостью, обеспечивалась на основе здравого смысла. Фундаментальные научные исследования показали, что безопасность жизнедеятельности и проблемы безопасности, затрагивающие до сих пор индивидуальные и национальные интересы, к концу XX века возникли уже перед всем человечеством. Глобализация проблем безопасности знаменует смену эпохи развития цивилизации. Для выживания и развития не только индивида и нации, как было раньше, но и вообще человечества, жизнедеятельность людей во всех сферах и на всех уровнях необходимо впредь, прежде всего, доверять критериям безопасности.

Подход к обеспечению безопасности, основанный на здравом смысле и принципе «реагировать и выправлять» должен быть заменён новым, базирующимся на принципе «предвидеть и предотвращать». Это возможно только при научном подходе: поскольку только наука раскрывает общее, устойчивое, необходимое и закономерное в отдельных изменчивых, во многом случайных явлениях. Только наука позволяет реализовать

формулу «знать, чтобы предвидеть и предвидеть, чтобы действовать со знанием дела». Предметом науки о безопасности является безопасность человека как биосоциального объекта во всём многообразии угроз в динамичных природных, техногенных и социальных условиях, особенно создаваемых им самим как субъектом. Дисциплина безопасности жизнедеятельности изучает виды опасностей и влияние опасных и вредных факторов на человека, ведущих, как минимум, к разрушению саморегуляции физиологической системы человека и его потомства, а как максимум – к смерти. В дисциплине БЖД на основе изученных видов опасностей осуществляется прогнозирование чрезвычайных ситуаций, приёмов освобождения человека от ситуаций, из которых он не в состоянии выбраться самостоятельно, способы индивидуальной и коллективной защиты от опасных явлений. Целью дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» является формирование именно профессиональной культуры безопасности и приобретения знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в сфере профессиональной деятельности.

БЖД базируется на системной концепции, зародившейся в конце XIX века, и сформировалась лишь к середине XX века. Её истоком явилась социальная потребность в защите людей от негативных факторов в новой среде обитания – техносфере. Появившаяся в конце XX века наука о безопасности жизнедеятельности является междисциплинарной и использует для решения проблем системный подход. БЖД базируется на таких фундаментальных науках, как математика, физика, химия, физиология, психология и многие другие. Одновременно с действием естественных негативных воздействий нарастают и множатся негативные воздействия антропогенного характера. Их источниками являются элементы техносферы и ошибочные или несанкционированные действия людей.

Современная безопасность жизнедеятельности изучает не только законы функционирования природных и антропогенных экосистем, но и ищет оптимальные формы взаимоотношения природы и человеческого сообщества. Основной задачей этой дисциплины является поиск пути сохранения биосферы и управления природными, антропогенными системами и человеческим обществом в соответствии с законами природы. В общественном сознании до настоящего времени ещё не сформировано понимание того, что одним из важных факторов безопасного и устойчивого развития, снижения природных и техногенных опасностей является уровень профессиональной подготовки учёных, специалистов и руководителей различных уровней, принимающих решения.

Главной целью безопасности жизнедеятельности является выявление закономерностей безопасного развития, изучение, классификация и систематизация сложных событий, процессов, явлений в области безопасности жизни и

жизнедеятельности человека и общества, выработка соответствующих мер по предупреждению, локализации и устранения.

Теория безопасности – это система представлений и идей, выявляющих связи между безопасностью человека и его жизнедеятельностью.

Предметы исследования – опасности для человека от его взаимодействия с окружающей средой и возможные меры безопасности. Безопасность жизнедеятельности изучает влияние на человека последствий прямых и обратных связей в виде вредных и опасных факторов в системах взаимодействия: «окружающая среда – человек» и «человек – окружающая среда – человек». Опасность прямо пропорциональна отклонению параметров среды от оптимальных и допустимых для безопасной жизнедеятельности уровней.

Объекты исследования в теории безопасности – человек и окружающая его антропогенно-природная, техногенная и социальная среда.

## **2 Предмет и теоретические основы безопасности жизнедеятельности**

Академик РАН Н. Н. Моисеев в отношении безопасности жизнедеятельности высказал мысль о том, что риск и опасности в развитии цивилизации были, есть и будут. И нам придётся приучить себя к мысли о необходимости жить под этим бременем. Но это означает лишь одно: человечеству необходимо научиться предельно снижать этот риск и опасность.

Современное определение безопасности жизнедеятельности сформулировано следующим образом: безопасность жизнедеятельности – это область научных знаний, изучающая опасности и способы защиты от них человека в любых условиях существования. Действительно, как можно обеспечивать безопасность человека, если мы не знаем опасности, механизм их воздействия на человека. Поэтому в логической цепочке определения науки на первое место поставлено изучение опасностей. А зная опасности, их источники, характеристики и механизм их воздействия на человека и окружающую среду, мы сможем определить способы защиты человека и окружающую его среду.

Окружающая среда – совокупность природных, техногенных и социальных компонентов во всех многообразиях и взаимосвязях.

Среда обитания – это окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических и социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдалённое воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

Деятельность – это активное (созидательное) взаимодействие человека со средой обитания, результатом которого должна быть ее полезность для существования человека в этой среде и благоприятное для жизни человека состояние самой среды. Пока человек живёт, он находится в постоянной деятельности, а, следовательно, взаимодействует с окружающей средой. Влияние любой деятельности человека на самого человека и окружающую его среду включает в себя цель, средство, результат и сам процесс деятельности.

Жизнедеятельность – способ существования человека, включая повседневную деятельность и все виды отдыха.

Жизнедеятельность человека, направленная на преобразование природы и создание комфортных условий искусственной среды обитания, привела к тому, что биосфера заменилась новой средой обитания человека – техносферой. Это в свою очередь привело к ряду негативных последствий. Биосфера – область распространения

жизни на Земле, охватывающая нижние слои атмосферы и верхние слои гидросферы и литосферы. Побочные эффекты научно-технического прогресса и социального развития создали серьёзные угрозы жизни и здоровью, мотивации деятельности, состоянию генетического фонда людей. Возникли опасности для человека от его собственной деятельности. Индустриальная эпоха деятельности человека обусловила появление не просто новых видов опасностей, но и глобальных проблем: угрозы экологической катастрофы от техногенной деградации природной среды с одной стороны и угрозы планетарной катастрофы от демографического взрыва и междоусобной борьбы народов за ресурсы и за выживание с использованием оружия геологической мощности с другой. Первопричиной многих негативных процессов в природе и обществе явилась антропогенная деятельность, не сумевшая создать техносферу необходимого качества как по отношению к человеку, так и по отношению к природе. Чтобы решить данные проблемы человек должен совершенствовать техносферу, снижая её негативное влияние на человека и природу до допустимых уровней.

Средой обитания современного человека является техносфера – часть биосферы, в прошлом преобразованная людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях удовлетворения своих социально-экономических потребностей. Достижение этих целей взаимосвязано. Решая задачи обеспечения безопасности человека в техносфере, одновременно решаются задачи охраны природы от губительного влияния техносферы.

Различают следующие виды разновидности сред обитания: бытовая, производственная, городская, сельскохозяйственная, транспортная, научная и т. д. Каждая среда обитания оказывает как позитивное, так и негативное воздействие на человека и окружающую природную среду. Все негативные факторы среды обитания подразделяются на физические, химические, биологические и психофизиологические.

К физическим факторам относят – движущиеся механизмы и машины, повышенные уровни электромагнитных и ионизирующих излучений, шума и вибрации, недостаточная или чрезмерная освещённость, повышенное значение напряжения в электросетях и др.

К химическим факторам относят различные по агрегатному состоянию вещества и соединения, обладающие токсическим, раздражающим, сенсibiliзирующим, канцерогенным и мутагенным воздействием на организм человека и влияющие на его репродуктивную функцию.

К биологическим факторам относят патогенные микроорганизмы (бактерии, риккетсии, вирусы, грибы) и продукты их жизнедеятельности, а также растения и животные.

К психофизиологическим факторам относят физические (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Для каждой среды обитания характерен свой набор негативных факторов. К производственной среде относятся завод, ферма, учебная аудитория, офис.

Характерными негативными факторами промышленной (заводской) производственной среды являются шум, вибрация, статическое электричество, электромагнитные поля, движущиеся машины и механизмы, запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны, физические перегрузки, смазочно-охлаждающие жидкости и т. д.

Для офиса характерны нервно-психические перегрузки, недостаточная освещённость, негативные воздействия компьютерной техники, мобильной связи, монотонность труда и т. д.

Сельскохозяйственная ферма характерна физическими перегрузками, наличием различных биологических факторов, неоптимальными метеоклиматическими условиями.

Городская среда характерна шумом и вибрацией, электромагнитными полями, тепловыми загрязнениями, запылённостью и загазованностью воздуха выхлопными газами автотранспорта и выбросами ТЭЦ, очагами радиоактивного загрязнения.

В бытовой среде обитания на человека действуют электромагнитные поля бытовой техники и электропроводки, повышенные шум и вибрация, ядохимикаты в виде моющих и косметических средств, недоброкачественная пища и вода, грязный воздух.

Предметом изучения БЖД является общая система «человек – среда обитания». Состояние этой системы может находиться в различных вариациях: «человек – машина – биосфера», «человек – производственная среда», «человек – социальная среда», «человек – бытовая среда», «человек – сельскохозяйственная среда и т. д. Во всех вариантах системы «человек – среда обитания» объектом и субъектом является человек, а среда обитания определяется его выбором. Универсальным свойством взаимодействия человека и среды обитания является опасность.

Опасность – это свойство, характеризующее состояние системы «человек – среда обитания», при котором возможна реализация явлений и процессов, способных поражать людей, наносить материальный ущерб, разрушительно действовать на окружающую человека среду. Опасность – объективно существующая возможность негативного воздействия на объект или процесс, в результате которого может быть причинён какой-либо ущерб (вред), ухудшающий состояние, придающий развитию нежелательную динамику или параметры. Опасность хранят все системы, имеющие

энергию, химические или биологические компоненты, а также характеристики, не соответствующие условиям жизнедеятельности человека. По результатам возможных негативных последствий различают опасности: частные, локальные, национальные, региональные и глобальные. В настоящее время перечень реально действующих негативных факторов насчитывает более 100 видов. В перечень опасностей по данным ВОЗ включены: алкоголь, аномальная влажность воздуха, аномальная подвижность воздуха, аномальная температура воздуха, аномальное барометрическое давление воздуха, аномальное освещение, вакуум, взрыв, взрывчатые вещества, вибрация, вода, вращающиеся части машин, высота, газы, гербициды, глубина, гиподинамия, гипокинезия, гололёд, горячие поверхности, динамические перегрузки, дождь, дым, движущиеся предметы, едкие вещества, заболевания, избыточное давление в сосудах, инфразвук, инфракрасное излучение, искры, качка, кинетическая энергия, коррозия, лазерное излучение, листопад, магнитные поля, макроорганизмы, медикаменты, метеориты, микроорганизмы, молнии, монотонность, наводнение, накипь, недостаточная прочность, неровные поверхности, неправильные действия персонала, огнеопасные вещества, огонь, оружие, острые предметы, отравление, ошибочные действия людей, падение, пар, перегрузка машин и механизмов, перенапряжение анализаторов, пестициды, повышенная яркость света, пожар, психологическая несовместимость, пульсация светового потока, пыль, рабочая поза, радиация, резонанс, скользкая поверхность, снегопад, сонливость, статические перегрузки, ультразвук, ультрафиолетовое излучение, ударная волна, умственное перенапряжение, ураган, ускорение, утомление, шум, электрическая дуга, электрический ток, электромагнитное поле, эмоциональный стресс, ядовитые вещества и др.

Основополагающим постулатом БЖД является аксиома о потенциальной опасности: любая деятельность человека потенциально опасна. Так, на ранних стадиях своего развития человек постоянно испытывал значительное воздействие опасных и вредных факторов естественного происхождения: пониженные и повышенные температуры воздуха, атмосферные осадки, грозовые разряды, контакты, стихийные явления и т. д.

Безопасность определяется как состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз (Закон РФ от 5 марта 1992 г. № 2446-1 «О безопасности») (в редакции от 25.07.2006 г. №128 - ФЗ).

Угрозы безопасности – совокупность факторов и условий, представляющих опасность жизненно важным интересам личности, общества и государства.

Угрозы ранжируются и классифицируются по характеру и степени представляемой ими опасности:

- по сфере человеческой деятельности (политическая, экономическая, социальная, правовая, военная, демографическая, экологическая, технологическая, информационная и т.д.);
- по источнику угроз (внутренняя и внешняя);
- по отношению к человеческой деятельности (объективная и субъективная);
- по вероятности (реальные и потенциальные);
- по последствиям (всеобщие – отражаются повсеместно или на большинстве субъектов; локальные – отражаются на отдельных субъектах; частные – отражаются на отдельных лицах).

Аксиома о потенциальной опасности предопределяет, что все действия человека и все компоненты среды обитания (технические устройства, технологические процессы и т. д.) обладают способностью генерировать опасные и вредные факторы. При любом новом действии человека неизбежно возникает новая потенциальная опасность. Достигнутый прогресс в сфере производства в период научно-технической революции сопровождался и сопровождается в настоящее время ростом числа и энергетического уровня опасных и вредных факторов производственной среды. Внедрение прогрессивных способов плазменной обработки материалов потребовало средств защиты работающих от токсичных аэрозолей, электромагнитного излучения, повышенного шума, от электрических сетей высокого напряжения. В свою очередь создание двигателей внутреннего сгорания решило транспортные проблемы, но одновременно привело к повышенному травматизму на дорогах и породило проблему загрязнения окружающей среды токсичными выбросами автомобилей. Использование многочисленных бытовых приборов и устройств существенно облегчает быт, делает его комфортным, но одновременно даёт целый комплекс опасных и вредных факторов: электрический ток, электромагнитное поле, повышенный уровень радиации, шум, вибрация, опасность травмирования и т.п. Опасности подразделяются на реальные и потенциальные. Опасности классифицируют по сферам общественной жизни и видам человеческой деятельности (природная, техногенная, экологическая, опасность чрезвычайной ситуации и т.д.).

Под источниками опасности понимают условия и факторы, которые потенциально таят в себе и при определённых условиях сами по себе либо в различной совокупности обнаруживают враждебные намерения, вредоносные свойства, деструктивную природу.

Мерой опасности является риск – величина, учитывающая как вероятность появления опасности, так и наносимый ею ущерб (вред), руб./год, то есть (1)

$$R = WY, \quad (1)$$

где  $W$  – частота (вероятность за определённый промежуток времени, обычно год), год<sup>-1</sup>;

$Y$  – величина наносимого ущерба, руб.

Формально риск – это частота, определяемая по соотношению (2):

$$R = n/N, \quad (2)$$

где  $n$  – число нежелательных происшествий за определённый период времени;

$N$  – число возможных происшествий за этот же период времени.

Приведём следующий пример (3): в дорожно-транспортных происшествиях в стране погибает 30 тысяч человек, в стране проживает 150 млн. человек, определить риск для жителя страны погибнуть в ДТП.

$$R_{\text{ДТП}} = 3 \cdot 10^4 / 1,5 \cdot 10^8 = 2 \cdot 10^{-4} \quad (3)$$

Ущерб – результат негативного изменения состояния объекта, выражающегося в нарушении его целостности или ухудшения его свойств в результате воздействия событий, явлений, действий; физические или возможные социальные и экономические потери (отклонение здоровья человека от среднестатистического значения, то есть его болезнь или смерть; нарушение процесса нормальной хозяйственной деятельности; утрата того или иного вида собственности, других материальных, культурных, исторических или природных ценностей) и (или) ухудшение окружающей природной среды или среды обитания человека.

При рассмотрении экологических, социальных, экономических и последствий чрезвычайных ситуаций целесообразно оперировать понятиями прямого, косвенного, полного и общего ущербов.

Прямой ущерб – потери и убытки всех структур национальной экономики, складывающиеся из невозвратных потерь основных фондов, оценённых природных ресурсов и убытков, вызванных этими потерями, а также затраты, связанные с ограничением развития и ликвидацией негативного события.

Косвенный ущерб – потери, убытки и дополнительные затраты, которые понесут объекты экономики, вызванные нарушениями и изменениями в сложившейся структуре хозяйственных связей, инфраструктуре.

К косвенному ущербу относят и плохо поддающиеся стоимостной оценке отрицательные социальные эффекты.

Прямой и косвенный ущербы в совокупности образуют полный ущерб. Прямой и косвенный ущербы в свою очередь подразделяются на экономический, социальный и экологический.

Количественными показателями риска являются:

- технический риск-вероятность отказа технических устройств с последствиями определённого уровня (класса) за определённый период функционирования опасного производственного объекта;

- потенциальный риск - ожидаемая частота поражения определённой тяжести реципиента в результате совокупности поражающих факторов всех возможных источников негативного воздействия при условии постоянного нахождения реципиента в этой точке;

- индивидуальный риск – частота поражения определённой тяжести представителя выделяемой категории реципиентов в данной точке в результате воздействия совокупности поражающих факторов источников негативного воздействия с учётом доли времени нахождения в рассматриваемой точке территории за выбранный период, особенностей физиологического восприятия негативного воздействия, адекватности действий, наличия и эффективности системы защиты от соответствующего поражающего фактора;

- коллективный риск – сумма произведений индивидуальных рисков на число реципиентов, подвергшихся этому риску;

- социальный риск – зависимость частоты событий (F), в которых пострадало на том или ином уровне число людей, больше определённого (N), от этого определённого числа людей (кривая Фармера);

- приемлемый риск – это риск, уровень которого допустим и обоснован, исходя из экономических и социальных соображений, то есть этот риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет собой компромисс между уровнем безопасности и возможностями её достижения. В настоящее время технический риск должен находиться в пределах  $10^{-7}$ - $10^{-6}$  (1/год<sup>-1</sup>), а величина  $10^{-6}$  является максимально приемлемым уровнем индивидуального риска.

Анализ риска – это процесс идентификации опасностей и оценки риска для отдельных лиц или групп населения, имущества или окружающей среды. Традиционной схемой анализа риска является метод «от источника опасности». Для расчёта риска необходимы обоснованные данные, потребность в которых признана на международном уровне. В любом случае процедура оценки риска является весьма приблизительной.

В отличие от метода анализа риска управление риском происходит на основе экспертизы безопасности, осуществляемой с использованием критериев безопасности человека, окружающей природной среды и общества.

Критерии безопасности устанавливаются на основе концепции устойчивого развития (цивилизации – Рио-де-Жанейро, 1992 г., РФ – 1994 г.), целей социально-экономического развития и целей безопасности и принципов приемлемости.

Критерий безопасности (КБ) – величина (параметр), ограничивающая сверху негативное воздействие опасных и вредных факторов среды обитания на объект опасности так, чтобы его состояние не отклонялось от существующего более, чем на заданную величину, как правило, 5%. Для человека существует индивидуальный критерий безопасности (ИКБ); для общества – социальные, правовые, демографические, технические и другие КБ; для окружающей природной среды – биологические, экологические, ландшафтные, географические и другие КБ.

Индивидуальный критерий безопасности (медицинский или санитарно-гигиенический) ограничивает сверху негативное воздействие среды обитания на человека. В качестве частных ИКБ используются общеизвестные величины, как ПДК, ограничивающие токсическое воздействие опасных химических веществ и запыленности воздуха, эффективная доза радиационного воздействия  $E_{эфф}$ , интенсивность шума  $L_A$ .

При определении технического критерия безопасности (ТКБ) могут быть использованы разные подходы в зависимости от того, что является приоритетным: здоровье человека, окружающая природная среда, технические системы, аварии, сопровождающиеся взрывами. Наиболее часто применяют либо величину приемлемого риска, либо выражение (4):

$$R_{нов} - R_{стар} / R_{стар} \cdot 100 \leq 5\%, \quad (4)$$

где  $R_{новый}$  – риск аварий после модернизации производства;

$R_{старый}$  – риск аварий до модернизации производства.

Выделяют 4 методологических подхода к определению риска:

- 1) инженерный, опирающийся на статистику, расчёт частот, вероятностный анализ безопасности, построение «деревьев опасности»;
- 2) модельный, основанный на построении моделей воздействия вредных факторов на отдельного человека, социальные и профессиональные группы;
- 3) экспертный, когда вероятность различных событий определяется на основе опроса опытных специалистов – экспертов;
- 4) социологический, основанный на опросе населения.

Построение «деревьев» является перспективным методом выявления причин различных нежелательных событий (аварий, травм, пожаров, взрывов, дорожно-транспортных происшествий и т.д.). Многоэтажный процесс ветвления «деревя» требует введения ограничения на анализ. При анализе безопасности используют следующие термины: «дерево причин», «дерево отказов», «дерево опасностей», «дерево событий». Рассмотрим пример нежелательного события-происшествия – гибель человека от электрического тока (рисунок 1).

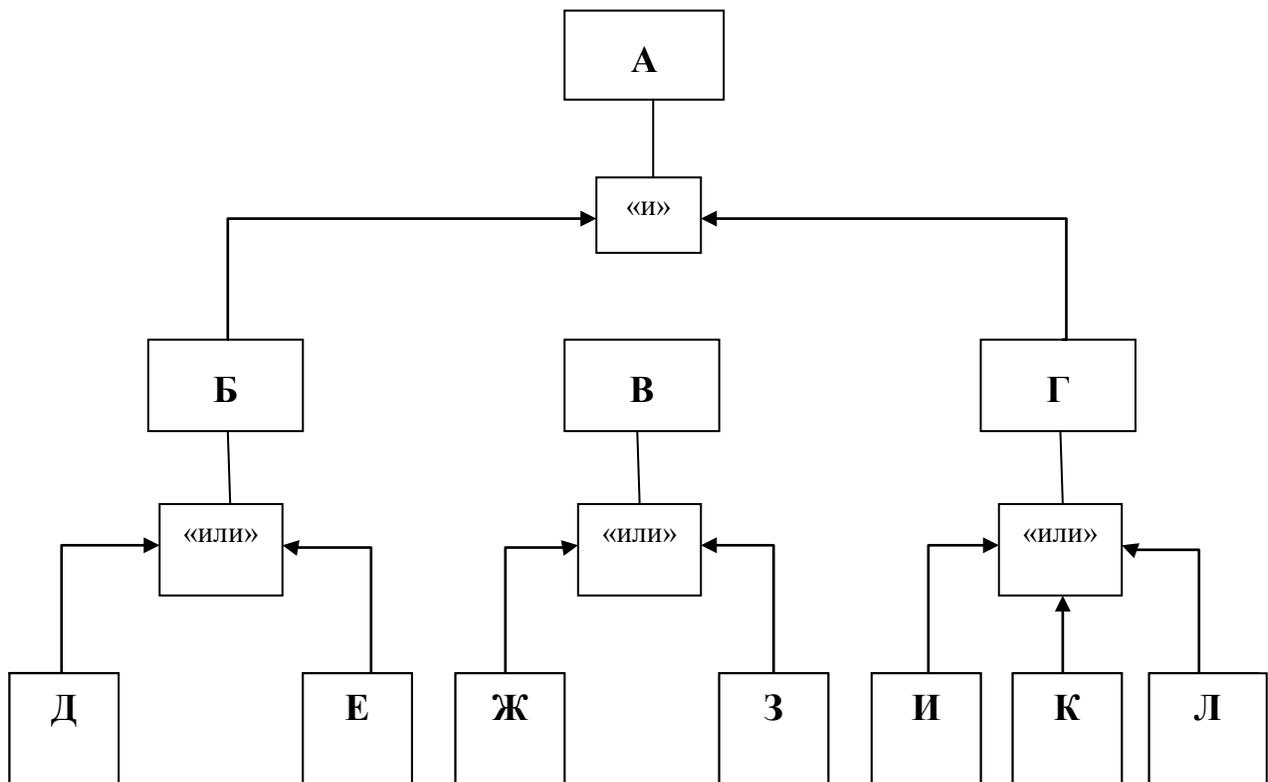


Рисунок 1 – Схема построения «древа событий»

Чтобы произошёл несчастный случай (событие А), необходимо одновременное наложение, по меньшей мере, трёх условий: наличие потенциала высокого напряжения на металлическом корпусе электроустановки (событие Б), появление человека на токопроводящем основании, соединённом с землей (событие В), и касание его телом корпуса электроустановки (событие Г). В свою очередь, событие Б может быть следствием любого из двух событий – предпосылок Д и Е, например, понижение сопротивления изоляции токопроводящих частей или касание ими корпуса по причине раскрепления (событие В). Событие В обуславливается двумя предпосылками Ж и З (вступлением человека на токопроводящее основание или касанием его тела заземлённых элементов). Событие Г обуславливается результатом появления одной из трёх предпосылок И, К, и Л – возникшей потребностью, допустим ремонта, техобслуживания или использования электроустановки по назначению. Анализ «дерева отказов» состоит в выявлении условий, минимально необходимых и достаточных для возникновения или не возникновения головного события. В нашем дереве имеется двенадцать минимальных пропускных сочетаний: ДЖИ, ДЖК, ДЖЛ, ДЗИ, ДЗК, ДЗЛ,

ЕЖИ, ЕЖК, ЕЖЛ, ЕЗИ, ЕЗК, ЕЗЛ и три минимальных отсечных сочетания: ДЕ, ЖЗ и ИКЛ, исключающих возможность появления события А. Количественную оценку вероятности возникновения события А можно получить с помощью структурной функции следующего вида:  $A = (D + E)(J + Z)(I + K + L)$ . Подставив вместо буквенных символов вероятности соответствующих предпосылок, можно получить априорную оценку риска гибели человека от электрического тока. Так, при равных вероятностях их возникновения  $P(D) = P(E) = \dots = P(L) = 0,1$  вероятность события А составит  $P(A) = (0,1 + 0,1)(0,1 + 0,1)(0,1 + 0,1 + 0,1) = 0,012$ . Основным достоинством моделирования опасностей с помощью «дерева отказов» является простота, наглядность и лёгкость математической обработки с помощью ЭВМ. Данная процедура анализа опасностей широко применяется в ядерной энергетике, химической и аэрокосмической технике и других отраслях. Концепция приемлемого риска в нашей стране пока не востребована ввиду отсутствия баз данных по возникновению нежелательных происшествий (отказов оборудования, элементов и узлов, аварий и т.п.). Поэтому обеспечение безопасности на сегодняшний день решается традиционными методами управления.

## **2.1 Устойчивое развитие и принципы его обеспечения**

Устойчивое развитие общества и безопасность – два взаимосвязанных понятия, имеющих важное значение при выборе целей и путей достижения высокого материального и духовного уровня людей.

Устойчивое развитие – это развитие, удовлетворяющее потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Данный термин был введен в международный обиход на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.).

На основе рекомендаций этой конференции в РФ были разработаны:

- Концепция национальной безопасности РФ (Указ Президента РФ от 17.12. 1997 г. № 1300);
- Государственная стратегия устойчивого развития РФ, одобренная Правительством РФ в декабре 1997 года.

Эта концепция нашла отражение в четырёх основных принципах.

Первый принцип – оправданность деятельности по управлению риском, которая должна согласовываться со стратегической целью управления риском, формулируемой как стремление к обеспечению материальных и духовных благ при обязательном условии: практическая деятельность не может быть оправдана, если выгода от этой деятельности не превышает вызываемого ею ущерба.

Второй принцип – оптимизация защиты по критерию среднестатистической ожидаемой продолжительности предстоящей жизни в обществе. Оптимальным считается вариант сбалансированных затрат на продление жизни за счёт снижения уровня риска и за счёт выгоды, получаемой от хозяйственной деятельности.

Третий принцип – необходимость учёта всего спектра существующих опасностей; вся информация о принимаемых решениях по управлению риском должна быть доступна широким слоям населения.

Четвёртый принцип - учёт требований о непревышении предельно допустимых экологических нагрузок на экосистемы. Он состоит в том, что обеспечение безопасности человека, живущего сегодня, следует достигать путём реализации таких решений, которые не подвергают риску способность природы обеспечить безопасность и потребности человека будущего поколения.

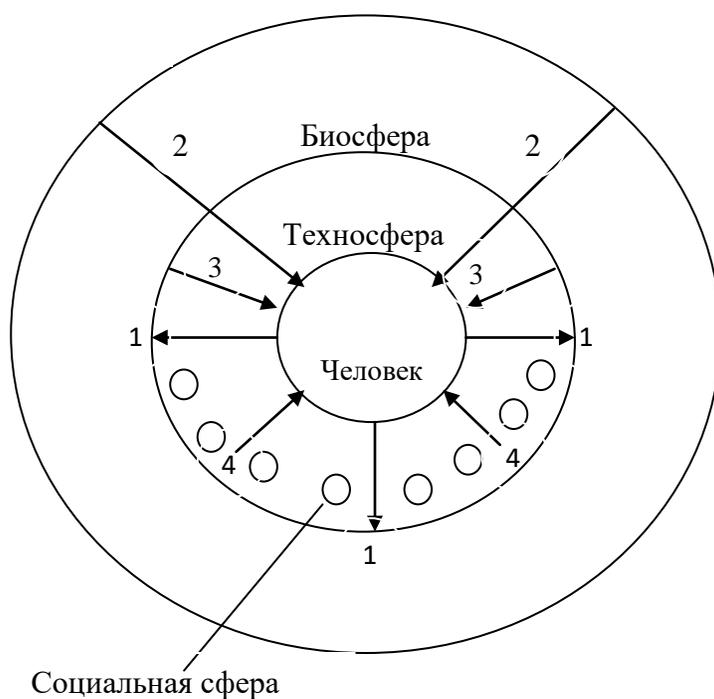
### **Контрольные вопросы**

- 1 Дайте определение безопасности жизнедеятельности.
- 2 Что такое биосфера? Почему она изучается в дисциплине?
- 3 Что такое среда обитания? Приведите примеры.
- 4 Что такое техносфера?
- 5 Что такое негативные факторы? Дайте их классификацию.
- 6 Дайте характеристику физических факторов.
- 7 Дайте характеристику химических факторов.
- 8 Дайте характеристику биологических факторов.
- 9 Дайте характеристику психофизиологических факторов.
- 10 Дайте определение опасности и как Вы понимаете этот термин.
- 11 Дайте определение безопасности.
- 12 Виды опасностей, приведите примеры.
- 13 Что такое риск?
- 14 Перечислите виды рисков и что они означают?
- 15 В чём различие потенциального и индивидуального рисков?
- 16 Какие виды анализов рисков вы знаете?
- 17 Что такое жизнедеятельность?
- 18 Что такое устойчивое развитие?
- 19 Назовите принципы концепции устойчивого развития.

### 3 Человек и техносфера

С самого первого зажжённого костра человек постоянно воздействует на свою среду обитания, в результате чего она меняет свои параметры. Преобразующая роль человека в развитии среды обитания стала существенно возрастать с середины XIX века. Этому способствовали высокие темпы роста численности населения на Земле и его урбанизация, рост потребления энергетических ресурсов, интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства, рост затрат на военные цели, массовое использование транспорта, технический прогресс и научно-техническая революция. В настоящее время мы получили цивилизацию технократического типа, основные приоритеты которой нацелены на дальнейшее расширение власти над природой без учёта возможных последствий.

В своей жизнедеятельности человек постоянно взаимодействует не только с естественной средой, но и с людьми, которые образуют социальную среду. Данная среда формируется и используется человеком для продолжения рода, обмена опытом, знаниями, для удовлетворения своих духовных потребностей и накопления интеллектуальных ценностей. Сообщество не может жить, если в нём не происходит круговорот веществ и не поступает энергия извне, то есть отсутствуют абиотические компоненты. Все экосистемы вместе образуют биосферу Земли (рисунок 2).



1 – воздействие человека на среду обитания; 2 – воздействие биосферы на человека; 3 – воздействие техносферы на человека; 4 – воздействие социальной среды на человека

Рисунок 2 – Структурная схема взаимодействия человека с компонентами среды обитания

Как видно из рисунка 2, биосфера, техносфера, социальная сфера и человек образуют сложные взаимосвязанные подсистемы, отличающиеся друг от друга.

### 3.1 Подсистема «биосфера – техносфера»

Современная мировая экономика потенциально содержит в себе угрозу глобального кризиса. Причинами этого кризиса являются сохранение взаимного стимулирования численного роста человечества и потребление природных ресурсов (таблица 1). Биота, представляющая собой совокупность живых организмов планеты, будучи ресурсом для себя самой, является важным источником ресурсов для человечества. Она снабжает нас не только самыми важными веществами, материалами и энергией, но и обладает мощной средообразующей и средорегулирующей функцией.

Таблица 1- Сравнительный анализ биосферы и техносферы

Сравниваемые показатели	Биосфера	Техносфера
Сферообразующее число биологических видов	$10^7$	1
Число контролируемых видов	$10^7$	$1,5 \cdot 10^4$
Масса сферы, Гт*	$2,5 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^4$
Годовая нетто-продукция, Гт	550	1,5
Годовой расход органического вещества, Гт	170	24
Годовой расход энергии, ЭДж**	8200	450
Годовой расход воды, км <sup>3</sup>	$3 \cdot 10^7$	5000
Степень замкнутости круговорота вещества, %	99,9	Менее 10
Запас генетической информации, Гбит	$10^6$	7
Скорость переработки информации, бит/с	$10^{36}$	$10^{16}$
Информационная скорость эволюции, бит/с	0,1	$10^7$

Примечание: \*1 Гт (гигитонна) =  $10^9$  т; \*\* 1ЭДж (эксаджоуль) =  $10^{18}$  Дж

Как видно из приведённой таблицы 1  $10^7$  видам биоты противопоставлен единственный вид – *Homo sapiens*, создавший техносферу. Поскольку биота контролирует все входящие в неё виды, то человек практически использует в различных отраслях своей деятельности только около 15000 видов, а 1/3 из них – сельском хозяйстве. Среднее время оборота живого вещества биосферы и технического вещества техносферы совпадает и приблизительно равно 10 годам. Если в биосфере годовой расход органического вещества (по углероду) соответствует его продукции, то

сжигание ископаемых видов топлива в техносфере намного превышает нетто-продукцию. Поэтому круговорот веществ в техносфере в высокой степени разомкнут.

Очевидно, что биосфера существовала и может существовать без техносферы, но техносфера ни коим образом не может существовать без биосферы – ресурсов производства и условий жизни людей. Современная экономика на 25% зависит от современных ресурсов биосферы и ещё на 60% от продуктов прошлых биосфер: ископаемых минералов и видов топлива.

Развитие техносферы происходит за счёт разрушения природной среды и вытеснения естественных экосистем биосферы (таблица 2).

Таблица 2 - Территория Земли, нарушенная хозяйственной деятельностью, %

Континент	Ненарушенная территория	Полностью нарушенная
Вся суша	51,9	36,3
Европа	15,6	6,9
Азия	43,5	29,5
Африка	48,9	15,4
Северная Америка	56,3	29,4
Южная Америка	62,5	15,1
Австралия	62,3	12,0
Антарктида	100	0

Из приведённой таблицы 2 видно, что на планете осталось мало территорий с ненарушенными естественными экосистемами.

Основными направлениями взаимодействия техносферы и биосферы являются: рост народонаселения, потребление природных ресурсов, загрязнение биосферы.

### 3.1.1 Проблемы роста народонаселения

Последние 150 лет население Земли росло и продолжает расти феноменальным, взрывообразным темпом. Ежегодный прирост населения составляет 1,7 %. Эксперты ООН предсказывают, что в случае отсутствия мировой ядерной войны или мора или широкомасштабного голода, численность населения к 2100 году достигнет 10,4 млрд. чел., что составит в два раза больше, чем в 1990 году. Более половины населения земного шара в нашу эпоху концентрируется в Азии – 57,9%; в Европе, включая Россию - 17,2 %; Африке – 10,2; Северной Америке – 8,6; Южной Америке – 5,6; Австралии и Океании – 0,5%.

Одной из основных причин роста населения на планете в целом является увеличение средней продолжительности жизни людей с одновременным повышением среднего возраста населения, зависящих от валового внутреннего продукта (ВВП) страны.

Увеличение народонаселения планеты создаёт значительные проблемы по расселению людей, производству материальных благ и самая значительная – необходимо огромное количество пищи. На нашей планете ежедневно и преждевременно умирают от голода, недостаточного питания и из-за болезней, связанных с нищетой. Для обеспечения себя продовольствием население планеты потребляет 40% всей производимой на суше энергии. В последнее время в мире усилились миграционные процессы, обусловленные неэффективной работой политической власти, экономической отсталостью и деградацией окружающей среды.

### **3.1.2 Природные ресурсы и их потребление**

Для обеспечения своей жизнедеятельности человек вынужден использовать ресурсы биосферы, нанося этим ей значительный ущерб. Ежегодно из недр Земли добывается порядка 300 млрд. т минерального сырья и при этом на порядок больше перемещается масса почвы и пород. При этом нарушается примерно 400 тыс. га поверхности суши, из которых около 60% составляет выемка грунта, 37% занимают участки под размещение вскрышной и пустой породы и 3% - просадки грунта и другие нарушения при ведении подземных работ. Мировые запасы и уровень добычи основных полезных ископаемых показаны в таблице 3.

Таблица 3 - Мировые запасы и добыча основных полезных ископаемых

Полезные ископаемые	Мировые геологические запасы, млрд.т	Современный уровень добычи, млрд.т/год	Страны с крупнейшими запасами	Прогнозируемый срок добычи, лет
Каменный и бурый уголь	5000	4,5	США, Китай, Россия	400
Нефть	132,7	3,1	Персидский залив, Россия, Мексиканский залив	45
Природный газ	144 трлн. м <sup>3</sup>	2,2трлн. м <sup>3</sup>	Россия, Западная Азия, Северная Африка	71
Железная руда	600	1,0	Бразилия, Австралия, Канада	250
Бокситы	50	0,08	Австралия, Гвинея, Бразилия	250
Медная руда	0,86	0,08	Индия, Замбия, Зимбабве	55
Золото	-	0,0022	ЮАР, США	-

Из всей площади поверхности Земли (510 млн. км<sup>2</sup>) 149 млн. км<sup>2</sup> приходится на долю суши, остальную занимают моря и океаны. Общая площадь мирового земельного фонда за вычетом площади ледяных пустынь Арктики и Антарктики составляет 134 млн. км<sup>2</sup>. В структуре мирового земельного фонда 11% приходится на обрабатываемые земли (пашни, сады, виноградники); 23% - на луга и пастбища; 30% - на леса; 3% - на антропогенные ландшафты (населённые пункты, промышленные зоны, транспортные линии); 33 % - на малопродуктивные земли (пустыни, болота и экстремальные территории с низкой температурой или в горах). В мире констатируется ухудшение или деградация земель. Ежегодно вследствие эрозии из сельскохозяйственного оборота выводится 6...7 млн. га, а заболачивание и засоление выводят ещё 1,5 млн. га. В 60 странах мира опустынивание возделываемых земель охватило территорию в 9 млн. км<sup>2</sup>. Но у человечества есть ещё время исправить положение дел в лесоводстве. По утверждению известного австрийского изобретателя и большого практика в лесоводстве Виктора Шаубергера быстрый рост и рекультивация любых ценных пород деревьев возможны путём восстановления циклоидального движения в природе через воссоздание естественных пропорций видового состава древесных пород в экосистеме, то есть определённого сочетания различных крон и корневых систем. Это реанимирует

реактивные температурные различия, и благодаря этому поглощающие тепло потоки освежающих и охлаждающих субстанций будут подниматься вверх, подобно циклоидальным вихрям. Они будут провоцировать холодные процессы окисления, способствующие дальнейшему процветанию и развитию разновидностей ценной древесины на определённом лесном ярусе.

Водные ресурсы на Земле составляют 1 386 млн.км<sup>3</sup>, а 96,5 % этих ресурсов приходится на солёные воды Мирового океана и 1 % - на солёные подземные воды. На пресные воды приходится всего 2,5 % общего объёма гидросферы, а если исключить полярные льды, то в распоряжении человечества остаётся всего лишь 0. 3 % общего количества воды.

Водопотребление в мире растёт с каждым годом. В США используется около 550 км<sup>3</sup> пресной воды, в РФ – около 100 км<sup>3</sup>. Основным же источником пресной воды остаются реки, годовые ресурсы которых составляют 47 тыс. км<sup>3</sup>, а реально можно использовать менее половины этого количества. Следовательно, объём мирового потребления воды приблизился к ¼ водных ресурсов планеты, которые могут быть использованы. Основными потребителями воды в мире являются сельское хозяйство – 69%, промышленность – 21 %, коммунальное хозяйство и водохранилища – 6%. Структура водопотребления в РФ заметно отличается от мировой: на первом месте находится промышленность – 55%, на втором – сельское хозяйство, включая орошение – 20% и на третьем месте коммунальное хозяйство – 19 %.

Лесные ресурсы по всему миру достигают площади 40,1 млн. км<sup>2</sup>. За последние 200 лет площадь лесов сократилась вдвое. Несмотря на кажущиеся огромные запасы древесины в России, Северной Америке, Северной Европе и Южной Америке, возможности экстенсивной эксплуатации лесных ресурсов в настоящее время близки к исчерпанию.

### **3.1.3 Загрязнение биосферы**

Загрязнением называют поступление в окружающую природную среду любых газообразных, жидких и твёрдых веществ, микроорганизмов или энергий в виде звуков, шумов, излучений в количествах, вредных для здоровья человека, животных, растений и экосистем. Источники загрязнения подразделяются на природные (вулканическая деятельность, пыльные бури, селевые потоки и др.) и антропогенные. Антропогенные загрязнения являются наиболее опасными для популяций любых организмов, включая и популяцию самого человека. Источниками таких загрязнений

являются промышленные предприятия, теплоэнергетика, транспорт, сельскохозяйственное производство и другие виды технологий. Различают химические, физические и биологические виды загрязнений. Загрязнение атмосферы обусловлено сжиганием всех видов природного топлива, деятельностью металлургических и химических предприятий. В настоящее время в атмосферу Земли выбрасывается около 20 млрд. т углекислого газа, 150 млн. т оксида серы, до 53 млн. т оксидов азота, миллионы тонн фтористых соединений, фреонов, ртути и других токсичных и вредных веществ. Загрязнение тропосферы оказывает влияние на озоновый слой, который защищает Землю от мощного воздействия ультрафиолетовых лучей. Озоновый слой образуется в тропиках и распространяется в Северном и Южном полушариях благодаря перемещению воздушных потоков. Известно, что каждые 10 лет толщина озонового слоя уменьшается на 2 %. При сохранении таких темпов истощения озонового слоя к 2030 году в РФ заболеют раком кожи дополнительно 6 млн. человек.

Серьёзную проблему представляют кислотные дожди, образующиеся в результате выбросов в атмосферу оксидов серы, азота и других химических соединений. Их действие на здоровье человека происходит опосредованно через почвенные организмы и растения.

Загрязняющие гидросферу вещества делятся на группы: органические вещества сельского хозяйства, бытовые и промышленных стоки; патогенные или болезнетворные микроорганизмы и вирусы в плохо обработанных стоках городов и животноводческих ферм; азот и фосфор из бытовых и сельскохозяйственных стоков, увеличивающих содержание нитратов и нитритов в водоёмах; тяжёлые металлы, нефтепродукты, пестициды, моющие вещества и фенолы.

Нефтяные загрязнения происходят за счёт сбросов в океанические воды нефтепродуктов – до 6 млн. т/г, являющиеся аварийными при транспортировке и добыче нефти в морях. Также нефть поступает в морские воды с речными стоками. В результате такой деятельности от 2 до 4% поверхности Тихого и Атлантического океанов покрыты нефтяной плёнкой. На судах вывозятся и сбрасываются в океанические воды до 6 млрд. т различных промышленных отходов: отстой сточных вод, строительный мусор, старая взрывчатка, жидкие радиоактивные и химические отходы. С коммунальными и промышленными отходами в воды морей выбрасываются бактериально заражённые воды, что ведёт к биологическому загрязнению прибрежных вод; с промышленными стоками выбрасываются тяжёлые металлы, мышьяк, ртуть и др.

В последнее время в городах и других населённых пунктах дороги стали посыпать пескосоляной смесью. С осени до ранней весны на дороги высыпаются тонны песка, улицы покрываются грязным слоем месава. Летом смесь превращается в

пылевую бурю, и мы всем этим дышим. Исследования учёных Северо-Западного государственного медицинского университета имени И.И. Мечникова показали, что предельно допустимая концентрация некоторых вредных для человека веществ, среди которых тяжёлые металлы (свинец, кадмий, хром, и другие), в дорожном счёте превышена от двух до 20 раз. Микрочастицы песка собирают токсичные элементы – покрываются масляной и бензиновой плёнкой, впитывают тяжёлые металлы и бензопирен. С повышением температуры содержание твёрдых пылевых частиц значительно увеличивается, и поэтому для летнего периода сейчас стала актуальной уборка урбанизированных городских территорий, в частности автомагистралей, где скапливается огромное количество пыли. А увеличению количества счёта способствует использование пескосоляной смеси для борьбы с гололёдом зимой.

### 3.2 Подсистема «человек – техносфера»

В процессе жизнедеятельности человек и его среда обитания (бытовая, производственная, городская, сельскохозяйственная и др.) постоянно взаимодействуют друг с другом. И, как показала практика, это взаимодействие не всегда является положительным. Закон сохранения жизни Ю.Н. Куражковского гласит: «Жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потоков вещества, энергии и информации». Именно они являются критериями безопасности техносферы для человека, регламентируя:

- потоки вещества (5):

$$\sum C_i / ПДК_i < 1, \quad (5)$$

где  $C_i$  – концентрация  $i$ -го вещества в жизненном пространстве;

$ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества в жизненном пространстве;

$n$  – число веществ;

- потоки энергии (6):

$$\sum I_i / ПДУ_i < 1, \quad (6)$$

где  $I_i$  – интенсивность  $i$ -го потока энергии;

$ПДУ_i$  – предельно допустимая интенсивность  $i$ -го потока энергии.

Значения ПДК и ПДУ устанавливаются нормативно-правовыми актами Государственной системы санитарно-эпидемиологического нормирования РФ.

### 3.2.1 Производственная среда обитания

Производственная среда характеризуется повышенной концентрацией негативных факторов, приведённых в таблице 4.

Таблица 4 - Негативные факторы производственной среды обитания

Группа факторов	Факторы	Источники
Физические	Вибрация	Виброинструмент, рычаги управления транспортных машин, прессы, строительные машины и инструменты
	Шум	Электродуговые печи, прокатные станы, технологическое оборудование
	Электромагнитное излучение	Линии электропередач, трансформаторы, установки ТВЧ, электродуговые печи, дисплеи, антенны
	Инфракрасное излучение	Нагретые поверхности, расплавленные вещества, излучение пламени
	Ультрафиолетовое излучение	Сварка, плазменная обработка
	Лазерное излучение	Лазерные установки
	Ионизирующее излучение	Атомные реакторы и ядерные установки, рентгеновские установки, изотопные приборы и т.д.
	Электрический ток	Электрические сети, электроустановки, электропривод и т.п.
	Движущиеся машины и механизмы	Производственный транспорт, конвейеры, подъёмные механизмы, движущиеся части станков и т.д.
	Повышенное или пониженное давление	Ёмкости со сжатыми газами, трубопроводы, пневмотранспорт, вакуумные установки
	Высота, падающие предметы	Строительные и монтажные работы, порталные и мостовые краны
Острые кромки	Режущий и колющий инструмент, заусеницы, металлическая стружка, осколки	

Физические	Повышенная или пониженная температура	Паропроводы, газопроводы, криогенные установки, холодильное оборудование, нагревательные и плавильные печи, расплавы, метеоклиматические условия в рабочей зоне
Химические	Запылённость	Сыпучие материалы, пыль, аэрозвеси
	Загазованность	Токсичные газы и пары, выбросы веществ, окраска распыливанием, сварка и плазменная обработка
	Опасные химические вещества	Химическое и нефтехимическое оборудование, гальваническое производство, производство алюминия
Биологические	Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ)	Охлаждающие системы промышленных установок, обработка материалов, обработка материалов с применением эмульсолов
Психофизиологические	Физические перегрузки	Подъём и перемещение тяжестей, ручной труд, работа в неудобной позе, продолжительная работа с мониторами, не эргономичное оборудование
	Нервно-психические перегрузки: умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки	Труд научных работников, преподавателей, студентов, офисных служащих, авиадиспетчеров, операторов технических систем, работа с дисплеями

Вредные и травмирующие факторы приводят к производственным травмам или вызывают профессиональные заболевания. Для оценки уровня травмоопасности производственной среды используют коэффициент частоты травматизма  $K_{\text{ч}}$  и коэффициент тяжести травматизма  $K_{\text{т}}$  (7).

$$K_{\text{ч}} = T \cdot 1000/P, \quad (7)$$

где Т – общее число пострадавших за определённый период времени (обычно год) независимо от того, закончилась ли временная нетрудоспособность в этом периоде;

Р – среднесписочная численность работников за этот период времени.

Для определения уровня смертельного травматизма используют формулу (8):

$$K_{\text{ч.см}} = T_{\text{см}} \cdot 1000/P, \quad (8)$$

Коэффициент тяжести травматизма определяют по формуле:

$$K_T = D/T, \quad (9)$$

где Д – число дней временной нетрудоспособности, вызванной несчастными случаями на производстве (закрыты листы нетрудоспособности);

Т – количество несчастных случаев (травм).

По данным МОТ в РФ условия труда 49,3 % работников не соответствуют санитарно-гигиеническим нормам, 190 тыс. человек ежегодно погибают из-за работы в опасных условиях, из них 15 тысяч – в результате несчастных случаев. По оценке МОТ в РФ и странах СНГ в официальную статистику попадает не более 20 % случаев травматизма на работе, в том числе и со смертельным исходом.

### 3.2.2 Городская среда обитания

Появление индустриально-городских экосистем, а, следовательно, и городской среды обитания было вызвано процессами урбанизации.

Данные ООН о количестве населения, проживающего в городах мира в разные годы, показаны в таблице 5.

Таблица 5 - Темпы урбанизации населения Земли

Год	1880	1950	1970	1984	2000
Городское население	1,7	13,1	17	50	80

Таблица показывает высокую скорость урбанизации населения Земли. По мере развития города в нём всё более дифференцируются функциональные зоны: промышленная, селитебная, лесопарковая. Промышленная зона – это территория

сосредоточения промышленные объектов различного назначения. Они являются основными источниками загрязнения окружающей среды.

Селитебная зона – это территория сосредоточения жилых домов, административных зданий, объектов культуры, просвещения и т. п.

Лесопарковая зона – это зелёная зона вокруг города, окультуренная человеком и приспособленная для массового отдыха, спорта, развлечения.

Городская среда обитания характеризуется повышенной концентрацией негативных факторов. Город изменяет почти все компоненты природной среды: атмосферу, растительность, почву, рельеф, грунты, подземные воды и даже климат. Города дают 80 % всех выбросов в атмосферу и  $\frac{3}{4}$  общего объёма загрязнений, изменяют естественные рельефы, формируя антропогенный ландшафт. Основными загрязнителями атмосферного воздуха являются автотранспорт (40-50 %, в Москве до 80 %), ТЭЦ (10%) и промышленные предприятия. С высоким уровнем загрязнения атмосферы в России проживают около 58 млн. человек.

Серьёзную проблему для городов представляет загрязнение питьевой воды. По данным НИИ экологии человека только лишь 1 % отечественной водопроводной воды соответствует международным стандартам, остальную воду можно пить лишь после кипячения и глубокой очистки. Среди 184 исследованных городов России Санкт – Петербург занимает первое место по врождённым аномалиям, болезням обмена веществ, второе место – по онкологическим заболеваниям. Более половины питерских школьников страдают гастритом из-за грязной питьевой воды. По результатам проверки природоохранной прокуратуры и Роспотребнадзора Костромской межрайонный следственный отдел возбудил дело в отношении юридического лица – МУП «Чистая вода» по факту поставок ядовитой питьевой воды жителям микрорайона Восточный в посёлке Красное – на - Волге. За деньги поставляли питьевую воду с превышением санитарно-гигиенических показателей по бору, относящемуся ко 2-му классу опасности.

Актуальной проблемой для городской среды обитания является загрязнение почвы. Источниками химического загрязнения городских почв являются: загрязнения, выпадающие с атмосферными осадками; хранилища сырья и отходов промышленных предприятий; отвалы электростанций и шахт; утечки из инженерных сетей и сетей ЖКХ; полигоны и свалки промышленных и твёрдых коммунальных отходов. Огромной проблемой городов является накапливание твёрдых коммунальных отходов. Данная проблема решается самым простым способом при помощи нелегальных свалок. По данным Генпрокуратуры в РФ ежегодно образуется около 5 млрд. тонн отходов, а перерабатывается лишь 15 миллионов. А всего в стране размещено свыше 30 млрд. тонн отходов, которые выводят из оборота ежегодно десятки тысяч гектаров почв. За

год совместной работы экологов, активистов и прокуроров страны было обнаружено и закрыто более тысячи таких объектов.

Опасность таких полигонов и свалок заключается в биогазе, который образуется в результате разложения органической части отходов. Основными компонентами биогаза являются: метан (40-70%) и диоксид углерода(30-45%).

Такие параметрические (физические) загрязнения окружающей среды, как шум, вибрация, тепловое загрязнение, электромагнитные и радиационные поля вызывают деградацию экосистем. При этом гибнут или мигрируют животные из зон таких воздействий, что впоследствии сопровождается гибелью всей экосистемы. Шум – одна из форм физического (волнового) загрязнения, адаптация к которому невозможна. Сильный шум (более 90 дБ) вызывает нервно-психический стресс и ухудшение слуха, вплоть до полной глухоты.

В результате загрязнения воздуха аэрозолями средняя годовая, месячная и суточная температуры в городах на несколько градусов выше, чем на окраине. Развивается световой голод, который вызывает авитаминоз Д, сопровождающийся ухудшением самочувствия, утомляемостью, снижением работоспособности и сопротивляемости инфекционным заболеваниям.

Высокая плотность и контактность населения способствуют быстрому распространению инфекционных заболеваний. У жителей городов наблюдается неблагоприятный сдвиг в характере питания. При этом повышается калорийность пищи, увеличивается количество жиров, уменьшается количество овощей и фруктов.

### **3.2.3 Бытовая среда обитания**

Не менее половины времени человек проводит дома. Опасности бытовой среды обитания показаны в таблице 6.

Таблица 6 - Основные опасности бытовой среды обитания

Группа факторов	Факторы	Источники
Физические	Шум	Городской автотранспорт, лифт, соседи
	Электромагнитное излучение	Персональные компьютеры, телевизоры
	Электрический ток	Электропроводка, бытовая техника
Химические	Запыленность	Пыль
	Загазованность	Газовые плиты
	Опасные химические вещества	Новая мебель, водопроводная вода, бытовая химия
Психофизиологические	Нервно-психические перегрузки	

Загрязнение воздушной среды в жилище происходит за счёт внутренних и внешних источников. Внешним источником является атмосферный воздух; внутренними источниками являются: полимерные строительные и отделочные материалы; системы вентиляции и мусоропроводов; бытовая пыль; продукты сгорания бытового газа и термической обработки продуктов; средства ухода за домом; старые перьевые и шерстяные перины, ковры; телевизоры, печи СВЧ, персональные компьютеры, кондиционеры. Пыль в жилище намного опасней уличной, поскольку является сильнейшим аллергеном и содержит 35% пыли и минеральных веществ; 20% - чешуйки человеческой кожи; 20% - микроспоры, грибки, микроклещи, адсорбированные на поверхности пылинок; 15 % - волокна бумаги и текстиля; 7% - пыльца цветов; 3% - частички сажи и дыма. Новая мебель и синтетические отделочные материалы являются источником поступления в атмосферу жилища фенола, формальдегида, аммиака. Из шахт мусоропроводов в жилое помещение поступают аммиак, сероводород и формальдегид.

Радон в воздух жилья попадает из стен и фундаментов зданий (78%), с наружным воздухом (13%), водопроводной водой (5%) и природным газом (4%). Поскольку этот газ тяжелее воздуха, то он оседает и концентрируется в нижних этажах и подвалах. Табачный дым содержит свыше 4000 химических веществ, большинство из которых отрицательно влияет на органы и системы организма человека. Наибольший вред здоровью наносят никотин, смолы, оксид углерода. Источником опасности в бытовой среде обитания является и питьевая вода. По данным ВОЗ заболевания, возбудители которых переносятся водой, являются самыми частыми.

Бытовая химия в домашних условиях представлена поверхностно-активными веществами, хлором, углекислым газом, оксидами азота, фенолом, формальдегидом,

ацетоном, аммиаком, энзимами, отбеливателями, абразивными веществами, ароматизаторами и другими веществами и материалами, являющимися сильными аллергенами. В состав многих моющих средств входит этиленгликоль и некоторые соединения из группы терпенов, образующих с озоном очень токсичные соединения. Основная часть стиральных порошков содержит полифосфаты, которые вредны не только для здоровья, но и для окружающей среды. Особенно опасно применение в домашних условиях пестицидов. Мы широко их используем для борьбы с насекомыми. Средства типа «Фумитокс», «Раптор», содержащие хлорпирифос, который воздействует на нервную систему не только насекомых, но и человека, вызывая головную боль, тошноту, нарушение чувствительности, паралич, а в некоторых случаях и смерть. Учёными установлено, что использование инсектицидов в помещении вдвое повышает риск развития болезни Паркинсона.

Основными источниками электромагнитных излучений (ЭМИ) бытовой среды обитания являются: электротранспорт, линии электропередачи, электропроводка, бытовые электроприборы, персональные компьютеры и мобильная связь. Значительный вклад в электромагнитную обстановку жилых помещений вносит электротехническое оборудование здания в виде кабельных линий, распределительных щитов и трансформаторов частотой 50 Гц. Все бытовые приборы, работающие на электрическом токе, являются источниками электромагнитных полей. К таким приборам следует отнести СВЧ-печи, холодильники с системой «без инея», аэрогрили, кухонные вытяжки, телевизоры, электроплиты.

В отличие от других факторов шум приходит в наше жилище извне. Эксперты считают, что шум сокращает жизнь человека на 8...12 лет. Особенно сильно шум влияет на детей, они становятся раздражительными, агрессивными, при этом у них сильно снижается восприимчивость к обучению. Некоторые уровни шума показаны в таблице 7.

Таблица 7 - Уровни шума

Источник	Уровень шума, дБА
Порог слышимости	0
Приготовление пищи на плите	35...42
Перемещение лифта	34...42
Спокойный разговор	65
Детский плач	78
Музыкальный центр	80
Интенсивное уличное движение	100
Шум взлетающего реактивного лайнера	120...140

Даже в ночное время шум автотранспорта на городских магистралях не снижается ниже 70 дБА при норме 50 дБА.

### **3.3 Подсистема «человек – социальная среда»**

Под социальной средой понимают совокупность материальных, экономических, политических и духовных условий существования, формирования и деятельности индивидов и социальных групп.

В обществе (социуме) взаимодействует большое количество людей с различными представлениями об окружающем мире. Для того чтобы система «человек – социальная среда» эффективно функционировала и не угрожала безопасности человека, необходимо обеспечить совместимость её характеристик: информационной, энергетической, нравственной, собственно социальной, психологической и др. Необходимо отметить, что особое место в безопасности человека занимают социальные факторы: уровень благосостояния, общей культуры, культуры обслуживания, бытовые условия, обычаи, нравы, поведенческие предпочтения, нравственные и эмоциональные характеристики. Важное значение для безопасности человека имеет и социально-политическая среда и уровень жизни.

Уровень жизни – это экономическая категория и социальный стандарт, характеризующий степень удовлетворения физических и социальных потребностей людей. Основные компоненты стандарта уровня жизни: питание, здоровье, доходы населения, жилищные условия, домашнее имущество, платные услуги, культурный уровень населения, условия труда и отдыха, социальные гарантии и социальная защита наиболее уязвимой категории граждан.

ООН уровень жизни оценивает согласно индексу развития человеческого потенциала (ИРЧП). По итогам 2009 года на 1-м месте находится Норвегия, на 2-м – Австралия, на 3-м – Новая Зеландия, на 4-ом – США, на 61-м – Белоруссия, на 65 – Россия, на 69-м – Украина.

В последнее время в РФ непрерывно сокращается численность населения. Так за период 1992 -2005 гг. естественная убыль населения РФ составила 11,2 млн человек. При сохранении нынешних уровней рождаемости и смертности население может к 2025 году сократиться с 142,7 млн человек до 122 млн человек.

Рождаемость снижается в 78 субъектах РФ. Суммарный коэффициент рождаемости, представляющий число детей, рождённых в среднем одной женщиной, в последние годы держится на уровне 1,34 – 1,35, а для обеспечения простого воспроизводства величина коэффициента должна быть не менее 2,1.

Брачность и разводимость. Существующие данные статистики свидетельствуют о последовательном сокращении числа браков. Средний возраст вступления в брак: 25,8 для женихов и 23, 1 года для невест. Гражданских браков в РФ насчитывается около 3 млн, или каждый десятый.

Разрушение семейных ценностей показывает динамика разводов. Ежегодно расторгается 600-700 тысяч зарегистрированных браков, из которых 30 % приходится на молодые супружеские пары, состоящие в браке до 5 лет.

Старение населения. По международным критериям население страны считается старым, если численность людей в возрасте 65 лет и старше превышает 7%, а в возрасте 60 лет и старше 12%. В настоящее время 14% жителей нашей страны пребывают в возрасте 65 лет и старше, численность же 60-летних превышает 20% общей численности населения.

Смертность и продолжительность жизни. По средней продолжительности жизни мужчин РФ занимает 136 место в мире, а по продолжительности жизни женщин – 91-е место. В стране наблюдается огромный разрыв в продолжительности жизни мужчин 58,8 года и женщин 72 года – 13, 2 лет. Такой значительной разницы нет ни в одной стране мира, что является свидетельством не только демографического, но и социального неблагополучия. Причинами снижения продолжительности жизни являются: снижение ВВП на душу населения, ухудшение медицинского обслуживания, ухудшение состояния среды обитания, несоблюдение норм здорового образа жизни, снижение уровня безопасности в производственной среде обитания. Порядка 80% смертей в РФ приходится на долю сердечно-сосудистых заболеваний, злокачественных новообразований, отравлений алкоголем и травм. Около 40 тыс. человек ежегодно погибают в результате транспортных травм, 36 тыс. человек умирают в результате отравления алкоголем, 35,5 тыс. человек умирают от убийств и 46 тыс. – от самоубийств. По сравнению с развитыми странами мужская смертность в трудоспособном возрасте у нас выше в 10 раз, женская – более чем в 4 раза.

Демографическая нагрузка тесно связана с ростом демографической нагрузки на трудоспособное население. По данным специалистов Института социально-политических исследований РАН к 2025 году соотношение пожилых людей и трудоспособного населения возрастёт на четверть: с 322 на 1000 человек в 2005 году до 406 к 2025 году. Суммарная нагрузка (детьми и пожилыми) увеличится с 600 до 700 человек на 1000 трудоспособных.

Ухудшение здоровья населения зависит от его качественных характеристик. Высокий уровень смертности, отсталость здравоохранения, высокие уровни индивидуальных добровольных рисков и другие негативные факторы и обстоятельства делают данное утверждение для России особенно актуальным. Непосредственное и

значительное влияние на рождаемость оказывает высокий уровень бесплодия. Данным недугом у нас в стране страдают более 5 млн супружеских пар или каждая седьмая семья.

Немаловажную роль в процессе ухудшения здоровья россиян, в том числе репродуктивного возраста, играют индивидуальные добровольные риски. Что же это такое? Во многих литературных источниках такие деяния авторы называют вредными привычками. Но это совсем не так. К индивидуальным добровольным рискам относятся деяния человека, совершенные им в отношении своего организма, заведомо знающего о вреде своих действий. Аксиома о потенциальной опасности предопределяет, что все действия человека и все компоненты среды обитания обладают способностью генерировать опасные и вредные факторы. При любом новом действии человека неизбежно возникает новая потенциальная опасность. К таким рискам относятся злоупотребление алкоголем, наркомания, токсикомания, все виды курения, беспорядочные половые связи, некачественное питание, переедание, перегрузка негативной информацией, нанесение татуировок, применение пирсинга, злоупотребление мобильной связью и персональным компьютером, ограниченная подвижность, нервное напряжение, использование синтетических моющих и косметических средств, ношение неустойчивой обуви, синтетической одежды и белья и т.д. Необходимо отметить, что все эти риски, которым подвергает себя человек, являются скрытыми, потенциальными, результаты которых, проявляются не сразу, а действуют длительное время. Этим можно объяснить причину того, что человеку сложно остановить пагубное воздействие негативных факторов на организм. Так именно чрезмерное употребление алкоголя тесно связано с высоким уровнем смертности от заболеваний системы кровообращения. По данным экспертов на 100 тысяч населения в нашей стране приходится 1656 больных алкоголизмом. Основными заболеваниями, связанными при злоупотреблении спиртного являются цирроз печени, проблемы с сердцем, почками, поджелудочной и т.д. Буквально недавно учёные добавили в этот список ещё высокий риск пародонтита и некоторых видов рака. Это связано с тем, что алкоголь негативно влияет на состав бактерий в полости рта. Алкоголь снижает количество полезных и увеличивает число патогенных микроорганизмов. Эти изменения могут способствовать развитию различных заболеваний, в том числе дёсен и рака органов пищеварения. К таким выводам пришли исследователи Нью-Йорского университета, изучив образцы микрофлоры более тысячи человек в возрасте 55-87 лет. Из всего этого количества 26 % участников были непьющими, 59% - умеренно пьющими и 15% - алкоголь употребляли регулярно. Исследования показали, что у тех, кто употребляли спиртное регулярно, в полости рта увеличилось количество бактерий *Bacteroidales*, *Actinomyces*, *Neisseria*, которые могут

вызвать различные воспалительные процессы. Кроме того, употребление алкоголя снижало количество важных для организма лактобактерий, выполняющих защитную функцию.

Специалисты оценивают ситуацию по курению как неблагоприятную, в нашей стране курят 70% мужчин и 30% женщин. Они утверждают, что 52% всех онкологических заболеваний связаны с курением.

Жорж Сименон говорил: «Начинаешь курить, чтобы доказать, что ты мужчина. Потом пытаешься бросить курить, чтобы доказать, что ты мужчина». Четверть всех курильщиков умирает от курения. Курильщики создают печальную статистику – это 90% всех случаев рака легких, 75% всех эмфизем легких, 25% болезни сердечно-сосудистой системы. Что же происходит с организмом в процессе курения?

1 Слизистые оболочки дыхания в результате раздражения от дыма увеличиваются в объеме 4-5 раз, что вызывает сужение дыхательных путей, одышку и проблемы с дыханием.

2 Из-за воздействия на организм кадмия костная масса уменьшается на 30% и это приводит к остеопорозу. У женщин это происходит значительно быстрее, так как табачный дым влияет на выработку эстрогена, а его дефицит является дополнительным фактором к развитию остеопороза.

3 Эритроциты теряют способность переносить кислород в достаточном количестве.

4 Организм испытывает дефицит витамина С.

5 Соляная кислота вырабатывается интенсивнее, и со временем это приводит к появлению пептической язвы.

6 Вырабатывается гормон стресса, признаками которого являются учащение пульса и повышенное давление.

7 На стенках сосудов откладываются холестериновые бляшки, вязкость крови повышается, возникает риск тромбозов и инсульта впоследствии.

Курение влияет на репродуктивную функцию женщины: менопауза на 5-6 лет раньше, риск выкидыша, внутриутробная гибель плода, нарушения развития нервной системы. Сегодня курящими являются многие девушки и взрослые женщины. Каждая пятая россиянка имеет пристрастие к сигаретам. Статистика показывает тенденцию роста числа курящих женщин, которые не осознают, какой вред им наносит курение. Это говорит о том, что немногие женщины задумываются о влиянии курения на организм женщины и не все представительницы слабого пола воспринимают данную проблему с должной серьезностью. Выше мы рассмотрели причинение общего вреда здоровью курильщиков. В последнее время модным стало курение кальяна. Многие пытаются объяснить превосходство кальяна перед другими видами курения тем, что

дым, проходя через воду или молоко, очищается от вредных компонентов, и поэтому легкие и сосуды остаются чистыми. На самом деле это заблуждение. Канцерогенные смолы и угарный газ никуда не исчезнут, и молоко от них организм не защитит. Просто оно придаст дыму более мягкий вкус и, благодаря этому, человек делает затяжку глубже. Следовательно, канцерогены быстрее оседут в лёгких. За полчаса такого курения производится порядка 100 затяжек. Это составит полпачки сигарет. Умножив на двойной объём вдыхаемого углекислого газа при каждой затяжке, мы в итоге получим целую пачку. Таким образом, практически за один сеанс такого приобщения к данному виду курения вы перечеркнёте целый год работы и сознательной заботы о своём здоровье.

Но женскому здоровью курение наносит ещё больший вред. После изучения состояния здоровья 6000 женщин немецкий врач-гинеколог Бернхард определил, что:

- 1 42 % курильщиц страдают бесплодием, а среди некурящих эта цифра составляет всего лишь 4%;
- 2 96 % выкидышей связано с курением;
- 3 30 % недоношенных детей рождаются у матерей курильщиц.

Сам процесс вдыхания табачного дыма создаёт благоприятные условия для развития воспалительных заболеваний репродуктивной системы, повышая вероятность появления выкидышей. Каждая выкуренная за 3 года до зачатия ребёнка сигарета непременно отражается на его здоровье. Курящие матери значительно чаще рожают детей с аномалиями и патологиями развития, особенно с нейропсихическими отклонениями и дефицитом веса. Как же идёт скрытый на первых порах этот потенциальный риск и что он даёт женщине?

- 1 Ускоряет процессы старения: появляются морщины, мешки под глазами, цвет лица приобретает землистый оттенок, кожа становится сухой. Таких изменений нужно ожидать уже через 2 года от начала пристрастия к сигаретам.

- 2 Ухудшает репродуктивные способности: гибнут яйцеклетки, возрастает вероятность преждевременной менопаузы и потери способности к деторождению. К таким рискам нужно быть готовой через 5 лет стажа курильщицы.

- 3 Увеличивает риск мёртворождения, выкидышей, несёт опасность для возникновения патологий во время внутриутробного развития ребёнка.

- 4 Способствует сбоям в менструальном цикле, болевым ощущениям в области малого таза (яичников).

Некоторые девушки и женщины считают, что снижают вред от курения, переходя на лёгкие сигареты. Но это всего лишь обман – заслуга табачных компаний, рекламирующих свою продукцию. На самом деле табак является сельскохозяйственной продукцией и, поскольку этот продукт используется для курения и нюхания, то есть

принимается внутрь человеческого организма, то на коробках сигарет, папирос и табака компанией должен быть показан состав продаваемой табачной продукции. Как правило, табачные компании это объясняют коммерческой тайной. Под ней скрывается совершенно иное. Минздрав утверждает, что табачные компании обязаны представлять ему отчёт не только о составе табачных изделий, но и о выделяемых ими веществах. В таком случае, если максимум информации будет раскрыт, то о составе конкретного бренда продукции будет известно широкому кругу людей, а производителям сигарет есть что скрывать. Многие курильщики, узнав о тех веществах, которые добавляются к табаку, могут отказаться от курения. Кроме самого табака, в сигареты добавляется множество ингредиентов, которые делают продукт «вкусным» и вызывают зависимость. Так мочевины ускоряют процесс всасываемости никотина, различные сахара маскируют неприятный вкус табака, или ментол – он обладает анестетическим действием и снижает раздражение слизистой горла от дыма. Ингредиенты добавляются не только в табак: бумагу обрабатывают селитрой, чтобы сигарета не тухла, а фильтр смазывают сиропом. В целом сигареты на треть состоят из маскирующих ингредиентов. В случае если табачные компании станут показывать состав сигарет и соотношения веществ, входящих в их состав, то тогда Минздрав вправе будет потребовать снизить их количество, а некоторые вообще запретить. Это говорит о слабой или вообще об отсутствии работы по профилактике различных заболеваний со стороны Минздрава в отношении населения страны.

### **3.4 Культура безопасности жизнедеятельности**

В наше время всё очевиднее становится тот факт, что для решения проблем снижения рисков различных кризисных явлений недостаточно только нормативных правовых, организационно-технических и инженерных мероприятий. Управление безопасностью человека, общества и государства следует осуществлять через социальную сферу, через согласованное поведение людей и чётко регламентированные социальные нормы поведения. Необходимо учитывать человеческий фактор, инициирующий возникновение до 80-90 % всех техногенных и до 30-40 % природных чрезвычайных ситуаций. Учёт человеческого фактора в процессе обеспечения безопасности жизнедеятельности не сводится только к формированию у людей определённой совокупности знаний и умений. Важно, чтобы этот процесс являлся приоритетной целью и внутренней потребностью человеческого общества и в целом цивилизации. Достичь этого можно путём развития нового мировоззрения, системы

идеалов и ценностей, норм и традиций безопасного поведения, то есть путём формирования целой культуры безопасности жизнедеятельности.

Культура безопасности жизнедеятельности (КБЖ) – состояние общественной организации человека, обеспечивающее определённый уровень его безопасности в процессе жизнедеятельности.

На индивидуальном уровне развитие КБЖ должно включать в себя формирование идеала ценностей в области безопасности жизнедеятельности, развитие врождённых и формирование приобретённых качеств личности, обеспечивающих возможность действенного предупреждения реализации угроз и опасностей, а также защиты от них, привитие знаний, умений и навыков обеспечения безопасности во всех сферах жизнедеятельности, мотивирование безопасной жизнедеятельности.

На корпоративном уровне формирование КБЖ должно включать в себя установление безопасности жизнедеятельности как одной из высших ценностей организации, создание атмосферы психологической настроенности на безопасность, развитие у работников чувства ответственности в вопросах безопасности, проведение необходимого подбора, обучения и подготовки персонала в каждой сфере деятельности, влияющей на безопасность, моральное и материальное стимулирование деятельности персонала по снижению рисков опасных ситуаций и аварий, чёткую регламентацию действий, связанных с высокими рисками, контроль за соблюдением трудовой и технологической дисциплины, охрану труда.

На общественно-государственном уровне развитие КБЖ должно осуществляться путём формирования системы социальных ценностей и приоритетов, социального сознания в области безопасности жизнедеятельности, развития нормативного правового поля, проведения политики обеспечения безопасности общества и человека, природной и техногенной сфер, развития науки и искусства в области экологии, снижения рисков, защиты от чрезвычайных ситуаций, привлечения религиозных институтов, совершенствования системы духовно-нравственного и патриотического воспитания, пропаганды, социальной рекламы, общественного и государственного стимулирования в области безопасности жизнедеятельности, страховых механизмов обеспечения безопасности и др.

Социальными ценностями, формируемыми на общественно-государственном уровне являются следующие:

1 общечеловеческие ценности (признание человека, его жизни, прав и свобод высшей ценностью, отказ от войны, активные совместные действия по защите и оздоровлению биосферы, обеспечению безопасности окружающей среды, признание ненасилия как основы жизни человеческого общества и т. д.);

2 государственные ценности (защита политических, социально-экономических, геополитических, духовных интересов россиян, интересов в сфере экологии и безопасности жизнедеятельности, сохранение ресурсов для потомства, суверенитета и целостности страны);

3 ценности личности как гражданина своей страны (патриотизм, верность конституции РФ, готовность служить Отечеству, уважение национальных чувств, языка и культуры народов РФ, религиозная терпимость, высокая культура поведения, этика общения, эстетическое отношение к действительности, забота об охране окружающей среды);

4 профессиональные ценности предусматривают: высокое профессиональное мастерство, профессиональная культура, служебная компетенция, стремление осуществлять свою профессиональную деятельность на высоком уровне безопасности, крепкая дисциплина и организованность, чувство профессиональной чести и достоинства, уважение к истории и лучшим традициям российского народа.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Перечислите основные направления взаимодействия биосферы и техносферы.
- 2 Назовите основные источники загрязнения атмосферы.
- 3 Природа появления кислотных дождей.
- 4 Назовите негативные факторы производственной среды обитания.
- 5 Какие коэффициенты и формулы используются для оценки уровня травматизма.
- 6 Назовите зоны городской среды обитания и дайте их характеристики.
- 7 Дайте определение социальной среды обитания.
- 8 Дайте определение индивидуального добровольного риска.
- 9 Охарактеризуйте деяния индивидуального добровольного риска.
- 10 Чем объясняются причины демографического спада в РФ?
- 11 Дайте определение культуры БЖД.

## **4 Идентификация и воздействие на человека и среду обитания вредных и опасных факторов**

Вся жизнедеятельность и особенно трудовая деятельность человека постоянно сопровождаются воздействием опасных и вредных факторов среды обитания и производственного процесса на его организм. Негативное воздействие этих факторов определяется их характером, интенсивностью, продолжительностью, параметрами среды, напряженностью трудового процесса и состояния организма. Вероятность возникновения и последствия влияния опасных и вредных факторов увеличиваются не только при несовершенстве технологических процессов и оборудования, но и в результате ошибочных действий личности или коллектива.

### **4.1 Классификация негативных факторов среды обитания**

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной травмы, острого заболевания, резкого ухудшения здоровья человека или смерти.

Вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на человека при повышенной интенсивности и (или) длительности может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту обычных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

Идентификация опасных и вредных производственных факторов включает в себя следующие стадии:

- 1 выявление опасных и вредных производственных факторов и определение их полной номенклатуры;
- 2 оценка воздействия негативных факторов на человека, определение допустимых уровней воздействия и величин приемлемого риска;
- 3 определение пространственно-временных и количественных характеристик негативных факторов;
- 4 установление причин возникновения негативных факторов и опасности;
- 5 оценка последствий проявления опасности.

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» группы опасных и вредных производственных факторов подразделяются на физические, химические, биологические и психофизиологические.

Группа физических опасных и вредных факторов подразделяется на подгруппы:

- 1 движущиеся машины, механизмы, заготовки, материалы, изделия: напольные и подвесные конвейеры, подъёмно-транспортные механизмы, автоматические линии, машины, движущиеся изделия, заготовки, станки, различные материалы;
- 2 повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны;
- 3 повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- 4 повышенная или пониженная температура поверхности оборудования и материалов;
- 5 повышенный уровень шума на рабочем месте;
- 6 повышенный уровень вибрации;
- 7 повышенный уровень инфразвуковых колебаний ( $f < 20$  Гц), ультразвука ( $f > 20000$  Гц);
- 8 повышенный или пониженный уровень барометрического давления, влажности воздуха, подвижности воздуха, ионизации воздуха;
- 9 повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- 10 повышенный уровень статического электричества, электромагнитных излучений, напряжённости электромагнитного поля, магнитного поля;
- 11 отсутствие или недостаток естественного света;
- 12 недостаточная освещённость рабочего места;
- 13 повышенная яркость света;
- 14 повышенная контрастность;
- 15 прямая и отражённая блёсткость;
- 16 повышенная пульсация светового потока;
- 17 повышенный уровень ультрафиолетовой радиации;
- 18 повышенный уровень инфракрасной радиации;
- 19 острые кромки и шероховатость заготовок;
- 20 расположение рабочего места на высоте;
- 21 невесомость.

Группа химических опасных и вредных производственных факторов подразделяется по следующим параметрам:

а) характеру воздействия на организм человека: токсические, раздражающие, сенсibiliзирующие – повышение чувствительности клеток, канцерогенные – вызывающие злокачественные опухоли, мутагенные – изменение наследственности, влияющие на репродуктивную функцию – воспроизведение удержанного в памяти;

б) пути проникновения в организм человека: через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки.

Группа биологических опасных и вредных производственных факторов – патогенные микроорганизмы (бактерии, риккетсии, вирусы, грибки, плесени и др.).

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на следующие:

- 1 физические перегрузки;
- 2 нервно-психические перегрузки.

Физические перегрузки подразделяются:

- 1 статические;
- 2 динамические.

Нервно-психические перегрузки подразделяются:

- 1 умственное перенапряжение;
- 2 перенапряжение анализаторов;
- 3 монотонность труда;
- 4 эмоциональные перегрузки.

Один и тот же опасный и вредный производственный фактор по природе своего действия может относиться одновременно к различным группам.

Под воздействием опасных и вредных факторов происходит перестройка энергетического и материального баланса человеческого организма, происходящих в нём реакций, которые формируются как ответ на действие внешнего и внутреннего раздражителя.

Изменение деятельности организма под влиянием внешних условий осуществляется под влиянием регулирующей функции центральной нервной системы (ЦНС). Её связь с внешним миром осуществляется анализаторами, воспринимающими информацию и передающими её в кору больших полушарий головного мозга. Человеческий организм снабжен целым рядом анализаторов, воспринимающих различные источники информации об изменениях в среде обитания: кожный анализатор, осязание, ощущение боли, температурная чувствительность, мышечное чувство, восприятие вкуса, обоняние, слух, зрение. Датчиками анализаторных систем являются рецепторы – образования окончаний нервной системы, генерирующие сигнал на изменение определённого фактора во внешней среде или внутри организма в зависимости от его уровня. Следовательно, у человека имеются рецепторы, воспринимающие световые излучения, звук, температуру организма, среды или отдельных предметов, механическое воздействие различных предметов, изменение положений тела относительно вектора гравитации или частей тела относительно друг друга, изменение давления крови. На воздействие химических веществ реагируют хеморецепторы, которые вызывают ощущение вкуса, запаха.

Зрительный анализатор – совокупность нервных образований, обеспечивающих восприятие величины, формы, цвета предметов, их взаимного расположения. Лучи света проходят через три прозрачные среды глаза (роговицу, хрусталик, стекловидное тело) и попадают на внутреннюю оболочку глаза – сетчатку, в которой находятся светочувствительные рецепторы, реагирующие на форму, размеры и цвет предмета. Глаз чувствителен к видимому диапазону спектра электромагнитных колебаний (380-770 нм). Зрительный анализатор имеет естественную систему защиты от чрезмерного яркого света (реакция век, аккомодация – приспособление частей глаза к внешним условиям).

Слуховой анализатор – совокупность структур, обеспечивающих восприятие звуковой информации, преобразование её в нервные импульсы, её передачу и обработку в ЦНС. Человеческому уху доступна область звуков (механических колебаний) с частотой 16...20000 Гц. Слуховая чувствительность снижается с возрастом.

Обонятельный анализатор - совокупность сенсорных структур, обеспечивающих восприятие и анализ информации о веществах, соприкасающихся со слизистой оболочкой носовой полости и формирующая обонятельные ощущения. Органом обоняния служит нос. В обонятельном анализаторе имеются периферический отдел – рецепторы верхнего носового хода слизистой оболочки носовой полости; проводниковый отдел – обонятельный нерв; центральный отдел – корковый обонятельный центр, расположенный на нижней поверхности височной и лобной долей коры больших полушарий.

Вкусовой анализатор – совокупность сенсорных структур, обеспечивающих восприятие и анализ химических раздражителей и стимулов при воздействии их на рецепторы языка и формирующих вкусовые мультиощущения. Периферические отделы вкусового анализатора находятся на вкусовых сосочках языка, мягком нёбе, задней стенке глотки и надгортаннике. Проводниковым отделом вкусового анализатора служат вкусовые волокна лицевого и языкоглоточного нерва, по которым вкусовые раздражения следуют через продолговатый мозг и зрительные бугры на нижнюю поверхность лобной доли коры больших полушарий головного мозга.

Осязание – сложное ощущение, возникающее при раздражении рецепторов кожи, слизистых оболочек и мышечно-суставного аппарата. Основная роль в формировании осязания принадлежит кожному анализатору, воспринимающему внешние механические, температурные, химические и другие раздражители. Осязание складывается из тактильных (вызываемых прикосновением, давлением, вибрацией, действием фактуры и протяжённости), а также температурных, болевых и двигательных ощущений. Кожа по своей функции является органом защиты

организма, ослабляющим механические, химические и электрические воздействия. Роговой слой защищает глубокие слои кожи от высыхания, он непроницаем для болезнетворных микроорганизмов, а кислая среда, возникающая в результате деятельности потовых и сальных желёз, неблагоприятна для многих микробов. Пигмент меланин, поглощающий ультрафиолетовые лучи, предохраняет кожу от воздействия солнечных лучей. Кожа участвует в терморегуляции организма, 80 % всей теплоотдачи организма осуществляется через кожу. В зависимости от уровня опасных и вредных факторов и возможности их совокупного проявления условия труда относятся к благоприятным, допустимым или вредным. Для оценки условий труда производится сопоставление уровня вредных производственных факторов с гигиеническими нормативами. Гигиенические нормативы условий труда – уровни вредных производственных факторов, которые при ежедневной работе (кроме выходных), но не более 40 часов в неделю, в течение всего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений. К числу гигиенических нормативов относятся предельно допустимые уровни производственного фактора (ПДУ), предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе (ПДК) и предельно допустимые дозы ионизирующих излучений (ПДД). Начальным этапом определения ПДУ, ПДК, ПДД является установление порогового воздействия – минимальной величины раздражителя, вызывающего появление или изменение ощущения. Если воздействие регистрируется системой анализаторов человеческого организма, а при отсутствии немедленной реакции анализаторов минимального уровня, вызывающего обнаруживаемое современными средствами некомпенсированное изменение в функциях организма. Пороговая концентрация устанавливается на основе реакции у наиболее восприимчивых к действию данного вещества людей. При расчётах используется закон Вебера-Фехнера (10), определяющий связь между интенсивностью ощущения и силой раздражения, действующего на какой-либо орган чувств:

$$E = K \cdot \lg J + C, \quad (10)$$

где  $E$  – интенсивность ощущений;

$K$  и  $C$  – константы, определяемые данной сенсорной системой;

$J$  – интенсивность раздражителя.

В соответствии с этим законом для интенсивности ощущений важен не абсолютный, а относительный прирост силы раздражителя. При отсутствии утверждённых значений ПДК загрязнителей воздуха для них сроком на три года

устанавливается временный гигиенический норматив – ориентировочно безопасный уровень (ОБУВ). По окончании срока ОБУВ пересматривается или заменяется на ПДК. Одновременно с установленными ОБУВ разрабатываются методы их контроля в воздухе рабочей зоны.

## **4.2 Характеристики основных негативных факторов и механизм их действия на человека**

Вредными считаются вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызвать производственную травму, профессиональное заболевание или отклонение от нормального состояния здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования как в процессе работы, так и в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений. В санитарно-гигиенической практике принято разделять вредные вещества на химические вещества и производственную пыль

### **4.2.1 Химические негативные факторы (химические вещества)**

По своему составу все вредные вещества подразделяются на две группы: органические и неорганические. Неорганическими в большей степени являются галоиды (хлор, фтор, бром и др.), соединения серы (сероводород, оксиды серы и др.), соединения азота (аммиак, оксиды азота и др.), фосфор и его соединения (фосфористый водород), мышьяк и его соединения (мышьяковистый водород), соединения углерода (оксид углерода), цианистые соединения (синильная кислота и её соли и др.), тяжёлые и редкие металлы (свинец, ртуть, цинк, марганец, кобальт, хром, ванадий и др.).

К часто встречающимся органическим веществам относятся углеводороды ароматического ряда (бензол, толуол, ксилол), их хлорпроизводные и нитропроизводные (анилин, хлорбензол, нитробензол), углеводороды жирного ряда (бензин). Группа химически опасных и вредных веществ по характеру воздействия на организм человека подразделяется на подгруппы: общетоксичные, раздражающие, sensibilizing, канцерогенные, мутагенные и влияющие на репродуктивную функцию.

Общетоксичным действием обладает большинство вредных веществ, используемых в промышленности и быту (бензол, анилин, ртутьорганические

соединения, тетраэтилсвинец, фосфорорганические соединения, хлорированные углеводороды и др.).

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

К сенсibiliзирующим относятся вещества, которые после непродолжительного действия на организм вызывают в нём повышенную чувствительность к этому веществу. При последующем контакте с этим веществом у человека возникает бурная реакция, приводящая к кожным изменениям, астматическим явлениям, заболеваниям крови. Такими веществами являются соединения ртути, платины, альдегиды (формальдегиды) и др.

Канцерогенные вещества, попадая в организм человека, вызывают развитие злокачественных опухолей. К их числу, прежде всего, относятся полициклические ароматические углеводороды, которые могут входить в состав сырой нефти и в основном образуются при термической (выше 350° С) переработке горючих ископаемых (каменного угля, нефти, древесины, сланцев) или при неполном их сгорании. Канцерогенные свойства присущи и продукции нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, продукты анилиноокрасочной промышленности и пыль асбеста.

Вещества, обладающие мутагенной активностью, влияют на генетический аппарат клеток организма. Это вызывает снижение общей сопротивляемости организма, раннее старение и тяжёлые заболевания. Мутагенные вещества могут оказать влияние на потомство (не всегда первого, а, возможно, второго и третьего поколений). К таким веществам относятся, например формальдегид, уретан, этиленамин, органические перекиси, оксид этилена, иприт.

На репродуктивную функцию (функцию воспроизводства потомства) влияют бензол и его производные, сероуглерод, хлоропрен, свинец, сурьма, марганец, ядохимикаты, никотин, этиленамин, соединения ртути и др.

По степени воздействия на организм человека все вредные вещества подразделяются на основании ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» на четыре класса: 1 – чрезвычайно опасные (тетраэтилсвинец, бериллий и его соединения); 2 – высокоопасные (оксиды азота, бензол, йод, марганец и др.); 3 – умеренно опасные (диоксид кремния, молибден и его соединения, ксилол и др.); 4 –

малоопасные (каменный уголь, пыль животного и растительного происхождения, бензин, ацетон, скипидар, этиловый спирт и др.).

Класс опасности устанавливают исходя из показателей ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

ПДК – это концентрации, которые при ежедневной работе в течение 8 часов или при другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными исследованиями, в процессе работы или в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Норма ПДК для вредных веществ по 1 классу опасности составляет менее 0,1 мг/м<sup>3</sup>, для 2-го – 0,1...1,0 мг/м<sup>3</sup>, для 3-го – 1,1...10,0 мг/м<sup>3</sup>, для 4-го – более 10,0 мг/м<sup>3</sup>. Для веществ, оказывающих немедленное, но временно раздражающее действие, устанавливают максимально разовые ПДК за 20-минутный период. Для веществ общетоксического действия устанавливают среднесуточные ПДК. Возможно и одновременное установление обоих видов ПДК.

Поступление вредных веществ в организм происходит тремя путями: через легкие, желудочно-кишечный тракт и неповреждённую или повреждённую кожу.

В лёгкие вредные вещества попадают в виде паров, газов и пыли. В желудочно-кишечный тракт чаще всего с загрязнённых рук или при нарушении технологических операций и правил внутреннего распорядка; через кожу проникают химические вещества в основном жидкой, маслянистой и тестообразной консистенции.

Вредные вещества выделяются из организма четырьмя путями. Первым являются лёгкие; через почки выделяются вещества, хорошо растворимые в воде; через желудочно-кишечный тракт выделяются плохо растворимые в воде вещества; через кожу, потовые железы выделяются вещества, хорошо растворимые в липидах.

Все вредные вещества оказывают специфическое действие на организм. Некоторые действуют в точке приложения (кислоты, щелочи, соли сильных кислот и оснований), другие обладают избирательным действием (оксид углерода действует на гемоглобин крови).

Для гигиены особо важное значение имеет установление зависимости эффекта действия вредных веществ от дозы, концентрации и длительности действия.

В производственных условиях зачастую имеет место комбинированное действие на организм одновременно двух или нескольких вредных веществ – одновременное или последовательное действие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления.

Виды комбинированного действия вредных веществ:

1 аддитивное действие (суммация) – действие веществ в комбинации суммируется. Суммарный эффект смеси равен сумме эффектов действующих компонентов. Примером аддитивного действия является наркотическое действие смеси углеводов. ПДК для таких веществ определяется из выражения (11):

$$C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + \dots + C_n/ПДК_n \leq 1, \quad (11)$$

где  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – реальные концентрации 1-го, 2-го, ... n-го вредных веществ;

$ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$  – предельно допустимые концентрации соответствующих вредных веществ.

2 синергизм (потенцированное действие) – усиление эффекта, одно вещество усиливает действие другого, то есть действие больше, чем суммация. Потенцирование установлено при совместном действии сернистого ангидрида и хлора;

3 антагонизм – эффект комбинированного действия менее ожидаемого при простой суммации, одно вещество ослабляет действие другого;

4 независимое действие - комбинированный эффект не отличается от изолированного действия каждого яда. Преобладает эффект наиболее токсичного вещества.

При неправильной организации труда с гигиенической точки зрения и отсутствии специальных мер профилактики вредные вещества могут вызвать профессиональные заболевания острого и хронического характера.

Острые профессиональные заболевания возникают за короткий срок (не более одной смены), часто мгновенно, при вдыхании паров или газов вредных веществ в больших концентрациях (в несколько раз превышающих ПДК). Хронические заболевания происходят при вдыхании малых концентраций (не превышающих ПДК) вредных веществ в течение длительного времени. Вредные вещества могут оказывать также общее, неспецифическое действие – понижать общую сопротивляемость другим воздействиям (инфекциям). Под привыканием к вредному веществу понимают понижение чувствительности к нему в результате систематического поступления вредного вещества в организм. В производственных условиях привыкание достигается значительным напряжением компенсаторных функций организма. При срыве компенсаторных функций привыкание переходит в хроническое заболевание.

Производственная пыль вызывает пневмонию и способствует появлению ларингита, бронхита, туберкулёза легких, заболевание глаз и кожи.

По составу различают пыли:

1 органическая (растительная - древесная, хлопковая; животная – шерстяная, костяная; искусственная органическая – пластмассовая);

2 неорганическая (минеральная – кварцевая, силикатная; металлическая – железная, алюминиевая и др.);

3 смешанная (образующаяся при шлифовке металла, зачистке литья и т. д.).

Для гигиенической оценки пыли важно знать её химический состав, от которого зависит биологическая активность, в частности фиброгенное (перерождение лёгочной ткани в соединительную), аллергенное, токсическое и раздражающее действие. Фиброгенность промышленной пыли зависит от содержания в ней свободного диоксида кремния. Чем больше содержание диоксида кремния в пыли, тем она более опасна.

Профессиональное заболевание лёгких, возникающее от воздействия пыли называют пневмокониоз. Силикоз возникает при вдыхании кварцевой пыли, антракоз – угольной пыли; асбестоз – асбестовой пыли, сидероз – железосодержащей пыли; амилоз – мучной и крахмальной пыли; алюминоз – глины.

От воздействия пыли на верхние дыхательные пути возникают такие заболевания, как ларингит, фарингит, воспалительные явления в полости носа, вплоть до прободения носовой перегородки. Пыль неблагоприятно влияет на глаза, вызывая конъюнктивиты, помутнение хрусталика, поражение роговицы глаз. Наиболее распространенными видами загрязнений атмосферного воздуха являются: пыль, диоксид серы, оксиды углерода и азота, углеводороды.

Источниками загрязнения гидросферы являются сточные воды многих отраслей промышленности (нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей, металлургической и химической промышленности, производство строительных материалов). В наибольшем количестве в гидросферу поступают взвешенные вещества, хлориды, сульфаты, аммонийный азот, соединения фосфора. Высокую опасность представляют загрязнения нефтепродуктами, фенолом, поверхностно-активными веществами, солями тяжёлых металлов.

Нарушение структуры и загрязнение почвы происходит при добыче и обогащении полезных ископаемых, захоронении отходов производства и бытового мусора, при авариях и катастрофах, при проведении военных учений и испытаний. Почвенный покров земли загрязняется осадками в местах рассеивания вредных веществ в воздухе и кислотными дождями.

Ухудшение качества среды обитания не только является источником воздействия на организм вредных химических факторов, но и способствует проникновению в него вредных веществ через продукты питания.

На жизнедеятельность человека существенное влияние оказывают индивидуальные добровольные риски, определение и перечень которых было показано выше. Особенно в этих случаях опасны привычки введения в организм

вредных веществ, вызывающих привыкание: наркомания, токсикомания, алкоголизм, все виды курения. При введении в организм вредных веществ ухудшение состояния организма усугубляет воздействие опасных и вредных факторов производственного процесса и среды обитания.

Наркотические вещества разнообразны по своему составу и строению, по химической и биологической активности. Под их воздействием нарушаются в организме сложные биохимические процессы, ответственные за окислительно-восстановительное равновесие в клетках организма, особенно в чувствительных нервных клетках и блокируется действие некоторых жизненно важных центров головного мозга. Такие пристрастия являются тяжелым заболеванием и, влияя на психику человека, блокируют естественные защитные силы организма, обезоруживая его. Разовое употребление наркотиков вызывает сонливость, эйфорию, головокружение, болтливость, замедление реакции, невнятную речь, дрожь, повышенную чувствительность к свету, усиленное сердцебиение, боли в грудной клетке, помрачение рассудка, состояние похмелья. При постоянном употреблении наркотиков возникают мышечная слабость, затруднения при ходьбе, потеря веса, нарушение работы печени и почек, серьёзное повреждение головного мозга и нервной системы, проблемы с памятью, снижение способности мыслить. Передозировка приводит к асфиксии (нарастающему удушью), потере сознания, коме и внезапной смерти. Токсикомания является разновидностью наркомании и связана с вдыханием паров эфиров, ацетона, бензола и других опасных химических веществ, применяемых в бытовой химии.

Другим более распространённым веществом наркотического действия является этанол, который попадая в организм, распространяется во всей водной среде, во всех органах и системах. Более 90% этанола окисляется внутри организма с образованием уксусного альдегида и уксусной кислоты. Некоторые органы и системы могут удерживать молекулы этанола дольше по времени, чем кровь (мозг, половая система). Чем дольше он находится там, тем сильнее и пагубнее разрушительные последствия. Насыщение этанолом мозговой ткани идёт быстрее, а концентрация в ней оказывается выше, чем в других тканях. В значительной степени это проявляется при введении в состав водок различных добавок.

При постоянном приёме доз этанола железы, расположенные в стенке желудка и выделяющие желудочный сок под влиянием алкогольного раздражения сначала выделяют много слизи, а затем атрофируются. Данный процесс ускоряется у тех людей, которые используют жвачную резинку. Возникает гастрит, который может перейти в рак желудка. В печени происходит окисление этанола до ацетальдегида –

опасного токсичного вещества. В результате этого разрушаются клетки печени, на их месте образуется рубец, не выполняющий функции печени.

При курении табака происходит сухая перегонка табака и бумаги под воздействием высокой температуры (около 300°C). При тлении табака и затяжке выделяется большое количество различных веществ. Это производные почти всех классов органических веществ: предельные углеводороды, этиленовые и ацетиленовые соединения, ароматические углеводороды, стеринны, спирты, эфиры, алкалоиды, среди которых присутствует в обязательном порядке никотин. В этом процессе присутствуют и неорганические соединения мышьяка, железа, меди, свинца, полония, в том числе и радиоактивного, оксиды углерода и азота, синильная кислота. Курение ответственно за 90 % случаев смерти от рака легкого, 75 % - от бронхита, 25 % - от ишемической болезни сердца у мужчин в возрасте до 65 лет. Курение замедляет реакцию, ухудшает память. Заметно снижает половую потенцию. Оно приводит к увеличению частоты самопроизвольных абортов, повышению смертности в предродовом и послеродовом периодах, снижению массы тела новорождённых, ухудшению умственной способности у выживших детей, рождению детей с аномалиями развития.

В результате неполного сгорания топлива и промышленных выбросов в организм человека могут попадать наночастицы. Большая часть наночастиц остаётся в лёгких. Если диаметр наночастицы менее 34 нм, то они могут мигрировать в лимфатические узлы. На скорость их перемещения оказывает влияние их размер и характеристика их поверхности. Развитие нанотехнологий привело к использованию наночастиц в косметике, лекарствах, одежде и в пищевых продуктах. В определённой степени повторяется ситуация с генно-модифицированными продуктами.

Из-за малого размера наночастицы обладают особыми свойствами взаимодействия с клетками и клеточными мембранами. Поэтому в живых организмах наночастицы двигаются по совершенно другим маршрутам по сравнению с более крупными размерами того же вещества. Так, они могут попадать прямо в мозг из кровеносной системы. Установлено, что вдыхание наночастиц полистирола вызывает не только воспаление легочной ткани, но и провоцирует тромбоз кровеносных сосудов. Углеродные же наночастицы могут стать причиной расстройства сердечной деятельности и подавить активность иммунной системы. Попадание наночастиц в биосферу чревато многими последствиями, прогнозирование которых ввиду недостатка информации не представляется возможным. Эволюция не создала механизмов защиты от веществ со свойствами, почти не встречающимися в природной среде обитания человека.

#### 4.2.2 Биологические негативные факторы

Опасные и вредные производственные факторы биологического характера присущи для работников агропромышленного комплекса, здравоохранения и других категорий, работающих с биологическими объектами. Нарушения требований по охране труда у данных категорий работающих могут вызвать травмы и заболевания, вызванные растениями, животными, больными людьми. Биологическая безопасность актуальна для работников, занимающихся производством и использованием биологических препаратов в медицине, ветеринарии и сельском хозяйстве, выполняющих работы, связанные с контактированием с водой, почвой в местах возможного обитания вредных микроорганизмов и при проведении научно-исследовательских работ соответствующего направления. Размножение чужеродных организмов в организме хозяина (человека или животного) называется инфекцией. С любым видом инфекции наш организм борется при помощи воспаления.

Воспаление – сумма защитно-адаптационных реакций, развивающихся в тканях при их повреждении. Впоследствии ткани могут полностью восстановить свои функции и структуру либо в них формируются стойкие дефекты. Признаками острого воспаления являются: покраснение кожи, отёк, боль, локальное или общее повышение температуры, нарушение функций органов и тканей. Если интенсивность острой реакции недостаточна для внедрения инфекции, воспалительный процесс принимает хроническое течение. Любой вид инфекции в организме косвенно влияет на ускоренное развитие доброкачественных и злокачественных опухолей.

Большая часть инфекционных заболеваний вызывается патогенными микроорганизмами, к которым относятся бактерии, риккетсии, вирусы и грибки.

Бактерии – это микроорганизмы растительной природы, очень разнообразные по форме и размерам. Среди них многие являются болезнетворными и возбудителями чумы, туляремии, бруцеллёза, сибирской язвы, холеры, столбняка, брюшного тифа, дизентерии.

Вирусы - самые мелкие микроорганизмы. Их величина составляет тысячные доли микрометра, и видны они только в электронный микроскоп. Они не могут расти и размножаться в искусственных питательных средах, для их роста и накопления требуются живые клетки. Вирусы у человека вызывают грипп, корь, полиомиелит, жёлтую лихорадку, натуральную оспу, энцефалиты и другие инфекционные болезни.

Риккетсии – микроорганизмы, занимающие промежуточное место между бактериями и вирусами. Они, как и бактерии, видны в обычный микроскоп, чувствительны к антибиотикам и размножаются простым делением, не способны к

росту в искусственных питательных средах, а требуют для своей жизнедеятельности живые ткани животного. Как и вирусы, риккетсии являются внутриклеточными паразитами. Они вызывают эпидемический сыпной тиф, лихорадку Скалистых гор, Кулихорадку и другие заболевания.

Грибки – это растительные организмы, не имеющие корней, стволов и листьев, лишённые хлорофилла и других пигментов. Они имеют сложную клеточную структуру и чётко ограниченное ядро. Их тело покрыто слизистым слоем, благодаря которому они приклеиваются к клеткам в месте своей локализации, отбирая у них энергетические заряды. Грибки хорошо растут в искусственных питательных средах. Вызываемые ими заболевания называются микозами. В медицинской микологии известны около 100 видов грибков, патогенных для человека. Существуют поверхностные микозы: парша, эпидермофития и др. При этих заболеваниях поражаются волосы, кожа, ногти. Большой ущерб здоровью человека наносят глубокие микозы при проникновении паразита глубоко в организм и вызывают развитие тяжёлых заболеваний. Пути занесения грибков в организм являются некачественные продукты питания, яды в пище, зерне и овощах, антибиотики. Прием антибиотиков способствует избыточной грибковой колонизации организма. До 40-х годов XX века поражения людей грибками встречались очень редко. В арсенале врачей в то время ещё не было антибиотиков, а пища была естественной. Она не содержала ядов, консервантов, пищевых добавок и других достижений цивилизации. Применение антибиотиков проявилось резким ростом грибковых заболеваний. Такие антибиотики, как тетрациклин, пенициллин, стрептомицин непосредственно стимулировали рост грибков. Такая стимуляция приводила к серьёзным осложнениям, а иногда – к летальному исходу. Талантливый врач А.С. Залманов, в книге «Тайная мудрость человеческого организма» выступает против огульного применения сразу же и по любому поводу многочисленных антибиотиков и химиотерапевтических средств. Он пишет: «Современная медицина при помощи антибиотиков охотится на микробов и в то же время культивирует устойчивые микробы и микозы».

Болезнетворные микробы способны внедряться в органы, ткани и клетки живого организма, расти, размножаться, распространяться в нём и вырабатывать ядовитые вещества – токсины. Каждый вид возбудителя вызывает развитие таких заболеваний как холера и сыпной тиф. Многие дикие и домашние животные могут заражать людей сибирской язвой (крупный и мелкий рогатый скот, лошади, свиньи), сапом (лошади), бешенством (волки и собаки), чумой (грызуны, верблюды), туляремией (грызуны), туберкулёзом, ящуром, бруцеллёзом (рогатый скот). От птиц передаётся людям пситтакоз и др.

Все инфекционные заболевания в условиях естественного распространения делят на четыре группы.

Первая группа – кишечные инфекции, возбудитель которых находится в содержимом кишечника и выделяется во внешнюю среду с испражнениями. Заражение человека происходит через рот и завершается попаданием микроба в кишечник. К кишечным инфекциям относят брюшной тиф, холеру, дизентерию, бруцеллёз, ботулизм, инфекционную желтуху. Эти болезни распространяются через грязные руки, воду, пищевые продукты и с помощью мух.

Вторая группа – инфекции дыхательных путей или капельные инфекции. Заражение ими происходит через воздух мельчайшими капельками слюны и слизи носа, в которых содержится возбудитель. Он попадает в воздух из дыхательных путей больного при кашле, чихании, разговоре, пении и вызывает у здорового человека такие инфекционные болезни, как натуральную оспу, грипп, корь, скарлатину, коклюш, дифтерию, свинку и др.

Третья группа – кровяные инфекции при попадании возбудителя непосредственно в кровь. В этом случае заражение происходит от кровососущих насекомых – вшей, блох, комаров, клещей. В данную группу входят малярия, сыпной и возвратный тифы, клещевой энцефалит, японский энцефалит, туляремия, чума, лихорадка Скалистых гор, цуцугамуши и др. Все эти болезни передаются живым переносчиком.

Четвёртая группа – болезни наружных покровов, передающиеся бытовым путём: грязными руками, загрязнёнными предметами и при непосредственном соприкосновении больного со здоровым. Это гнойничковые заболевания, чесотка, трахома, парша, рожа, столбняк, сифилис и пр. В естественных условиях одна и та же болезнь может распространяться несколькими путями. Так чума может передаваться не только при укусе заражённой блохи, но и при вдыхании заражённого воздуха и при употреблении мяса больного верблюда.

### **4.2.3 Физические негативные факторы**

Производственная среда всегда характеризуется повышенной концентрацией негативных факторов. Вредные и травмирующие факторы этой среды обитания, воздействуя на человека, приводят к травмам или профессиональным заболеваниям. К таким факторам относятся механические колебания и вибрация.

Вибрация – это сложное механическое колебание, возникающее при периодическом смещении центра тяжести или изменения формы твёрдого тела.

Вибрационные технологические процессы используют в медицине, промышленности стройматериалов, машиностроении и т. д. По способу передачи человеку вибрацию разделяют на общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и локальную, передающуюся через руки человека. По источнику возникновения вибрацию подразделяют на транспортную, транспортно-технологическую и технологическую. Вибрация характеризуется частотой  $f$ , то есть числом колебаний в секунду (Гц), амплитудой, то есть смещением волн или высотой подъёма от положения равновесия (мм), скоростью (м/с) и ускорением (м/с<sup>2</sup>). Под действием локальной вибрации появляются нейро - сосудистые расстройства рук, меняется кровенаполнение тканей, кистей рук. Под действием общей вибрации нарушается сердечно-сосудистая деятельность. Более вредное влияние на организм человека оказывает вибрация, частота которой совпадает с частотой собственных колебаний отдельных органов, значения которых следующие (Гц): желудок – 2...3; почки – 6...8; сердце – 4...6; кишечник – 2...4; вестибулярный аппарат - 0.5...3; глаза – 40...100 и т. д.

При длительных и интенсивных вибрациях в некоторых случаях развивается профессиональная патология – периферическая, церебральная или церебрально-периферическая вибрационная болезнь. В последнем случае наблюдаются изменения сердечной деятельности, общее возбуждение или торможение, утомление, появление болей, ощущение тряски внутренних органов, тошнота. Локальные вибрации вызывают спазмы сосудов, которые развиваются с концевых фаланг пальцев, распространяясь на всю кисть, предплечье и охватывают сосуды сердца.

Производственная вибрация со значительной амплитудой и продолжительностью действия вызывает раздражительность, головную боль, бессонницу, ноющие боли в руках.

Акустические колебания (шум, ультразвук, инфразвук). Шум – беспорядочное сочетание различных по силе и частоте звуков; может оказывать неблагоприятное воздействие на организм. Шум – более распространённый неблагоприятный физический фактор среды обитания. Единицей измерения уровня звука в акустике является децибел (дБ).

Звуковые колебания распространяются от источника в виде волн, переносящих энергию в пространстве. Основными параметрами звуковых волн являются интенсивность звука  $I$ , Вт/м<sup>2</sup> – это количество энергии, переносимое волной в единицу времени, отнесённое к единице площади; длина волны  $\lambda$ , м – расстояние между двумя точками звукового поля в одинаковых фазах;  $T$ , с – интервал времени, через который происходит повторение колебания; частота колебаний  $f$ , Гц – величина, обратная периоду, определяемая количеством колебаний в секунду.

Весь слышимый диапазон звуков разделяют на низкочастотный (16...400 Гц), среднечастотный (400...1000 Гц), высокочастотный (свыше 1000 Гц). Колебания частиц среды создают в воздухе избыточное звуковое давление  $P$ , Па. Диапазон звуковых давлений, воспринимаемых человеком, - от  $2 \cdot 10^{-5}$  Па является порогом слышимости до  $2 \cdot 10^2$  Па, являющийся болевым порогом. Уровень звука – это измеренное значение шума с учётом коррекции, приближённо отражающей чувствительность человеческого уха (по шкале А шумомера), измеряемое в дБА. Уровень звукового давления измеряется в дБ и определяется по формуле  $L_p = \lg (P/P_0)$ , где  $P_0$  – пороговое значение звукового давления, равное  $2 \cdot 10^{-5}$  Па.

Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума (выше 80 дБ) вызывает ощущение общего утомления, может привести к ухудшению слуха, а иногда к глухоте, нарушается процесс пищеварения, происходит изменение объёма внутренних органов. Тугоухость сопровождается поражением центральной и вегетативной нервной системы, увеличением артериального давления, ухудшением внимания, памяти, понижением работоспособности.

Воздействуя на кору головного мозга, шум оказывает раздражающее действие, ускоряет процесс утомления, ослабляет внимание и замедляет психические реакции. При действии шума высоких уровней (более 145 дБ) возможен разрыв барабанной перепонки.

По характеру нарушения физиологических функций шум разделяют на мешающий (препятствует языковой связи), раздражающий (вызывает нервное раздражение с последующим переутомлением и снижением работоспособности), вредный (нарушает физиологические функции на длительный период и вызывает развитие хронических заболеваний таких, как ухудшение слуха, гипертония, туберкулёз, язва желудка) и травмирующий, который резко нарушает физиологические функции организма человека.

Нормируемым параметром шума является уровень звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц и эквивалентный уровень звука в децибелах (шкала А). допустимые уровни шума на рабочих местах не должны превышать соответственно 110, 94, 87, 81, 78, 75, 73 дБ, а по шкале А – 80 дБ.

Ультразвуком называют механические колебания упругой среды с частотой, превышающей верхний предел слышимости – 20 кГц. Из-за большой частоты (малой длины волны) ультразвук обладает особыми свойствами. Он сильно поглощается газами и слабо – жидкостями. Под воздействием ультразвука в жидкости образуются пустоты в виде мельчайших пузырьков с кратковременным возрастанием давления в них. Ультразвуковые волны ускоряют протекание процессов диффузии, а,

следовательно, влияют на растворимость вещества и на ход химических реакций. Ультразвук обладает локальным действием на организм, поскольку передаётся при непосредственном контакте с ультразвуковым инструментом, обрабатываемыми деталями или средами, где возбуждаются ультразвуковые колебания. Источником ультразвука является высокочастотное воздействие на материалы (обезжиривание, пайка, очистка, сварка), высокочастотная аппаратура для дефектоскопии, медицинских целей, радиологии, геофизических исследований и др. Длительное воздействие ультразвука, распространяющееся воздушным путём, вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов.

Человек воспринимает вибрацию любым участком тела с помощью виброрецепторов. Более высокой вибрационной чувствительностью обладает кожа ладонной поверхности концевых фаланг пальцев. По гигиеническим нормативам ГОСТ 12.1.01 – 89 ограничиваются уровни звукового давления в высокочастотной области слышимости звуков и ультразвуков на рабочих местах (от 80 до 110 дБ).

Инфразвук – это неслышимые колебания с частотой менее 16 Гц, в воздухе он почти не поглощается. Источниками инфразвука являются реактивные двигатели (уровни 150 дБ при частотах 10...12 Гц), вертолётные двигатели (уровни 110...120 дБ на частотах 25...28 Гц); воздушные и поршневые компрессоры (уровни 92...123 дБ на частотах 8...16 Гц); автомобильный транспорт (уровни 100 дБ на частотах 9...16 Гц), бульдозеры, конверторы, доменные и электрические печи. Исследования действия инфразвука показали, что при уровне от 110 дБ и выше он вызывает неприятные субъективные ощущения и изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой системах, вестибулярном анализаторе. Последствия реакции человека на инфразвук проявляются в виде головной боли, тошноты, снижения остроты зрения, утомления, беспокойства, страха. На рабочих местах уровни звукового давления в децибелах в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц. Допустимыми уровнями звукового давления являются 105 дБ в октавных полосах 2, 4, 8, 16 Гц и 102 дБ в октавной полосе 31,5 Гц. При этом общий уровень звукового давления не должен превышать 110 дБ.

Электромагнитные излучения и поля. В конце XIX столетия были открыты и исследованы свойства невидимых электромагнитных волн, способных распространяться на огромные расстояния, проникать сквозь преграды без существенного ослабления. Свойства электромагнитного поля стали широко использоваться для передачи электрической энергии на большие расстояния с помощью линий электропередач (ЛЭП), для перемещения электрических транспортных средств, для целей электросвязи, в электрических приборах.

Электромагнитные поля (ЭМП), применяемые для радиосвязи, телевидения, радиолокации, радионавигации, радиотелеуправления ещё называют радиоволнами, так как слово радио происходит от слова радиация, что означает излучение.

На основе обобщения обширного материала, собранного естествоиспытателями, английский физик Д. Максвелл в 60-х годах XIX столетия создал теорию ЭМП, установившую общую природу световых и электромагнитных волн и законы их распространения. Позднее были изучены другие виды излучений: ультрафиолетовое, рентгеновское, инфракрасное, излучения при распаде радиоактивных веществ. Исследованиями было показано, что, несмотря на различия между этими видами излучения, все они имеют электромагнитную природу, а особенности их физических проявлений определяются различием в длине волны. В период с 1886 по 1888 гг. Г. Герц экспериментально подтвердил основные выводы теории Д. Максвелла, подтвердив, что законы распространения, отражения и преломления волн аналогичны законам распространения света.

Д. Максвелл предположил, что всё мировое пространство заполнено неощутимым видом материи, названной им эфиром, а распространение ЭМП, включая и свет, объясняется колебаниями частиц эфира. Это движение или смещение эфира им было названо током смещения. Позднее А. Г. Столетовым было обнаружено и измерено давление света и доказано, что частица, излучающая электромагнитные волны, теряет часть своей массы, излучение элементарных ядерных частиц и их реакций показало, что при некоторых условиях могут происходить превращения частиц в электромагнитное излучение и, наоборот, наблюдается переход электромагнитного излучения в электрически заряженные частицы. Важным выводом теории ЭМП является то, что переменное электрическое поле порождает переменное магнитное поле, а закон электромагнитной индукции устанавливает обратную зависимость. Следовательно, переменные электрические и магнитные поля всегда существуют совместно и связаны друг с другом определённой количественной зависимостью. У поверхности земли величина напряженности электрического поля составляет  $E \equiv 130 \text{ В/м}$ , магнитного поля  $H \equiv 24\text{-}40 \text{ А/м}$ .

Проводник, преобразующий энергию источника переменной ЭДС в энергию ЭМП, называется антенной. В качестве антенн служат специальные устройства направленного и ненаправленного излучения ЭМП, применяемые для электросвязи, но это могут быть и ЛЭП, и тяговые сети электрического транспорта, в устройствах которых ЭМП промышленной частоты 50 Гц излучается в окружающее пространство постоянно. Любое техническое устройство, вырабатывающее или использующее электрическую энергию, является источником техногенных ЭМП.

В настоящее время в быту и промышленности используются источники ЭМП различных частот: низкочастотные (от 0 до 60 Гц); среднечастотные (от 60 Гц до 10 кГц); высокочастотные (от 10 кГц до 300 МГц); сверхвысокочастотные (от 300 МГц до 300 ГГц). Интенсивность источников ЭМП по диапазонам определяется следующими величинами (в диапазоне от 0 до 300 МГц): напряжённостью электрического поля  $E$ , В/м; напряжённостью магнитного поля  $H$ , А/м; магнитной индукцией  $B$ , Тл (тесла). В диапазоне от 300 МГц до 300 ГГц интенсивность ЭМП определяется плотностью потока мощности (ППМ) излучения, имеющей размерность Вт/м<sup>2</sup>.

Источниками возникновения ЭМП радиочастот являются: радиовещание, радиолокация, радиоуправление, телевидение, плавка и закалка металлов, сварка неметаллов, электроразведка в геологии, радиосвязь и др.

На людей, профессионально не связанных с обслуживанием источников ЭМП, воздействуют источники: электромагнитный фон, высоковольтные линии электропередач (ЛЭП), электрические сети зданий и бытовые электроприборы, поверхности с электростатическим зарядом, радиопередающие устройства, СВЧ-печи, электротранспорт, спутниковая и сотовая связь.

Повышенные уровни магнитных полей в пределах от 3-5 до 10 мкТл определяются в рабочих зонах сталелитейного производства с использованием электропечей. Под ЛЭП напряжением 765 кВ – 5 мкТл, а на расстоянии 50 м – 1 мкТл. Самые сильные магнитные поля большой пространственной протяжённости в городской среде обитания и на рабочих местах генерируются общественным рельсовым электротранспортом. Измерения показали, что интенсивность магнитных полей составляет 1 мкТл на расстоянии 100 м от рельсового пути.

Человек электромагнитные поля не видит и не чувствует и именно поэтому не всегда предостерегается от опасного воздействия этих полей. В чем же опасность воздействия ЭМП на организм человека и животных? В крови, являющейся электролитом, под влиянием электромагнитных излучений возникают ионные токи, которые вызывают нагрев тканей. При определённой интенсивности излучения, называемой тепловым порогом, организм может не справиться с образующейся теплотой. Такой нагрев особенно опасен для органов со слаборазвитой сосудистой системой с неинтенсивным кровообращением (глаза, мозг, желудок, почки и др.). Так при облучении глаз в течение нескольких дней возможно помутнение хрусталика, что в свою очередь может вызвать катаракту. Кроме теплового воздействия электромагнитные излучения оказывают неблагоприятные воздействия на нервную систему, вызывают нарушение функций сердечно-сосудистой системы и обмена веществ. Длительное воздействие ЭМП на организм человека вызывает повышенную утомляемость, сильным болям в области сердца, изменению кровяного давления и

пульса, приводит к снижению качества выполняемых рабочих операций. В наше время появились научные публикации о канцерогенной опасности ЭМП промышленной частоты 50-60 Гц. На процесс развития изменений в организме оказывает влияние количество поглощаемой энергии ЭМП и их частота; длительность воздействия; область тела, подвергаемая облучению; факторы внешней среды (температура, влажность и др.); индивидуальные особенности (возраст, состояние здоровья и др.).

Допустимое значение тока, длительно проходящего через человека и обусловленное воздействием электрического поля, составляет 50-60 мкА, что соответствует напряжённости электрического поля на высоте роста человека, равной 5 кВ/м. Пространство, в котором напряжённость электрического поля превышает 5 кВ/м, называют зоной влияния электрического поля. Предельно допустимый уровень напряжённости воздействующего электрического поля устанавливается равным 25 кВ/м. Пребывание в электрическом поле напряжённостью более 25 кВ/м без применения средств защиты запрещается. В электрическом поле напряжённостью до 5 кВ/м включительно допускается пребывание в течение всего рабочего дня. При напряжённости от 20 до 25 кВ/м время пребывания персонала не должно превышать 10 минут. Допустимое время  $T$ , ч, пребывания в электрическом поле напряжённостью более 5. Но менее 20 кВ/м включительно определяют по формуле (12)

$$T = (50/E) - 2, \quad (12)$$

где  $E$  – напряжённость электрического поля в контролируемой зоне, кВ/м.

Инфракрасное излучение. Любым нагретым телом генерируется инфракрасное излучение – электромагнитное излучение, со спектральной областью 0,74...25 мкм. Температура источника определяет интенсивность и спектр излучаемой энергии. Все производственные источники лучистой теплоты делят на четыре группы: с температурой излучения поверхности до 500° С ( наружная поверхность печей) их спектр содержит инфракрасные лучи с длиной волны 3,7 мкм и более; с температурой поверхности от 500 до 1300°С (открытое пламя, расплавленный чугун) со спектром длины волны 1,9...3,7 мкм; с температурой от 1300 до 1800° С (расплавленная сталь) с длиной волны 1,2...1,9 мкм; спектр излучения источников с температурой выше 1800° С (пламя электродуговых печей, сварочных аппаратов) содержит наряду с инфракрасными и видимыми ультрафиолетовые лучи. Воздействие теплового облучения на организм человека зависит от длины волны и интенсивности потока излучения, длительности облучения, величины облучаемого участка тела, угла падения тепловых лучей, вида одежды. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение от 0,76 до 1,4 мкм, проникающее в ткани

человека на глубину в несколько сантиметров. Инфракрасные лучи длинноволнового излучения от 9 до 25 мкм задерживаются в поверхностных слоях кожи. При длинноволновом излучении повышается температура поверхности тела, а при коротковолновом – изменяется температура легких, головного мозга, почек и других органов человека. Для глаз наибольшую опасность представляет коротковолновое излучение, вызывающее катаракту глаз. Интенсивность теплового облучения от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м<sup>2</sup> при облучении 50 % поверхности тела и более; 70 Вт/м<sup>2</sup> при величине облучаемой поверхности от 25 до 50 %; 100 Вт/м<sup>2</sup> при облучении не более 25 % поверхности тела. Интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников не должна превышать 140 Вт/м<sup>2</sup>. При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательном использовании средств индивидуальной защиты.

Ультрафиолетовое излучение (УФИ) – электромагнитное излучение с диапазоном между фиолетовым началом видимого излучения и концом рентгеновского излучения (380 – 10 нм,  $7,9 \cdot 10^{14}$  -  $3 \cdot 10^{16}$  Гц). Естественным источником УФИ является Солнце, искусственными источниками являются газоразрядные источники света (лампы ДРЛ), электрические дуги, лазеры.

Для человеческого организма вреден как недостаток УФИ, так и его избыток. При его длительной недостаточности в организме наступает «световое голодание», симптомами которого являются нарушение минерального обмена веществ, быстрая утомляемость, снижение иммунитета. УФИ используется в медицине, профилактических, санитарных и гигиенических учреждениях, сельском хозяйстве. Лампы УФИ используются для стерилизации воды, воздуха и различных поверхностей во всех сферах жизнедеятельности человека. Воздействие больших доз УФИ на кожу приводит к дерматитам. Повышенные дозы воздействуют и на центральную нервную систему. Как правило, отклонения от нормы проявляются в виде тошноты, головной боли, повышенной утомляемости, повышения температуры тела. Длительное действие ультрафиолета способствует развитию меланомы, различных видов рака кожи, ускоряет старение и появление морщин. Для глаз человека УФИ неощутимо, но при интенсивном облучении вызывает радиационное поражение (ожог сетчатки).

Оценка уровня ультрафиолетового облучения осуществляется по величине эритемной дозы. За единицу этой дозы принят 1 эр, равный 1 Вт мощности УФИ с длиной волны 0,297 мкм. Эритемная облучённость (освещённость) выражается в эр/м<sup>2</sup>. Для профилактики ультрафиолетового дефицита достаточно 1/10 части эритемной дозы или 60 – 90 (мкэр·мин)/см<sup>2</sup>.

Лазерное излучение. Лазером называется генератор монохроматического, когерентного, высоконаправленного электромагнитного излучения в оптическом диапазоне длин волн, использующий для своей работы вынужденные (индуцированные, стимулированные) переходы в атомах, молекулах, ионах. Монохроматичность означает излучение на строго фиксированной длине волны. Когерентность обусловлена генерацией излучения всеми частицами в одной и той же фазе или с постоянной разностью фаз. Высокая направленность определяется углом расходимости, характеризующим отклонение лазерного пучка от строго параллельного. Одним из направлений применения лазеров является машиностроение. Они позволяют с высокой скоростью и точностью выполнять раскрой листового материала, сварку, сверление отверстий в труднодоступных местах, термообработку крупногабаритных деталей, увеличивающих срок их службы. Перспективное применение лазеров связано с информатикой: лазерные принтеры, лазерные цветомузыкальные установки. Широкое применение лазеры нашли в медицине для лечения заболеваний глаз, для выполнения хирургических бескровных операций, для восстановления кровотока в мышцах миокарда, в физиотерапии для быстрого заживления ран, срастания костей, лечения остеохондроза. При работе с лазерными установками человек может подвергаться воздействию прямого, рассеянного и отражённого излучения. Предельно допустимые уровни охватывают диапазон спектра от 0,2 до 20 мкм и регламентируются применительно к действию реакции на роговицу, сетчатку глаза и кожу. Величина ПДУ зависит от длины волны, длительности импульса, частоты повторения импульсов и длительности воздействия.

Ионизирующее излучение. Данные излучения находят широкое применение в промышленности, технике, сельском хозяйстве, медицине и научных исследованиях. Наиболее распространённые типы излучений: альфа-частицы, бета-частицы, гамма-излучение, рентгеновские и нейтронные излучения. В процессе взаимодействия со средой, через которую они проходят, производят ионизацию атомов и молекул вещества.

Альфа-частицы представляют собой ядра атомов гелия с положительным зарядом и обладают малой проникающей способностью и опасны лишь при внутреннем облучении организма.

Бета-частицы являются электронами и позитронами. Отличаются от альфа-излучения более высокой проникающей способностью.

Так бета-частицы с энергией 1 МэВ пробегают в воздухе 1 м, а тканях человеческого организма 1 см.

Нейтронное излучение представляет собой поток нейтральных (незаряженных) частиц. Это легко проникающее излучение.

Гамма-излучение – коротковолновое электромагнитное излучение с высокой проникающей способностью.

Рентгеновское излучение – электромагнитное излучение, имеющее большую длину волны, чем гамма-излучение.

Все виды ионизирующих излучений, проходя через вещество, вызывают ионизацию, возбуждение и распад молекул. Поскольку организм человека на 70 % по массе состоит из воды, то при облучении его поражение осуществляется посредством косвенного воздействия. Сначала излучение поглощается молекулами воды, а затем ионы, возбужденные молекулы и фрагменты распавшихся молекул вступают в химические реакции с биологическими веществами, составляющими организм человека, вызывая их повреждение. При облучении нейтронами в организме дополнительно образуются радионуклиды за счёт поглощения нейтронов ядрами элементов, содержащихся в организме. При значительном повреждении организма возникает лучевая болезнь. Различают три степени хронической лучевой болезни: лёгкую, среднюю и тяжёлую. Лёгкая степень лучевой болезни характеризуется появлением слабости, утомляемости, головных болей, вялости, сонливости, изменением состава крови. Устранение облучения способствует прекращению её развития и полному выздоровлению. Для этого достаточно перевода пострадавшего на работу, не связанную с радиацией.

Для средней степени хронической лучевой болезни характерно волнообразное течение. При этом происходит чередование ухудшения и улучшения состояния больного. Процесс болезни сопровождается мучительными головными болями, нарушением нормального пищеварения, частыми рвотами, расстройством нервной системы, прогрессирующим малокровием и резким ухудшением состава крови.

Страдающими хронической лучевой болезнью третьей степени являются тяжелобольные. Признаки поражения человеческого организма те же, что и при второй степени, но более выраженные.

В качестве характеристики меры воздействия ионизирующего излучения на вещество используется поглощенная доза в единице массы вещества. В международной системе единиц (СИ) единицей поглощённой дозы установлен грей (Гр); 1Гр= 1 Дж/кг. Поглощённая энергия ионизирующего излучения в единицу времени называется мощностью дозы.

Для оценки радиационной опасности введена эквивалентная доза  $H$  (13).

$$H = D \cdot k, \quad (13)$$

где  $D$  – поглощённая доза в органе или в ткани;

$k$  – взвешивающий коэффициент для отдельных видов излучения.

Единицей эквивалентной дозы в СИ принят зиверт (Зв);  $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг}$ .

Взвешивающие коэффициенты  $k$ :  $k = 1$  для бета-частиц и гамма-излучения;  $k = 10$  для нейтронов с энергией от 1 МэВ до 20 МэВ (быстрые нейтроны);

$k = 20$  для альфа-частиц. Органы и ткани человека обладают различной радиочувствительностью и поэтому для оценки эффективности облучения всего организма или отдельных органов используют понятие эффективной дозы  $E_{\text{эфф}}$ . Эффективная доза – величина, используемая как мера риска возникновения отдалённых последствий облучения всего тела человека и представляет собой сумму произведений эквивалентной дозы в органе на взвешивающий коэффициент для данного органа или ткани (14):

$$E_{\text{эфф}} = \sum w_T \cdot H_T, \quad (14)$$

где  $w_T$  – взвешивающий коэффициент для данного органа;

$H_T$  – средняя эквивалентная доза, поглощаемая в органе  $T$ .

Взвешивающие коэффициенты для расчета эффективной дозы:

0,2 – для гонад;

0,1 – для красного костного мозга;

0,01 – для поверхности кожи;

0,01 – для клеток костных поверхностей.

Нормы радиационной безопасности устанавливаются для категорий облучаемых лиц: персонал (группы А и Б), всё население.

Пределы доз для персонала:  $E_{\text{эфф}} = 20$  мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год;  $E_{\text{эфф}}$  в хрусталике глаза – 150 мЗв; для кожи, кистей и ступней – 500 мЗв. Для населения:  $E_{\text{эфф}} = 1$  мЗв в год; эквивалентная доза за год в хрусталике глаза 15 мЗв, для кожи, кистей и ступней 50 мЗв.

Естественный радиационный фон обусловлен космическим излучением из межзвёздного пространства и естественными радиоактивными веществами, находящимися на поверхности и в недрах земли, в атмосфере, растениях и организмах всех живых существ нашей планеты. Эффективная доза космического излучения на уровне моря составляет 0,32 мЗв. С удалением от поверхности Земли интенсивность космического излучения возрастает. На высоте полётов современной авиации уровень космического излучения превышает в несколько десятков раз больше, чем на уровне моря. На заре формирования нашей планеты в земной коре имелись радионуклиды практически всех химических элементов. До наших дней сохранились в заметных количествах те радионуклиды, которые обладают большими периодами полураспада  $T$ .

$T$  – это время, в течение которого распадается половина ядер данного радионуклида. К ним относятся калий-40 ( $T=1,3$  млрд лет), уран-238 ( $T=4.5$  млрд лет), уран 235 ( $T=0.7$  млрд лет), торий -232 (14 млрд лет). Уран -235 и 238 и торий-232 образуют радиоактивные семейства, то есть цепочку радионуклидов, где каждый последующий есть продукт распада предыдущего. Конечным продуктом распада у этих семейств являются стабильные изотопы свинца. Один из продуктов распада представляет собой газ, который называется эманацией. В семействе урана-238 это радон, в семействе тория-232 – торон, а в семействе урана -235 – актион. Наличие газообразных радионуклидов в радиоактивных семействах эти радионуклиды и продукты их распада в заметных количествах содержатся в воздухе, водоёмах и почве. Основной вклад в дозу внешнего облучения вносят калий-40, радий и радиоактивные продукты его распада. В организм человека калий-40 поступает в основном с пищей и его вклад в дозу внутреннего облучения превышает 50 % (курага, бобы, какао, соевая мука). Годовая эквивалентная доза внутреннего облучения с потреблением калия-40 составляет 0,18 мЗв, за счёт полония-210 человек получает 0,13 мЗв, а радия и продуктов его распада – 0,02 мЗв в год.

В процессе использования ряда технологий человеком возможно изменение распределения естественных источников радиации и повышение уровня облучения. Повышение уровня облучения наблюдается при полётах на самолёте, при сжигании каменного и бурого углей и природного газа. Наибольший вклад в дозу дополнительного облучения дают рентгенодиагностические медицинские процедуры.

Электрический ток. Силой тока называется скалярная физическая величина, равная отношению заряда  $dq$ , переносимого сквозь рассматриваемую поверхность за малый промежуток времени, к величине этого промежутка и выражается формулой (15):

$$I = dq/dt, \quad (15)$$

Электрический ток называется постоянным, если сила тока и его направление с течением времени не изменяются:

$$I = q/t, \quad (16)$$

где  $q$  – электрический заряд, переносимый через рассматриваемую поверхность за конечный промежуток времени от 0 до  $t$ .

И в науке, и в технике широко используются постоянные и переменные электрические токи.

До середины XX века в СССР проблемы электрификации страны рассматривались, как правило, только с точки зрения повышения производительности

труда и единичной мощности агрегатов, увеличения выработки продукта, снижения затрат ручного труда.

Воздействие электрического тока на живую ткань широко используется в медицине при биофизических исследованиях состава крови и тканей и для лечения при подавлении различных болезнетворных процессов в организме.

Электрический ток при воздействии на организм человека может оказывать электродинамическое, термическое и электролитическое влияния. Сопротивление тела человека складывается из сопротивления кожи и сопротивления внутренних органов. Более высоким является сопротивление рогового слоя кожи, но оно уменьшается при увеличении напряжения тока и времени его прохождения. Это объясняется пробоем верхнего слоя кожи, увеличением поверхности и плотностью контакта при повреждении, увлажнении и загрязнении кожи. Электрическое сопротивление человека принято считать равным 1 000 Ом. Поражение электрическим током человека может быть в виде электрического удара или электрической травмы. Электрические удары представляют наибольшую опасность. При них поражаются внутренние органы человеческого организма: легкие, сердце, центральная нервная система и др. Электроудар нарушает ритм сердечной деятельности, вызывая трепетания желудочков сердца в связи с поражением нервов сердечной мышцы.

Электрические травмы – это внешние местные поражения тела в виде электрических ожогов, электрометаллизации кожи, электрических знаков и электроофтальмии.

Электрические ожоги возникают при непосредственном тепловом действии тока на организм человека, особенно при возникновении электрической дуги в установках напряжением выше 1000 В, а также в результате прикосновения к сильно нагретым током частям электрооборудования.

Электрометаллизация кожи фиксируется в результате проникновения в глубь кожи мельчайших частиц металла, расплавленного или испарившегося под действием электрического тока.

Электрические знаки возникают при плотном контакте с токоведущими частями и представляют собой поражение кожного покрова в виде округлых пятен серого или бело-жёлтого цвета.

Электроофтальмия – воздействие ультрафиолетовых лучей электрической дуги на роговицу и конъюнктиву глаза, что может привести к ослаблению зрения и слепоте.

Результат воздействия электрического тока на организм человека зависит в основном от величины электрического тока, проходящего через тело человека. При силе тока до 1 мА его воздействие практически не ощущается; от 1 до 8 мА ощущения есть, но ощущения безболезненны и возможно самостоятельное освобождение от

частей оборудования, находящихся под напряжением; от 8 до 15 мА ощущения болезненные, но управление мышцами ещё не утрачено; от 15 до 50 мА ощущения тока очень болезненны, сильные сокращения мышц, дыхание затруднено, невозможно самостоятельно освободиться от действия тока; от 50 до 100 мА наступает фибрилляция сердца и паралич дыхания, приводящие к смерти.

Тяжесть поражения от электрического тока зависит от параметров тока, площади контакта, пути тока в организме человека, состояния человека, условий, при которых происходит поражение. Повышенная восприимчивость к электрическому току отмечена у лиц, страдающих болезнями кожи, сердечно-сосудистой системы, органов внутренней секреции, нервными расстройствами.

Защитные устройства от поражения электрическим током рассчитываются исходя из предельных значений тока, не вызывающих смертельного поражения. Они составляют 250, 100, 75, 50 мА соответственно при времени воздействия 0,2; 0,5; 0,7; 1,0 с. Предельно допустимыми значениями силы тока являются для переменного тока частотой 50 Гц 0,3 мА, для постоянного тока 1,0 мА.

Напряжением прикосновения называется разность потенциалов между потенциалом, имеющимся на корпусе, и потенциалом поверхности, на которой стоит человек. Предельными значениями для переменного тока частотой 50 Гц является величина 2,0 В, для постоянного тока 8 В. Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 минут в сутки; для лиц, работающих в условиях высоких температур (выше 25° С) и влажности более 75 %, значения должны быть уменьшены в три раза. На практике возможно прикосновение одновременно к двум фазам сети. Его называют двухфазным, и оно является наиболее опасным. В данном случае ток, проходящий через тело человека по такому опасному пути, как рука-рука, определяется линейным напряжением сети и сопротивлением организма человека. Однофазное прикосновение является менее опасным, но возникает оно чаще. В отношении опасности поражения электрическим током все помещения подразделяются на помещения без повышенной опасности, помещения с повышенной опасностью и особо опасные помещения.

К помещениям с повышенной опасностью относятся такие, в которых имеется хотя бы одно из условий, создающих повышенную опасность: сырость; токопроводящий пол; токопроводящая пыль; высокая температура; возможность одновременного прикосновения к имеющим соединение с землёй металлическим конструкциям зданий, машин, механизмов, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

К особо опасным помещениям относятся те, в которых имеется хотя бы одно из следующих условий, создающих особую опасность поражения человека электрическим

током: особая сырость; химически активная или органическая среда; наличие одновременно двух и более условий, характерных для помещений с повышенной опасностью.

Опасные механические факторы. Различают следующие виды травматизма, связанного с механическими воздействиями: производственный, транспортный, уличный, бытовой, спортивный, военный. Каждый из них имеет свои особенности, связанные не только с обстоятельствами происшествия, но и с характером причинённых повреждений. Так при производственном преобладают раны, при уличном переломы, при спортивном – ушибы и растяжения.

В результате механических травм возможны ссадины, кровоподтёки, раны, вывихи, переломы, разрывы внутренних органов, раздавливание или расчленение органов тела, смертельные поражения.

Источниками опасных механических производственных факторов являются движущиеся машины и механизмы, соприкосновение работника с незащищёнными элементами производственного оборудования; острые кромки, заусенцы; падение предметов и людей с высоты; разрушение сосудов, работающих под давлением; падение людей на скользких поверхностях; действие нагрузок при подъёме тяжестей; ручной инструмент; механический инструмент; подъёмно-транспортное оборудование.

Ссадина – нарушение целостности эпидермиса с нарушением лимфатических и кровеносных сосудов. Ссадина не пронизывает всю толщу кожи, являясь поверхностным повреждением. Кровоподтёк появляется в результате разрывов сосудов в месте удара или сдавливания с последующим кровоизлиянием в подкожную клетчатку или более глубокие ткани.

Рана – повреждение, нарушающее целостность всей толщи кожи или слизистых оболочек и проникающее в глубже расположенные ткани. Раны несут три вида опасностей для человека: кровотечение, возможность внесения инфекции через повреждённые покровы; нарушение анатомической и функциональной целостности органов и тканей.

Вывихи – полное и стойкое смещение костей в суставах. Вывихи сопровождаются определёнными повреждениями окружающих тканей.

Переломы костей - нарушение целостности всей толщи костей скелета, сопровождающееся обширными повреждениями близлежащих тканей, кровоизлияниями, разрывами мышц и сосудов. Переломы бывают открытыми и закрытыми. Открытыми называются переломы, сопровождающиеся разрывом кожных покровов и область перелома кости сообщается с внешней средой. Закрытые переломы не сопровождаются разрывами кожных покровов, и область перелома кости не сообщается с внешней средой.

Разрывы внутренних органов происходят в результате прямого удара или сдавливания тела, либо при сотрясении его.

Размятие (размозжение) тканей, органов или всего тела происходит при сдавливании тела с большой силой между двумя массивными твёрдыми тупыми предметами.

Обеспечение травмобезопасности рабочего места обуславливается выполнением требований безопасности к производственному оборудованию: к агрегатам, аппаратам, сосудам, машинам, транспортным линиям, органам их управления, требований к инструментам и приспособлениям, средствам защиты, обучению безопасным приёмам и методам работ, проведению инструктажей по охране труда и промышленной безопасности.

### **4.3 Опасные факторы комплексного характера**

Практика показывает, что во многих случаях опасные факторы происшествия носят комплексный характер. К ним относятся пожары, приводящие к взрыву оборудования, или взрывы, приводящие к пожару. Поэтому правильнее говорить о пожаровзрывобезопасности.

#### **4.3.1 Пожаровзрывобезопасность**

Пожаром называется неконтролируемое во времени и пространстве горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Взрывом называется физическое или химическое превращение вещества, приводящее к переходу его внутренней энергии в энергию сжатия и движения самого вещества, продуктов его превращения и окружающей среды.

Возникновение пожаров и взрывов, при которых выделяется внутренняя химическая энергия, возможно только при наличии горючего материала, окислителя и источника зажигания. Участвующих в этих процессах условно делят на четыре группы: смеси горючих газов с кислородом, воздухом или другими газообразными окислителями; смеси паров легко воспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ) с газообразными окислителями; аэрозвеси или взвеси в какой-либо окислительной среде дисперсных горючих материалов (твёрдых или жидких);

конденсированные (жидкие или твёрдые) взрывчатые системы. Поджигающая способность источника зажигания определяется из условий:

1  $T_{и} > T_{св}$  (температура источника зажигания превышает температуру самовоспламенения горючей среды);

2  $q_{и} > q_{мин}$  (теплосодержание источника превышает минимальную энергию зажигания горючей среды);

3  $\tau_{и} > \tau_{инд}$  (время теплового действия источника превышает период индукции горючей среды).

К производственным источникам зажигания относятся открытый огонь, раскалённые продукты горения и нагретые ими поверхности; тепловое проявление механической энергии; тепловое проявление химических реакций; тепловое проявление электрической энергии. Различают полное и неполное горение. Процессы полного горения протекают при избытке кислорода, а продуктами реакции являются вода, диоксиды серы и углерода, то есть вещества, не способные к дальнейшему окислению. Неполное горение происходит при недостатке кислорода, и продуктами реакции являются токсичные и горючие, способные к дальнейшему окислению вещества (оксид углерода, спирты, альдегиды, кетоны и др.).

В зависимости от свойств горючей смеси горение называют гомогенным или гетерогенным. Если горючее вещество и окислитель имеют одинаковое агрегатное состояние (смесь горючего газа и воздуха), то такое горение называют гомогенным. Если же вещества при горении имеют границу раздела (горение твёрдых или жидких веществ), то такой процесс называется гетерогенным.

По скорости распространения пламени различают виды горения: дефлаграционное (скорость распространения пламени – десятки метров в секунду); взрывное (сотни метров в секунду); детонационное (тысячи метров в секунду).

Взрывоопасные смеси паров ЛВЖ и ГЖ с воздухом образуются при хранении, использовании и транспортировке жидких топлив, при использовании горючих растворителей и реактивов в различных технологических процессах или при окрасочных работах.

Порошки активных металлов алюминия, магния, циркония, титана, бора, марганца, кремния и комплексные сплавы их содержащие обладают способностью образовывать взрывоопасные аэрозвеси при невысоких концентрациях. Часто возникают взрывы неметаллических дисперсных материалов, таких как угольная, мучная и сахарная пыль.

Для инициирования взрывов аэрозвесей горючих пылей необходимо наличие источника зажигания с энергией, значительно превышающей энергию зажигания газопаровоздушных смесей. Исходя из этого, наибольшую опасность представляют

взвеси, содержащие кроме дисперсной фазы горючие газы или пары. Такие смеси образуются при сушке пылей угля или органических материалов (в элеваторах) или при размоле влажных металлических материалов.

В перечень конденсированных взрывчатых систем входят промышленные взрывчатые вещества, используемые при горных и строительных работах и в технологических процессах, пиротехнические составы, экзотермические шихты, используемые в металлургии или при получении материалов методами высокотемпературного самораспространяющегося синтеза.

Взрывом взрывчатой системы называется самораспространяющееся с высокой скоростью химическое превращение с выделением большого количества тепла и происходящее с участием или образованием газов.

Источниками инициирования взрыва могут быть открытое пламя, горящие и раскалённые тела; электрические разряды; тепловые проявления химических реакций и механических воздействий; искры от удара и трения; ударные волны; электромагнитные и другие виды излучений. Взрывчатые системы способны к медленному химическому превращению, горению и детонации. Медленное химическое превращение идёт во всём объёме вещества, и его скорость зависит от концентрации реагентов и температуры. Различают реакции с выделением теплоты, радикалов или промежуточных продуктов, способных стать катализаторами с самоускорением реакции. Такие реакции называют экзотермическими, цепными и автокаталитическими. В случае, когда тепловыделение превышает теплоотвод в окружающую среду, происходит тепловое самовоспламенение (самовоспламенение сена, соломы, угля, торфа).

В процессе горения и детонации реакция идёт в узком фронте, распространяющемся по системе. Процесс, происходящий со сверхзвуковой скоростью, называется детонацией. Выделяющаяся теплота реакции сосредоточена в её продуктах и поэтому скорость её распространения определяется скоростью теплопередачи. Нормальный (послойный) процесс горения сопровождается передачей теплоты за счёт теплопроводности, её скорость относительно невелика и для газопаровоздушных смесей составляет 0,3 – 3 м/с, и увеличивается при повышении температуры горения и начальной температуры системы. Максимальная температура достигается при концентрации горючего, равной или близкой стехиометрической. При избытке горючего или окислителя температура горения уменьшается. При её снижении ниже предельного значения горение становится невозможным. Для этого в теорию процессов горения и взрыва введены такие понятия, как нижний и верхний пределы распространения горения в газопаровоздушных смесях (НКПР и ВКПР). Нижним и верхним пределами распространения горения в газопаровоздушных смесях называется

соответственно минимальное и максимальное содержание горючего компонента в смеси, выраженное в объёмных процентах, при котором ещё возможен процесс горения и его распространение. Вне этих пределов смеси становятся негорючими.

Для углеводородов ВКПР повышается с увеличением давления. При введении в систему инертных газов (флегматизаторов) или соединений, способных взаимодействовать с активными радикалами (ингибиторов), можно существенно снизить диапазон горючести или сделать смеси не взрывоопасными. Для аэрозвесей определяется только НКПР – минимальная массовая концентрация дисперсной фазы, при которой ещё возможно распространение горения. При определённых условиях (при распространении горения снизу вверх или при достижении фронта пламени препятствий) происходит переход теплопередачи на конвективный режим. При этом скорость значительно повышается до 200...300 м/с. Такой процесс горения называют взрывным. В результате роста скорости горения затрудняется отвод горячих продуктов горения из зоны горения, давление в ней повышается, и образуются волны сжатия. При сложении их образуется ударная волна в виде мгновенного скачка давления, распространяющейся в среде со сверхзвуковой скоростью. Во фронте ударной волны идёт адиабатический разогрев вещества; при её распространении в среде, способной к экзотермическому превращению, возникает детонация. Её скорость находится в пределах 1000...3000 м/с.

Опасными факторами пожара, воздействующими на людей, материальные средства и окружающую природную среду являются пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, дым.

Критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола (таблица 8).

Таблица 8 - Предельно допустимые значения опасных факторов пожара

Наименование опасных факторов пожара, единица измерения	Величина опасного фактора пожара
Повышенная температура, °С	70
Тепловой поток, Вт/м <sup>2</sup>	1400
Потеря видимости, м	20
Пониженное содержание кислорода, кг/м <sup>3</sup>	0,226
Углекислый газ (СО <sub>2</sub> ), кг/м <sup>3</sup>	0.11
Оксид углерода (СО), кг/м <sup>3</sup>	1,16·10 <sup>-3</sup>
Хлороводород (НСl), кг/м <sup>3</sup>	23·10 <sup>-6</sup>

Статистические данные показывают, что более 70% людей на пожарах погибают от отравления продуктами горения или при недостатке кислорода. Пониженное содержание кислорода может приводить к гибели людей даже при отсутствии токсичных продуктов.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1 осколки оболочек резервуаров, части разрушенных зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

2 радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

3 вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

4 опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;

5 воздействие огнетушащих веществ.

При взрыве опасными и вредными факторами являются: ударная волна, давление во фронте которой превышает атмосферное; пламя и пожар; обрушение оборудования, коммуникаций, конструкций зданий и сооружений и разлёт образующихся осколков; образование при взрыве и (или) выход из повреждённых аппаратов вредных веществ и содержание этих веществ в воздухе в количествах, больших ПДК.

Основным поражающим фактором взрыва является ударная волна – область мгновенного сжатия среды, распространяющаяся во все стороны от взрыва. Максимальное давление в эпицентре взрыва парогазовых и пылевоздушных смесей составляет порядка 1 МПа, при взаимодействии расплавов металла с водой - до 100 МПа, при взрыве взрывчатых веществ достигает 10 000 МПа. Избыточное давление во фронте ударной волны и скорость её распространения уменьшается по мере удаления от эпицентра взрыва. В итоге она превращается в обычную акустическую волну. При избыточных давлениях во фронте ударной волны 60...100 кПа человек получает тяжёлые травмы; при 40...60 кПа – травмы средней тяжести; при 20...40 кПа – легкие поражения. К воздействию ударной волны более чувствительны внутренние органы, заполненные газом и жидкостью (лёгкие) и органы слуха. К вторичным относятся поражения осколками оборудования или разрушающимися строительными конструкциями, к третичным – перенос тела ударной волной и последующий тормозящий удар.

Требования пожарной безопасности регламентированы ФЗ № 123-ФЗ от 22 июля 2008 года «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и сводами правил по пожарной безопасности (СП). Требования взрывобезопасности изложены в

ГОСТ 12.1.010 – 76 «Взрывобезопасность. Общие требования». В соответствии с техническим регламентом все производственные помещения независимо от функционального назначения подразделяются на категории по взрывопожарной и пожарной опасности:

- 1 повышенная взрывопожароопасность (А);
- 2 взрывопожароопасность (Б);
- 3 пожароопасность (В1 – В4);
- 4 умеренная пожароопасность (Г);
- 5 пониженная пожароопасность (Д).

К категории А относятся помещения, в которых находятся (обращаются) горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 ° С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчётное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

К категории Б относятся помещения, в которых находятся (обращаются) горючие пыли и волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28° С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

К категориям В1 – В4 относятся помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твёрдые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А и Б.

К категории Г относятся помещения, в которых находятся (обращаются) негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твёрдые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

К категории Д относятся помещения, в которых находятся (обращаются) негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Категорирование зданий проводят с учётом категорий помещений и их площади. К категории А относятся здания, в которых суммарная площадь помещений категории

А превышает 5% площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>. К категории Б относятся здания, в которых не выполняются признаки категории А и суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>. Здания относятся к категории В, если не выполняются признаки категорий А и Б и суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5 % общей площади или 10 % (если в здании отсутствуют помещения категории А и Б). Здание относится к категории Г, если отсутствуют признаки высших категорий и суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г больше 5 % общей площади.

Категорирование является одним из наиболее важных мероприятий при проектировании промышленных объектов.

Классификация помещений и наружных установок по взрыво- и пожароопасности при применении электрооборудования.

Помещение – пространство, ограждённое со всех сторон стенами (в том числе с окнами и дверями), с покрытием или перекрытием и полом; пространство под навесом или ограниченное сетчатым ограждением не является помещением.

Наружная установка – установка, расположенная вне помещений (снаружи) открыто или под навесом либо за сетчатыми (решётчатыми) конструкциями.

Взрывоопасная зона - помещение или ограниченное пространство в помещении или наружной установке, в котором имеются или могут образовываться взрывоопасные смеси.

Пожароопасная зона – пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие вещества и в котором они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

Согласно ПУЭ взрывоопасные производственные помещения делятся на 6 классов:

1 зона класса В-1 – помещения, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси паров и газов с воздухом даже при нормальных условиях работы (помещения, в которых производят слив ЛВЖ в открытые сосуды и т.д.);

2 зона класса В-1а – помещения, в которых взрывоопасные смеси могут образовываться лишь при авариях или неисправностях;

3 зона класса В-1б – помещения с горючими парами и газами с НКПВ  $\geq 15\%$  или локальным образованием взрывоопасных смесей в объёме  $< 5\%$  от объёма помещения;

4 зона класса В-1г – наружные установки с взрывоопасными газами, парами и ЛВЖ (сливо-наливные эстакады, газгольдеры и т. п.);

5 зона класса В-II – помещения, в которых образуются горючие пыли и волокна, способные при нормальных условиях выделять взрывоопасные смеси;

б зона класса В-Па – помещения, в которых взрывоопасные пыли могут образовываться лишь при аварии или неисправности.

Пожароопасные помещения подразделяются на четыре класса:

1 зона класса П-I – помещения, в которых содержатся горючие жидкости;

2 зона класса П-II – помещения, в которых содержатся горючие пыли с НКПВ  $> 65 \text{ г/м}^3$ ;

3 зона класса П- Па – помещения, в которых содержатся твёрдые горючие вещества, не способные переходить во взвешенное состояние;

4 зона класса П-III – наружные установки, в которых содержатся ГЖ (с температурой вспышки  $> 61^\circ \text{C}$ ) или твёрдые горючие вещества.

Категорирование является наиболее важным и основным мероприятием при проектировании промышленных и других объектов, так как на его основе в соответствии со сводами правил пожарной безопасности и строительными нормами и правилами (СНиП) принимаются ответственные проектные решения, благодаря которым обеспечивается необходимая взрывоустойчивость здания; определяется площадь легкобрасываемых конструкций; обосновывается выбор огнестойкости здания; определяется допустимая этажность здания; определяется допустимая площадь противопожарных отсеков, допустимая длина эвакуационных выходов, допустимое расстояние между зданиями; обосновываются решения по пожаровзрывобезопасности вентиляционных систем; принимаются решения по обеспечению безопасности при производстве сварочных и огневых работ.

#### **4.3.2 Герметичные системы, находящиеся под давлением**

Сосуды, работающие под давлением, - герметично закрытые ёмкости для химических и тепловых процессов, для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворённых газов и жидкостей под давлением. К ним относятся трубопроводы, цистерны, паровые и водогрейные котлы, сосуды, бочки, компрессорные установки, баллоны, установки газоснабжения. Разрушение таких емкостей имеет характер физического взрыва за счёт внутренней тепловой энергии газов и сопровождается переходом этой энергии в кинетическую энергию осколков разрушенной емкости и ударную волну. Особую опасность представляют взрывы емкостей с горючими сжатыми и сжиженными газами, так как они сопровождаются образованием и взрывом газоздушной смеси. Кислородные баллоны взрываются при попадании масел и других органических веществ во внутренние полости вентиля или баллона или при применении необезжиренных прокладок. Взрывы водородных баллонов происходят

при попадании в них кислорода более 1% объёма и при накоплении в баллонах окалины. Для исключения взрыва ацетилена, который может произойти и при отсутствии кислорода воздуха, ацетиленовые баллоны заполняются пористой массой активированного угля и растворителем (ацетоном), рабочее давление в них составляет 1,6 МПа. В целях исключения подсоса воздуха в баллон, и для обеспечения возможности взятия пробы газа остаточное давление в баллонах любых типов должно быть не менее 50 кПа. При взрыве осколки разлетаются со значительной скоростью, затухающей по мере удаления от эпицентра взрыва. Если кинетическая энергия превышает уровень в 100 Дж, то такой осколок способен убить человека («убойный» осколок).

Особую опасность представляют герметичные аппараты, полностью заполненные жидкостью или сжиженным газом. Повышение давления в них является сложным процессом, так как сопровождается одновременно не только увеличением объёма жидкости, но и приращением объёма самого аппарата в результате упругого и термического расширения его стенок. При этом объём жидкости изменяется в большей степени по сравнению с увеличением линейных размеров самого аппарата. Поэтому нагревание жидкостей и сжиженных газов даже до невысоких температур даже в пределах суточных колебаний температуры наружного воздуха может создать давление, способное разрушить аппарат. Давление, создаваемое жидкостью при увеличении её температуры, определяют по формуле:

$$P_k = P_n + \Delta P, \quad (17)$$

где:  $P_k$  – конечное давление жидкости в аппарате, кПа;

$P_n$  – начальное давление жидкости в аппарате, кПа;

$\Delta P$  – приращение давления в результате повышения температуры, кПа.

### 4.3.3 Статическое электричество

Под статическим электричеством понимают совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объёме диэлектрических и полупроводниковых веществ, материалов и изделий или на изолированных проводниках. Образование статического электричества происходит в результате процесса перераспределения электронов и ионов диэлектрика при соприкосновении двух разных веществ таким образом, что на поверхности

образуется двойной электрический слой зарядов с противоположными знаками. Этот электрический заряд  $Q$  можно представить в виде заряда эквивалентной ёмкости (18):

$$Q = U \cdot C, \quad (18)$$

где  $U$  – напряжение двойного слоя, В;

$C$  – ёмкость эквивалентного двойного слоя конденсатора, Ф.

Увеличение разности потенциалов между двумя заряженными телами может привести к электрическому пробое среды между ними. Градиент пробивного напряжения сухого воздуха составляет около 3 кВ/мм. Практически при напряжении 3 кВ искровой разряд вызывает воспламенение почти всех газопаровоздушных смесей, а при 5 кВ – большей части горючих пылей и волокон.

При достижении разности потенциалов между телами градиента напряжения, превышающего градиент пробивного напряжения, между ними происходит электрический разряд с энергией (19):

$$E = 0,5 CU^2, \text{ Дж} \quad (19)$$

При относительной влажности воздуха 85 % и более зарядов статического электричества практически не возникает. При малой влажности воздуха может произойти искровой разряд между наэлектризованными частями оборудования или на землю.

Кроме природных существует большое количество искусственных источников образования статического электричества: высоковольтные линии электропередач постоянного тока, процессы, связанные с обработкой диэлектрических материалов (производство полимерных и пластических масс, процессы переработки шерсти, шёлка, нефтепродуктов, процессы в мебельной, деревообрабатывающей, бумажной и полиграфической промышленности). Полы, покрытые линолеумом, поливинилхлоридными плитками, одежда из синтетических материалов являются источниками образования зарядов статического электричества на поверхности тела человека. Статическая электризация образуется во время технологических процессов, сопровождающихся трением, размельчением твёрдых частиц, пересыпанием сыпучих материалов, переливанием и перекачиванием диэлектрических жидкостей (нефтепродуктов и др.) на изолированных от земли металлических частях оборудования возникает напряжение порядка десятков киловольт относительно земли. Минеральное масло, применяемое в электроустановках, в процессе его переливании также подвергается электризации. Если металлическая ёмкость не заземлена, то в

процессе налива она окажется заряженной. Электрические заряды в аэрозолях возникают от трения частиц вещества пыли друг о друга и о воздух во время их движения. Предельно допустимый уровень напряжённости электростатических полей  $E_{\text{пред}}$  устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 часа. При напряжённости менее 20 кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется. В диапазоне от 20 до 60 кВ/м допустимое время  $\tau_{\text{доп}}$ , ч пребывания персонала в электростатическом поле без средств защиты определяется по формуле (20):

$$\tau_{\text{доп}} = E_{\text{пред}} / E_{\text{факт}}, \quad (20)$$

где  $\tau_{\text{доп}}$  – допустимое время, ч;

$E_{\text{факт}}$  – фактическое значение напряжённости электростатического поля, кВ/м;

$E_{\text{пред}}$  – предельно допустимый уровень напряжённости электростатических полей, кВ/м в ч.

В природных условиях электростатическое электричество образуется при грозах. На Земле за сутки происходит около 44 тысяч гроз, сопровождающихся мощными электрическими разрядами – молниями. Наиболее распространены ветвистые, линейные, реже ленточные и шаровые. Ток молнии проявляет тепловое, электромагнитное и механическое воздействия на объекты, по которым он проходит. Кроме прямого удара молнии в дерево, здание, сооружение, проявление молнии может быть в виде электростатической и электромагнитной индукции. Электростатическая индукция проявляется в том, что на изолированных металлических предметах наводятся опасные электрические потенциалы, которые могут привести к искрению между отдельными элементами конструкций и оборудования.

Электромагнитная индукция характерна быстрым изменением значения тока молнии в металлических незамкнутых контурах, в результате чего наводятся электродвижущие силы, приводящие к искрообразованию между ними в местах сближения этих контуров, при грозе во время ударов молнии в различные промышленные, транспортные и другие объекты, находящиеся вдали от производственных зданий и сооружений, возможен занос электрических потенциалов в здание по внешним металлическим сооружениям и коммуникациям: эстакадам, трубопроводам, оболочкам кабелей, монорельсам и канатам подвесных дорог и др.

#### 4.3.4 Сочетанное действие вредных факторов

Как правило, человек в производственной среде подвергается одновременному воздействию нескольких опасных и вредных факторов, результат которого может оказаться большим, чем при их индивидуальном действии. На действие этих факторов влияют и параметры микроклимата. Это объясняется тем, что при высокой температуре воздуха расширяются сосуды, ускоряется дыхание, в результате чего увеличивается поступление яда в организм через органы дыхания. В свою очередь расширение сосудов кожи и слизистых оболочек повышает скорость всасывания токсических веществ через кожу и дыхательные пути. Усиление токсического действия при повышенных температурах воздуха отмечено в отношении многих летучих ядов: паров ртути, бензина, оксидов азота и др. Низкие температуры усиливают токсичность сероуглерода, бензола, увеличивают опасность отравления свинцом. Повышенная влажность воздуха повышает опасность поражения раздражающими газами вследствие гидролиза и задержки ядов на поверхности слизистых оболочек. При повышенном атмосферном давлении усиливается действие многих токсичных веществ. Пониженное атмосферное давление повышает действие таких ядов, как бензол, алкоголь, оксиды азота. Сочетанное действие токсичных газов и аэрозолей происходит из-за того, что газы адсорбируются на поверхности частиц. После проникновения их в организм происходит десорбция газа (удаление сорбированного вещества с поверхности сорбента) в дыхательных путях и альвеолах.

Сочетанное действие физических и химических неблагоприятных факторов возможно при определённых условиях. Так шум и вибрация всегда усиливают токсический эффект промышленных ядов. Это объясняется изменением функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Шум повышает токсический эффект стирола, оксида углерода, крекинг-газа и др. Вибрация, изменяя активность организма, повышает воздействие кобальта, кремниевой пыли, дихлорэтана, оксида углерода.

Под воздействием электрического тока значительно усиливается действие ядов наркотического действия, высокой температуры, облучение организма, пониженного атмосферного давления. Ультрафиолетовое облучение может понижать чувствительность организма к некоторым вредным веществам вследствие усиления окислительных процессов в организме и более быстрого обезвреживания яда. Токсичность оксида углерода при ультрафиолетовом облучении снижается благодаря ускоренной диссоциации карбоксигемоглобина более быстрого выведения яда из организма. Негативный эффект установлен при одновременном действии радиации и

теплоты. Ионизирующее излучение усиливают кислород, ртуть и её соединения, формальдегид, вещества, относящиеся к сульфгидрильным ядам.

Тяжёлый физический труд сопровождается повышенной вентиляцией лёгких и усилением скорости кровотока, это приводит к увеличению количества яда, поступающего в организм. Интенсивная физическая нагрузка может привести к истощению механизмов адаптации с последующим развитием профессионального заболевания.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Как образом классифицируют негативные факторы среды обитания?
- 2 Как осуществляется механизм восприятия и компенсации человеческим организмом изменений параметров среды обитания?
- 3 Какие уровни опасных и вредных факторов считаются пороговыми и допустимыми?
  - 1 Как классифицируют токсичные вещества по воздействию на организм и каковы последствия их комбинированного действия?
  - 2 Какие виды электромагнитных излучений действуют на организм человека в природной среде и на производстве?
  - 3 Какие поражения может получить человеческий организм под воздействием электрического тока и от каких параметров зависят их последствия?
  - 4 Каковы симптомы лучевой болезни и степени опасности поражения?
  - 5 При каких условиях химическая реакция может протекать в форме взрыва?
  - 6 Какие опасные и вредные факторы могут воздействовать на персонал при пожарах и взрывах?
  - 7 На каких принципах основывается категорирование помещений по взрывопожарной и пожарной опасности?
  - 8 К каким последствиям может привести сочетанное воздействие на организм опасных и вредных факторов?
  - 9 Дайте определение статического электричества, назовите его источники и опасности.
  - 10 Виды статического электричества и предельно допустимый уровень электростатических полей.
  - 11 Что такое герметичные системы, находящиеся под давлением и в чем их опасность?
  - 12 Объясните механизм взрыва герметично закрытых емкостей, сосудов, баллонов.

## **5 Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения**

Производственные процессы и технические средства чаще всего рассматриваются как потенциально опасные и вредные для человека.

В обеспечении безопасности человека и среды его обитания лежат общие принципы и методы. В каждом конкретном случае опасности различные и поэтому из общих принципов, видов и средств защиты выбирают наиболее подходящие.

### **5.1 Принципы, методы и средства защиты**

Принципы – это идеи, мысли, основные положения по обеспечению защиты человека.

Различают следующие принципы безопасности:

- 1) ориентирующие (гуманизация деятельности, деструкции, замены оператора, классификации (категорирования), ликвидация опасности, системности);
- 2) технические (блокировка, вакуумирование, герметизация, защита расстоянием, прочность, слабое звено, флегматизация, экранирование и др.);
- 3) организационные (защита временем, информация, нормирование, подбор кадров, резервирование, эргономичность и т. д.);
- 4) управленческие (контроль, обратная связь, ответственность, плановость).

Применение принципов категорирования по взрывопожарной и электробезопасности, а также нормирования (ПДК, ПДУ и др.) показаны в главе 4.

Методы защиты – это пути и способы достижения цели с использованием общих закономерностей. Основными методами являются:

А – пространственное и временное разделение человека и объекта опасности с помощью средств дистанционного управления, автоматизации, роботизации и др.;

Б – обеспечение комфортных условий на рабочем месте путём внедрения мероприятий, защищающих человека от воздействия шума, вибрации, ультразвука, пыли, аэрозолей, опасности травмирования и др.;

В – средства и приёмы, направленные на адаптацию человека к соответствующей среде и повышение его защищённости путём профотбора, обучения, инструктажа, применения индивидуальных средств защиты.

На практике применяется совокупность этих методов.

Средства обеспечения безопасности человека от вредных и опасных факторов:

- 1) организационные;
- 2) конструктивные;
- 3) методические мероприятия и материальные вложения для реализации конкретных принципов и методов защиты.

Средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ) в зависимости от назначения делятся на классы. Классификация СКЗ определяется в зависимости от опасных и вредных факторов (шума, вибрации, электростатических зарядов, дыма, пламени и др.), СИЗ – в зависимости от защищаемых органов (глаз, рук, ног, головы, органов дыхания и др.). СКЗ делятся на группы:

- 1) ограждения;
- 2) предохранительные устройства;
- 3) световая и звуковая сигнализация;
- 4) знаки безопасности;
- 5) изолирующие;
- 6) герметизирующие;
- 7) экранирующие.

К СИЗ относятся: противогазы, респираторы, маски, специальная одежда, обувь, предохранительные пояса, дерматологические средства и др. Все СИЗ рассматривают как вспомогательные и временные меры защиты от опасных и вредных факторов.

## **5.2 Защита воздушной среды от загрязнений**

Характер и организация труда оказывает существенное влияние на состояние человека. Методы и средства защиты зависят от вида и источника опасности. Исходя из этого соображения, целесообразно рассматривать их отдельно.

### **5.2.1 Защита воздушной среды рабочей зоны от загрязнений**

Основными видами загрязнений воздуха рабочей зоны являются запыленность, загазованность, опасные химические вещества и тепловое излучение. Самым действенным и распространённым методом защиты воздуха рабочей зоны от загрязнений является вентиляция, представляющая собой комплекс взаимосвязанных процессов и устройств, обеспечивающих необходимый воздухообмен в производственных помещениях. Необходимый воздухообмен определяют исходя из

условий разбавления загрязнений в воздухе рабочей зоны до предельно допустимой концентрации, а при наличии тепловых избытков – из условий поддержания допустимой температуры в этой зоне. Вентиляция способствует не только обеспечению безопасных и здоровых условий труда, но и во многих случаях увеличению долговечности металлических строительных конструкций, сохранению внутренней отделки помещений и созданию условий для оптимального проведения технологического процесса. По способу перемещения воздуха вентиляция подразделяется на естественную и механическую. Самым простым, эффективным и не требующим больших затрат средством оздоровления воздушной среды является организованная естественная вентиляция – аэрация. Естественный воздухообмен происходит под действием двух причин: разности температур наружного и внутреннего воздуха (для горячих цехов) и за счёт ветрового давления (для холодных цехов). Для аэрации продольные стены здания оборудуются двумя рядами проёмов. Нижний ряд располагается как можно ближе к полу и служит для притока воздуха, его высота от уровня пола не должна превышать 1,8 м. Верхний ряд проёмов предназначен для притока воздуха, как летом, так и зимой и располагается на высоте 4-6 метров от уровня пола, чтобы в холодное время воздух успел подогреться. Нижние проёмы зимой полностью или частично закрыты металлическими листами или шторами. Для удаления воздуха из помещения здание оборудуют фонарями. Фонари наряду с удалением загрязнённого воздуха улучшают естественную освещённость помещения. Для регулирования приточного и удаляемого воздуха проёмы оборудуют открывающимися створками. Аэрация устраивается в цехах с большими избытками тепла не менее  $100 \text{ ккал/м}^3 \cdot 4$  (мартеновские, прокатные, листопрокатные, конвейерные литейные, термические и электросталеплавильные цехи, кузницы и пр.). Ширина цеха не должна превышать 80 м. Наряду с положительными характеристиками аэрация обладает и недостатками. Так её эффективность снижается в летний период, особенно в безветренную погоду. Кроме этого, воздух в помещение подаётся не обработанным (не очищается и не подогревается). Для компенсации имеющихся недостатков используют сочетание естественной и механической вентиляции в различных вариантах. Такая вентиляция называется смешанной.

При механической вентиляции перемещение воздуха осуществляется при помощи вентиляторов. Устройство, оборудованное отдельным вентилятором для подачи или удаления воздуха, называют вентиляционной установкой. Группа вентиляционных установок, обслуживающая помещение или цех, называется вентиляционной системой.

Преимущество аэрации заключается в том, что большие объёмы воздуха перемещаются в производственном помещении без использования механических

средств, что делает её значительно дешевле и безопаснее механических систем вентиляции.

При механической вентиляции воздухообмен достигается разностью давлений, создаваемых вентиляторами. Основными элементами механической вентиляционной системы являются устройство для отбора наружного воздуха (шахта), воздуховоды, вентиляторы, газо- и пылеочистные установки. Вентиляторы используются двух типов: осевые и радиальные (центробежные). В осевых вентиляторах воздух перемещается вдоль оси крыльчатки. Преимуществами осевого вентилятора являются компактность и возможность осуществления реверса, то есть изменения направления воздушного потока. В центробежных вентиляторах лопасти турбины отбрасывают воздух к стенкам вентилятора, откуда он через патрубок поступает в воздуховод. Преимуществом радиальных вентиляторов является более высокая производительность по сравнению с осевыми.

В зависимости от назначения система вентиляции подразделяется на приточную (для подачи воздуха в рабочую зону), вытяжную (для удаления нагретого или загрязнённого воздуха) и приточно-вытяжную.

Установка приточной механической вентиляции состоит из воздухозаборного устройства, устанавливаемого снаружи здания в месте наименьшего загрязнения, воздуховодов, по которым воздух подаётся в помещение, фильтров, очищающих воздух от пыли, калориферов для подогрева воздуха, вентилятора и приточных отверстий или насадок, через которые воздух подаётся в помещение. Установка вытяжной вентиляции состоит из вытяжных отверстий или насадок, вентилятора, воздуховодов, устройства для очистки воздуха от пыли и газов и устройства для выброса воздуха, которое должно быть расположено на 1-1,5 м выше конька. Для использования ветра для вытяжки или усиления теплового давления вытяжки трубы снабжают специальными насадками – дефлекторами.

Вентиляция бывает общеобменная, когда смена воздуха происходит равномерно во всём объёме помещения и местная, которая нормализует состояние воздушной среды только в местах нахождения людей. Общеобменная вентиляция часто используется в тех случаях, когда вредные вещества, теплота и влага выделяются по всему помещению. В этом случае количество воздуха определяется расчётным путём с учётом неравномерности распределения вредных веществ, теплоты и влаги по высоте помещения и в рабочей зоне:

- 1) для помещений с тепловыделениями – по избыткам явной теплоты;
- 2) для помещений с тепло- и влаговыведениями – по избыткам явной теплоты, влаги и скрытой теплоты;

3) для помещений с газовыделениями – по количеству выделяющихся вредных веществ.

Защита от пыли, газов и опасных химических веществ. В случае, если количество образующихся вредных выделений незначительно или не может быть определено, то общеобменную вентиляцию рассчитывают по кратности воздухообмена (21):

$$K = V_B / V_{П}, \quad (21)$$

где  $V_B$  – объём воздуха, подаваемый для вентиляции помещения;

$V_{П}$  – объём вентилируемого помещения.

Кратность воздухообмена показывает, сколько раз в час обменивается воздух в помещении. Величина  $n$  обычно находится в пределах от 1 до 10 (большие величины для помещений небольшого объёма). При большом объёме помещения и малом количестве рабочих мест и в случае сосредоточения источников вредных выделений в ограниченном объёме более эффективной является местная вентиляция. Она требует меньших затрат и улавливает загрязнения в местах их образования, не позволяя им распространяться по всему помещению.

Количество воздуха, необходимое для удаления вредных веществ, определяют по формуле (22):

$$L = G / (\text{ПДК}_{р.з} - C_n), \quad (22)$$

где  $L$  – количество воздуха, необходимое для удаления вредных веществ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$G$  – скорость выделения вредного вещества из технологических установок,  $\text{мг}/\text{ч}$ ;

$\text{ПДК}_{р.з}$  – предельно допустимая концентрация данного вещества в воздухе рабочей зоны,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$C_n$  – содержание вредных веществ в приточном воздухе,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

В цехах с большим количеством выделяемых вредных веществ количество вентиляционного воздуха определяется суммой количества воздуха, отсасываемого от укрытий, зонтов по данным технологов.

Для местной вытяжной и приточной применяют отсосы у оборудования, вытяжные шкафы, зонты, кожухи, завесы. При устройстве приточной вентиляции применяют завесы, воздушные души, оазисы и др.

Для индивидуальной защиты от пыли, газов, химически опасных веществ используют противогазы, респираторы (противопылевые, противогазовые и

газопылезащитные) и простейшие СИЗ (противопылевая тканевая маска и ватно-марлевая повязка).

Защита от тепловых излучений. Как известно, источником инфракрасного излучения является любое нагретое тело. Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, различной инсоляции на рабочих местах не должна превышать следующих величин:

- 1) 35 Вт/м<sup>2</sup> при облучении 50 % поверхности тела и более;
- 2) 70 Вт/м<sup>2</sup> при облучении от 25 до 50 % поверхности тела;
- 3) 100 Вт/м<sup>2</sup> при облучении не более 25 % поверхности тела.

Интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников нагрева (нагретый металл, стекло, открытое пламя и пр.) не должна превышать 140 Вт/м<sup>2</sup> при облучении не более 25 % поверхности тела и обязательном использовании СИЗ, в том числе средств защиты лица и глаз. По санитарным нормам температура нагретых поверхностей и ограждений на рабочих местах не должна превышать 45° С, а температура на поверхности оборудования с внутренней  $t \leq 100^\circ \text{С}$ , не должна превышать 35° С. Все средства теплозащиты делят на индивидуальные и коллективные. К индивидуальным средствам теплозащиты относятся специальная одежда, фартуки, обувь, рукавицы, защитные щитки со стеклом и (или) светофильтром.

Таблица 9 - Области применения теплозащитных средств на рабочих местах

Метод теплозащиты	Тепловой агрегат	На открытом пространстве	В замкнутом пространстве
Теплоизоляция	+	-	+
Экраны	+	+	+
Естественная вентиляция	-	-	+
Воздушное душирование	-	+	-
Мелкодисперсное распыление воды	+	+	+

Эффективность любого теплозащитного устройства определяется по формуле (23):

$$K = (q_{\text{пад}} - q_{\text{проп}}) / q_{\text{проп}}, \quad (23)$$

где  $q_{\text{пад}}$  и  $q_{\text{проп}}$  – плотности теплового падающего и пропущенного излучения, кВт/м<sup>2</sup>.

Используя формулу (23) и зная эффективность теплозащитного устройства, можно определить плотность пропущенного излучения.

Теплоизоляция используется для уменьшения тепловых потерь в тепловых агрегатах и снижения температуры их кожуха; повышения эффективности теплопоглощающих экранов и для снижения теплового потока, проходящего через стены ограждения кабин (пультов) управления.

Экраны подразделяются на прозрачные и непрозрачные. Непрозрачные подразделяются на теплоотражающие и теплопоглощающие и выполняются из металла соответственно без и с теплоизоляцией. Металлические отражающие экраны устанавливаются перед излучающей поверхностью. Прозрачные экраны используют для смотровых проёмов пультов и кабин управления, щитков и т.д. Прозрачные экраны изготавливают из закалённых и незакалённых силикатных стёкол; силикатных стёкол с армированием стальной сеткой; органических стекол.

Достаточно эффективными по теплозащитным свойствам являются стальные сетки – полупрозрачные экраны, которые просты в изготовлении и обеспечивают возможность наблюдения за технологическим процессом. Эффективность теплозащитных свойств сетки зависит от размера ячейки, количества слоёв и т. д.

### **5.2.2 Защита атмосферного воздуха от загрязнений**

В отношении защиты атмосферного воздуха от загрязнений широко применяются различные методы. Выбор метода зависит от типа источника загрязнения, агрегатного состояния вредных веществ в выбросах, размеров частиц в этих выбросах. Применение определённого типа пылеулавливающих установок зависит от концентрации примесей в воздухе, плотности, дисперсности пыли и др. Пыли по дисперсности делятся на пять групп: I – очень крупнодисперсная пыль с диаметром частиц  $d_{50} > 140$  мкм; II – крупнодисперсная пыль с диаметром  $d_{50} = 40 \dots 140$  мкм; III – среднедисперсная пыль с  $d_{50} = 10 \dots 40$  мкм; IV – мелкодисперсная пыль с  $d_{50} = 1 \dots 10$  мкм; V – очень мелкодисперсная пыль с  $d_{50} < 1$  мкм ( $d_{50}$  – медианный размер частиц, при котором доли частиц крупнее и мельче  $d_{50}$  равны).

Пыли I группы дисперсности относятся к слабослипающимся, II и III групп – к среднеслипающимся, а IV и V групп дисперсности – к слипающимся.

Важным свойством при выборе метода очистки воздуха от пыли является слипаемость частиц. Чем выше склонность пыли к слипаемости, тем выше вероятность налипания пыли на элементах газоходов и забивания отдельных деталей и узлов

пылеуловителей. Слипаяемость пыли увеличивается при её увлажнении. Эффективность газоочистной установки определяется по формуле:

$$\eta = (C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}}) / C_{\text{вх}}, \quad (24)$$

где  $C_{\text{вх}}$  и  $C_{\text{вых}}$  – массовые концентрации примесей, г/м<sup>3</sup> в газе до и после пылеуловителя или фильтра соответственно.

По способу очистки газоочистные установки подразделяются на сухие и мокрые. Более распространёнными установками сухого пылеулавливания являются циклоны, в которых осаждение пыли происходит в результате закрутки под действием центробежной силы.

Для очистки воздуха от пыли взрывоопасных и высокотемпературных газов нашли применение мокрые пылеуловители. Принцип их действия заключается в осаждении частиц пыли на поверхность капель или плёнки жидкости за счёт сил инерции и броуновского движения. Из аппаратов мокрой очистки наибольшее распространение получил скруббер Вентури. Недостатки мокрых пылеуловителей: значительные затраты энергии при высоких степенях очистки, получение уловленного продукта в виде шлама, необходимость организации оборотного цикла водоснабжения; образование отложений в газопроводе и оборудовании; коррозионный износ оборудования и газопроводов.

В некоторых отраслях промышленности для очистки газоздушных смесей от взвешенных в них частиц пыли и тумана используются электрофильтры. Принцип действия электрофильтров основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего разряда. При этом происходит передача заряда ионов частицам примесей и осаждение этих частиц на осадительных и коронирующих электродах. Периодически электроды встряхиваются с помощью специальных устройств, и пыль ссыпается в бункеры. Электрофильтры являются универсальными и более эффективными пылеуловителями, в ряде случаев не имеют альтернативы и широко используются в теплоэнергетике.

Очистка газов от твёрдых или жидких частиц осуществляется с помощью пористых материалов (фильтров), которые делятся на волокнистые, тканевые и зернистые. Распространённым типом тканевого фильтра является рукавный фильтр, который изготавливается из фильтровальной ткани. Корпус фильтра разделён на несколько герметичных камер, в каждой из которых размещено по несколько рукавов. Газ, подлежащий очистке, подводится в нижнюю часть каждой камеры и поступает внутрь рукавов. Очищаясь через ткань, газ проходит в камеру, откуда через открытый пропускной клапан поступает в газопровод чистого газа. Частицы пыли оседают на

внутренней поверхности рукава, в результате этого сопротивление рукава проходу газа постепенно увеличивается.

Эффективность тканевых фильтров определяется в порядке  $\eta = 95 \dots 99 \%$ , а применение металлофетра и мелловоилока позволяет использовать их до температур выше  $1\ 000^\circ\text{C}$ .

Для очистки широко используют следующие типы зернистых фильтров:

1) зернистые насадочные (насыпные) фильтры, в которых улавливающие элементы (гранулы, куски и пр.) не связаны жёстко друг с другом. В качестве фильтрующих материалов используют песок, гальку, гравий, шлак, дроблёные горные породы, кокс, древесные опилки, крошку резины, пластмасс, графита и др.;

2) жёсткие пористые фильтры, в которых зерна прочно связаны друг с другом в результате спекания, прессования, склеивания и образуют прочную неподвижную систему. Такими фильтрующими материалами являются пористая керамика, пористые металлы, пористые пластмассы.

Преимуществами фильтрации является низкая стоимость оборудования (кроме металлокерамических фильтров) и высокая эффективность тонкой очистки. К недостаткам фильтрации относят высокое гидравлическое сопротивление и быстрое забивание фильтрующего материала пылью.

В некоторых отраслях до сих пор широко применяются методы термической нейтрализации вредных примесей. В учебной литературе отмечаются некоторые достоинства: небольшие габариты оборудования, высокая эффективность обезвреживания, простота обслуживания, низкая себестоимость очистки, наличие противопожарной автоматики. По ходу рассмотрения этих методов выясним - так ли это.

Процесс термической нейтрализации предусматривается по одной из тех схем: прямое сжигание в пламени при температуре  $800 \dots 1300^\circ\text{C}$ ; термическое окисление при температуре от  $600 \dots 800^\circ\text{C}$ ; каталитическое сжигание при температуре  $250 \dots 450^\circ\text{C}$ . Требуемая схема выбирается с учётом химического состава газовых выбросов; объёмного расхода и предельно допустимых норм выбросов загрязняющих веществ; характера продуктов, образующихся в процессе реакций горения. Так, при сжигании газов, содержащих галогены, фосфор, серу образуются вещества, во много раз превышающие по токсичности исходный газовый выброс. При прямом сжигании температура пламени достигает  $1\ 300^\circ\text{C}$ , а при избытке воздуха и длительном выдерживании газа при такой температуре происходит образование оксидов азота. Следовательно, в данном случае процесс прямого сжигания будет являться причиной загрязнения окружающей среды веществами другого типа. Каталитическое сжигание отличается от термического кратковременностью протекания процесса (до долей

секунды), что позволяет уменьшить габаритные размеры реактора. В качестве катализаторов могут быть металлы: палладий, платина и другие благородные металлы или их соединения в виде оксидов меди, марганца и др. Если в очищаемом газе присутствуют железо, свинец, кремний и фосфор, соединения серы, то эти соединения сокращают срок службы многих катализаторов или подавляют их активность. На скорость и эффективность каталитического процесса оказывает температура газа. При повышении температуры эффективность процесса увеличивается. Но для каждого катализатора максимальная рабочая температура составляет 800...850°C. Превышение этого уровня приводит к снижению активности, а затем к разрушению катализатора.

Для удаления газообразных примесей используют методы физико-химической очистки. К ним относятся промывка газов растворителями (абсорбция); промывка газов растворами химически связанных реагентов (химическая абсорбция); поглощение примесей твёрдыми активными веществами (адсорбция); физическое разделение (конденсация компонентов), каталитическое превращение примесей в безвредные соединения. Абсорбция газообразных примесей растворителями производится методом промывки газов в орошаемых аппаратах типа скрубберов либо в барботерах, в которых газ проходит сквозь жидкий растворитель, хорошо растворяющий газообразные примеси и очень плохо – остальные компоненты газовой смеси. Таким образом производится улавливание водой аммиака из коксового газа, улавливание маслами ароматических углеводородов из коксового газа, извлечение углекислого газа из различных газов. Очищение газов средствами химической абсорбции производится в аппаратах аналогичного типа с использованием растворов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NH}_3$ , сернокислой закиси железа, сульфита аммония для удаления  $\text{NO}_x$ ; известкового, содового, аммиачного, аммиачносернокислотного методов для удаления  $\text{SO}_2$ , гидрата оксида железа и аммиака для удаления  $\text{H}_2\text{O}_{\text{ж}}$  и т. д.

Адсорбция газообразных примесей производится с помощью различных пористых активных веществ: активного угля, силикагеля, бокситов и др. Некоторые содержащиеся в газах вредные газообразные примеси могут быть каталитически превращены в легкоулавливаемые вещества. Таким способом производится очистка газов от органических соединений серы (сероуглерода, сероокиси углерода, тиофена, меркаптанов); эти соединения при 300-400°C в присутствии водорода или водяного пара превращаются на катализаторах в сероводород, который впоследствии извлекается из газа и может быть разложен с утилизацией серы.

### 5.3 Защита водной среды от загрязнений

Велика роль воды во всех жизненных процессах. Человек без воды может прожить не более 8 суток, за год он потребляет 1 т воды. Растения содержат 90 % воды. Основным потребителем пресной воды является сельское хозяйство. Для выращивания некоторых культур необходимо воды

1 т пшеницы	1500 т
1 т риса	7000 т
1 т хлопка	10 000 т

Воду потребляют практически все отрасли промышленности. Для производства некоторых видов продукции требуется воды

1 т чугуна	50-150 т
1 т пластмасс	500-1000 т
1 т цемента	4500 т
1 т бумаги	100 000 т

На электростанциях мощностью 300 тыс. кВт расход воды составляет 300 млн т/год. Все эти производства требуют только пресную воду.

Потребление воды в современном мире в 2010 году составило 623,1 м<sup>3</sup>/(чел·год); основная часть воды возвращается в гидросферу загрязнённой. В воде обычно содержатся примеси органического и неорганического происхождения, концентрация которых не должна превышать величин предельно допустимого сброса (ПДС).

Предельно допустимым сбросом называется масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в единицу времени. Величина ПДС определяется на основе определения баланса с учётом фоновой концентрации, гидрологических, гидравлических и гидродинамических особенностей водного объекта. Концентрация загрязнений  $C$  выражается в мг/л (г/м<sup>3</sup>), а ПДС – в г/с. Для расчёта условий сброса сточных вод сначала определяется  $C_{\text{пдс}}$ , обеспечивающее нормативное качество воды в контрольных сбросах, затем определяется ПДС по уравнению (25):

$$\text{ПДС} = q \cdot C_{\text{пдс}}, \quad (25)$$

где  $q$  – расход сточных вод, м<sup>3</sup>/г.

При выборе метода очистки конкретного стока основными определяющими факторами являются расход стока, исходная концентрация нефтепродуктов и других

загрязнений, требования к качеству очищенной воды по всем нормируемым загрязнениям.

Механическая очистка стоков. Используемые для механической очистки стоков отстойники, решётки, песколовки, нефтеловушки и другие устройства выполняют функцию задержания основной массы сопутствующих загрязнений минерального происхождения (песок, земля) и защиты от износа и забивания устройств и сооружений, устанавливаемых в технологической цепочке за ними. В этом процессе часть нефтепродуктов всплывает в виде плёнки на поверхности воды, другая, обволакивая грубодисперсные примеси, опускается на дно. Песколовки способствуют удалению механических грубодисперсных примесей и части нефтепродуктов. До 95 % нефтепродуктов из стоков улавливается нефтеловушками. По исполнению они бывают горизонтальными, вертикальными, радиальными с дополнительными устройствами, позволяющими эффективно удалять плавающие нефтепродукты с поверхности воды и осадок. Использование многоярусных нефтеловушек позволяет повысить степень очистки до 98 %. В напорных гидроциклонах производится отделение маслопродуктов в поле действия центробежных сил. Гидроциклоны бывают напорные, открытые и многоярусные.

Для очистки сточных вод от маслопродуктов используется флотация. Флотация позволяет более интенсивно обеспечить всплытие маслопродуктов за счёт обволакивания пузырьками воздуха, подаваемого в сточную воду. В зависимости от процесса образования пузырьков воздуха различают следующие виды флотации: напорную, пневматическую, химическую, пенную, биологическую, вибрационную и электрофлотацию.

Для повышения интенсивности процесса флотации загрязнений используют коагулянты в виде растворов сернокислого алюминия, железа и др. и флокулянты в виде поливинилового спирта, полиакриламида, полиэтиленоксида, так как они повышают гидрофобизацию частиц.

Самыми простыми и доступными методами механической очистки воды являются отстой сточных вод в специальных отстойниках, в которых происходит оседание взвешенных частиц на дно и фильтрование. В качестве фильтрующего материала используют песок, керамзит, графит, кокс, полимерные материалы (пенополистирол, пенополиуретан и др.), сетки, нетканые материалы на основе синтетических волокон.

Химический метод основывается на том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, вступающие в реакцию с загрязнителями и осаждающие их в виде нерастворимых осадков. Химический метод позволяет уменьшить нерастворимых примесей до 95%, растворимых до 25 %.

Физико-химический метод позволяет удалить из сточных вод тонкодисперсные и растворённые неорганические примеси, разрушить органические и плохо окисляемые вещества. Чаще всего из них

используется метод коагуляции, окисления, сорбции, экстракции и электролиза. Последний метод используется для разрушения органических веществ и извлечения металлов, кислот и других органических веществ. Такая электролитическая очистка осуществляется в электролизёрах и эффективна на свинцовых, медных, лакокрасочных предприятиях и других областях промышленности.

Кроме того, загрязнённые сточные воды очищают при помощи ультразвука, озона, ионообменных смол и высокого давления и путём хлорирования.

Биологический метод используется при очистке коммунально-бытовых стоков, отходов предприятий нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности и производстве искусственного волокна. Различают следующие типы биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды и аэротенки. В биофильтрах очищаемую воду пропускают через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной плёнкой, благодаря которой интенсивно протекают процессы окисления. Она является действующим началом в биофильтрах. В биологических прудах в очистке сточных вод принимают участие все организмы, населяющие водоём.

В основу аэротенков взята деятельность микроорганизмов, обитающих в природных водоёмах, то есть активного ила. Аэротенки подразделяются на аэротенки с регенерацией и без регенерации активного ила, аэротенки-смесители, аэротенки-вытеснители, аэротенки-отстойники. На практике используют комбинированные установки, сочетающие в себе функции аэротенка и вторичного отстойника, в которых сочетаются процессы биокоагуляции, отстаивания, осветления во взвешенном слое осадка и аэробного биохимического окисления.

#### **5.4 Утилизация и переработка антропогенных и техногенных отходов**

По данным Российской академии наук в стране накоплено 100 миллиардов тонн производственных и бытовых отходов с ежегодной прибавкой в 5 миллиардов тонн, среди них бытовых порядка 3-4 %. Свалки занимают площадь около четырех миллионов гектаров и каждый год стремительно прирастают на 0,4 миллиона гектаров.

У нас в стране около 4 тысяч полигонов и основной моделью обращения с отходами является захоронение. И 80 % от этого количества полигонов отходы захораниваются. Из них полторы тысячи для твёрдых коммунальных отходов (ТКО) не

соответствуют экологическим стандартам. Они либо переполнены, либо эксплуатируются с нарушениями.

Любые отходы представляют собой вторичные материальные ресурсы (ВМР), так как они могут быть использованы в хозяйственных целях, либо частично, либо полностью заменяя традиционные виды материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Основной особенностью этих ресурсов является их постоянная воспроизводимость в процессе материального производства, оказания услуг и конечного потребления. Средний коэффициент использования отходов в России равен около 0,33, что в 2-2,5 раза ниже, чем в более развитых странах. В РФ многие виды отходов вообще не используются в хозяйственных целях. Уровень переработки ТКО в среднем по России не превышает 4-5%. Плохо перерабатываются золы и шлаки ТЭС, фосфогипс, изношенные шины, полимерные отходы, осадки очистных сооружений, жидкий свиной навоз и птичий помёт. Трудной задачей является переработка твёрдых коммунальных отходов, которые представляют собой нестабильную неконтролируемую смесь картона, бумаги, пищевых остатков, пластмассы, резины, стекла, строительного мусора, металлов, лампочек, батареек и пр. Предварительная сортировка ТКО городским населением и коммунальными службами в России практически не проводится. Переработка ТКО производится двумя методами: термическим и механико-биологическим. К механико-биологическим методам относятся: компостирование отходов после предварительной сортировки; механизированная сортировка, сушка и уплотнение отходов для безопасного их захоронения на специальных полигонах; сортировка отходов, производимая кое-где населением и распределение их по предприятиям переработки вторичных материалов. Данные технологии позволяют преобразовывать ТКО в биогаз, содержащий до 50 % метана.

Термические методы включают в себя сжигание отходов, в основном их бумажно-полимерных компонентов, которое производится в установках с колосниковыми решётками или в топках с кипящим слоем; пиролиз, представляющий высокотемпературное разложение отходов (выше 600°C) без доступа кислорода во вращающихся трубчатых печах с получением полукокса и горючего газа; газификация отходов, позволяющая преобразовывать их органическую часть в синтез-газ, использующийся для химического синтеза; комбинированные термические методы, сочетающие полукоксование с последующим сжиганием.

Компостирование – это биологический метод переработки и обезвреживания ТКО. Суть процесса заключается в том, что разнообразные и в основном теплолюбивые микроорганизмы активно растут и развиваются в толще мусора и в результате происходит его саморазогревание (до 60°C). При этом погибают

болезнетворные и патогенные микроорганизмы, а разложение твёрдых органических загрязнений в коммунальных отходах продолжается до получения стабильного материала, подобного гумусу.

Увеличивающееся количество ТКО повлекло за собой разработку ускоренных, механизированных способов их переработки. Для такой переработки сооружаются специальные мусороперерабатывающие заводы.

Термическая переработка отходов даёт 28...44 % золы от сухой массы и газообразные продукты ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и др.). Запылённость отходящих газов составляет 5...10 г/нм<sup>3</sup> (25...50 кг/т ТКО). Сжигание ТКО происходит во вращающихся печах при температуре 800...900°C, в результате чего в отходящих газах содержатся органические соединения в виде альдегидов, фенолов, хлорорганических соединений (диоксин, фуран), а также соединения тяжёлых металлов.

Мусоросжигательные заводы выбрасывают в атмосферу в газообразном состоянии хлористый и фтористый водород, сернистый газ, диоксин и твёрдые частички металлов: цинка, свинца, железа, марганца, сурьмы, кобальта, меди, никеля, серебра, кадмия, хрома, олова, ртути и др. Выявлено, что содержание кадмия, свинца, цинка и олова в копоти и пыли, выделяющихся при горении твёрдых горючих отходов, меняется пропорционально содержанию в мусоре пластмассовых отходов. Наличие же ртути объясняется присутствием термометров, люминесцентных ламп и сухих гальванических элементов. Наибольшее содержание кадмия находится в стекле, синтетических материалах, коже, резине. При прямом сжигании ТКО основная часть кобальта, сурьмы, никеля, ртути и других металлов поступает в отходящие газы из негорючих компонентов, то есть удаление негорючей фракции из ТКО понижает концентрацию в атмосфере перечисленных металлов. Источниками загрязнения атмосферы хромом, кадмием, свинцом, марганцем, цинком, оловом являются горючие и негорючие фракции ТКО. Значимое сокращение загрязнения атмосферного воздуха медью и кадмием связано с удалением из горючих компонентов полимерных материалов.

Анализируя изложенное, можно сказать, что в стране всеми видами отходов практически, а точнее серьёзно, никто не занимался, хотя в каждом регионе есть ответственные лица за направление этой деятельности, ежегодно составляются государственные доклады о состоянии охраны окружающей среды, чиновники разных уровней отчитываются перед вышестоящими инстанциями о проделанной работе. В итоге оказалось, что работа с отходами находится в зачаточном состоянии и вышла на первый план в связи с ситуацией со свалками в Подмосковье. К решению данной глобальной проблемы привлечена Российская академия наук. Создана правительственная комиссия, которая должна решить ряд ключевых задач. Во-первых,

в госпрограмме «Охрана окружающей среды» будет разработана подпрограмма по формированию отрасли обращения с отходами. В конечном итоге должны достичь уровня захоронения не более 30 %, а остальные отходы должны перерабатываться. Во-вторых, Россия должна быть поделена на кластеры. Там, где больше всего формируется отходов и высокая плотность населения, необходимо свести к минимуму захоронение и там необходимо организовать промышленность по переработке отходов. В Уральском отделении РАН разработан мегапроект «ЭкоНет», который должен решить проблемы не только бытовых, но и практически всех отходов в России. Рассмотренные нами методы очистки воздуха показали как положительные, так и отрицательные их стороны. При работе с отходами есть основополагающий момент: чтобы быть уверенным, что завод или установка не выбросит в атмосферу вредные вещества и прежде всего диоксины и фураны, температуру сжигания необходимо поддерживать не менее 1500°C. Зарубежные установки и заводы капризные, температура сжигания у них составляет не более 1200°C. Поэтому в них применяются сложные и дорогие системы очистки выбросов. Некоторые учёные предлагают сжигание производить в шахтных печах. На этом принципе работают домры и вагранки. В этих установках поддерживается температура более 1600°C. Данная идея прошла серьёзную проверку при уничтожении химического оружия. Предложенная РАН технология позволяет намного упростить сортировку, шахтные печи способны «переварить» почти все виды отходов, не только ТКО, но и промышленных. Причём они будут не только эффективней, но и дешевле импортных мусоросжигательных заводов. Для окружающей среды огромную проблему представляет фосфогипс, который является отходом производства минеральных удобрений, пылит, занимает огромные площади, загрязняя окружающую среду вредными веществами.

### **5.5 Защита от энергетических воздействий и физических полей**

В главе 3 было показано, что практически все среды обитания человека подвергаются энергетическому загрязнению, все электроустановки являются объектами повышенной опасности. Такое обстоятельство объясняется высоким риском получения в процессе труда специфической электрической травмы или заболевания, вызванного вредным длительным воздействием электромагнитного поля. Каждый вид загрязнения имеет свою характеристику и специфику, и поэтому защита от них будет рассматриваться отдельно.

### 5.5.1 Защита от шума, вибрации, инфразвука и ультразвука

Определение, характеристики и нормирование акустических колебаний приведены в главе 4. В случае если акустическое поле не ограничено поверхностью и распространяется до бесконечности, то такое поле называют свободным акустическим полем. В закрытом помещении распространение звуковых волн зависит от геометрии и акустических свойств поверхностей, расположенных на пути распространения волн. По природе возникновения шумы различают механические, аэродинамические, гидродинамические, электромагнитные. Источниками механического шума являются зубчатые и цепные передачи, подшипники качения, механизмы ударного типа. Основными факторами механического шума являются форма, тип конструкции и размеры, число оборотов, механические свойства материала, состояние поверхностей взаимодействующих тел, наличие на них смазки.

Устройства ударного действия, к которым относят установки для забивки свай, кузнечно-прессовое оборудование являются источниками импульсного шума и его уровень на рабочих местах превышает допустимый. На производственных предприятиях наибольший уровень шума создаётся при работе металло- и деревообрабатывающих станков.

Аэродинамические и гидродинамические шумы подразделяются на шумы с периодическим выбросом газа в атмосферу, работой винтовых насосов и компрессоров, пневматических двигателей, двигателей внутреннего сгорания; с шумами, возникающими из-за образования вихрей потока у твёрдых границ; с кавитационным шумом, возникающим в жидкостях из-за потери жидкостью прочности на разрыв при уменьшении давления ниже определённого предела и возникновения полостей и пузырьков, заполненных парами жидкости и растворёнными в ней газами.

Шумы электромагнитного происхождения возникают в электрических машинах и оборудовании от взаимодействия ферромагнитных масс под влиянием переменных во времени и пространстве магнитных полей. Также источниками шума являются высоковольтные линии электропередач, уровень шума которых зависит от погодных условий. Наибольший уровень шума фиксируется при дожде; меньший – при тумане; самый наименьший - при хорошей погоде. Шум трехфазной линии превышает уровень шума однофазной линии на 3...4 дБА.

Задачи по снижению шумового загрязнения от оборудования решаются следующим образом:

- 1 снижением шума в источнике;
- 2 снижением шума на путях его распространения;

3 архитектурно-строительными и планировочными решениями.

Снижение шума на путях распространения обеспечивается созданием санитарно-защитных зон вокруг предприятий, установкой глушителей, экранов, кожухов и т.д. По этой же причине производственные предприятия объединяют в промышленную зону. Кроме глушителей шума распространение получили шумовые экраны и специальные кожухи, которые устанавливаются на отдельные агрегаты и узлы. При этом конструкция кожухов должна позволять проводить осмотр поверхности агрегата или узла в рабочем процессе. К архитектурно-строительным и планировочным решениям относятся: способы звукоизоляции и звукопоглощения; лесопосадки; устройство насыпей. Защита от шума производится коллективными и индивидуальными средствами защиты. К средствам индивидуальной защиты относятся: противошумовые вкладыши, противошумовые наушники, закрывающие ушные раковины снаружи; противошумовые шлемы и каски. Крепления наушников могут быть независимыми и встроенными в головной убор. Вкладыши могут быть однократного и многократного использования, твёрдые, эластичные и волокнистые. Снижение механического шума достигается заменой поступательного шума деталей вращательным, ударных процессов – безударными, улучшением смазки трущихся поверхностей.

Более эффективным средством защиты работающих людей от шума оборудования являются звукоизолированные кабины и посты управления. Такие средства представляют собой изолированные помещения из кирпича, бетона, шлакобетона и сборных металлических конструкций и панелей. Кожухи выполняются из листовых негорючих материалов (пластмасс, стали, дюралюминия), внутренняя поверхность которых в обязательном порядке должна облицовываться звукопоглощающими материалами. Стенки кожуха не должны соприкасаться с изолируемым устройством или машиной.

Интенсивность инфразвука снижается следующими способами:

- 1 изменением режима работы конструкции или устройства;
- 2 звукоизоляцией источника;
- 3 поглощением звуковой энергии глушителями интерференционного, камерного, динамического и резонансного типов;
- 4 использованием механического преобразователя частоты.

Защита от вредного воздействия инфразвука расстоянием мало эффективна в связи со слабым затуханием инфразвуковых колебаний при распространении в воздушной среде.

С инфразвуком в источнике можно бороться, изменяя режим работы технологического оборудования, увеличивая его быстроходность так, чтобы основная частота силовых импульсов лежала за пределами инфразвукового диапазона. Наряду с

этим одновременно необходимо предпринимать меры по снижению интенсивности аэродинамических процессов, то есть по ограничению скорости движения транспорта, снижению скорости истечения в атмосферу рабочих тел (ракетные и авиационные двигатели, двигатели внутреннего сгорания, системы сброса пара тепловых электростанций и т.д.). При разработке и выборе конструкции предпочтение должно отдаваться малогабаритным машинам большой жёсткости потому, что в конструкциях с плоскими поверхностями большой площади и малой жёсткости создаются условия для генерации инфразвука. Простым способом уменьшения уровня инфразвуковых составляющих шума всасывания и выхлопа стационарных дизельных и компрессорных установок, двигателей внутреннего сгорания и турбин является использование глушителя шума.

В целях снижения воздействия вибраций на окружающую среду принимаются меры по ослаблению в источнике, а если это невозможно, то ослаблять её на путях распространения. Работа по борьбе с вибрацией проводится и на этапе проектирования, и при эксплуатации. При разработке и создании машин и технологического оборудования предпочтение должно отдаваться таким кинематическим и технологическим схемам, при которых динамические процессы ударов и резких ускорений были бы незначительными или совсем исключены. К примеру, замена кривошипных и кулачковых механизмов равномерно вращающимися, заменаковки и штамповки прессованием; ударной правки – вальцовкой; пневматической клёпки и чеканки – сваркой и гидравлической клёпкой и т. д. Снижение уровня вибрации редукторов инженерного оборудования жилых зданий можно добиться применением шестерён со специальными видами зацеплений (конхоидальным, глобоидальным, шевронным, двушеvronным) вместо обычных шестерён с прямым зубом. При этом здесь большое значение имеет качество обработки и чистоты поверхности шестерён. Появлением низкочастотных вибраций насосов, двигателей и компрессоров является неуравновешенность вращающихся элементов. Причинами этого служат неоднородность материала конструкции (шлаковые включения, литейные раковины), неравномерность его плотности, несимметричное распределение вращающихся масс, нарушение симметрии крепёжными соединениями. Исключение резонансных режимов при работе оборудования является частным случаем борьбы с вибрацией в источнике. Виброгашение может реализоваться за счёт увеличения жесткости и массы корпуса оборудования или станин станков с креплением их в единую замкнутую систему с фундаментом при помощи анкерных болтов или цементной заливки. С этой же целью проектируют и устанавливают на опорные плиты и виброгасящие основания малогабаритное инженерное оборудование жилых зданий (вентиляторы, насосы). В

качестве виброизоляторов используются резиновые или пластмассовые прокладки, одиночные или составные цилиндрические пружины, листовые рессоры, комбинированные виброизоляторы и пневматические. В целях снижения вибраций, распространяющихся по вентиляционным воздуховодам, корпусам автомобилей и газопроводам компрессорных станций используют вибродемпфирующие покрытия, наносимые на металлический лист. Так минеральная вата имеет коэффициент потерь энергии при  $F = 1000$  Гц – 0,04, губчатая резина – 0,15, а пенопласт ПВХ-Э – 0,85. При введении вибродемпфирования снижение уровня вибраций определяется по формуле (26):

$$\Delta L_v = 20 \lg (\eta_2 / \eta_1) , \quad (26)$$

где  $\eta_2$  и  $\eta_1$  – коэффициенты потерь после и до вибродемпфирования.

### 5.5.2 Методы и средства обеспечения электробезопасности

Грамотно определить опасность поражения электрическим током позволяют предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов, проходящих через тело человека в нормальном и аварийном режимах производственных и бытовых электроустановок напряжением до и выше 1000 В, в зависимости от продолжительности прохождения тока. Поражения человека электрическим током возникают при включении его в электрическую цепь электроустановки или при попадании в зону действия электрической дуги.

Напряжения прикосновения и токи для работающих лиц в условиях высоких температур (выше 25°C) и влажности (более 75%) должны быть уменьшены в три раза. Допустимые напряжения прикосновения и ток, проходящий через тело человека, показаны в таблице 10.

Таблица 10 - Допустимые напряжения прикосновения и ток, проходящий через тело человека, при нормальном режиме работы электроустановки

Род и частота тока	$U_{пр}$ , В, не более	$I_n$ , мА, не более
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Существуют системы токоведущих проводников: однофазные двухпроводные, однофазные трёхпроводные, двухфазные трёхпроводные, двухфазные пятипроводные, трёхфазные четырёхпроводные, трёхфазные пятипроводные. Характерные схемы включения человека в электрическую цепь тока на примере трёхфазной сети с изолированной нейтралью:

1 прямое двухфазное (двухполюсное) прикосновение – одновременное прикосновение к проводникам двух фаз (двум полюсам) действующей электроустановки;

2 прямое однофазное (однополюсное) прикосновение - прикосновение к проводнику одной фазы (одному полюсу) действующей электроустановки;

3 косвенное прикосновение – прикосновение к открытым проводящим частям электроустановок, оказавшихся под напряжением в результате повреждения изоляции (прикосновение к корпусу электроустановки с повреждённой изоляцией);

4 включение под напряжение шага – включение между двумя точками земли (грунта), находящимися под разными потенциалами.

Напряжение прикосновения – это напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землёй при одновременном прикосновении к ним человека или животного, то есть это падение напряжения на сопротивлении тела человека  $R_h$  (27):

$$U_h = I_h * R_h, \quad (27)$$

где  $U_h$  – напряжение прикосновения, В;

$I_h$  – ток, проходящий через человека путями «рука-ноги» или «рука-рука», мА;

$R_h$  – активное сопротивление тела человека, Ом (для расчётов принимают  $R_h = 1$  кОм).

Напряжением шага называется напряжение между двумя точками на поверхности земли, на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека и определяется по формуле (28):

$$U_{ш} = I_3 \rho / (2\pi) \cdot a/x^2 + ax, \quad (28)$$

где  $I_3$  – ток замыкания на землю, А;

$\rho$  – удельное электрическое сопротивление поверхности слоя грунта, Ом·м;

$a$  – величина шага, м;

$x$  – расстояние от точки замыкания, м.

Электробезопасность человека обеспечивается техническими и организационными мерами и применением средств коллективной и индивидуальной защиты.

К техническим мерам защиты относят: защитное заземление, зануление, защитное отключение, выравнивание потенциалов, применение малых напряжений, блокировка, ограждающие устройства, электрическое разделение сетей.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение какой-либо сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством. Действие защитного заземления заключается в снижении напряжения прикосновения и шага при замыкании на корпус до допустимых значений.

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя и заземляющих проводников. Заземляющие устройства бывают выносные и контурные. Выносное заземляющее устройство (сосредоточенное) располагается на определённом расстоянии от заземляющего устройства, вне зоны растекания тока заземлителя. Особенностью этого устройства является то, что человек, касающийся корпуса электроустановки, на которой произошло замыкание, всегда попадает под напряжение прикосновения, равное полному напряжению корпуса относительно земли.

Контурное заземляющее устройство (распределённое) характеризуется тем, что заземлители располагаются по контуру вокруг заземляемого оборудования в непосредственной близости от него, в зоне растекания тока. Искусственные заземлители выполняются в виде вертикальных и горизонтальных электродов и применяются только для заземления. В качестве вертикальных электродов используются стальные трубы, угловая сталь, прутковая сталь диаметром не менее 10 мм. Горизонтальные электроды используются для соединения вертикальных электродов или самостоятельно и выполняются из полосовой стали или стали круглого сечения.

В электроустановках напряжением до 1000 В сопротивление заземления должно быть не выше 4 Ом. В электроустановках напряжением выше 1000 В с малым током замыкания (менее 500 А) допускается сопротивление заземления не более 10 Ом, с большим (более 500 А) – не выше 0,5 Ом.

Защитное зануление в электроустановках напряжением до 1000 В – преднамеренное соединение открытых проводящих частей с глухозаземлённой нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземлённым выводом источника однофазного тока, с заземлённой точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности. Областью применения зануления являются электроустановки напряжением до 1000 В в трёхфазных четырёхпроводных сетях переменного тока с заземлённой нейтралью;

электроустановки напряжением до 1 кВ в однофазных сетях переменного тока с заземлённым выводом; электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях постоянного тока с заземлённой средней точкой источника. При соединении фазного провода с занулённым корпусом электроустановки образуется цепь однофазного короткого замыкания. Ток однофазного короткого замыкания вызывает срабатывание максимальной токовой защиты и происходит отключение повреждённой электроустановки от питающей сети. Значит, зануление обеспечивает защиту человека от поражения электрическим током при косвенном прикосновении за счёт ограничения времени прохождения тока через тело человека и за счёт снижения напряжения прикосновения. В качестве максимальной токовой защиты используются плавкие предохранители и автоматические выключатели, устанавливаемые для защиты от токов короткого замыкания и др.

Защитным отключением называется автоматическое отключение электроустановок при однофазном (однополюсном) прикосновении к частям, находящимся под напряжением, недопустимым для человека, и (или) при возникновении в электроустановке тока утечки (замыкания), превышающего заданные значения. Защита осуществляется специальным устройством защитного отключения (УЗО), работающего в дежурном режиме и постоянно контролирующего условия поражения человека электрическим током. Принцип работы УЗО состоит в том, что оно постоянно контролирует входной сигнал и сравнивает его с наперёд заданной величиной (установкой). Если входной сигнал превышает установку, то устройство срабатывает и отключает электроустановку от сети. Параметры, по которым подбирается то или иное УЗО: установка; номинальный ток нагрузки, то есть рабочий ток электроустановки, протекающий через нормально замкнутые контакты УЗО в дежурном режиме; время срабатывания устройства.

К организационным мерам защиты от поражения электрическим током относятся:

- 1 классификация электроустановок по ПУЭ;
- 2 классификация помещений по доступности электрооборудования (замкнутые электромашинные помещения, обычные электромашинные помещения, производственные и учебные помещения, бытовые и административные помещения);
- 3 классификация помещений по опасности поражения электрическим током (см. гл.4);
- 4 график работы;
- 5 классификация персонала (пять квалификационных групп).

В качестве средств коллективной защиты используются изолирующие штанги (оперативные для наложения заземления и измерительные); изолирующие клещи для

операций с предохранителями и электроизмерительные клещи; указатели напряжения; указатели напряжения для фазировки; изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ под напряжением выше 1 кВ и слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками для работы в электроустановках до 1 кВ; диэлектрические перчатки, боты, галоши, ковры, изолирующие накладки и подставки; индивидуальные экранирующие комплекты, переносные заземления; оградительные устройства и диэлектрические колпаки; плакаты и знаки безопасности.

При работах с электроустановками применяются средства индивидуальной защиты (специальная одежда и обувь для защиты от термического воздействия электрической дуги, электромагнитных полей, очки, каска, противогаз, рукавицы, предохранительные пояса, страховочные канаты и др.).

### **5.5.3 Защита от электромагнитных излучений, статических, электрических и магнитных полей**

В главе 4 даны характеристики электромагнитных полей и источники их генерации. Более опасное воздействие на работающих оказывают электромагнитные поля радиочастот (60 кГц ... 300 ГГц) и электрические поля промышленной частоты (50 Гц).

Защита работающих от неблагоприятного воздействия ЭМП обеспечивается путём проведения организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.

Организационные мероприятия при проектировании и эксплуатации оборудования включают в себя:

- 1 выбор рациональных режимов работы оборудования;
- 2 определение зон воздействия ЭМП;
- 3 расположение рабочих мест и маршрутов передвижения персонала на предусмотренных расстояниях от источников ЭМП, обеспечивающих соблюдение ПДУ;
- 4 ремонт оборудования, являющегося источником ЭМП, следует производить вне зоны влияния ЭМП от других источников;
- 5 соблюдение правил безопасности эксплуатации источников ЭМП.

Инженерно-технические мероприятия должны обеспечивать снижение уровней ЭМП на рабочих местах путём внедрения новых технологий и применения средств индивидуальной и коллективной защиты. Основным средством коллективной защиты

от воздействия электрического поля токов промышленной частоты являются экранирующие устройства в виде козырьков, перегородок и навесов из металлических прутков, сеток, канатов. При этом экранирующие устройства должны иметь антикоррозионную защиту и быть заземлены. Источниками электромагнитных полей радиочастот являются:

1 в диапазоне 60 кГц...3 МГц – неэкранированные элементы оборудования для индукционной обработки металла (отжиг, закалка, плавка, пайка, сварка) и других материалов и элементов оборудования и приборов, применяемых в радиосвязи и радиовещании;

2 в диапазоне 3 МГц ...300 МГц – неэкранированные элементы оборудования и приборов, применяемых в радиосвязи, радиовещании, телевидении, медицине и элементы оборудования для нагрева диэлектриков (сварка пластика, нагрев пластмасс, склейка деревянных изделий);

3 в диапазоне 300 МГц...300 ГГц – неэкранированные элементы оборудования и приборов в радиолокации, радиоастрономии, радиоспектроскопии, физиотерапии.

Защита персонала от воздействия радиоволн производится следующими способами и средствами:

- 1 применением согласованных нагрузок и поглотителей мощности, снижающих напряженность и плотность поля потока энергии электромагнитных волн;
- 2 экранированием рабочего места и источника излучения;
- 3 рациональным размещением оборудования в рабочем помещении;
- 4 подбором рациональных режимов работы оборудования и режима труда персонала;
- 5 применением средств предупредительной защиты.

Эффективным способом защиты является использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности (эквивалентов антенн) при изготовлении, настройке и проверке отдельных блоков и комплексов аппаратуры. Другим средством защиты от воздействия ЭМИ является экранирование источников излучения и рабочего места с помощью поглощающих и отражающих электромагнитную энергию экранов.

Отражающие экраны используют для защиты от паразитных излучений (утечки из цепей в линиях передач СВЧ-волн, из катодных выводов магнетронов) и в тех случаях, когда электромагнитная энергия не является помехой для работы генераторной установки или радиолокационной станции. В остальных случаях применяют поглощающие экраны. Для них используют материалы с высокой электропроводностью или хлопчатобумажные ткани с металлической основой. Более

эффективны сплошные металлические экраны, которые при толщине 0,01 мм ослабляют электромагнитное поле примерно в 100 000 раз.

Поглощающие экраны изготавливают из материалов с плохой электропроводимостью в виде прессованных листов резины специального состава с коническими сплошными или полыми шипами, в виде пластин из пористой резины с наполнением из карбонильного железа, с впрессованной металлической сеткой. Эти листы приклеивают на каркас или на поверхность излучающего оборудования.

Важным профилактическим мероприятием по защите электромагнитного облучения является выполнение требований для размещения оборудования и для устройства помещений, в которых находятся источники ЭМИ. Защита персонала от переоблучения достигается за счёт размещения генераторов ВЧ, УВЧ, СВЧ и радиопередатчиков в специально предназначенных помещениях.

Защита от статического электричества направлена на предупреждение возникновения и накопления зарядов, создание условий их рассеивания и устранение опасности их вредного воздействия. Меры защиты от статического электричества: устройство заземлённых зон или электропроводящих полов, помостов и рабочих площадок, заземление ручек дверей, поручней лестниц, рукояток приборов, машин и аппаратов; обеспечение работающих токопроводящей обувью, антистатическими халатами. Индивидуальные средства защиты, в том числе и защитная одежда, изготавливаются из металлизированной или другой ткани с высокой электропроводностью и должны иметь санитарно-эпидемиологическое заключение. В состав защитной одежды входят: комбинезон или полукомбинезон, куртка с капюшоном, халат с капюшоном, жилет, фартук, средство защиты лица, рукавицы или перчатки, обувь. Все части защитной одежды должны иметь между собой в обязательном порядке электрический контакт. Щитки защитные лицевые изготавливаются в соответствии с ГОСТ на общие технические требования и методы контроля к щиткам защитным лицевым. Стёкла для защитных очков изготавливаются из прозрачного материала с защитными свойствами. Кроме перечисленных мер и средств, снижающих интенсивность поля в определённом объёме, применяют защиту расстоянием и временем нахождения в ЭМП.

#### **5.5.4 Защита от ионизирующих излучений**

Для принятия мер по защите от ионизирующей радиации учитывают проникающую способность разных видов излучений. Известные  $\alpha$ -частицы обладают очень малой проникающей способностью и их поглощает обычный лист бумаги.

Проникающая способность  $\beta$ -частиц немного больше, но свинцовая пластинка толщиной более 1 мм поглощает их полностью. Большой проникающей способностью обладают фотоны  $\gamma$ -излучения и нейтроны, так как они не имеют электрического заряда. Поэтому их проникающая способность зависит от величины энергии излучений. Защита от  $\gamma$ -излучения осуществляется материалами с большим атомным номером (свинец), а от потока нейтронов – водородосодержащими материалами (полиэтилен, вода, каучук). Принципами обеспечения радиационной безопасности являются: уменьшение мощности источника (защита количеством); увеличение расстояния от источника до работающего (защита расстоянием); уменьшение времени работы с источником (защита временем); экранирование источников (защита экранами).

По назначению экраны делятся на пять групп:

- 1 экраны-контейнеры для транспортировки, в которые помещаются радиоактивные вещества и источники излучения;
- 2 защитные экраны, которые устанавливаются вокруг оборудования при нахождении радиоактивных элементов в рабочем положении;
- 3 передвижные защитные экраны для защиты рабочего места;
- 4 экраны индивидуальных защитных средств (лицевые щитки, смотровые стёкла, просвинцованные перчатки и др.);
- 5 защитные экраны как часть строительных конструкций.

От радиационного воздействия для защиты населения используют и применяют:

- а) временное укрытие в домах и убежищах (стены деревянного дома ионизирующее излучение ослабляют в 2 раза, кирпичного в 10 раз; подвалы с деревянным покрытием – в 7 раз, а с кирпичным или бетонным – 40-100 раз);
- б) максимально возможную герметизацию помещений, препятствующую попаданию в помещение радиоактивных веществ с воздухом;
- в) лекарственные препараты, препятствующие накоплению биологически опасных радионуклидов в организме (например, йодная профилактика – приём внутрь препаратов стабильного йода);
- г) защиту органов дыхания с помощью противогазов, респираторов или подручных средств (защитная эффективность свёрнутого мужского платка в 16 слоёв равна 17, а двух слоёв туалетной бумаги -12);
- д) эвакуацию населения;
- е) регулирование и ограничение доступа в район загрязнения;
- ж) санитарную обработку людей в случае радиоактивного загрязнения их одежды и кожного покрова;

- з) простейшую обработку поверхностно загрязнённых продуктов питания (обмыв, удаление поверхностного слоя);
- и) исключение или ограничение употребления в пищу загрязнённых продуктов питания;
- к) перевод молочно-продуктивного скота на незагрязнённые пастбища или фуражные корма;
- л) дезактивацию загрязнённой местности;
- м) переселение.

### 5.5.5 Защита от лазерного излучения

Лазерное излучение – это электромагнитное излучение с длиной волны 0,2...1000 мкм, то есть ультрафиолетовое излучение, оптический диапазон и инфракрасное излучение. В основном применяют лазеры с длиной волны 0,3...10 мкм. Свойство лазеров – монохроматичность излучения (строго одной длины волны), когерентность (все источники излучения испускают электромагнитные волны в одной фазе), высокая несущая частота излучения ( $10^{14} \dots 10^{16}$  Гц), способность излучения концентрироваться в очень узком луче с малым углом его отклонения. Большая интенсивность прямого лазерного излучения и малая его расходимость позволяют достичь высокой плотности излучения (до  $10^{14}$  Вт/см<sup>2</sup>), а для испарения твёрдых материалов достаточно  $10^9$  Вт/см<sup>2</sup>. Лазеры нашли широкое применение в металлообработке, металлургии, энергетике, строительстве, деревообработке, радиотехнике, сварочном производстве, медицине и т. д.

Исходя из потенциальной опасности лазерные установки делятся на 4 класса:

- 1-й класс – лазерное излучение не представляет опасности для глаз и кожи;
- 2-ой класс - прямое и зеркально отражённое излучение, действующее на глаза, превышает допустимые уровни;
- 3-й класс - излучение опасно для глаз в условиях прямого и зеркально отражённого излучения, а также диффузионно-отражённого излучения на расстоянии 10 см от отражающей поверхности, при этом опасно воздействует на кожу прямое и зеркально отражённое излучение;
- 4-й класс – уровни диффузно-отражённого излучения в 10 см от диффузно отражающей поверхности превышают предельно допустимые.

При обслуживании лазерной установки опасными и вредными факторами являются:

- 1) лазерное излучение – прямое, рассеянное, диффузно-отражённое;

2) высокое напряжение зарядных устройств, питающих батарею конденсаторов большой ёмкости, электрический ток цепей управления и источника питания;

3) загрязнение воздушной среды химическими веществами, образующимися при разряде импульсных ламп накачки (озон, оксиды азота), в результате испарения материала мишени при сварке, пайке, сверлении (оксид углерода, оксиды свинца, ртути и т. д.), побочными продуктами (цианистый водород и др.);

4) ультрафиолетовое излучение импульсных ламп и газоразрядных трубок;

5) световое излучение высокой интенсивности при работе импульсных ламп накачки;

6) возможность генерации рентгеновского излучения;

7) возникновение во время работы импульсных лазеров ультразвуковых, звуковых и инфразвуковых колебаний высокой интенсивности;

8) возможность возбуждения ядерных реакций с образованием частиц высокой энергии, глубоко проникающих в организм, при взаимодействии мощных импульсов излучения с веществом;

9) ионизирующее излучение, используемое для накачки;

10) возникновение электромагнитного поля при работе газовых лазеров, питаемых от генераторов ВЧ или УВЧ;

11) возникновение шума при работе механических затворов, управляющих деятельностью импульсов излучения с модулированной добротностью. Шум создаётся и ротационными насосами;

12) в жидкостных лазерах используются агрессивные и токсичные жидкости, что требует специальных мер предосторожности;

13) если для охлаждения используется токсичная жидкость, то возможно загрязнение воздуха в помещении;

14) яркость света, излучаемого импульсными лампами или материалом мишени под воздействием лазерного излучения;

15) инфракрасное излучение;

16) температура поверхностей оборудования;

17) вибрация.

Различают следующие виды воздействия лазерного излучения на живой организм:

1) тепловое – при фокусировке лазерного излучения выделяется значительное количество тепла в небольшом объёме за короткий промежуток времени;

- 2) энергетическое – большой градиент электрического поля, обусловленного высокой плотностью мощности, вызывает поляризацию молекул, резонансные и другие эффекты;
- 3) фотохимическое – выцветание ряда красителей;
- 4) механическое – возникновение ультразвуковых колебаний в облучаемом организме;
- 5) электрострикция – деформация молекул в электрическом поле лазерного излучения.

Лазерное излучение воздействует на весь организм, но наибольшую опасность представляет для глаз. Данный факт объясняется способностью глаза фокусировать световые лучи, вследствие чего плотность энергии на его внутренней поверхности (сетчатой оболочке) увеличивается на несколько порядков. Лазерное излучение вызывает ожоги и повреждения сетчатки и сосудистой оболочки глаза, что может привести к слепоте. При больших плотностях энергии в несколько десятков Дж/см<sup>2</sup> в организме возникают изменения в кожном покрове, внутренних органах, головном мозге и другие, что приводит к омертвлению кожи, злокачественным опухолям.

Все меры и средства защиты от лазерного излучения разделяют на организационные, технические и лечебно-профилактические. Организационные меры включают создание условий для работы персонала, разработку правил и инструкций по технике безопасности, контроль за их выполнением, ознакомление персонала с особенностями биологического действия лазерного излучения и обучение пользованию индивидуальными и коллективными средствами защиты.

Перед вводом в эксплуатацию лазеры должны быть приняты специальной комиссией, назначенной руководством предприятия, которая проверяет соблюдение правил охраны труда и техники безопасности, относит лазер к соответствующему классу и принимает решение о вводе его в эксплуатацию. Допуск к работе с лазерной установкой получает только специально подготовленный персонал. При входе в помещение, где установлен лазер, устанавливаются знак лазерной опасности, а на самой установке должна быть предупреждающая надпись с указанием класса лазера. На лазерных установках ультрафиолетового или инфракрасного диапазонов должна быть надпись «НЕВИДИМОЕ ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ». Лазерные установки IV класса должны располагаться в отдельном помещении с блокировкой входных дверей. В этих помещениях запрещается проведение каких-либо иных работ, не связанных с работой и эксплуатацией лазеров. Запрещается использовать лазеры III и IV классов при проведении театрально-зрелищных мероприятий, учебных демонстрациях и при работе на открытом воздухе (при геологических работах, для связи, локации и др.).

Технические методы защиты от лазерного излучения включают выбор, планировку и внутреннюю отделку производственных помещений, рациональное размещение установок, организацию рабочего места и применение средств защиты. Наибольшую опасность для человека представляет прямой лазерный луч и поэтому должна быть исключена всякая возможность попадания прямого луча. Для этого на всём пути от лазера до мишени на конечном участке луча устанавливаются защитные экраны, бленды и другие непрозрачные предметы. Работа мощных лазеров сопровождается опасностью поражения человека отражённым или рассеянным лазерным излучением. В этом случае особенно опасен зеркально отражённый луч, имеющий практически такую же плотность потока энергии, что и основной луч лазера. Это необходимо учитывать при конструировании мишеней и других элементов конструкции, на которые может попасть луч лазера. Для снижения интенсивности рассеянного лазерного излучения все элементы конструкций, кожухи приборов, стены помещений рекомендуется окрашивать в тёмные цвета, а поверхность должна быть матовой. Помещение, где работает лазерная установка, должно быть хорошо освещено. В таких условиях размеры зрачка глаза небольшие и это способствует уменьшению воздействия энергии излучения, которая может попасть в глаз. При работе с лазером запрещается вводить в зону луча блестящие предметы. Для защиты глаз светофильтры очков должны быть устойчивыми к лазерному излучению, не разрушаться и не изменять своих характеристик под воздействием лазерного излучения. Для защитных очков используют поглощающие стёкла, многослойные диэлектрические тонкоплёночные отражатели и их комбинации. Поглощение энергии химических и жидкостных лазеров в инфракрасном диапазоне с длиной волны 2...5 мкм производится за счёт материала «люсит», прозрачного в видимом диапазоне. Плавленый кварц, пропускающий видимый свет и не разрушающийся под действием мощного луча лазера, используют для защиты от излучения лазера на углекислом газе с длиной волны 10,6 мкм. Светофильтры из поглощающих материалов обладают серьёзным недостатком в виду того, что мощное лазерное излучение, поглощаясь материалом фильтра, приводит к его разрушению. Оптические стёкла разрушаются при энергии излучения 30...60 Дж. Повысить устойчивость светофильтров можно, покрыв их наружную поверхность плёнкой отражающего материала. Высокой избирательностью обладают многослойные диэлектрические светофильтры, отражая излучение с длиной волны, на которую они рассчитаны и пропуская излучение других волн. Лучшими защитными свойствами обладают комбинированные светофильтры, в которых отражающие диэлектрические слои чередуются с поглощающими. При работе с мощными лазерами необходимо принимать специальные меры защиты кожи рук и лица (белый фетр толщиной 2...3 мм, выдерживающий плотность излучения до

100 Дж/см<sup>2</sup>. Для защиты рук применяют обычные кожаные перчатки, снижающие поражение кожи в 100 раз. Кроме этого, для защиты кожи применяют кремы с диоксидом титана и диоксидом цинка.

Лечебно-профилактические методы защиты определяют контроль за уровнем опасных и вредных факторов на рабочем месте; контроль за прохождением персоналом предварительных и периодических медицинских осмотров; повышение сопротивляемости организма путём создания у работающего активного или пассивного иммунитета.

### **5.5.6 Защита от механического травмирования**

При эксплуатации различного рода машин, механизмов и оборудования опасность представляют движущиеся части конвейеров, приводов, подъёмно-транспортных машин, обрабатываемых деталей, режущего инструмента, зубчатых, ремённых, цепных передач, роботизированных комплексов и т. п. При проектировании и эксплуатации оборудования и машин, различных технологических процессов необходимо либо исключить возможность нахождения человека в опасной зоне, либо снизить опасность нахождения в ней. Для этого служат индивидуальные и коллективные средства защиты, которые классифицируют по принципу действия и по назначению. По принципу действия средства коллективной защиты делят на оградительные, предохранительные, блокировочные, сигнализирующие об опасности, знаки безопасности, дистанционное управление и специальные средства безопасности. В случае, когда безопасность оборудования, машин и механизмов не может быть обеспечена конструктивными решениями, организацией производственных процессов и средствами коллективной защиты, то тогда применяют средства индивидуальной защиты. К ним относятся специальная одежда, специальная обувь, средства защиты рук, головы, лица, глаз, средства защиты от падения с высоты и др.

Оградительные средства защиты препятствуют появлению человека в опасной зоне. Их выполняют в виде стационарных, подвижных и переносных. Стационарные оградительные средства защиты могут быть полными, когда изолируется опасная зона вместе с машиной, механизмом, или частичными, когда изолируется только опасная зона. Они демонтируются только в том случае, когда необходимо провести вспомогательные операции в опасной зоне: замену рабочего инструмента, контрольные операции и т.д.

Подвижные оградительные средства заблокированы с рабочими органами механизма или машины. Они преграждают доступ в зону только в момент воздействия опасных факторов.

Переносные оградительные средства являются временными и устанавливаются на период ремонтных, наладочных и других аналогичных видов работ. Они выполняются в виде щитов высотой 1,7 м. В качестве материала оградительных средств используется металл, пластмасса, древесина.

Предохранительные средства защиты – это устройства, обеспечивающие автоматическое отключение оборудования, механизмов, машин при возникновении аварийных ситуаций, когда какой-либо из параметров оборудования выходит за пределы допустимых значений.

Блокировочные средства защиты исключают возможность проникновения человека в опасную зону или устраняют опасный фактор на время пребывания человека в опасной зоне. Блокировочные устройства бывают механические, электрические, фотоэлектрические, гидравлические, пневматические, комбинированные и др.

Сигнализирующие средства защиты дают информацию о работе оборудования, машин и механизмов, об опасных и вредных производственных факторах, возникающих при этом. Системы сигнализации подразделяются на оперативную, предупредительную и опознавательную. По способу информации сигнализация может быть звуковой, визуальной, комбинированной. Установлено четыре группы знаков безопасности: запрещающие, предупреждающие, предписывающие и указательные.

Системы дистанционного управления позволяют наблюдать за процессами в опасной зоне на расстоянии, визуалью или с помощью телеметрии и телевидения.

При работе с кранами и грузоподъёмными механизмами из зоны работ по подъёму и перемещению грузов должны быть удалены лица, не имеющие прямого отношения к проводимым работам; в зоне перемещения грузов все проёмы должны быть закрыты или ограждены и вывешены знаки безопасности.

### **5.5.7 Безопасность систем под давлением**

На производстве широко используются такие системы повышенного давления, как трубопроводы, баллоны и ёмкости для сжатых, сжиженных и растворённых газов, компрессоры, газгольдеры. Эти системы всегда представляют собой потенциальную опасность взрыва. Причинами разгерметизации и разрушения систем под давлением

являются внешние механические воздействия, снижение механической прочности, нарушение технологического режима, неисправность предохранительных и контрольно-измерительных устройств, конструкторские ошибки, человеческий фактор и др.

Для перевозки и хранения сжатых, сжиженных и растворённых газов при температурах от  $-50$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  используются баллоны, изготавливаемые из углеродистой стали на рабочее давление 10, 15 и 20 МПа, из легированной стали на рабочее давление 15 и 20 МПа. Широко используются баллоны малой (от 0,4 до 12 л), средней (от 20 до 50 л), и большой (от 80 до 500 л) ёмкости. «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115-96)». Правила распространяются на сосуды под давлением воды с температурой выше  $115^{\circ}\text{C}$  или другой жидкости, температура которой превышает температуру кипения; сосуды, работающие под давлением пара или газа свыше 0,07 МПа; баллоны для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных газов, давление которых при температуре до  $50^{\circ}\text{C}$  превышает 0,07 МПа; цистерны и сосуды для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных газов и жидкостей, в которых давление выше 0,07 МПа создаётся периодически. Наружная поверхность баллонов окрашивается в определённый цвет и на неё наносится соответствующая веществу надпись и сигнальная полоса. Сосуды, работающие под давлением, оборудуются запорной или запорно-регулирующей арматурой; приборами для измерения давления; приборами для измерения температуры; предохранительными устройствами; указателями уровня жидкости. Каждый сосуд снабжён манометрами прямого действия, которые устанавливаются на штуцере сосуда или на трубопроводе между сосудом и запорной арматурой. Класс точности манометров должен быть: не ниже 2,5 при рабочем давлении до 2,5 МПа; 1,5 – при рабочем давлении более 2,5 МПа.

В качестве предохранительных устройств применяются пружинные предохранительные клапаны, рычажно-грузовые предохранительные клапаны, предохранительные устройства с разрушающимися мембранами – предохранительные мембраны (разрывные, ломающиеся, срезные, хлопающие); взрывные клапаны. Предохранительные клапаны и мембраны работают по принципу слабого звена. В случае превышения давления клапан срабатывает и происходит сброс давления. Мембраны могут устанавливаться вместо предохранительных клапанов, параллельно с ними для увеличения пропускной способности системы сброса давления и перед предохранительными клапанами. Баллоны подвергаются гидравлическим испытаниям на заводе-изготовителе, периодическому освидетельствованию не реже, чем через пять лет; баллоны с газами, вызывающими коррозию металлов (хлор, сероводород, сернистый ангидрид, хлористый водород и др.) – не реже, чем через два года.

Транспортируют и хранят баллоны с накрученными колпаками и с заглушенными вентилями. Перемещают на специальных тележках или носилках с устройствами для крепления баллонов. Баллоны эксплуатируют в вертикальном положении и закрепляют хомутами. Не допустимы падение, повреждение и загрязнение баллонов (таблица 11).

Таблица 11 - Окраска баллонов для сжатых, сжиженных и растворённых газов

Газ	Окраска	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Чёрная	Жёлтый	Коричневый
Аммиак	Жёлтая	Чёрный	Коричневый
Аргон	Серая	Зелёный	Зелёный
Ацетилен	Белая	Красный	Красный
Водород	Тёмно-зелёная	Красный	Красный
Сжатый воздух	Чёрная	Белый	Белый
Гелий	Коричневая	Белый	Белый
Кислород	Голубая	Чёрный	Чёрный
Диоксид углерода	Чёрная	Жёлтый	Жёлтый

### 5.5.8 Анализ техногенных и природных рисков

В главе 2 было показано, что риск есть мера опасности, даны определение анализа риска как процесса идентификации опасностей и оценка риска для отдельных лиц или групп населения, имущества и окружающей среды. Анализ риска бывает качественный и количественный. В количественном анализе показываются результаты расчетов риска, вероятностей возникновения нежелательных событий и наносимый ими ущерб. Качественный анализ представляется в виде таблиц, текстового описания, диаграмм, результатов экспертных оценок. Основным элементом анализа риска является идентификация опасности, то есть обнаружение возможных нарушений, могущих привести к негативным последствиям. На практике существует ряд формальных методов выявления опасностей.

Оценка риска – процесс для определения величины (меры) риска анализируемой опасности для здоровья человека, материальных ценностей, окружающей природной среды и других ситуаций, связанных с реализацией опасности. Оценка риска является стадией, на которой идентифицированные опасности оцениваются на основе критериев безопасности в целях выделения опасности с неприемлемым уровнем риска; в дальнейшем этот шаг послужит основой для разработки рекомендаций и мероприятий

по снижению опасностей. При этом и критерий безопасности, и результаты оценки риска могут быть показаны как качественно, так и количественно. Оценка риска в обязательном порядке включает в себя анализ частоты, анализ последствий и их сочетаний. К оценке риска существуют четыре подхода:

- 1) инженерный – опирается на статистику поломок и аварий, на вероятностный анализ безопасности: построение и расчет деревьев событий и деревьев отказов;
- 2) модельный – построение моделей воздействия вредных факторов на человека и окружающую среду. Полученные модели могут описывать последствия обычной работы предприятий и ущерб от аварий на них;
- 3) экспертный – вероятности различных событий, связи между ними и последствия аварий определяют не вычислениями, а опросом опытных экспертов;
- 4) социологический – исследуется отношение населения к разным видам риска.

Среди инженерных методов отмечается анализ видов, последствий и критических отказов (АВПКО по ГОСТ 27.310-95) технических объектов всех видов – качественный метод, позволяющий достаточно просто оценить вероятность и тяжесть последствий техногенного происшествия (табл. 12).

Таблица 12 - Матрица «вероятность отказа – тяжесть последствий» для ранжирования отказов при АВКПО

Ожидаемая частота возникновения		Тяжесть последствий			
		IV	III	II	I
Частый отказ	$>1$	A	A	A	C
Вероятный отказ	$1 \dots 10^{-2}$	A	A	B	C
Возможный отказ	$10^{-2} \dots 10^{-4}$	A	B	D	C
Редкий отказ	$10^{-4} \dots 10^{-6}$	A	B	C	D
Практически невероятный отказ	$<10^{-6}$	B	C	C	D

Характеристика тяжести последствий отказов:

IV – отказ, который быстро и с высокой вероятностью может повлечь значительный ущерб для самого объекта и окружающей среды, гибель, тяжёлые травмы людей, срыв выполнения поставленной задачи;

III – отказ, который быстро и с высокой вероятностью повлечёт за собой значительный ущерб для самого объекта и (или) для окружающей среды, срыв выполняемой задачи, но создаёт пренебрежимо малую угрозу жизни и здоровью людей;

II – отказ, могущий повлечь задержку выполнения задачи, снижение готовности и эффективности объекта, но не представляет опасности для окружающей среды, самого объекта и здоровья людей;

I – отказ, влекущий за собой снижение качества функционирования объекта, но не представляет опасности для окружающей среды, самого объекта и здоровья людей.

Ранги отказов:

A – обязателен глубокий количественный анализ критичности;

B – желателен количественный анализ критичности;

C – можно ограничиться качественным анализом;

D – анализ не требуется.

Следовательно, управление риском – это часть системного подхода к принятию решений, процедур и практических мер в решении задач по предупреждению или снижению опасности промышленных аварий для жизни человека, заболеваний и травм, ущерба материальным ценностям и окружающей природной среде.

Управление риском – это совокупность мероприятий, направленных на снижение уровня технического риска, уменьшение потенциальных материальных потерь и других негативных последствий аварий.

Особенностью этого направления является комплексность, включающую в себя технические, организационно-управленческие, социально-экономические, медицинские, биологические и другие аспекты.

### **Контрольные вопросы**

1 Перечислите основные принципы, методы и средства обеспечения безопасности человека.

2 Чему способствует вентиляция и каковы её разновидности?

3 Перечислите коллективные и индивидуальные средства защиты от теплового излучения.

4 Какие методы защиты воздушной среды от пыли вы знаете?

5 Что такое ПДС и на основе чего производится его расчёт?

6 Перечислите свойства твёрдых отходов, затрудняющие технологические процессы обращения с отходами.

7 Назовите основные методы снижения шума. Как они реализуются на практике?

8 Перечислите причины и источники вибрации механического происхождения.

9 Какое напряжение называется напряжением шага, напряжением прикосновения?

10 Что такое защитное отключение?

11 Перечислите способы и средства защиты человека от воздействия ЭМП.

12 Назовите мероприятия по защите населения от ионизирующего излучения.

13 Назовите индивидуальные средства защиты человека от воздействия лазерного излучения.

14 Назовите мероприятия, которые должны выполняться для безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов.

15 Каковы особенности окраски баллонов для сжиженных, сжатых и растворённых газов?

13 Дайте определение риска и его оценки.

14 Сформулируйте подходы к оценке риска.

## **6 Обеспечение благоприятных условий для жизнедеятельности человека**

Во многих современных учебниках и учебных пособиях имеются главы или разделы по обеспечению комфортных условий для жизни и деятельности человека. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

В словаре С.И. Ожегова комфорт определяется как бытовые удобства. В грамматико-орфографическом словаре русского языка Текучева А.В. и Панова Б.Т. комфорт определяется как совокупность бытовых удобств, уют.

В Российской энциклопедии по охране труда комфортность определяется как состояние уюта, удобства и удовлетворения, обеспеченное совокупностью положительных психологических и физиологических ощущений человека в процессе его трудовой деятельности. Комфортные условия создаются благодаря рациональной организации труда, соблюдению эргономических, социально-психологических и гигиенических требований охраны труда.

Но в Руководстве Р 2.2.2006 – 05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» рассматриваются лишь оптимальные условия труда и определяются как условия, сохраняющие здоровье работника и создающие предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы факторов рабочей среды установлены для микроклиматических параметров и факторов трудовой нагрузки. Как мы видим, в данном документе речь идёт только лишь об оптимальных нормативах условий рабочей среды (рабочей зоны). Каким же образом можно создать комфортные условия для работы пожарных, космонавтов, шахтёров, сталеваров, химиков, преподавателей, работников ЖКХ и т. д.? Видимо, для множества профессий можно создать только оптимальные условия труда. Эта аксиома подтверждается высоким уровнем инвалидности в стране.

А вот в бытовой среде обитания человека условно возможно создание комфортных условий. Но при изучении темы бытовой среды мы видим целую гамму и физических, и химических, и психо-физиологических, и даже биологических негативных факторов, ухудшающих здоровье человека. В итоге проведения небольшого исследования мы возвращаемся к знаменитым авторам словарей русского языка.

Многообразие форм трудовой деятельности условно делят на две формы: физический и умственный труд.

Физический труд характеризуется повышенной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и главные системы организма (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и др.).

Ручной труд связан с высокой мышечной активностью с энергозатратами от 17...25 МДж (4000...6000 ккал) в сутки и выше.

Механизированный труд характеризуется многообразием простых операций, монотонностью труда, приводящую к снижению возбудимости анализаторов. В результате этого рассеивается внимание, снижается скорость реакций и быстро наступает утомление. Конвейерная форма труда характерна строгой последовательностью операций и требует синхронной работы с установленным ритмом и темпом, сосредоточенного внимания и нервного напряжения. Чем меньше интервал времени затрачивается на операцию, тем монотоннее работа. Монотонность – одна из ведущих негативных особенностей конвейерного труда, приводящая к преждевременной усталости и быстрому нервному истощению.

Умственный труд связан с получением и переработкой информации. Он требует высокого напряжения сенсорного аппарата, внимания, памяти, активизации процессов мышления, эмоциональной среды. Для этого вида труда характерна гипокинезия, показывающая, что снижение двигательной активности человека приводит к ухудшению реактивности организма и повышению эмоционального напряжения. Как правило, длительная нагрузка угнетает психическую деятельность, ухудшаются внимание, память и восприятия, появляется большое количество ошибок. Существует несколько форм умственного труда: операторский, управленческий, творческий, труд преподавателей и медицинских работников, труд учащихся и студентов.

Операторский труд характеризуется контролем за работой машин, оборудования, отличается большой ответственностью и высоким нервно-эмоциональным напряжением.

Управленческий труд представляет собой работу руководителей учреждений, характеризуется высоким ростом объема информации, нехваткой времени для её переработки, повышенной личной ответственностью за принятие решений, периодическим возникновением конфликтных ситуаций.

Творческий труд охватывает большую когорту людей разностороннего творчества (научные работники, конструкторы, артисты, писатели, композиторы, художники) и является наиболее сложной формой трудовой деятельности, требующей большой объем памяти, напряжение внимания, что повышает степень нервно-эмоционального напряжения.

Труд преподавателей и медицинских работников характерен постоянными контактами с людьми, повышенной активностью, дефицитом времени и информации

для принятия правильного решения, что обуславливает высокое нервно-психическое перенапряжение.

Труд учащихся и студентов сопровождается напряжением основных психических функций, таких как память, внимание, восприятие, наличием стрессовых ситуаций (экзамены, зачёты). Любая умственная работа всегда сопровождается определённым нервно-эмоциональным напряжением. К эмоциональному напряжению приводят такие показатели трудовой деятельности, как значимость работы, ответственность, опасность. Для поддержания высокого уровня работоспособности при умственной работе необходимо придерживаться следующих физиологических факторов:

- 1) в работу необходимо «втягиваться» постепенно. Это обеспечивает не разовое, а последовательное включение физиологических механизмов;
- 2) соблюдать определённый режим работы, что способствует выработке навыков и замедляет развитие утомляемости;
- 3) придерживаться обычной последовательности и систематичности в работе;
- 4) правильно чередовать умственный труд с отдыхом.

Работоспособность человека зависит от возраста. В 18-20 лет у человека наблюдается самая высокая интенсивность интеллектуальных и логических процессов. К 30 годам она снижается на 4%, к 40 – на 13%, к 50 – на 20%, а в возрасте 60 лет – на 25%.

Периоды года в зависимости от среднесуточной температуры наружного воздуха подразделяются на тёплый и холодный периоды. Тёплым периодом считается период с температурой наружного воздуха выше + 10°C, холодным периодом считается сезон с температурой воздуха  $\leq + 10^\circ\text{C}$ . Показателями, характеризующими микроклимат на рабочих местах, являются:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха;
- 4) интенсивность теплового излучения.

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, и эти показатели устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест. Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха должны соответствовать СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

## 6.1 Микроклимат и его нормирование в производственных помещениях

Микроклимат оказывает существенное влияние на условия труда, параметрами которого являются температура, относительная влажность и скорость движения воздуха. Условия труда влияют на самочувствие человека, его трудоспособность и протекание физиологических процессов, от которых зависит поддержание постоянной температуры тела. Благодаря терморегуляции в организме человека в нормальных условиях поддерживается постоянное соотношение между подводом и отводом теплоты. При этих условиях температура тела сохраняется на необходимом уровне для нормального прохождения жизненных процессов. Способность человеческого организма поддерживать постоянную температуру (36,6°C) при меняющихся параметрах микроклимата и выполнении различной по тяжести работы называется терморегуляцией. Терморегуляция посредством изменения количества вырабатываемой теплоты организма весьма ограничена. Теплоотдача осуществляется тремя путями: конвекцией, излучением и испарением пота.

Конвекция - это процесс отдачи теплоты окружающему воздуху, который нагреваясь, переносит теплоту в окружающее пространство. Излучение с поверхности нагретого тела уносит теплоту в окружающее пространство и не поглощается окружающим воздухом. При испарении в окружающее пространство уносится не только физическая теплота влаги, но и скрытая теплота испарения.

Отдача теплоты конвекцией прямо пропорциональна разности температур кожи и окружающего воздуха с учётом скорости движения воздуха. Отдача теплоты излучением находится в прямой зависимости разности температур кожи и окружающих поверхностей и степени их черноты. Если температура окружающих поверхностей выше температуры кожи, то происходит поглощение лучистой энергии человеческим телом. Отдача теплоты испарением пота зависит от температуры и влажности окружающей среды и скорости движения воздуха. При нормальных метеорологических параметрах окружающей среды отдача теплоты от человеческого тела осуществляется в основном конвекцией и излучением. При повышении температуры их доля уменьшается а при температуре выше 34°C отдача теплоты происходит в основном только за счёт испарения пота. Тяжёлые условия терморегуляции создаются при сочетании высокой температуры и повышенной влажности воздуха. Ухудшение условий отдачи теплоты организмом вызывает тепловое истощение, тепловой удар, судорожная болезнь. Данные заболевания характеризуются нарушением нормальной деятельности сердечно-сосудистой системы и в тяжёлых случаях может наступить смерть.

Для рабочей зоны производственных помещений санитарные нормы микроклимата (СанПин 2.2.4.548 – 96) устанавливают оптимальные и допустимые условия микроклимата.

Допустимые условия микроклимата позволяют поддерживать тепловое состояние организма, не выходящие за пределы физиологических возможностей, не нанося вред здоровью. Состояние организма, при котором количество образовавшегося в нём тепла равно количеству тепла, выделенного во внешнюю среду за тот же промежуток времени, называют состоянием теплового равновесия. Данное состояние организма является наиболее благоприятным для его жизнедеятельности.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата устанавливают исходя из тяжести выполняемой работы и сезонных периодов года. По своей тяжести, связанной с энергозатратами организма, работы подразделяются на категории:

1) лёгкие физические работы (категория I) включают виды деятельности, при которых расход энергии составляет до 139 Вт (категория Ia) и 140...174 Вт (категория Ib). К категории Ia относятся работы, выполняемые сидя с незначительным физическим напряжением (в сфере управления, ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах и т. д.). К категории Ib относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением;

2) физические работы средней тяжести (категория II) включают виды деятельности, в которых расход энергии составляет 175...232 Вт (категория IIa) и 233...290 Вт (категория IIб). К категории IIa относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определённого физического напряжения (ряд профессий в механико-сборочных цехах машиностроительных предприятий, в предильно-ткацком производстве и т. д.). К категории IIб относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т. д.);

3) тяжёлые физические работы (категория III) связаны с постоянным передвижением, перемещением и переноской значительных (более 10 кг) тяжестей и требуют больших физических усилий с энергозатратами более 290 Вт (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной ковкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и т. д.).

В кабинах, на постах и пультах управления технологическими процессами, в залах вычислительной и компьютерной техники и других помещениях при выполнении

операторских работ, связанных с нервно-эмоциональным напряжением, температура воздуха должна быть в пределах 22...24°C, относительная его влажность 40...60% и скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. Показатели микроклимата на рабочих местах отражены в таблице 13

Таблица 13 - Оптимальные показатели микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22...24	21...25	60...40	0,1
	Iб (140-174)	21...23	20...24	60...40	0,1
	IIa (175-232)	19...21	18..22	60..40	0,2
	IIб (233-290)	17...19	16...20	60...40	0,2
	III (> 290)	16...18	15...19	60...40	0,3
Тёплый	Ia (до 139)	23...25	22...26	60...40	0,1
	Iб (140-174)	22...24	21...25	60...40	0,1
	IIa (175-232)	20...22	19...23	60...40	0,2
	IIб (233-290)	19..21	18...22	60...40	0,2
	III(> 290)	18...20	17..21	60...40	0,3

При обеспечении оптимальных показателей микроклимата температура внутренних поверхностей, ограждающих рабочую зону конструкций (стен, пола, потолка), устройств (экранов, кожухов), а также температура наружных поверхностей технологического оборудования, его ограждающих устройств не должны выходить за пределы оптимальных величин температуры воздуха более чем на 2°C. Рабочие места при температуре внутренних поверхностей ограждающих конструкций ниже или выше оптимальных величин температуры воздуха должны быть удалены от них на расстояние не менее 1 м. Перепад температуры воздуха по высоте рабочей зоны при всех категориях работ допускается до 3°C.

Температура нагретых поверхностей технологического оборудования или его ограждающих конструкций не должна превышать 45°C.

В холодный период года необходимо защищать рабочие места от радиационного охлаждения от остеклённых поверхностей оконных проёмов, а в тёплый период – от

попадания прямых солнечных лучей. Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительного оборудования при обеспечении допустимых величин показателей микроклимата на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать  $35 \text{ Вт/м}^2$  (при облучении 50% и более поверхности тела),  $70 \text{ Вт/м}^2$  (при облучении от 25 до 50% поверхности тела) и  $100 \text{ Вт/м}^2$  (при облучении не более 25% поверхности тела). Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых источников (нагретый металл, стекло, полимер, открытое пламя) не должна превышать  $140 \text{ Вт/м}^2$  при облучении не более 25% поверхности тела при обязательном использовании средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты глаз и лица.

## **6.2 Обеспечение благоприятных климатических условий**

Статья 29 Федерального закона от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» предусматривает «...принятие конструктивных решений, обеспечивающих создание благоприятных санитарно-гигиенических условий в помещениях». Для предупреждения неблагоприятного воздействия на работающих холодного и тёплого воздуха, лучистой теплоты, влаги следует выполнить целый комплекс от технических и объёмно-планировочных до медицинских по индивидуальной защите.

Серьёзное внимание необходимо уделять рациональному режиму труда и отдыха. Работа в тяжёлых температурных условиях требует перерывов и подмен для отдыха и снятия перегрузок организма. Для этого устраивают специальные места отдыха, вблизи от основных рабочих мест и обеспеченные местной приточной вентиляцией. Для рабочих горячих цехов обеспечивается снабжение посоленной (0,5% поваренной соли) газированной водой из расчёта  $4...5 \text{ дм}^3$  на человека в смену, для чего устанавливают специальный водопровод или автоматы. Дополнительно устраивают фонтанчики с качественной питьевой водой с температурой  $8...20^\circ\text{C}$ . Расстояние от рабочих мест до питьевых установок должно быть не более 75 метров.

Средствами для обеспечения соответствующих метеорологических условий являются системы вентиляции, кондиционирования и отопления.

Вентиляция. Самым действенным и распространённым методом защиты воздуха рабочей зоны от загрязнений является вентиляция, представляющая собой комплекс процессов и устройств, обеспечивающих необходимый воздухообмен в производственных помещениях. Общее описание систем вентиляции приведено в гл.3.

Общеобменная вентиляция служит для поддержания в помещении на постоянном уровне температуры и влажности. В зависимости от тяжести труда выделение теплоты взрослыми людьми меняется. Параметры тепловыделения показаны в таблице 14.

Таблица 14 - Тепловыделения при разных условиях труда

Категория труда	Категория работ	Количество выделившейся теплоты, Вт, при температуре в помещении, °С			
		20	25	30	35
Покой	-	70,0	58,0	40,7	5,8
Лёгкая	I	75,6	64,0	40,7	6,5
Средней тяжести	II	81,4	70	40,7	8,5
Тяжёлая	III	104,7	93,0	53,3	11,6

Минимальное количество наружного воздуха, подаваемое в помещение при возможности естественного проветривания принимается равным 30 м<sup>3</sup>/чел.·ч, если удельный объём помещения, приходящийся на одного человека меньше 20 м<sup>3</sup>/ч, и принимается равным 20 м<sup>3</sup>/чел.·ч, если больше 20 м<sup>3</sup>.

Кратность воздухообмена, ч<sup>-1</sup>, определяется отношением фактического объёма поступающего в помещение воздуха к объёму этого помещения (29):

$$K = V_{\text{факт}} / V_{\text{пом}} \quad (29)$$

Рекомендуемые кратности воздухообмена приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Кратности воздухообмена для административных зданий

Помещения	K, ч <sup>-1</sup>
Рабочие комнаты и кабинеты площадью менее 35 м <sup>2</sup>	3,5
Рабочие комнаты и кабинеты площадью более 35 м <sup>2</sup>	По расчёту
Коференц-залы и залы совещаний	По расчёту
Приёмные при кабинетах	3,0
Медицинские пункты:	
Кабинет врача	2,0
Процедурная	4,0
Вестибюль	2,0

Местную приточную вентиляцию активно используют для создания требуемых параметров микроклимата в ограниченном объёме непосредственно на рабочем месте. Это организуется за счёт создания воздушных оазисов, воздушных завес и воздушных душей.

Воздушный оазис создаётся в отдельных зонах рабочих помещений с высокой температурой. Для этого рабочую площадку ограниченной площади закрывают лёгкими передвижными перегородками высотой 2 м и в это пространство подают холодный воздух со скоростью 0,2...0,4 м/с.

Воздушные завесы организуют для предупреждения проникновения в помещение наружного холодного воздуха путём подачи воздуха (с подогревом или без такового) с большой скоростью (10...15 м/с) через воздухораспределители с пола снизу вверх, или от стен сбоку и под некоторым углом навстречу холодному воздуху; происходит смешивание потоков и на расстоянии до 20 м от входа создаётся повышенное давление более тёплого воздуха.

Воздушные души устанавливают в горячих цехах на рабочих местах, находящихся под действием лучистого потока теплоты большой интенсивности (350 Вт/м<sup>2</sup> и более). Эффективность воздушных душей возрастает при охлаждении потока воздуха, направляемого на рабочее место или при подмешивании к нему мелко распылённой воды (водовоздушный душ). Существуют стационарные и передвижные воздушные души.

Стационарные воздушные души представляют собой общий воздуховод с приточными (душирующими) насадками, которые направляют струю воздуха на рабочие места. Забор воздуха осуществляется либо снаружи, либо с рециркуляцией (полной или частичной) воздуха помещения.

Передвижные воздушные души состоят из вентилятора, двигателя и различных приспособлений. Используется в них наружный воздух или воздух помещений.

Укрытия с отсосом характерны тем, что источник вредных выделений находится внутри них, в результате искусственно создаваемого разрежения вредные вещества не могут попасть в воздух помещения. Положительный результат такие укрытия имеют при очистке воздуха от пыли, так как общеобменная вентиляция в данном случае малоэффективна. Наиболее распространены защитно-обеспыливающие кожухи, которыми снабжаются шлифовальные, обдирочные, полировальные, заточные, деревообрабатывающие и другие станки. Для эффективной работы вентиляции еще на стадии проектирования должны быть выполнены следующие технические и санитарно-гигиенические нормативные требования:

1) система вентиляции должна обеспечивать требуемый метеорологический режим и чистоту воздуха по СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;

2) соотношение между количеством подаваемого (приточного) воздуха в рабочую зону и удаляемого из неё должно быть минимальным;

3) размещение вентиляционных систем должно выполняться таким образом, чтобы подача свежего воздуха осуществлялась в рабочую зону или в те части помещения, где количество вредных выделений минимально, а удаление – максимально;

4) система вентиляции должна быть проста по устройству, надёжна в эксплуатации, электро-, пожаро- и взрывобезопасна, не создавать шум, превышающий допустимые уровни.

Кондиционирование. При нём обеспечивается поддержание в рабочих помещениях определённых, заданных параметров воздушной среды – температуры и относительной влажности воздуха. Заданные параметры поддерживаются в течение всех периодов года зимой и летом. Обычно режим работы систем кондиционирования воздуха поддерживается автоматически с помощью специальной системы автоматического регулирования. Это очень важно в производствах, где небольшое количество пыли отрицательно влияет на качество изделий (в производстве радиодеталей, изделий из полупроводников, кинескопов и др.). В этих случаях система кондиционирования является технически необходимой и экономически оправданной.

Отопление. В производственных зданиях, сооружениях и помещениях любого назначения с постоянным или длительным пребыванием (более 2 часов) людей, в помещениях во время проведения основных и ремонтно-вспомогательных работ и в помещениях, где параметры определённого уровня температуры необходимо по технологическим условиям, необходимо предусматривать систему отопления для поддержания требуемой температуры внутреннего воздуха в холодный период года.

Система отопления компенсирует потери теплоты через ограждающие конструкции зданий и сооружений за счёт снижения температуры воздуха в помещениях в результате естественного испарения влаги с открытых водных поверхностей и идущие на нагревание поступающих снаружи воздуха (через ворота, двери, вентиляционные отверстия и другие проёмы и неплотности в ограждающих конструкциях), материалов, оборудования и транспорта.

Систему отопления, вид и параметры теплоносителя, типы нагревательных приборов необходимо предусматривать в соответствии с характером и назначением зданий и сооружений по СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха». В зависимости от вида теплоносителя системы

отопления бывают водяные, паровые, воздушные, газовые и электрические. В нашей стране более широко используются системы водяного и парового отопления, где в качестве теплоносителя используются горячая вода и водяной пар при температуре теплоносителя: воды – не более 150°C, пара – не более 130°C. Такая система не допускается в помещениях, где хранятся или применяется карбид кальция, калий, натрий, литий и другие вещества, способные при взаимодействии с водой загораться, взрываться или разлагаться с выделением взрывоопасных концентраций, а также в помещениях, в которых возможно выделение в воздух или осаждение на поверхности строительных конструкций и оборудования веществ, способных к самовоспламенению при прикосновении с горючими поверхностями нагревательных приборов и трубопроводов.

Поверхности нагревательных приборов во всех случаях не должны иметь температуру выше 150°C. Нагревательные приборы должны иметь гладкую поверхность, удобную для систематической очистки. Нагретые поверхности представляют опасность при наличии пыли органических соединений, например диэтилового эфира, целлулоида и других легко воспламеняющихся и разделяющихся веществ. Наиболее безопасным является воздушное отопление. По способу подачи и распределения воздуха система воздушного отопления может быть центральной и местной, в которой нагрев и подачу воздуха в определённое место помещения производят специальными отопительными агрегатами.

Для дыхания и самочувствия важное значение имеет аэроионный состав воздуха, показатели которого нормируются по СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений». Основными показателями этих норм являются минимально и максимально допустимые концентрации аэроионов (ион/см<sup>3</sup>) положительной  $\rho^+$  и отрицательной  $\rho^-$  полярностей. А также минимально и максимально допустимые значения коэффициента униполярности  $У$ , определяемого по формуле (30):

$$У = \rho^+ / \rho^- \quad (30)$$

Отклонения от нормируемых значений могут привести к неблагоприятным последствиям для здоровья человека. Появляющиеся отклонения могут быть устранены с помощью аэроионизаторов и деионизаторов. Аэроионизаторы воздуха используются для его обогащения в помещениях отрицательно заряженными аэроионами и очистки от атмосферных аэрозолей. Такой воздух по качеству приближается к природному горному воздуху и оказывает профилактическое и терапевтическое воздействие на организм человека, способствует быстрому

восстановлению сил в период отдыха, повышает работоспособность и благоприятные условия труда. В аэроионизаторах используется предложенный А.Л. Чижевским принцип генерации отрицательных аэроионов посредством электрического коронного разряда постоянного тока с острия коронирующего электрода. В процессе разряда с острия стекают свободные электроны и уносятся электрическим полем в окружающее пространство и, приликая к молекулам, создают отрицательно заряженные аэроионы. Данный принцип используется в наиболее широко известной «люстре Чижевского».

В деионизаторах происходит механизм лишения носителя своего заряда посредством присоединения аэроионов к аэрозолям или рекомбинации аэроионов различной полярности друг с другом, или осаждения аэроионов на предметах или материалах, генерирующих (способных накапливать) электрический заряд. Поэтому оргтехника, видеодисплейные терминалы, воздуховоды, воздушные фильтры, системы кондиционирования воздуха способствуют деионизации воздуха.

Средства индивидуальной защиты. Практически не всегда удаётся за счёт технических и объёмно-планировочных решений полностью устранить выделение вредных веществ и ограничить их распространение в рабочих зонах до величин, не превышающих предельно допустимых. В этих случаях необходимо использовать СИЗ. Защита тела человека осуществляется использованием спецодежды, спецобуви, средств защиты органов дыхания, глаз, рукавиц и головных уборов. Для защиты от тепловых воздействий используют спецодежду из сукна, брезента, льняных тканей, при наличии опасности воздействия пламени и искр – из металлизированной или стеклянной ткани с огнестойкой пропиткой. Для защиты головы от перегревов используют шляпы из войлока с широкими полями, фетра, грубошерстного сукна; от кислот, щелочей и органических растворителей – наголовники, капюшоны, маски. От светового излучения глаза защищают очками со светофильтрами. При работе у металлургических печей с рабочей температурой до 1800°С в качестве светофильтров используют стёкла СС4, СС11; у прокатных станов и в кузнечных цехах – стёкла СС14; при газовой сварке – тёмные стёкла ТС2; при электросварке – ТС3.

### **6.3 Производственное освещение**

Производственное освещение является неотъемлемой частью условий трудовой деятельности человека. Большое значение для здоровья человека и правильной организации труда имеет рациональное освещение. Под влиянием светового излучения у человека ускоряются процессы высшей нервной деятельности, повышается активность и деятельность дыхательных органов. Недостаток света вызывает

напряжение глаз, затрудняет различение предметов, замедляет темп работы. Благоприятные световые условия благоприятно влияют на работоспособность и активность человека и на качество выполняемой работы.

### **6.3.1 Воздействие световых излучений на организм и трудоспособность работающих**

Из всего многообразия электромагнитных колебаний человеческий глаз реагирует лишь на колебания с длинами волн от 380 до 760 мкм, воспринимая их как свет. Видимая часть спектра воспринимается глазом человека как белый свет. Отдельные узкие участки этой части спектра различаются длиной волны и вызывают соответствующие ей ощущения различных цветов. При естественном освещении наибольшая чувствительность соответствует излучению с длиной волны 555 мкм (жёлтый свет); ночью или в сумерках максимум равен примерно 500 мкм (зелёно-голубой свет). Относительная чувствительность глаза к излучению крайних участков видимой части спектра (фиолетовой и красной) значительно меньше. Значит, при излучениях различной спектральной характеристики для создания видимости, эквивалентной жёлто-зелёной части спектра, потребуется значительное увеличение светового потока.

Исследованиями установлено, что 80 % всей информации человек получает через органы зрения. Следовательно, создание нормальных условий освещения является важным фактором, обеспечивающим безопасность труда в процессе производства. Степень усталости глаз зависит от степени напряжения процессов, сопровождающих зрительное восприятие предметов. К ним относятся:

1) аккомодация – способность глаз приспособливаться к ясному видению предметов, находящихся на различном расстоянии при помощи изменения кривизны хрусталика;

2) конвергенция – способность глаз при рассмотрении близких предметов принимать положение, при котором зрительные лучи пересекаются на фиксированном предмете. Ближайшая точка конвергенции 100-110 мм;

3) адаптация – изменение чувствительности глаза в зависимости от воздействия на него раздражителей. Она резко меняется в зависимости от изменения уровня освещенности и поэтому частая переадаптация приводит к утомлению зрения, всего организма, в результате чего притупляется реакция человека на внешние раздражители, что ведёт к несчастным случаям.

### 6.3.2 Основные светотехнические характеристики

Освещение на рабочих местах характеризуется количественными и качественными показателями. Количественные показатели характеризуются основными светотехническими величинами, к которым относятся световой поток, сила света, освещённость и яркость.

Качественными показателями освещённости являются: коэффициент пульсации светового потока, показатель ослеплённости, спектральный состав света.

Световой поток ( $F$ ) – мощность световой энергии, оцениваемая глазом по произведённому ею световому ощущению. Измеряется в люменах.

Сила света ( $I$ ) – пространственная плотность светового потока, отнесённая к единице телесного угла и измеряется в канделах (кд) (31):

$$I = F/\omega, \quad (31)$$

где  $F$  – световой поток, лм;  $\omega$  – телесный угол, ср.

Телесный угол ( $\omega$ ) – часть пространства, ограниченная конусом с вершиной в центре сферы и опирающимся на её поверхность. Телесный угол определяется отношением площади ( $S$ ), которую конус вырезает на поверхности сферы, к квадрату радиуса ( $r$ ) этой сферы и измеряется в стерadianах (ср).

Освещённость ( $E$ ) – поверхностная плотность светового потока, определяется по формуле и измеряется в люксах (лк) (32):

$$E = F/S, \quad (32)$$

где  $F$  – световой поток, падающий на элемент поверхности, лм;

$S$  – площадь элемента поверхности, м<sup>2</sup>.

Яркость ( $B$ ) – светотехническая величина, воспринимаемая непосредственно глазом и измеряется в кд/м<sup>2</sup> (33):

$$B = I / S \cos \alpha, \quad (33)$$

где  $I$  – сила света, кд;

$S$  – площадь излучаемой поверхности, м<sup>2</sup>;

$\alpha$  – угол между направлением излучения и плоскостью поверхности, °.

При обычных условиях яркость составляет 30 000 кд/м<sup>2</sup> и является слепящей. Гигиенически приемлемой считается яркость до 5 000 кд/м<sup>2</sup>.

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на котором он рассматривается.

Фон считается:

- 1) светлым – при коэффициенте отражения поверхности более 0,4;
- 2) средним – при коэффициенте отражения поверхности от 0,2 до 0,4;
- 3) тёмным – при коэффициенте отражения поверхности менее 0,2.

Коэффициент отражения поверхности определяется отношением отражаемого от поверхности светового потока ( $\Phi_{отр}$ ) к падающему на неё световому потоку ( $\Phi_{пад}$ ).

Контраст объекта различения с фоном  $K$  определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона (34):

$$K = |B_0 - B_{\phi}| / B_{\phi}, \quad (34)$$

где  $B_0$  – яркость объекта различения, кд/м<sup>2</sup>;

$B_{\phi}$  – яркость фона, кд/м<sup>2</sup>.

Контраст объекта различения с фоном считается большим при  $K > 0,5$  (объект и фон резко различаются по яркости); средним – при  $K = 0,2 \dots 0,5$  (объект и фон заметно различаются по яркости); малым – при  $K < 0,2$  (объект и фон мало различаются по яркости).

Коэффициент пульсации освещённости  $K_{п}$ , % - критерий оценки относительной глубины колебаний освещённости в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током и определяется по формуле (35):

$$K_{п} = E_{\max} - E_{\min} / 2E_{\text{ср}}, \quad (35)$$

где  $E_{\max}$  и  $E_{\min}$  – максимальное и минимальное значения освещённости за период её колебания, лк;  $E_{\text{ср}}$  – среднее значение освещённости за тот же период, лк.

Показатель дискомфорта  $M$  – критерий оценки дискомфортной блёскости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения, выражающейся формулой (36):

$$M = B_c \omega^{0,5} / \varphi_0 B_{\text{ад}}^{0,5}, \quad (36)$$

где  $B_c$  – яркость блёского источника, кд/м<sup>2</sup>;

$\omega$  – угловой размер блёского источника, стер;

$\varphi_0$  – индекс позиции блёского источника относительно линии зрения;

$V_{ад}$  – яркость адаптации, кд/м<sup>2</sup>.

При проектировании показатель дискомфорта рассчитывается инженерным методом.

### 6.3.3 Требования к производственному освещению

Согласно Федеральному закону от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» в помещениях надземных этажей зданий и сооружений с постоянным пребыванием людей должно предусматриваться естественное или совмещённое, а также искусственное освещение, в подземных этажах – искусственное освещение, достаточное для предотвращения угрозы причинения вреда здоровью людей. В помещениях надземных этажей, где по условиям технологического процесса исключена возможность устройства естественного освещения, должно быть обеспечено достаточное искусственное освещение. Во всех случаях освещение должно отвечать ряду требований.

1 Основное требование – освещённость на рабочем месте должна соответствовать гигиеническим нормативам. От уровня освещённости зависит устойчивость ясного видения, которая сильно возрастает при увеличении освещённости до 130-150 лк. Повышается и скорость различения, особенно при увеличении освещённости до 400-500 лк.

2 Рациональное направление световых потоков. Равномерность освещения рабочих поверхностей и помещения в целом достигается таким размещением светильников, при котором на рабочих поверхностях должны отсутствовать резкие тени, так как наличие их создаёт неравномерное распределение яркости, искажает форму и размеры объектов, вызывает утомление зрения, а наличие подвижных теней способствует получению травм. Нежелательно и полностью рассеянное, бестеневое освещение, так как при этом затрудняется различение рельефных деталей.

3 Яркость на рабочей поверхности и в пределах окружающего пространства должна распределяться по возможности равномерно, так как при переводе взгляда с ярко освещённой на слабо освещённую поверхность и наоборот глаз должен адаптироваться, что вызывает его утомление. При переходе в плохо освещённое помещение процесс адаптации длится 50...60 мин, а при переходе в хорошо освещённое помещение – 8...10 минут. Равномерному распределению яркости способствует светлая окраска потолка, стен, оборудования.

4 Ограничение прямой и отражённой блёскости. Прямая блёскость создается поверхностями источников света, её уменьшение осуществляется снижением яркости источников света, соответствующим выбором запретного угла светильника и увеличением высоты подвеса светильников, использованием светильников отражённого или рассеянного света. Ослабление отражённой блёскости достигается подбором направления светового потока и заменой блестящих поверхностей матовыми.

5 Освещение должно обеспечивать необходимый спектральный состав света для правильной цветопередачи. Правильную цветопередачу обеспечивает естественное освещение и искусственные источники света со спектральной характеристикой, близкой к естественному освещению.

Кроме того, к искусственному освещению предъявляются ряд дополнительных требований:

- 1) постоянство освещённости во времени, для чего ограничивают частоту изменения напряжения в сети рабочего освещения, используют светильники с жёсткой подвеской для уменьшения их раскачивания;
- 2) надёжность, бесперебойность и длительность работы светильников в данных условиях среды;
- 3) пожарная и электрическая безопасность осветительных устройств;
- 4) удобство управления осветительной установкой;
- 5) экономичность сооружения и эксплуатации установки.

СНиП 23-05-95 устанавливает требования к освещению помещений промышленных предприятий отдельно для искусственного, естественного и совмещённого освещения.

Разряды зрительной работы варьируются от I – работы наивысшей точности до VIII – работы общего наблюдения за ходом производственного процесса показаны в таблице 16.

Таблица 16 - Разряды зрительной работы

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы
Наивысшей точности	Менее 0,15	I
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III
Средней точности	От 0,5 до 1,0	IV
Малой точности	От 1 до 5	V
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI

Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII
Общее наблюдение за ходом производственного процесса	-	VIII

Примечание. Объект различия – рассматриваемый объект, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

Подразряды зрительной работы для разрядов I - V зависят от сочетания контраста объекта с фоном и характеристик фона (табл. 17), для разряда VIII – от характера работы (табл. 6.6) и не регламентирована для разрядов VI и VII.

Наивысший уровень освещенности для работ разряда Ia составляет 5000 лк при системе комбинированного освещения, в том числе 500 лк от общего освещения. Применение только общего освещения в данном случае не допускается.

Таблица 17 - Подразряды зрительных работ разрядов I - V

Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона
А	Малый	Тёмный
Б	Малый Средний	Средний Тёмный
В	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный
Г	Средний Большой «	Светлый « Средний

Для работ разряда Va нормы освещённости составляют 400 лк при комбинированном освещении, в том числе 200 лк от общего освещения и 300 лк при использовании только общего освещения.

При проектировании естественного, искусственного и совмещённого освещения в обязательном порядке необходимо учитывать снижение уровня освещённости в процессе эксплуатации при загрязнении и старении светопрозрачных заполнений в световых проёмах, источников света (ламп) и светильников, снижение отражающих свойств поверхностей помещения. Для этого СНиП 23-05-95 нормирует коэффициент запаса, величина которого зависит от типа помещений и территорий и колеблется в пределах от 1,2 до 2 (таблица 18).

Таблица 18 - Подразряды зрительных работ VIII разряда

Подразряд зрительной работы	Характер работы – общее наблюдение за ходом производственного процесса
а	Постоянное
б	Периодическое при постоянном пребывании людей в помещении
в	Периодическое при периодическом пребывании людей в помещении
г	Общее наблюдение за инженерными коммуникациями

### 6.3.4 Естественное освещение

Естественное освещение применяется в помещениях с постоянным пребыванием людей и осуществляется за счёт отражения света небосвода через световые проёмы в конструкции здания. Освещённость естественного света изменяется в широких пределах в зависимости от времени дня, сезона года, метеорологических условий (облачность, осадки) и географического расположения местности.

Базовым показателем нормирования, установленным СНиП 23-05-95, является коэффициент естественной освещённости (КЕО,  $e_n$ ), определяемый отношением естественной освещённости  $E_v$ , создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба к одновременному значению наружной горизонтальной освещённости  $E_n$ , создаваемой светом полностью открытого небосвода в процентах (37):

$$КЕО = E_v / E_n \cdot 100\%. \quad (37)$$

Для естественного и совмещённого освещения СНиП 23-05-95 устанавливает нормативы КЕО при верхнем или комбинированном и боковом освещении. В зависимости от разряда и подразряда зрительной работы КЕО изменяется в различных случаях от 0,1 (разряд VIII) до 6% (разряд I). Естественная освещённость в зданиях создаётся за счёт световых проёмов (окон) и световых проёмов в покрытии и фонарей на кровле. Естественное освещение подразделяется на боковое (через световые проёмы в наружных стенах), верхнее (через фонари, световые проёмы в стенах в местах перепадов высот смежных зданий) и совмещённым или комбинированным. Нормативная недостаточность естественного освещения дополняется искусственным. При боковом естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и

условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удалённой от стены, наиболее удалённой от световых проёмов, а при двустороннем боковом освещении – в точке посередине помещения.

В крупногабаритных производственных помещениях при боковом освещении минимальное значение КЕО нормируется в точке, удалённой от световых проёмов на полторы высоты помещения для работ I-IV разрядов; на две высоты для V-VII разрядов; на три высоты для VIII разряда. При верхнем или комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности или пола. Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн. Допускается деление помещения на зоны с боковым освещением и зоны с верхним освещением; нормирование и расчёт естественного освещения в каждой зоне производятся независимо друг от друга. В производственных помещениях со зрительной работой I-III разрядов следует устраивать совмещённое освещение. Допускается применение верхнего естественного освещения в крупнопролётных сборочных цехах, где выполняются работы в значительной части объёма помещения на разных уровнях от пола и на различно ориентированных в пространстве рабочих поверхностях. Нормирование значения КЕО для разрядов I, II, III принимаются соответственно 10, 7, 5 %.

Нормативные значения КЕО ( $e_N$ ) принимаются по СП 52.13330-2011 и определяется по формуле (38):

$$e_N = e_n m_N, \quad (38)$$

где  $N$  – номер группы обеспеченности естественным светом (группы административных районов по ресурсам светового климата – 1-5);

$e_n$  – нормируемое значение КЕО;

$m_N$  – коэффициент светового климата определяется по СНиП.

Расчёт естественного освещения. Расчёт естественного освещения производится без учёта мебели, оборудования и других затеняющих предметов. Установленные расчётом размеры световых проёмов допускается изменять на  $\pm 10\%$ .

Неравномерность естественного освещения производственных и общественных зданий с верхним или комбинированным естественным освещением не должна превышать 3:1. Расчётное значение КЕО при верхнем и комбинированном естественном освещении в любой точке на линии пересечения условной рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза помещения должно быть

не менее нормированного значения КЕО при боковом освещении для работ соответствующих разрядов. Неравномерность естественного освещения не нормируется для помещений с боковым освещением для производственных помещений, в которых выполняются работы VII и VIII разрядов, при верхнем и боковом освещении для вспомогательных помещений и помещений общественных зданий, где выполняются работы разрядов Г, Д.

Значение КЕО  $e_p$ , полученное расчётным путём при проектировании естественного или совмещённого освещения помещений, выражается в процентах и определяется следующим порядком:

а) при боковом освещении (39)

$$e_p^{\text{б}} = (E_n \beta_0 + E_{\text{зд}} \delta \gamma^k) \tau_0 / \tau_0 \quad (39)$$

б) при верхнем освещении (40)

$$e_p^{\text{в}} = (E_n^{\text{в}} + E_{\text{отр}}^{\text{в}}) \tau_0 / \tau_0 \quad (40)$$

в) при комбинированном (верхнем и боковом) освещении (41)

$$e_p = e_p^{\text{б}} + e_p^{\text{в}} \quad (41)$$

где  $E_n^{\text{б}}$  – значение КЕО в расчётных точках при боковом освещении, создаваемое прямым светом участков неба, видимых через световые проёмы;

$\beta_0$  – коэффициент ориентации световых проёмов, учитывающий ресурсы естественного света по кругу горизонта;

$E_{\text{зд}}$  – геометрический КЕО участка фасада противостоящего здания, видимого из расчётной точки через световой проём;

$\delta_{\text{ф}}$  – средняя относительная яркость фасадов противостоящих зданий;

$\gamma_3$  – коэффициент ориентации фасада здания, учитывающий зависимость его яркости от ориентации по сторонам горизонта;

$k_{\text{зд}}$  – коэффициент, учитывающий изменение внутренней отражённой составляющей КЕО в помещении при наличии противостоящих зданий;

$r_0$  – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отражённому от поверхностей помещения и подстилающего слоя при открытом горизонте (отсутствии противостоящих зданий);

$\tau_0, k_3$  – соответственно общий коэффициент светопропускания и коэффициент запаса заполнения светового проёма;

$E_n^B$  – значение КЕО в расчётных точках при верхнем освещении, создаваемом прямым светом неба;

$E_{отр}^B$  – значение КЕО в расчётных точках при верхнем освещении, создаваемом светом, отражённым от внутренних поверхностей помещения;

$e_p^k$  – суммарное значение КЕО в расчётных точках при боковом и верхнем освещении.

### **6.3.5 Совмещённое освещение**

Совмещённое освещение помещений производственных зданий предусматривается тогда, когда недостаточное естественное освещение дополняется искусственным, и применяется в следующих случаях:

- 1) в помещениях, где выполняются зрительные работы 1-3-го разрядов;
- 2) в производственных или других помещениях, когда по технологическим условиям организации производства требуются такие объёмно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормированные значения КЕО (многоэтажные здания большой ширины, многопролётные здания и др.);
- 3) в соответствии с нормативными документами по проектированию зданий отдельных отраслей промышленности.

Общее искусственное освещение должно обеспечиваться разрядными источниками света. Освещённость от системы общего искусственного освещения должна составлять не менее 200 лк при разрядных лампах и 100 лк – при лампах накаливания.

### **6.3.6 Искусственное освещение**

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, охранное, аварийное и дежурное. Рабочее освещение предусматривается для всех помещений, зданий и участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта.

Рабочее освещение различают двух систем: общее и комбинированное. В комбинированном освещении на долю общего должно приходиться 10% освещённости при тех источниках света, которые применяются для местного освещения, но не менее 200 лк при разрядных лампах и 75 лк – при лампах накаливания. Создание общего

освещения в системе комбинированного более 500 лк при разрядных и 150 лк при лампах накаливания допускается только при наличии обоснования. Местное освещение используется в дополнение к общему для концентрации светового потока непосредственно на рабочих местах. Светильники местного освещения должны иметь не просвечиваемые отражатели.

Для общего освещения следует применять разрядные лампы независимо от типа источника местного освещения.

Аварийное освещение подразделяется на освещение безопасности и эвакуационное. Освещение безопасности применяется в случае отключения рабочего освещения, влекущего нарушения обслуживания оборудования и механизмов, которые могут вызвать пожар, взрыв или отравление людей:

- 1) при длительном нарушении технологического процесса;
- 2) в помещениях, где недопустимо прекращение работы таких объектов, как электростанции, связь, водоснабжение, теплофикация, и в которых недопустимо прекращение работ;
- 3) при нарушении режима детских помещений.

Освещение безопасности питается от независимого источника и составляет не менее 5% от общего освещения, но не менее 2 лк внутри здания и 1 лк – на территории предприятия.

Эвакуационное освещение применяется на путях эвакуации людей в помещениях или на местах производства работ вне здания при аварийном отключении рабочего освещения. Оно применяется в помещениях или в местах производства работ вне зданий в следующих случаях:

- в местах, опасных для прохода людей; в проходах и на лестничных клетках при эвакуации более 50 человек;
- в основных проходах, где работают более 50 человек;
- в производственных помещениях, где отсутствие рабочего освещения может привести к травматизму;
- в производственных помещениях без естественного освещения.

Освещение безопасности должно создавать на рабочих поверхностях в производственных помещениях и на территории наименьшую освещённость в размере 5% общего рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри здания и 1 лк – на территории предприятия.

Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещённость на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц: в помещениях – 0,5 лк, на открытых территориях – 0,2 лк. Светильники освещения безопасности могут

использоваться для эвакуационного освещения. Для аварийного освещения применяются лампы накаливания или люминесцентные лампы при температуре воздуха не менее + 5°С и напряжением не менее 90% от номинального. Лампы высокого давления ДРЛ и ДРИ могут применяться при условии мгновенного или быстрого повторного зажигания как в холодном, так и в горячем состоянии.

Охранное освещение применяется при отсутствии специальных технических средств охраны для освещения границ территории в ночное время. Источники света могут быть любые.

Дежурное освещение предусматривается внутри помещений вне рабочего времени. В качестве источников света могут быть использованы часть светильников рабочего или аварийного освещения.

Для освещения помещений следует использовать наиболее экономичные разрядные лампы. Для местного освещения кроме разрядных источников света следует использовать лампы накаливания, в том числе галогенные. Применение ксеноновых ламп внутри помещений не допускается.

Разрядные лампы – лампы, в которых свет возникает в результате электрического разряда в газе, парах металлов или в смеси газа с парами. К ним относятся люминесцентные, газоразрядные (неоновые, ксеноновые, гелиевые), дуговые (ДРЛ, ртутные дуговые высокого давления с исправленной цветностью), металлогалогенные (МГЛ), паросветные (ртутные, натриевые), обладающие рядом преимуществ по сравнению с лампами накаливания. Они характеризуются большой световой отдачей, составляющей 35...95 лм/Вт, что в 4-5 раз выше, чем у ламп накаливания; большим сроком службы – соответственно 8 000...24 000 и 1 000 ч; возможностью получения светового потока в любой части спектра.

Широкое распространение получили люминесцентные лампы для создания благоприятных условий зрительной работы (при выполнении точных работ, в учебных помещениях) в помещениях с недостаточным естественным освещением, где пребывают постоянно люди и при работах с различением цветовых оттенков. Но их работа зависит от температуры внешней среды и её влажности. Оптимальная температура должна составлять 18...25°С, относительная влажность – не более 70 %. Серийно выпускается несколько типов люминесцентных ламп с разным спектральным составом светового потока: люминесцентные лампы естественного света (ЛЕ). Естественного света с улучшенной цветопередачей (ЛЕЦ), холодно-естественного света (ЛХЕ). С внутренним отражающим слоем (ЛБР), компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). Лампы дневного света (ЛД) и дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ) имеют голубоватый цвет свечения и по спектру приближаются к дневному свету. Спектр других типов ламп отличается от спектра дневного света:

лампы белого света (ЛБ) имеют желтоватый оттенок, тепло-белого света (ЛТБ) – розовый оттенок, а лампы холодно-белого света (ЛХБ) занимают промежуточное положение между лампами ЛБ и ЛД. Перспективными являются металлогалогенные лампы (МГЛ) типа ДРИ (металлогалогенные лампы высокого давления с излучающими добавками), характеризующиеся высокой световой отдачей и хорошим спектральным составом. Ртутные дуговые лампы высокого давления (ДРЛ) с исправленной цветностью, в спектре которых преобладают синие-зелёные лучи, запрещается использовать в случаях необходимости различия лиц людей или окрашенных поверхностей. Эти лампы используются в горячих цехах в связи с возможностью их работы при любой температуре окружающей среды. Недостатками газоразрядных ламп является усложнение конструкции светильника из-за невозможности непосредственного его включения в сеть и необходимости установки специальных пусковых устройств, большой период разгорания (10-15 мин) и пульсация светового потока при работе на переменном токе. Наиболее вредное влияние оказывает пульсация, способствующая образованию стробоскопического эффекта, то есть искажению зрительного восприятия вращающихся,двигающихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете, возникающем при совпадении кратности частотных характеристик движения объектов и изменения светового потока во времени. При невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения разрядных источников света допускается использование ламп накаливания.

Порядок обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств и особенно ртутьсодержащих ламп определён «Правилами обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп». Это связано с тем, что ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде.

Лампы накаливания применяются в помещениях, где производят относительно грубые работы при нормируемой освещённости до 75 лк и для местного освещения. В спектре ламп накаливания видимые лучи преобладают в жёлтой и красной части спектра при их недостатке в синей и фиолетовой частях по сравнению с дневным светом. Это вызывает искажение цветопередачи и не позволяет использовать лампы накаливания для освещения работ, при которых требуется правильное различение цветов и оттенков цвета. Лампы накаливания производятся различной мощности от 15 до 1500 Вт и напряжения (12, 36, 127, 220 В) и различных типов.

В условных обозначениях типов ламп накаливания общего назначения буквы означают: В – вакуумная; Г – газонаполненная моноспиральная (аргоновая); Б –

биспиральная аргоновая; БК – биспиральная криптоновая; П – для подсобных помещений. Для ламп со светорассеивающими колбами добавляются буквы, означающие: МТ – матированная; МЛ – молочная; О – опаловая.

Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации с 1 января 2011 г. не допускает к обороту лампы накаливания определённых мощностей и в определённые периоды. Практика уже показала, что этот закон на сегодняшний день не работает и в магазине можно купить лампу накаливания любой мощности. Наряду с недостатками лампы накаливания по сравнению с другими видами имеют преимущества, выражающиеся в их инерционности, компактности, возможности включения в сеть без дополнительных устройств, независимости от окружающей среды и температуры, возможности работы при постоянном и переменном токе. Данная лампа может использоваться как дополнительный источник обогрева и этот эффект используется в некоторых технологических установках и даже в жилых помещениях в районах Крайнего Севера, Урала, Сибири и Дальнего Востока.

Энергосберегающие лампы состоят из колбы, наполненной парами ртути и аргоном и пускорегулирующего устройства (стартера). На внутреннюю поверхность колбы наносится специальное вещество – люминофор. При включении лампы пары ртути, содержащиеся в колбе, под действием электромагнитного излучения начинают создавать ультрафиолетовое излучение, а оно, проходя через люминофор, нанесённый на поверхность колбы, преобразуется в видимый свет. Люминофор может иметь различные оттенки и создавать разные цвета светового потока. Диаметр цоколя у таких ламп составляет 14 и 27 мм. Достоинства энергосберегающих ламп:

1 Экономия электроэнергии, высокий КПД, световая отдача в 5 раз больше, чем у лампы накаливания.

2 Долгий срок службы, в 5-15 раз дольше по сравнению с лампами накаливания.

3 Низкая теплоотдача. Практически вся затраченная электроэнергия преобразуется в тепловой поток, выделяют мало теплоты.

4 Большая светоотдача. Лампа светится по всей своей площади, благодаря чему свет получается мягкий и равномерный, приятен для глаз и лучше распространяется по помещению.

5 Возможность выбора желаемого цвета (мягкий белый свет, холодный белый, дневной и т.д.)

Недостатки энергосберегающих ламп:

1 высокая стоимость;

- 2 длительность разогрева до 1,5 – 2 минут;
- 3 ограниченный температурный диапазон, большинство из них не предназначены для эксплуатации их при температуре ниже - 15°C;
- 4 жёсткие требования к напряжению в сети, при снижении напряжения в питающей сети более 10% они не зажигаются;
- 5 особые экологические требования к утилизации.

Светодиодные лампы – лампы на основе большого количества светодиодов. В лампу встроены понижающий трансформатор для нормальной работы светодиодов. Светодиод, светоизлучающий диод – полупроводниковый прибор, излучающий некогерентный свет при пропускании через него электрического тока. Преимущества светодиодных ламп: длительный срок эксплуатации (более 50 000 ч), малое энергопотребление (8% от ламп накаливания и в три раза ниже, чем у люминесцентных ламп), разнообразие цветов, направленность излучения, низкое рабочее напряжение, высокий ресурс прочности, не чувствителен к низким температурам, отсутствие вредных для здоровья веществ. Недостатками являются: высокая стоимость, чувствительность к высоким температурам.

Назначение осветительной арматуры состоит в рациональном перераспределении светового потока лампы, защите глаз от чрезмерной яркости, в защите колбы от механических повреждений и загрязнения, в креплении лампы и подведении к ней электрического тока.

В пожаровзрывоопасных и в помещениях с агрессивной химической средой к осветительной арматуре предъявляются особые требования (взрывобезопасности, пожаробезопасности, стойкости к агрессивным средам и др.). Применение открытых ламп недопустимо в силу отрицательного действия на зрение и неоправданных потерь электрической энергии. Открытая лампа излучает световой поток по всем направлениям, но используется только та часть потока, которая непосредственно падает на рабочую поверхность. Для освещения рабочих мест используют следующие схемы: прямой, рассеянный и отражённый свет.

Прямой свет – лучи света (90-100 % светового потока) падают непосредственно на рабочее место, для чего применяют электрическую лампу с непрозрачными рефлекторами сверху. Недостатки метода – яркостные контрасты, тени, блёскость.

Рассеянный свет – электрическую лампу помещают в полупрозрачный рефлектор и свет рассеивается во все стороны. Недостатки – появление теней, блёскости.

Отражённый свет – большинство лучей попадает на рабочее место в результате отражения от потолка и стен помещения.

При выборе типа светильника необходимо учитывать целесообразное светораспределение: светильники прямого (П), преимущественно прямого (Н),

рассеянного (Р), преимущественно отражённого (В) и отражённого света (О), а также требования по конструктивному исполнению: открытые, защищённые, уплотнённые, влагозащищённые, пылезащищённые, пыленепроницаемые, повышенной надёжности против взрыва, взрывонепроницаемые.

Освещение безопасности следует предусматривать, если отключение рабочего освещения может вызвать взрыв, пожар, отравление людей, длительное нарушение технологического процесса, нарушение работы электростанции, насосных установок водоснабжения и канализации, установок вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работ и других важных объектов.

Отношение максимальной освещённости к минимальной не должна превышать для работ I - III разрядов при люминесцентных лампах 1,3, при других источниках света – 1,5; для работ разрядов IV – VII – 1,5 и 2,0 соответственно. Неравномерность освещённости допускается повышать до 3,0 в случаях, когда по условиям технологии светильники общего освещения могут устанавливаться только на площадках, колоннах или стенах помещения. В производственных помещениях освещённость проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25% нормируемой освещённости, создаваемой светильниками общего освещения, но не менее 75 лк при разрядных лампах и не менее 30 лк при лампах накаливания.

Коэффициент пульсации освещённости на рабочих поверхностях при питании источников света током частотой менее 300 Гц не должен превышать нормативных значений. При этом коэффициент пульсации не ограничивается:

- 1) при частоте питания 300 Гц и более;
- 2) для помещений с периодическим пребыванием людей при отсутствии в них условий для возникновения стробоскопического эффекта;

ограничение коэффициента пульсации освещённости ( $K_{п}$ ) достигается:

- 1) включение ламп по схемам, обеспечивающим питание части ламп в светильнике отстающим током, части ламп – опережающим током (для люминесцентных ламп);
- 2) поочередным присоединением соседних светильников в ряду (реже – соседних рядов) к разным фазам сети;
- 3) установкой в одной точке двух или трёх светильников разных фаз (лампы типов ДРЛ и ДРИ);
- 4) питанием различных ламп в многоламповых люминесцентных светильниках от разных фаз.

Освещение безопасности должно создавать наименьшую освещённость в размере 5% освещённости, нормируемой для рабочего освещения от общего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территорий предприятий.

Для охранного освещения могут использоваться любые источники света, за исключением случаев, когда охранное освещение нормально не горит и автоматически включается от действия охранной сигнализации или других технических средств. В таких случаях должны применяться лампы накаливания.

Расчёт искусственного освещения определяет решение следующих задач: выбор типа источника света, системы освещения и светильника. Проведение светотехнических расчётов, распределение светильников и определение потребляемой системой освещения мощности.

В основе расчёта общего равномерного рабочего освещения используют метод коэффициента использования светового потока по формуле (42):

$$F = ESK_3Z/N\eta \quad (42)$$

где  $F$  – световой поток лампы, лм;

$E$  – нормируемая освещённость, лм;

$S$  – площадь освещения, м<sup>2</sup>;

$K_3$  – коэффициент запаса;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения (принимается 1,1...1,2);

$N$  – количество светильников, шт;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Если для освещения используются лампы накаливания и ДРЛ, то предварительно необходимо наметить количество светильников и их размещение по площади потока. Для равномерного освещения светильники рекомендуется располагать в шахматном порядке с учётом отношения расстояния между центрами светильников ( $Z$ ) к высоте их подвеса над рабочей поверхностью ( $H_p$ ). Расстояние от крайних светильников до стены зависит от расположения рабочих мест и принимается равным до 0,5  $L$ .

Коэффициент использования светового потока  $\eta$  подбирается по таблице с учётом коэффициента отражения потолка  $\rho_n$  и стен  $\rho_c$  и индекса помещения  $i$ , определяемого по формуле (43):

$$I = AB / H_p(A+B), \quad (43)$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения, м;

$H_p$  – высота подвеса светильников, м.

Все необходимые данные для расчёта приведены в СНиП 23-05-95 и СП 52.13330-2011. По полученному в результате расчёта световому потоку выбирается ближайшая стандартная лампа накаливания по ГОСТ 2239-79 «Лампы накаливания общего назначения. Технические условия». Отклонение светового потока допускается не более чем на 20 %. При невозможности выбора лампы с таким приближением корректируется количество светильников. При расчёте общего освещения люминесцентными лампами сначала выбирают тип лампы и затем по ГОСТ 6825-91 «Лампы люминесцентные трубчатые для общего освещения» определяют световой поток, мощность и длину и потом определяют количество светильников по формуле (44):

$$N = ESK_3Z/F\eta n, \quad (44)$$

где  $n$  – количество ламп в одном помещении.

Светильники с люминесцентными лампами следует распределять рядами. Зная количество светильников, рядов и длину лампы, легко подсчитать длину светильников одного ряда. Если полученная длина близка к длине помещения, то ряд получится сплошным, если меньше длины помещения – с разрывами, а если больше – увеличивают число рядов или каждый ряд делают из сдвоенных или строенных светильников.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Что такое терморегуляция человека?
- 2 В чём отличие оптимальных условий труда от допустимых?
- 3 Каковы нормируемые параметры микроклимата и факторы, влияющие на их величину?
- 4 Что такое местная вентиляция и какие факторы влияют на её выбор?
- 5 Какие СИЗ применяются для защиты от неблагоприятного воздействия микроклимата?
- 6 Перечислите основные характеристики светового излучения.
- 7 Каковы нормируемые параметры освещения и факторы, влияющие на их величину?
- 8 В чём отличие совмещённого освещения от комбинированного?
- 9 Источники искусственного освещения.

## **7 Психофизиологические и эргономические основы безопасности**

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) смертность от несчастных случаев занимает третье место после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. От несчастных случаев преимущественно гибнут трудоспособное население молодого и среднего возраста. В двух несчастных случаях из трёх главным виновником является не технологический процесс, не техника, а сам человек, который не соблюдал правила техники безопасности, нарушал нормальное течение трудового процесса, не использовал средства индивидуальной защиты.

Характер и организация трудовой деятельности оказывает существенное влияние на состояние человека. Обстоятельства, способствующие возникновению несчастных случаев и аварий, происходят по следующим причинам:

- 1) с развитием техники опасность растёт быстрее, чем противодействие ей;
- 2) растёт цена ошибки;
- 3) происходит привыкание человека к опасности;
- 4) постепенно происходит не только адаптация к опасности, но и появляется привычка к нарушениям правил.

На уровне совершенствования техники, повышения её надёжности и безопасности роль человеческого фактора становится всё более заметной.

Человеческий фактор – это психофизиологические характеристики человека, его возможности и ограничения в конкретных условиях его взаимодействия с объектом управления. Человеческим фактором обусловлены Чернобыльская катастрофа, авария на Саяно-Шушенской ГЭС, взрыв метана на шахте «Распадская», пожары в «Хромой лошади», в ТРЦ «Зимняя вишня» и многие другие. В Российской Федерации на долю человеческого фактора приходится до 40 % аварий. Изучением психофизиологии человека и влияния его состояния на безопасность производственной деятельности занимаются инженерная психология и эргономика.

### **7.1 Психические процессы**

На внешние и внутренние воздействия мозг отвечает психическими явлениями, которые необходимы для регуляции деятельности человека, его адаптации к изменяющимся условиям существования. Различают три вида психических явлений: психические процессы, психические состояния и психические свойства личности.

Психические процессы бывают когнитивные (познавательная), мотивационные и эмоциональные. Когнитивные психические процессы – это ощущения, восприятие, внимание, память, мышление и речь.

Ощущение – отражение свойств предметов объективного мира, возникающее при их воздействии на органы чувств. Ощущения бывают внешними (зрительные, слуховые, обонятельные, осязательные, вкусовые, кожные, температурные и др.), внутренними (голод, жажда, тошнота, изжога и др.) и двигательные ощущения (ощущения движения и положения тела в пространстве). Человек ощущения получает через анализаторы – физиологический аппарат, имеющий три отдела: рецептор (нервное окончание), нервные пути, проводящие сигнал от рецептора к мозгу и обратно и корковые структуры, перерабатывающие поступившую информацию. Ощущения обладают общими свойствами: чувствительностью, адаптацией, контрастностью.

Чувствительность – способность организма реагировать на слабые воздействия. Выделяют нижний порог ощущений, ниже которого ощущений не возникает. Верхний порог ощущений – это максимальная интенсивность, за пределами которого ощущение прекращается или превращается в болевое, подтверждающее процесс нарушения нормальной деятельности организма.

Адаптация – изменение чувствительности под воздействием раздражителя, приспособление к длительно действующему раздражителю.

Контрастность – изменение чувствительности под воздействием предыдущего раздражителя. Так, при вхождении в воду замерзшим и разогретым, температура воды может казаться более тёплой или более холодной.

Восприятие – целостное отражение в сознании человека объектов, предметов и явлений объективного мира, воздействующих в данный момент времени на его органы чувств. Восприятие бывает слуховое, зрительное, вкусовое, обонятельное и др. Человек воспринимает цвета и их оттенки в единой палитре, в одно целое соединяет голос, особенность походки, внешность, получая образ знакомого человека, узнаваемый в различных ситуациях и в разной одежде. Восприятие обладает характеристиками.

Константность восприятия – неизменность, независимость образа от различных условий. Размер знакомых предметов, их цвет и форма воспринимаются одинаково независимо от фона, удалённости и освещённости. Восприятие предметно, то есть, объект мы воспринимаем как целый, обособленный, отдельный. Действительность восприятия делится на фигуру и фон. Фигура всегда видится на переднем плане, чётко и конкретно. Фон более размыт, расположен за фигурой, аморфен, не ограничен в пространстве, на него не обращается внимание. Фигура и фон могут меняться местами

при изменении объекта внимания, а из фона может выделяться другая фигура. Для студента, слушающего преподавателя, объектом внимания или фигурой является преподаватель, а всё остальное в аудитории всего лишь фон. Но вот в аудиторию заходит опоздавший на занятие студент и просит разрешение на присутствие. В этот момент опоздавший студент становится фигурой, а преподаватель – фоном. Наиболее типичным отвлечением является приход СМС - сообщения, когда преподаватель становится элементом фона, студент теряет нить повествования, не слышит лекцию.

Целостность восприятия – это дополнение своим сознанием отсутствующих деталей объективного мира. Если мы видим даже часть предмета, то воспринимаем его как целое. Разные люди с разным образованием и жизненным опытом восприятие одного и того же образа, как правило, сильно отличается. Проходя по одной и той же улице, девушка увидит витрины магазинов, сотрудник ГИБДД – неправильно припаркованные автомобили, пожарный инспектор – загромождённые отходами и товарами пути эвакуации людей. Восприятие человеком информации сильно зависит от его состояния: болезнь, утомление, опьянение, возбуждение. Кроме того, могут возникать иллюзии восприятия.

Внимание – это активная направленность сознания человека на предметы и явления при одновременном отвлечении от всего остального. Объём внимания ограничен, человек не может сосредоточить своё внимание на большом количестве раздражителей, и он колеблется в пределах  $7 \pm 2$  единицы или от пяти до девяти объектов одновременно человек может удержать во внимании, и практически этот объём нельзя увеличить тренировками и обучением. Мы выделяем сигналы более интенсивные, неожиданные, неизвестные ранее, соответствующие эмоциональному состоянию человека, значимые или интересные. Большого внимания требуют действия незаконченные и не ставшие автоматизированными. Настрой человека на важность и нужность действия или сигнала позволяет сильнее концентрировать внимание. Поэтому внимание избирательно. Свойства внимания: объём, распределение, концентрация, предметность, переключение, устойчивость.

Устойчивость внимания – способность длительное время сохранять внимание на одном объекте (преподаватель). Чем устойчивый интерес человек испытывает к объекту внимания, тем выше устойчивость внимания.

Распределение внимания – способность человека удерживать во внимании несколько объектов одновременно.

Переключаемость внимания связана со способностью быстро переключаться от одной деятельности к другой. Высокая сосредоточенность на одном занятии не позволяет переключить внимание на что-то другое.

Внимание различается по модальности: слуховое, двигательное, зрительное. Информация, поступающая в сознание человека, фиксируется памятью.

Память – процесс запоминания, сохранения и воспроизведения человеком информации – знаний, мыслей, идей, переживаний. Различают генетическую или наследственную, передаваемую генотипом от поколения к поколению, и прижизненную. Виды памяти: двигательная, образная, эмоциональная, символическая (словесная и логическая) и др.

Двигательная – память представляет собой психофизиологический процесс запоминания, сохранения и воспроизведения движений, их элементов и систем) помогает приобретать спортивные и профессиональные навыки.

Зрительная память – связана с деятельностью зрительных анализаторов и позволяет сохранять зрительные образы, но немного изменённые. Зрительный образ упрощается, исчезают некоторые детали, возникают другие искажения и становится более симметричным.

Образная память – память на ранее полученные зрительные образы, представления, звуки, запахи.

Словесная (вербальная) память способна к точному воспроизведению при возможных искажениях. Она может оказывать деформирующее влияние на зрительные образы. Видя одну и ту же аварию, свидетели показывают совершенно разные результаты и последствия.

Эмоциональная память сохраняет и воспроизводит ранее испытанные эмоциональные состояния. Она очень прочна и может работать непроизвольно при возникновении похожей ситуации, даёт возможность запоминать больше и ярче. На фоне эмоциональных воспоминаний могут возникать фобические страхи, не позволяющие человеку вести нормальный образ жизни.

Логическая память опирается на причинно-следственные связи между запоминаемыми элементами. Внесение или нахождение в запоминаемый материал логических связей значительно упрощает процесс запоминания и увеличивает количество запоминаемого материала. По времени хранения материала память выделяют:

- 1) мгновенную (иконическую, эйдетическую) память;
- 2) кратковременную память (с удержанием информации до 20 с);
- 3) оперативную память (с сохранением информации от нескольких секунд до нескольких дней). Студент, считающий, что дисциплина ему не нужна, ставит себе задачу выучить только для того, чтобы сдать экзамен или зачет. После сдачи он почти ничего не вспомнит;

4) долговременную память (хранит информацию неограниченно долго). Повторение информации в большей степени закрепляет запоминание.

Наравне с остальными психическими функциями, память характеризуется определёнными свойствами:

- 1) объём памяти – количество единиц информации, запоминающейся сразу же после однократного предъявления. Тесно связано с объёмом внимания;
- 2) быстрота запоминания;
- 3) точность запоминания;
- 4) длительность сохранения после запоминания без повторения.

У каждого из нас свойства памяти индивидуальны и у каждого есть ведущая память: кому-то, чтобы лучше запомнить, надо услышать произнесённое вслух, кому-то надо написать или увидеть картинку или схему. Память это одна из основ нашей личности. Человек, потерявший память, перестаёт быть собой.

Мышление - опосредованное отражение в сознании человека глубоких и существенных связей и отношений между предметами и явлениями объективного мира. Мышление формируется в процессе практической деятельности человека, биологически заданы только возможности развития мышления. Оно существует в словесной форме, отвлечённом и обобщённом виде. Работу по решению задач, не имеющих готового решения, человек выполняет путём осуществления мыслительного процесса, рассматривая и анализируя интересующее явление, разлагая его на части, изучая, анализируя эти части, приходя к определённому решению. Мышление помогает ориентироваться в новых условиях. К мыслительным операциям относятся: сравнение, анализ, синтез, классификация, абстрагирование, конкретизация и обобщение. Существуют следующие типы мышления:

- 1) наглядно-действенное (сопровождающееся рисунками, схемами, таблицами и т.д.);
- 2) наглядно-образное (сопоставление слуховых, зрительных и других образов, имеющих в опыте человека);
- 3) творческое (на основе уже имеющихся знаний и опыта создание чего-то нового, ранее не существующего);
- 4) отвлечённое (абстрактное), связанное с оперированием абстрактными понятиями, не имеющими образного выражения (справедливость, логика).

Воображение – процесс конструирования в сознании новых образов предметов и явлений на основе имеющихся знаний и опыта человека. Воображение отражает, переделывая окружающий мир, позволяя увидеть и представить результат до начала или даже не производя никаких действий. Оно может быть произвольным (возникает

без направленного желания человека) и произвольным, то есть человек заставляет работать своё воображение для решения каких-либо задач.

Эмоциональные процессы – это процессы оценивания поступающей в мозг информации о внешнем и внутреннем мире в форме личного переживания. Чувства и эмоции наравне с другими психическими процессами отражают окружающую действительность. Эмоции могут быть положительными и отрицательными. При этом количество отрицательных эмоций гораздо больше, чем позитивных. Эмоции регулируют и мотивируют деятельность, мышление и поведение человека. Эмоции имеют психическую и физиологическую природу. Эмоция страха вызывается выделением в кровь повышенного количества адреналина, повышением артериального давления и повышенным потоотделением. Эмоциональные процессы подразделяются на собственно эмоции, чувства аффекты и настроения.

Аффекты – кратковременные и очень интенсивные эмоциональные процессы с резко выраженными двигательными проявлениями и изменениями в работе внутренних органов. В этом состоянии человек мало контролирует свои действия и его поведение полностью подчиняется эмоциональному состоянию. Состояние аффекта на длительный период оставляет след в психике, иногда требуется психологическая и медицинская помощь.

Собственно эмоции – это более продолжительные и менее интенсивные, чем аффекты, эмоциональные состояния, показывающие отношение человека (часто не осознаваемое) к происходящему. Эмоциональное состояние может быть весьма интенсивным и быстро меняться. Перед экзаменом студента охватывает тревога, он беспокоится, переживает, но после успешной сдачи экзамена эта тревога быстро сменяется радостью.

Чувства – особый вид эмоциональных переживаний, носящих отчётливо выраженный характер и отличается сравнительной устойчивостью. Испытывают чувства к кому-либо, к чему-либо. Можно любить или ненавидеть кого-то, обожать свою кошку, бояться террористов.

Настроения – продолжительно длящиеся эмоциональные состояния низкой интенсивности, эмоциональный процесс, выражающий отношение человека к жизненной ситуации в целом. На настроение влияет и физиологическое состояние – плохое настроение может возникнуть перед болезнью, когда она внешне ещё не проявилась, но иммунитет уже борется с занесённой инфекцией.

Воля – осознанное регулирование человеком своих поведения и деятельности, выраженное в умении преодолевать внутренние и внешние трудности при совершении целенаправленных действий и поступков.

Различают следующие волевые качества: силу воли, настойчивость, энергичность, выдержку, смелость, решительность, обязательность и др. Они зависят от различных факторов: мировоззрения человека, особенностей нервной системы, его моральных качеств, значимости цели, уровня самоорганизации личности. Волевые качества вырабатываются в процессе развития человека, прижизненно.

Мотивация – побуждение к действию, внутреннее состояние организма, побуждающее его вести себя подобным образом. Она бывает внутренняя (связанная с самостоятельным желанием сделать что-то) и внешняя транслируемая извне. Внутренняя мотивация всегда более эффективна и приводит к лучшим результатам, у человека возникает ощущение свободы.

## **7.2 Психические свойства**

Психические свойства – это индивидуальные особенности психической деятельности конкретного человека, устойчивые психические явления, закреплённые в структуре личности и определяющие постоянные способы взаимодействия человека с миром. К психическим свойствам относятся характер, темперамент, способности, мотивационные черты.

Темперамент – проявление типа нервной системы в деятельности человека, индивидуально-психологические особенности личности, проявляющиеся в подвижности нервных процессов, их сила и уравновешенность. Тип темперамента определяется динамической характеристикой ЦНС, врождённой и мало изменяемой и влияющей на поведение и реакцию человека, особенно в трудных условиях. У каждого типа имеются определённые поведенческие особенности, сильные и слабые стороны.

Холерики - обладают сильной, подвижной, неуравновешенной, слабо тормозимой нервной системой. Для холерика типично и нормально вспылить, они склонны к нервным срывам, резким перепадам настроения, но они активны, упорные, подвижные, наживают врагов.

Флегматики – с сильной, малоподвижной нервной системой, медлительные, спокойные, упорные. Они с трудом меняют своё мнение, их увлечения длятся долго, они не умеют торопиться, им сложно менять планы и одновременно делать несколько дел.

Сангвиник – отличается сильной уравновешенной и легко подвижной нервной системой. Сангвиники – активные люди, жизнерадостные, с трудом переносящие монотонность и скуку, неустойчивые в интересах, проще других переносят неприятности, легко меняют занятия. Если сангвинику интересно, то он много,

быстро и хорошо работает, если не интересно, он начинает скучать, искать другую деятельность.

Меланхолики – со слабой, неуравновешенной, подвижной или инертной нервной системой. Они чувствительны, впечатлительны, ранимы, застенчивы и замкнуты, склонны к переживаниям, зачастую обладают творческими способностями, плохо переносят нехватку времени и даже небольшое перенапряжение, переоценивают трудности и опасности, хорошо справляются с длительным монотонным скучным трудом.

Темперамент человеку даётся с рождения; он устойчив и слабо поддаётся коррекции. Большинство людей обладают темпераментом смешанного типа.

Тип темперамента зависит в основном от характера и личности. Характер надстраивается над темпераментом, частично что-то маскируя, а что-то выпячивая в зависимости от уровня воспитания в семье, обучения, происходящих событий, болезней и другого.

Характер – совокупность существенных свойств индивида, в которых выражаются способы его поведения и эмоционального реагирования, отношение к миру и людям, привычки и установки.

Различают следующие группы черт характера:

- 1) черты характера, являющиеся психической основой личности (честность, принципиальность, мужество, лживость и т.д.);
- 2) черты характера, связанные с отношением к другим людям (общительность, эмпатия, открытость, равнодушие и т.д.);
- 3) черты характера, связанные с отношением к самому себе (гордость, неуверенность в себе, самопринятие и т. д.);
- 4) черты характера, связанные с отношением человека к труду (лень, трудолюбие, активность, пассивность и т. д.).

Черты характера проявляются в различной степени. Психически здоровые люди адекватны в своих поведенческих проявлениях.

### **7.3 Психические состояния человека**

Психическое состояние – психологическая категория, характеризующая деятельность индивида за определённый период, фон, на котором возникает деятельность человека. В профессиональной деятельности выделяют состояние профессиональной заинтересованности, творческого вдохновения, готовности к деятельности, состояние деловой напряжённости. В процессе трудовой деятельности

возникают производственные психические состояния. Их подразделяют по длительности на: относительно устойчивые и длительные по времени; ситуативные, временные, быстро проходящие; периодически возникающие в процессе труда. К длительным устойчивым состояниям относят отношение человека к конкретному труду (безразличие или заинтересованность, удовлетворённость или неудовлетворённость). Временные состояния возникают в процессе производственной деятельности (конфликты между работниками, несчастные случаи, невыплата зарплаты и т. д.). В процессе труда возникают состояния утомления или вработывания, скуки, монотонии и сонливости. Для безопасной и эффективной работы более важны психические состояния, связанные с уровнем напряжения работника. Умеренное напряжение необходимо для нормальной работы. При таких условиях у работника возникает достаточный уровень сосредоточённости на деле, оптимальный уровень мыслительной активности, внимание к опасным и вредным факторам. Человек чувствует себя хорошо, уверен в своих действиях, мало устаёт, работает эффективно и быстро. Для выработки умеренного напряжения нужен выработанный, привычный ритм деятельности, спокойное отношение к работе, невысокие нервно-психические усилия. Недостаточность напряжения человека расслабляет, он не может сосредоточиться, скучает и не замечает возможные опасности.

Повышенное напряжение возникает тогда, когда работник испытывает дискомфорт, страх, торопится, переживает конфликт, не уверен в своей способности выполнить задание и т. д. напряжение может повышаться, если человек не выспался, болен, раздражён и опасается совершить ошибку. К повышенному напряжению может привести нехватка или избыток информации. Любая работа, производимая в экстремальном режиме, повышает напряжение.

Физическое напряжение связано с повышенной нагрузкой на двигательный аппарат человека – слишком высокий темп движения, слишком большая тяжесть.

Эмоциональное напряжение вызывается неблагоприятными, конфликтными ситуациями, опасениями по разным причинам, беспокойство.

Монотония – напряжение, вызываемое однообразием выполняемых действий, высоким уровнем концентрации внимания и невозможностью переключения внимания (машинисты и водители-дальнобойщики, операторы и др.)

Полифония – состояние, связанное с необходимостью частого переключения внимания в различных направлениях. Основная масса руководящих работников отмечает этот вид напряжения на себе.

Напряжение ожидания связано с необходимостью быть готовым к деятельности в условиях бездействия. Этот вид напряжения характерен для пожарных, спасателей, охранников и т. д.

Сенсорное напряжение связано с недостаточностью освещённости, необходимостью присматриваться, прислушиваться. Такие напряжения возникают при неправильной организации рабочего места.

Интеллектуальные напряжения сопряжены с необходимостью разрешать очень сложные задачи, принимать ответственные решения, особенно в условиях нехватки времени и непродуманности алгоритма профессиональной деятельности. Этот тип напряжения характерен для ответственных работников, работников умственного труда и студентов.

Умеренная степень напряжения действует положительно на поведение человека, способствует концентрации и уменьшению ошибок. Чрезмерные формы психического напряжения приводят к рассогласованию, ухудшению психической деятельности, приводящей к снижению уровня психической работоспособности. Человек теряет способность эффективно работать, его поведение принимает дёрганный, заторможенный и непродуктивный характер. Рассматривают два типа запредельного психического напряжения – с преобладанием тормозного или возбудительного процесса.

Тормозной тип поведения характеризуется замедленностью движений, скованностью, снижением скорости реакций, потерей ловкости, замедлением мыслительного процесса, потерей внимания, затруднениями с памятью и др.

Возбудимый тип поведения проявляется гиперактивностью, многословностью, тремором (дрожанием конечностей), суетливостью, раздражительностью, резкостью, грубостью, вспыльчивостью. При этом возникает большое количество ошибочных действий и особенно в сложной обстановке. Запредельные формы психического состояния, вызывающие нарушения нормального психологического состояния человека, называются дистрессом. Эмоциональное напряжение проявляется и в уклонении человека от выполнения своих функциональных обязанностей. Таким образом проявляется эмоция страха и этот тип поведения может называться трусливым. Под воздействием страха трусливые люди действуют по привычному им шаблону, который не всегда соответствует ситуации. В наше время человек практически постоянно находится в состоянии стресса. В течение своей жизни человек постоянно сталкивается с различными стрессогенными факторами. До определённого момента стресс можно считать положительным, данный уровень помогает человеку адаптироваться к жизни и справиться с трудностями. Более высокий уровень стресса называется патологическим или дистрессом. Данный стресс наносит значительный ущерб физическому и психическому здоровью человека. В состоянии чрезмерного стресса человек живёт в сильнейшем напряжении, который проявляется и на физическом (усталость, болезни, негативное состояние организма), и на

психологическом (тревога, беспокойство, депрессивное состояние, раздражение) уровне.

Утомление может быть связано не только с физической усталостью, но и с негативными психологическими факторами. Оно сопровождается снижением внимания, ощущением бессилия, замедлением и снижением точности движений, сбоями в ритме, сонливостью, ухудшаются выдержка, сила воли, настойчивость и самоконтроль. В таком состоянии человек становится источником повышенной опасности, совершает неосторожные действия, нарушает инструкции. Утомлённые люди стремятся употреблять алкоголь для расслабления, что в значительной степени снижает безопасность самого человека и производимой им работы.

Для минимизации воздействия стрессовых факторов человек должен экономить энергию, восстанавливать силы: нормально питаться, высыпаться, вести нормальный образ жизни, больше двигаться.

#### **7.4 Психологические причины ошибок и создания опасных ситуаций**

Причинами аварий и травм в производственной среде могут быть не только недостатки конструкций и аппаратов, технологических процессов, неудовлетворительная организация безопасности труда, но и опасные и ошибочные действия персонала.

Низкий профессиональный уровень работников всё чаще становится причиной аварий и травматизма. Плохо подготовленный работник, особенно в области безопасности, совершает потенциально опасные действия, не предвидит последствий своих действий. Для современного общества характерно пренебрежительное отношение к технике безопасности, приводящее к сознательному нарушению правил ради экономии времени, сил, из желания самоутвердиться, из бравады. Многие аварии происходят по глупости из-за нежелания или неумения представить возможные последствия. В каждом виде деятельности отмечаются периоды, в которые повышается опасность возникновения аварий и травм.

Количество несчастных случаев возрастает в первый час работы, называемый периодом вработываемости, до и после обеденного перерыва и за час до окончания до окончания работы в период наступления утомления.

В состоянии стресса, переутомления, после пережитого или переживаемого конфликта, у человека нарушается внимание, вероятность совершения ошибок значительно возрастает. Существуют группы людей с высокой склонностью к риску, которые переоценивают свои возможности и не замечают опасности.

Производственные аварийные и опасные ситуации могут быть связаны не только с состоянием человека. Здесь важны возраст и стаж работы. Сначала влияют молодость и неопытность работника, затем травматизм возрастает у работников со стажем 10 – 15 лет. Этот рост связан как с началом старения, так и с некоторым пренебрежительным отношением к опасности и технике безопасности, как следствие привыкания к опасности. Опасные и аварийные ситуации по причинам психологических особенностей работников делят на три группы:

- 1) нежелание выполнять требования инструкции;
- 2) незнание правил безопасной эксплуатации и норм безопасности труда;
- 3) невыполнение норм и правил из-за несоответствия психологических и физиологических характеристик работника, требуемых для специалиста данного профиля.

Кроме того, на аварийность влияют психологический уровень производственной среды, конфликтность в коллективе, обучение и качество инструктажа по технике безопасности, материальные и бытовые условия трудящегося, качество социальной среды обитания.

## **7.5 Особенности групповой психологии**

По своей природе человек – существо общественное и поэтому его поведение меняется в присутствии и под воздействием других людей.

Группа – ограниченная в размере общность людей, объединённая по признакам: общей деятельности, цели, полу, возрасту, социальной принадлежности. Выделяют малые и большие группы.

Малые группы связаны общими целями и деятельностью, общением членов группы друг с другом, общими групповыми нормами и некоторой структурой. Размер малой группы колеблется от 2-3 до 20-50 человек.

Именно в малой группе наиболее ярко проявляются качества человека и его поведение дифференцировано групповыми нормами и представлениями о том, что можно и что нельзя, хорошо и плохо. Групповому давлению может противостоять не каждый, для этого необходим определённый уровень уверенности в себе, силы воли, самостоятельности. Общие цели группы затрудняют противодействие ей. В группах периодически возникают различные конфликты.

Конфликт – ситуация, в которой каждая из сторон стремится занять свою позицию, противоположную интересам другой стороны. Человек под влиянием группы

часто демонстрирует конформное поведение, принимая групповое мнение, даже в том случае, если оно противоречит его мнению.

На степень конформизма влияет пол, возраст, статус, степень заинтересованности в группе. Конформность усиливают плохое самочувствие, усталость, нервное напряжение, испуг. В ситуации опасности уровень зависимости от мнения группы резко возрастает.

Толпа является примером больших групп и определяется как скопление людей, объединённых общим центром внимания и эмоциональным состоянием. Влияние толпы на человека велико. Уровень интеллекта толпы минимален, в толпе человек способен совершить такие вещи, о которых не мог бы и подумать, чаще всего толпа подталкивает к проявлению низменных инстинктов и действий. Особенно страшна в толпе паника – неуправляемая ситуация. В которой человека легко могут растоптать, раздавить. Толпу легко спровоцировать на агрессивные действия и очень трудно затушить агрессивные или панические действия толпы.

## **7.6 Инженерная психология**

Инженерная психология – отрасль психологии, изучающая процессы и средства информационного взаимодействия между человеком и машиной. Инженерная психология решает разнообразные задачи: изучение взаимодействия человека и автоматических систем, анализ психологической структуры деятельности операторов, изучение факторов, влияющих на эффективность, качество, точность и скорость действий оператора, анализ процессов переработки информации и принятия решений, методов регуляции работы операторов. Кроме того, задача рациональной организации труда включает в себя и организацию взаимодействия людей в трудовых коллективах по подбору персонала, его обучению работе в определённых условиях. Важным аспектом инженерной психологии является разработка методов психодиагностики и профессионального отбора специалистов, разработка методов защиты операторов от эмоционального выгорания.

Оператор – человек, взаимодействующий через информационные процессы со сложной техникой. Проектирование деятельности оператора проводится с учётом психофизиологии человека, его знаний, умений, навыков, возможностей приёма и переработки информации. Отбор и обучение персонала проводится с использованием методов психодиагностики. Для многих профессий составлены профессиограммы – описание психологических, производственных, технических, медицинских, гигиенических и других особенностей профессии, где указаны функции данной

профессии и затруднения в её освоении. Профессиограмма описывает признаки, присущие профессии и показывает перечень норм и требований, предъявляемых этой специальностью или профессией к работнику (табл.19)

Таблица 19 - Профессиограмма менеджера

Наименование профессии	Менеджер
Доминирующий способ мышления	Адаптация – координация
Область базовых знаний №1 и их уровень	Предпринимательство, бизнес, уровень №3 высокий (теоретический)
Область базовых знаний №2 и их уровень	Финансовый менеджмент, бухгалтерский учёт, уровень 2, средний (практическое использование знаний)
Профессиональная область	Администрирование (управление)
Межличностное взаимоотношение	Частое по типу «вместе»
Доминирующий интерес	Предпринимательский
Дополнительный интерес	Социальный
Условия работы	В помещении, мобильный

Доминирующие виды деятельности профессии «менеджер»:

- работа с другими людьми в организациях для достижения организационных целей и экономического успеха;
- служение целям организации, подчинение вышестоящим инстанциям;
- изучение спроса и предложений на рынке;
- планирование деятельности организации;
- коммуникация (установление и развитие взаимодействия между персоналом, другими учреждениями и организациями);
- поиск и использование необходимых средств и ресурсов для наилучшего достижения основных целей организации;
- разработка бизнес – плана и контроль над его реализацией;
- руководство (доведение инструкций и полномочий), организация и оценка работы подчинённых;
- контроль за исполнением данного задания;
- участие в процессе приёма, подбора и помощь в профессионально-квалификационном росте работников;
- проведение переговоров, бесед с клиентами;
- проведение презентаций.

Качества, обеспечивающие успешность выполнения профессиональной деятельности менеджера:

- способности:

- высокоразвитые организаторские способности (способность руководить);
- коммуникативные способности (умение входить в контакт, налаживать взаимоотношения);

- способность управлять собой;
- способность влиять на окружающих;
- способность формировать и развивать эффективные рабочие группы;
- способность решать проблемные ситуации в короткие сроки;
- хорошо развитые аналитические способности;
- высокий уровень понятийного мышления.

Личностные качества, интересы и склонности:

- умение прогнозировать, предвидеть ситуацию;
- уверенность в себе, в принимаемых решениях;
- энергичность;
- чёткие личные цели (знает, чего хочет от своей работы);
- умение подчиняться требованиям, нормам организации;
- эрудированность;
- стремление к постоянному личностному росту.

Качества, препятствующие эффективности профессиональной деятельности:

- отсутствие организаторских способностей;
- боязнь неудачи, неуверенность в себе;
- неумение управлять собой;
- неорганизованность, недисциплинированность;
- безынициативность;
- неспособность принимать решения;
- косность (неумение, нежелание изменяться, изменять поведение под влиянием окружающей среды);
- склонность перекладывать ответственность на других.

Области применения профессиональных знаний:

- промышленные фирмы;
- сфера торговли (компании по оптовой и розничной продаже);
- сфера строительства и добывающей промышленности (агентства по продаже домов, земельных участков, недвижимости, нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие компании);
- транспортная сфера (компании по автодоставке и автоперевозкам);

- сфера медицины и здравоохранения (фармакологические и фармацевтические компании);
- гостиничный и ресторанный бизнес;
- туристические компании;
- рекламные агентства и компании;
- брокерские фирмы.

Некоторые профессии, которые могут подойти человеку с данным типом личности (предпринимательский и социальный):

- экономист;
- продавец;
- страховой агент;
- гид (путешествия и экскурсии);
- торговый агент;
- кассир в банке.

Склонность человека к той или иной деятельности может быть точно определена путём исследования интересов человека, его общих и специальных способностей, нервно-психической устойчивости.

Профессиональный отбор – это разновидность отбора психологического, представляющий систему средств. Обеспечивающих прогностическую оценку взаимодействия человека и профессии в тех видах деятельности, которые осуществляются в нормативно заданных опасных условиях, требующих от человека повышенной ответственности, крепкого здоровья, высокой работоспособности, точности исполнения задания, устойчивой эмоционально-волевой регуляции. Основой профотбора являются нормативные характеристики профессии: социальные (функции, задачи, цели); операционные (точность исполнения; временные, пространственные, логические характеристики); организационные (гигиенические, социально-психологические, психо-физиологические условия труда), позволяющие врачам, психологам, физиологам разрабатывать, подбирать и адаптировать методы, строить процедуру отбора и проводить диагностику кандидата на его соответствие конкретной профессиональной деятельности.

Работа по специальности, не соответствующей способностям, возможностям и интересам человека приводит к эмоциональному выгоранию, психосоматическим заболеваниям, невротическим реакциям. Правильно выполненный профотбор приводит к снижению отсева непригодных лиц на 15-20 %, а следовательно и к снижению аварийности из-за ошибок персонала, снижению затрат на обучение специалистов.

## **7.7 Профессиональная ориентация и отбор специалистов операторского профиля**

Трудовая деятельность оператора отличается высоким уровнем риска и степенью ответственности за ошибку. Она сопровождается ограничением движения, изоляцией от привычной социальной среды, окружением приборов, частыми цейтнотами. От оператора требуется высокая готовность мгновенно перейти от оперативного покоя к экстренным активным действиям. В случае, если конструкция приборов не соответствует психофизиологическим особенностям человека, может возникнуть конфликт человека с прибором. Требования к специалисту высоки – он должен обладать высоким быстродействием, точностью, надёжностью, выдерживать высокий уровень нервно-психической нагрузки. Его действия должны быть безошибочными, даже в условиях недостаточности информации и цейтнота. Одним из важнейших требований к работе оператора является постоянный самоконтроль. Надёжность оператора – это его профессиональная пригодность, обученность, тренированность, психофизиологическое состояние и морально-психические качества. Основой надёжности является безошибочность действий, восстанавливаемость его работоспособности, эффективность и качество деятельности. Эти характеристики определяются свойствами нервной системы, силой, уравновешенностью нервных процессов и его медико-биологическими показателями. Выделяют два понятия – прагматическая и функциональная надёжности.

– Прагматическая надёжность – реальная надёжность, характеризующая личностными особенностями оператора, его отношением к работе, морально-волевыми качествами, способностью восстанавливать работоспособность.

– Функциональная надёжность – способность человека обеспечивать динамическую устойчивость в выполнении профессиональной задачи в течение определённого промежутка времени с определённым качеством. Готовность к выполнению работ включает в себя способность включаться в работу в нужный момент, понимание целей деятельности, осмысление и оценку предстоящих действий, использование предыдущего опыта, прогнозирование собственных возможностей и мобилизацию сил. Ошибки оператора могут быть вызваны в результате бездействия, неправильного действия при выполнении задачи, ошибочной целью действий. Кроме того, к ошибкам в действиях оператора могут быть ошибки проектирования (приборы, аппараты, рабочее место спроектировано неудобно, плохо, так, что оператор делает ошибки.

## 7.8 Виды и условия трудовой деятельности

По видам трудовую деятельность подразделяют на умственный, физический, динамический и статический, однообразный и разнообразный; труд в благоприятных и неблагоприятных условиях, в необычных условиях, в экспериментальных условиях; регламентированный и нерегламентированный, смешанный; индивидуальный и совместный; в помещении и на открытом воздухе.

Физический труд характеризуется высокой мышечной активностью и включает в себя:

- механизированную форму труда;
- труд с автоматическим или полуавтоматическим производством;
- конвейерный труд;
- труд, связанный с управлением производственными процессами и механизмами.

Умственный труд – труд, требующий восприятия и переработки большого количества информации с включением памяти, внимания, активизации процесса мышления. К умственному труду относят:

- операторский труд – контроль за работой машин, отличающийся высокой ответственностью;
- управленческий (оперативный) труд характеризуется большим объёмом информации при нехватке времени для переработки, большой личной ответственностью за принятые решения, стрессами и конфликтными ситуациями;
- труд преподавателей и медицинских работников характеризуется такими особенностями, как – постоянный контакт с людьми, повышенной ответственностью, нехваткой времени и информации для принятия правильного решения, повышенным нервно-психическим напряжением;
- труд учащихся и студентов связан с большим объёмом информации, необходимостью концентрации внимания и памяти, множеством стрессовых ситуаций.

Творческий труд связан с постоянным поиском новых решений, постановкой новых задач, самостоятельностью. Он может быть стандартным (преподавание, лечебная деятельность и т. д.) и нестандартным. Нестандартным, эвристическим трудом (изобретательством) занимаются научные работники, преподаватели, конструкторы, писатели, композиторы. Такая форма труда требует развитой памяти, напряжения внимания, мышления, так как построена на приёме и переработке большого объёма информации. Творческий труд приводит к повышению нервно-психического напряжения, изменениям в состоянии нервной системы.

Энергетические затраты человека в основном зависят от интенсивности мышечной работы, информационной насыщенности труда, степени эмоционального напряжения и других условий (температура, влажность, освещённость, скорости движения воздуха и др.). Суточные затраты энергии для людей умственного труда (педагогов, инженеров, врачей, конструкторов и др.) составляют 10,5...11,7 МДж; для работников механизированного труда и сферы обслуживания (рабочих, продавщиц, медсестёр, обслуживающих автоматы) – 11,3...12,5 МДж; для работников, выполняющих работу средней тяжести (станочников, хирургов, шахтёров, литейщиков, сельскохозяйственных рабочих и др.) – 12,5...15,5 МДж; для работников, выполняющих тяжёлую физическую работу (горнорабочих, металлургов, лесорубов, грузчиков) – 16,3...18 МДж.

Затраты энергии меняются в зависимости от рабочей позы. При работе сидя затраты энергии на 5...10% превышают уровень основного обмена; при рабочей позе стоя – на 10...25%, при вынужденной неудобной позе – на 40...50%. При интенсивной интеллектуальной работе потребность мозга в энергии составляет 15...20% общего обмена в организме (масса мозга составляет 2% массы тела). Например, при чтении вслух сидя расход энергии увеличивается на 48%, при чтении публичной лекции – на 94%, у операторов вычислительных машин – на 60...100 %.

По тяжести труда разделяют: оптимальный (лёгкий) труд; допустимый (средней тяжести) труд; вредный (тяжёлый) труд.

Физическая тяжесть определяется нагрузкой на организм при труде за счёт мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения. Статическая тяжесть связана с фиксацией рабочей позы, а динамическая требует сокращения мышц, что приводит к перемещению груза и тела человека или его частей в пространстве.

Кроме физической тяжести труд характеризуется напряжённостью – эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующей преимущественно умственной работы.

Умственный труд по степени напряжённости подразделяют:

- на лёгкий – умственный труд, не требующий принятия решений. Принятие решений в рамках одной инструкции – допустимая напряжённость;
- напряжённые условия 1-й степени – труд, связанный с решением задач по известным алгоритмам;
- напряжённые условия труда 2-ой степени – творческая деятельность, требующая решения сложных задач при отсутствии алгоритма решения.

Гигиеническая классификация условий труда по показателям вредности и опасности принята в соответствии с «Руководством Р 2.2.2006 – 05 по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса» (см. гл.2). Условия труда по

степени вредности подразделяются на четыре класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные. Это связано с отклонениями фактических уровней факторов рабочей среды и трудового процесса от гигиенических нормативов. Это ещё раз подтверждает утверждение о том, что комфортных условий труда просто не бывает.

Оптимальные условия труда (класс 1) – условия, при которых сохраняется здоровье работника и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

Допустимые условия труда (класс 2) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного действия в ближайшем и отдалённом периоде на состояние здоровья работников и его потомства.

Вредные условия труда (класс 3) связаны с наличием вредных факторов, уровни которых превышают гигиенические нормативы и оказывают неблагоприятное действие на организм работников и их потомства. В свою очередь вредные условия в зависимости от степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работников делят на четыре степени вредности:

- класс 3.1 – условия труда с отклонениями от гигиенических норм, вызывающих функциональные изменения в организме человека, восстанавливающиеся при длительном прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;
- класс 3.2 – уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие к увеличению профессиональной заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем, появлению начальных признаков или лёгких форм профессиональных заболеваний (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции;
- класс 3.3 – условия труда с такими уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых приводит к развитию профессиональных болезней лёгкой и средней степени тяжести в периоде трудовой деятельности и росту хронической патологии;
- класс 3.4 – условия труда, при которых могут возникать тяжёлые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечается

значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Опасные (экстремальные) условия труда (класс 4) с уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых в течение рабочей смены или её части создаёт угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных заболеваний, в том числе и тяжёлых форм.

## 7.9 Эргономические основы безопасности

В системе «человек – машина – среда» для эффективной, благоприятной и безопасной работы необходима совместимость всех компонентов. На человека в процессе работы действует множество факторов: условия и вид труда (тяжесть, напряжённость, вредные и опасные вещества, излучения, освещённость, климатические условия), психофизиологические возможности человека (антропометрические характеристики, скорость реакций и т. д.

Совместимость машины и человека рассматривается с учетом следующих точек зрения:

- антропометрическая совместимость возможна тогда, когда при организации рабочего места учитываются физические параметры оператора, возможность обзора внешнего пространства, положение оператора при работе;
- сенсомоторная совместимость требует учёта скорости моторных операций человека и его сенсорных реакций на различные виды раздражителей;
- энергетическая (биомеханическая) совместимость достигается при условии соответствия силовых возможностей человека и усилий, прилагаемых к органам управления.

Организация рабочего места. Организация рабочего места (см. гл. 3) включает в себя планировку, дизайн, мебель, оборудование рабочего места – все эти факторы влияют на производительность труда, здоровье, настроение работника. На рабочем месте человеку должно быть удобно, этому способствует оптимальная расстановка оборудования и удобное размещение оснастки и предметов труда; оно должно быть оснащено наборами основного и вспомогательного оборудования. Рабочее место должно обеспечиваться бесперебойным обслуживанием.

Выбор положения работающего. Выбор положения работающего определяется ГОСТ 12.2.032 – 78 (2001) «Рабочее место при выполнении работ сидя, общие эргономические требования», который регулирует размерные характеристики рабочего

места, требования к размещению органов управления и требования к размещению средств отображения информации (ГОСТ 22269 – 76). Операторы должны иметь возможность занимать рациональную физиологическую позу по отношению к мониторам, допустимые углы поворота головы должны быть не более 45° в горизонтальной плоскости и не более 30° - горизонтальной линии взора.

Пространственная компоновка и характеристики рабочего места. Удобство в офисе складывается из эргономики рабочего места и рационального планирования офисного пространства в целом. Пространство должно делиться таким образом, чтобы каждый сотрудник работал максимально эффективно как индивидуально, так и в коллективе. Основными принципами эргономической организации рабочего места являются благоприятные условия и минимизация нагрузок. На табуретке или обычном стуле без вреда здоровью можно провести не более 15 минут в день. Поэтому сиденье должно быть снабжено подлокотниками и подголовниками, снимающими нагрузку с мышц плечевого пояса, а спинка анатомической формы уменьшает нагрузку на позвоночник. Среди столов эргономичной признана криволинейная угловая форма. За счёт вогнутости большая часть их площади оказывается используемой, так как попадает в зону охвата руками человека в пределах 35-40 см. Если край край стола закруглён слишком плавно или его поверхность имеет Г-образную форму, то придётся тянуться за бумагами. Площадь нормального стола не должна быть меньше 1 м<sup>2</sup>. Исследования доказано, что при соблюдении норм эргономики экономится около 30% рабочего времени и на столько же увеличивается производительность труда.

Цвет является одним из важнейших источников информации и влияет на психическое и физиологическое состояние человека. Тёплые цвета действуют возбуждающе, тонизируют, повышают уровень работоспособности. Холодный цвет расширяет пространство и способствует сосредоточенности и самоуглублённости. Коричневый цвет способствует улучшению исполнительских функций, синий повышает активность головного мозга и снижает аппетит, оранжевый и жёлтый поднимают настроение и стимулируют возникновение нестандартных решений, зелёный и голубой успокаивают, позволяют сосредоточиться. Длительное воздействие красного цвета вызывает возбуждение, переходящее в агрессивность, но небольшие его акценты разбудят активность сотрудников. Розовый цвет сильно расслабляет. Фиолетовый и чёрный угнетают психику. Белый цвет является нейтральным, но придаёт ощущение чистоты.

Самым здоровым и полезным светом является естественный дневной. Чтобы его эффективно использовать, глубина офисных помещений не должна превышать 6 м.

Оптимальным вариантом искусственного освещения является комбинированное, сочетающее в себе прямой и рассеянный свет. Обычным лампам «дневного

освещения» стоит предпочесть галогенные из-за вредности мерцания первых с частотой 50 Гц.

На работоспособность сотрудников влияют температура и влажность в помещении. При температуре 25°C количество ошибок при печатании текста составило всего 10%. При снижении температуры до 20°C скорость печати снизилась почти в два раза, а количество ошибок возросло до 25%.

Взаимное расположение рабочих мест определяется по ГОСТ 21958 – 76 «Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования». Данный стандарт устанавливает требования к взаимному расположению элементов рабочего места: пульта управления, средств отображения информации, органов управления, кресла, вспомогательного оборудования.

Размещение технологической и организационной оснастки производится с соблюдением требований безопасности. Рабочее место нельзя захламлять лишними предметами, всё необходимое должно быть под рукой, предметами должно быть удобно пользоваться. Предметы, которыми пользуются правой рукой, должны лежать справа, а левой – слева, нельзя допускать перекрещивания рук при работе. Тяжёлые предметы легче опускать, чем поднимать, травмоопасные предметы должны лежать выше менее травмоопасных.

Конструкции и расположение средств отображения информации

Человек – оператор получает информацию с помощью средств отображения информации (СОИ), где в закодированном виде представлен ход процесса или состояние объекта наблюдения в форме, удобной для восприятия человеком. СОИ используют для:

- считывания количественных и качественных показателей;
- контрольного считывания показателей;
- установки регулируемого параметра.

Оборудование для представления информации должно иметь малые размеры, быть простым в конструкции и эксплуатации, надёжным, дешёвым и экономичным.

Представление информации должно отвечать следующим принципам:

- 1) подаваться своевременно; информации должно быть достаточно, но не избыточно для выполнения оператором поставленной задачи;
- 2) отображаться в форме, пригодной для использования;
- 3) отражать состояние объекта и указывать возможные пути решения оперативных задач.

Любые СОИ должны удовлетворять требованиям:

- 1) достаточность информации для оценки ситуации и возможности принятия правильного решения и контроля за его исполнением;
- 2) своевременность подачи информации;
- 3) удобная, соответствующая психофизиологическим характеристикам оператора, специфике деятельности и условиям работы форма подачи информации;
- 4) точность и правильность информации, достаточность времени для обработки информации;
- 5) наличие дополнительной информации по запросу оператора, надёжное восприятие аварийных сигналов;
- 6) соответствие потока информации возможностям (пропускной способности) оператора.

Средства отображения группируются с учётом общности выполняемых задач и степени важности информации. К средствам отображения зрительной информации относятся: экраны, оптические и люминесцентные табло и мнемосхемы, электронно-лучевые трубки телеэкранов, шкалы приборов, сигнальные лампы, телеграфные ленты и ленты быстропечатающих устройств и другое.

Оптимальным углом обзора в горизонтальной плоскости принимается угол  $30...40^\circ$ , позволяющий рассмотреть объекты сложной формы, воспринимать перспективу и объём. Наиболее важная информация должна находиться на уровне глаз или ниже. Рассматриваемая поверхность должна быть перпендикулярна линии взгляда, для чего предусматривается возможность наклона экрана и табло ( для сидящего оператора угол наклона составляет от 0 до  $45...60^\circ$ , для стоящего –  $60...70^\circ$  к вертикали). Коллективные средства отображения (табло, экраны и др.), которыми пользуются одновременно несколько операторов помещаются на расстоянии, вертикально, в местах с наилучшим обзором для всех операторов. Сокращения и символы применимы, если они хорошо знакомы всем операторам и стандартизированы. Надписи должны быть контрастны, но не утомлять оператора.

### **7.10 Организация рабочего места пользователя компьютерной техники**

На основании СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с видеодисплейными терминалами (ВДТ) на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее  $6 \text{ м}^2$ .

Для внутренней отделки помещений, где расположены ПЭВМ, должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для

потолка – 0,7...0,8; для стен – 0,5...0,6; для пола – 0,3...0,5. Освещённость поверхности стола должна быть 300...500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экранов. Освещённость экрана не должна быть более 300 лк. При определении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м. Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующие значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5...2,0 м. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учётом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ. Рабочий стул или кресло должны быть подъёмно-поворотными, регулируемые по высоте и углам наклона сиденья и спинки и расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко проводимой и иметь надёжную фиксацию. В процессе работы должны быть регламентированы перерывы. Эффективность перерывов повышается при сочетании с производственной гимнастикой.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Какие характеристики определяют тип высшей нервной деятельности?
- 2 В чём различие психических процессов, свойств и состояний?
- 3 Чем опасно состояние аффекта?
- 4 Какие последствия дистресса?
- 5 Опишите поведение человека с преобладанием мотивации избегания в сложной ситуации.
- 6 Каковы особенности поведения холериков и сангвиников в опасных и сложных ситуациях?
- 7 Каковы причины возникновения опасных ситуаций по вине человека.
- 8 Что такое профессиограмма и для чего она нужна?
- 9 В чём заключается профотбор?
- 10 Какими психофизиологическими качествами должен обладать специалист операторского направления?
- 11 По каким параметрам определяют совместимость человека и машины?
- 12 Что такое эргономика?

## 8 Чрезвычайные ситуации и методы защиты от них

Экономическое развитие современного мира сопровождается устойчивой тенденцией роста количества наиболее разрушительных для хозяйственных систем чрезвычайных ситуаций (ЧС) и наносимого ими экономического ущерба. При этом темпы роста ущерба значительно превышают темпы роста производства мирового валового продукта. В нашей стране ЧС (аварии на Чернобыльской АЭС, Саяно-Шушенской ГЭС, взрыв газа на шахте «Распадская», пожар в ночном клубе «Хромая лошадь», теракт в аэропорту Домодедово, пожар в кемеровском торговом-развлекательном центре «Зимняя вишня», практически ежегодные лесные пожары) привели к большим материальным и человеческим жертвам.

### 8.1 Основные понятия и определения

Чрезвычайная ситуация – это состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, объектам экономики и окружающей природной среде.

Источник ЧС (ИЧС) – опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространённая инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть ЧС.

На основании типа источника классификация ЧС выглядит следующим образом:

- природные (землетрясения, наводнения, оползни, природные пожары и т. д.);
- техногенные (взрывы, пожары, химические и радиационные аварии, гидротехнические аварии и т.д.);
- биолого-социальные (инфекционные заболевания людей и животных, нашествие саранчи, теракты, социально-политические конфликты и др.);
- экологические (деградация почвы, загрязнение атмосферы, гидросферы и литосферы и др.);
- военные (военные конфликты с применением средств массового поражения и т. п.).

Авария – опасное техногенное происшествие, приводящее у разрушению сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

Анализ риска аварии – процесс идентификации опасностей и оценка риска аварии на опасном производственном объекте для отдельных лиц или группы людей, имущества или окружающей природной среды.

Идентификация опасностей аварии – процесс выявления и признания, что опасности аварии на опасном производственном объекте существуют и определения их характеристик.

Опасность аварии – угроза, возможность причинения ущерба человеку, имуществу и (или) окружающей среде вследствие аварии на опасном производственном объекте. Опасности аварий на опасных производственных объектах связаны с возможностью разрушения сооружений и (или) технических устройств, взрывом и (или) выбросом опасных веществ с последующим причинением человеку, имуществу и (или) нанесением вреда окружающей природной среде.

Классификация ЧС по масштабу учитывает величину площади поражения и тяжесть последствий. Различают локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные ЧС.

Безопасность в ЧС - состояние защищённости населения, объектов экономики и окружающей природной среды от опасностей в ЧС.

Безопасность различают по видам: промышленная, радиационная, химическая, сейсмическая, пожарная, биологическая, экологическая; по объектам: население, объект и окружающая природная среда; по основным источникам ЧС.

Поражающий фактор ИЧС – составляющая опасного явления или процесса, вызванная ИЧС, характеризуемая физическими, химическими и биологическими действиями или проявлениями, которые определяются или выражаются соответствующими параметрами.

Основными направлениями в решении задач обеспечения безопасности жизнедеятельности в ЧС являются:

- 1) прогнозирование и оценка возможных последствий ЧС;
- 2) планирование мероприятий по предотвращению или уменьшению вероятности возникновения ЧС и масштабов их последствий;
- 3) обеспечение устойчивой работы хозяйственных объектов в условиях ЧС;
- 4) обучение персонала и населения действиям в ЧС;
- 5) ликвидация последствий ЧС.

## 8.2 Техногенные чрезвычайные ситуации, вызванные взрывами

К техногенным относятся ЧС, вызванные взрывами, пожарами, химическими и радиационными авариями и др.

Наиболее часто происходят взрывы конденсированных взрывчатых веществ (ВВ), парогазовоздушных смесей (ПГВ) и сосудов под давлением. Взрывы конденсированных ВВ происходят в режиме детонации, когда взрывная волна распространяется с постоянной скоростью. Скорость детонации находится в пределах от 1,5 до 8 км/с при достижении давления взрыва 20...38 ГПа.

Взрывные волны парогазовых и дисперсных сред вследствие их малой плотности характеризуются более низкими параметрами. Если скорость распространения пламени ниже скорости распространения звука, то такое горение называется дефлаграционным или взрывным, при котором продукты сгорания нагреваются до 1 500...3 000°С и генерируются ударные волны с давлением 20...100 кПа. В ударную волну переходит 40% всей энергии взрыва.

Дефлаграционное горение при определённых условиях может перейти в детонационный процесс, при котором скорость пламени составляет 1...5 км/с. В пределах детонирующего облака избыточное давление может достигать 2 МПа. Изменение избыточного давления во фронте ударной волны, образующейся при взрыве сосуда со сжатым газом, при высоких давлениях и температурах подобно изменению этой величины в волне, генерируемой при взрыве конденсированного ВВ. Но необходимо учитывать, что при взрыве сосуда со сжатым газом только 40...60 % энергии взрыва тратится на образование ударной волны, остальная часть – на образование и разлёт осколков сосуда.

Поражения людей при любом виде взрыва следует ожидать, среди них могут быть погибшие (безвозвратные потери) и раненые (санитарные потери). Размеры зон поражения ударной волной взрыва зависят от задаваемой степени поражения человека и показаны в таблице 20, степень разрушения зданий и сооружений показана в таблице 21.

Таблица 20 – Действие избыточного давления  $\Delta P_{\phi}$  ударной волны на человека

$\Delta P_{\phi}$ , кПа	Результаты воздействия
Более 10	Для человека безопасно
20...40	Лёгкое поражение(ушибы, вывихи, общая контузия)
40...60	Среднее поражение (контузия головного мозга, разрыв барабанных перепонок, кровотечение из носа и ушей)
60...100	Сильное поражение (сильная контузия всего организма, переломы конечностей, повреждения внутренних органов)
100	Порог смертельного поражения
Более 300	Безусловное смертельное поражение

Таблица 21 – Степень разрушения объектов в зависимости от избыточного давления  $\Delta P_{\phi}$ , кПа, во фронте ударной волны

Наименование объекта (здания)	давление	$\Delta P_{\phi}$ , кПа,		Влекущее за	Собой Разрушение
		влекущее за			
	Полное	сильное		Среднее	Слабое
Жилые: кирпичные многоэтажные кирпичные малоэтажные деревянные	30...40	20...30		10...20	8...10
	Промышленные :	35...45	25...35	15...25	8...15
с тяжёлым металлическим каркасом	20...30	12...20		8...12	6...8
с легким металлическим каркасом	60...100	50...60		40..50	20...40
бескаркасные	60...80	40...50		30...50	20...30
	25...40	20...25		15...20	10...15

Для ориентировочного определения безвозвратных потерь  $N^{\text{безв}}$  (чел.) населения (персонала) вне зданий и убежищ используют формулу (45)

$$N^{\text{безв}} = P m_{\text{ТНТ}}^{2/3}, \quad (45)$$

где  $P$  – плотность населения (персонала), тыс.чел./км<sup>2</sup>;

$m_{\text{ТНТ}}$  – тротилевый эквивалент, т.

Санитарные потери  $N^{\text{сан}}$  (чел.) принимаются равными (46).

$$N^{\text{сан}} = (3 \dots 4) N^{\text{безв}} \quad (46)$$

Общие потери (47)

$$N^{\text{общ}}(\text{чел}) - N^{\text{общ}} = N^{\text{безв}} + N^{\text{сан}} \quad (47)$$

Взрыв конденсированного взрывчатого вещества. Избыточное давление на фронте свободно распространяющейся сферической воздушной ударной волны при взрыве конденсированных ВВ определяется по формуле М.А. Садовского (48):

$$\Delta P_{\text{ф}} = m_{\text{ТНТ}} / R \quad (48)$$

где  $P_{\text{ф}}$  – избыточное давление, кПа;

$R$  – расстояние от эпицентра взрыва, м;

$m_{\text{ТНТ}}$  – тротильный эквивалент, кг.

Тротильный эквивалент определяется по формуле (49):

$$m_{\text{ТНТ}} = m Q_{\text{в}} / Q_{\text{ТНТ}}, \quad (49)$$

где  $Q_{\text{в}}$ ,  $Q_{\text{ТНТ}}$  – энергия взрыва данного вещества и тротила соответственно, кДЖ/кг.

Взрыв парогазовоздушного облака. Парогазовоздушные облака образуются при авариях в системах переработки, транспортировки и хранения сжиженных и сжатых газов, при испарении разлившейся горючей жидкости (нефть, бензин, бензол и др.). При взрыве ПГВ облака образуются пять зон поражения – детонационная, огненного шара, действия ударной волны, теплового поражения и токсического воздействия (рис. 3). Радиус зоны детонационного взрыва, в пределах которой давление на фронте ударной волны постоянно и равно  $\Delta P_{\text{ф}} = 1750$  кПа, определяют по формуле (50):

$$r = 17,5 * \sqrt[3]{Q * K_{\text{н}}}, \quad (50)$$

где  $r$  – радиус зоны детонационной волны, м;

$Q$  – масса ГВЖ, т.

$K_{\text{н}}$  – коэффициент перехода жидкого продукта в ГВС;

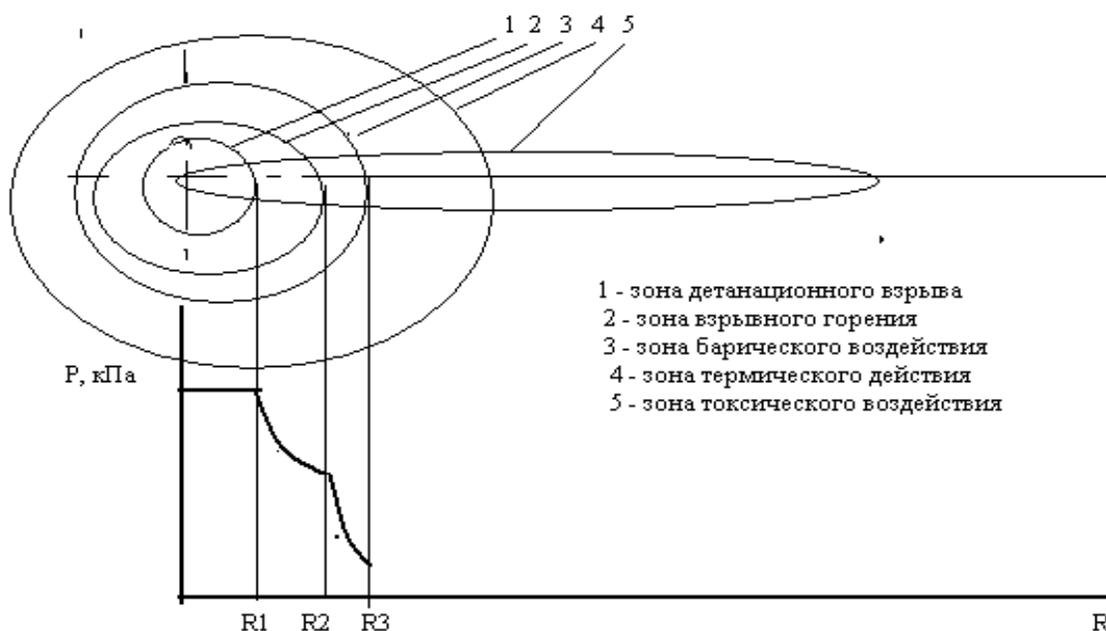


Рисунок 3 – Зоны поражения при взрыве газопаровоздушной среды

$m_{\text{ТНТ}}^{\text{газ}}$  – тротильный эквивалент взрывоопасного газа (пара) определяется по формуле (51), кг:

$$m_{\text{ТНТ}}^{\text{газ}} = \eta Q_{\text{газ}} / Q_{\text{ТНТ}} m_{\text{газ}} \quad (51)$$

где  $m_{\text{газ}}$  – масса горючего газа, кг;

$Q_{\text{ТНТ}} = 4520$  кДж/кг – энергия взрыва тринитротолуола (тротила);

$Q_{\text{газ}}$  – энергия взрыва газа, кДж/кг;

$\eta$  – коэффициент, зависящий от способа хранения горючего вещества (1 – для газа;

0,6 – для сжиженного газа под давлением;

0,1 – для сжиженного газа при пониженной температуре (изотермическое хранение);

0,06 – аварийный разлив легко воспламеняющейся жидкости (ЛВЖ).

При расчёте тротильного эквивалента принимается 50% вместимости резервуара при одиночном хранении и 90 % - при групповом.

Радиус зоны взрывного горения («огненного шара») равен (52)

$$R_2 = 1,7 R_1 \quad (52)$$

Избыточное давление на фронте ударной волны огненного шара падает от  $\Delta P_{\phi} = 1750$  кПа на границе зоны детонационного взрыва до величины  $\Delta P_{\phi 2}$ , определяемого по формуле (53)

$$\Delta P_{\phi 2} = 1300 (R_1/R_2)^3 + 50 \quad (53)$$

Избыточное давление  $\Delta P_{\phi 3}$  на границе действия зоны ударной волны ( $R_3 > R_2 = 1,7 R_1$ ) определяют по формуле (54)

$$\Delta P_{\phi 3} = 233 / \sqrt{1 + 0,41(R_3/R_1)^3} - 1 \quad (54)$$

Взрыв резервуаров под давлением. Технологическое оборудование, содержащее под давлением сжатые и сжиженные газы (горючие и не горючие) могут быть при определённых условиях источником взрыва. При разгерметизации сосуда в энергию взрыва переходит не только химическая энергия горючего газа, но и потенциальная энергия сжатого газа (55).

$$E = Q_{\text{вг}} + P_1 - P_0 / \rho_{\text{г}}(k - 1) \quad (55)$$

где  $Q_{\text{вг}}$  – энергия взрыва взрывоопасного газа, кДж/кг;

$P_1, P_0$  – давление газа в сосуде и окружающей среды соответственно, кПа;

$\rho_{\text{г}}$  – плотность газа при давлении  $P_1$ , кг/м<sup>3</sup>;

$k$  – показатель адиабаты.

В энергию ударной волны  $E_{\text{ув}}$ , кДж/кг, переходит только 40...60 % общей энергии взрыва, то есть (56)

$$E_{\text{ув}} = (0,4 \dots 0,6) E, \quad (56)$$

остальная энергия расходуется на образование и разлёт осколков (57):

$$E_{\text{оск}} = (0,6 \dots 0,4) E \quad (57)$$

Значение тротилового эквивалента взрыва сосуда под давлением определяем по формуле (8.5), принимающей в рассматриваемом случае следующий вид (58):

$$m_{\text{ТНТ}} = E_{\text{ув}} / Q_{\text{ТНТ}} \cdot m_{\text{г}} \quad (58)$$

Зная величину тротилового эквивалента, по формуле (8.1) можно определить величину избыточного давления во фронте ударной волны  $\Delta P_{\phi}$ . образовавшиеся осколки разлетаются со скоростью  $w$ , м/с, определяемой по формуле Г.И. Покровского (59):

$$w = w_0 \exp(-R/\gamma l_{\text{оск}}), \quad (59)$$

где  $w_0$  – начальная скорость разлёта осколков, м/с;

$R$  – расстояние разлёта осколков, м, меньшее, чем  $R^* \approx 2w_0 \cdot \sqrt{H/g}$  – максимальное расстояние, на которое разлетаются осколки, м;

$H$  – высота центра взрыва, м;

$g$  – ускорение поля тяготения – 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$\gamma = \rho_{об}/\rho_{воз}$  – отношение плотностей материала оболочки и воздуха;

$l_{оск} = \sqrt{(d_{оск}^2 + h_{оск}^2)}$  – характерный размер осколка формой цилиндра и диаметром  $d_{оск}$ , высотой  $h_{оск}$ , м.

Начальная скорость разлёта осколков определяется по формуле (60):

$$w_0 = \sqrt{2E_{оск} m_{г}/m_{об}}, \quad (60)$$

где  $m_{г}$  и  $m_{об}$  – массы газа и оболочки сосуда, кг.

Для приближённых расчётов принимается условие, что все осколки имеют цилиндрическую форму с длиной, равной толщине оболочки сосуда  $\delta_{об}$ , и диаметром  $d_{оск}$ , м, равным (61):

$$d_{оск} = r_{об} \sigma_{об} / w_0 \sqrt{E_{у} \rho_{об}} \quad (61)$$

где  $r_{об}$  – радиус оболочки сосуда, м;

$\sigma_{об}$ ,  $E_{у}$  и  $\rho_{об}$  – предельное динамическое сопротивление разрушению, модуль упругости и плотность материала оболочки сосуда.

Масса одного осколка  $m_{оск}$ , кг (62):

$$m_{оск} = 0,25 \rho_{об} \pi d_{оск}^2 h_{оск}, \quad (62)$$

количество образующихся осколков определяется по формуле (63):

$$n = m_{об} / m_{оск} \quad (63)$$

Оценка поражающего действия осколка на человека с 50 %-й вероятностью наносящего сильные ранения, производится по величине предельной скорости удара  $w_{50}$ , м/с, определяется по формуле (64):

$$w_{50} = 1247S/m_{оск} + 22, \quad (64)$$

где  $S = \pi d_{оск}^2$  – миделево сечение осколка массой  $m_{оск}$ , м<sup>2</sup>.

Осколок способен поразить человека («убойный осколок»), если его кинетическая энергия превышает 100 Дж.

Взрывопредотвращение и взрывозащита. Основными методами обеспечения взрывобезопасности являются предотвращение взрыва и взрывозащита (снижение поражающих факторов взрыва до приемлемого уровня конструктивными методами).

Предотвращение взрыва достигается:

- замещением или уменьшением количества горючих веществ, способных образовывать взрывоопасные среды;
- ограничением концентрации взрывоопасного газа ниже уровня НКПР (вентиляция);
- инертированием (добавлением инертирующих газов, например  $N_2$ ,  $CO_2$ , инертных газов и др.);
- применением оборудования под избыточным давлением;
- добавлением совместимой инертирующей пыли во взрывоопасные смеси пыль-воздух;
- устранением источников воспламенения ПГВ смеси (нагретые поверхности, пламя и горючие газы, искры, электростатическое электричество, удары молнии и др.).

Взрывозащита достигается:

- использованием конструкций, устойчивых к взрыву;
- сбросом давления взрыва (разрывающиеся мембраны, вентиляционные люки, предохранительные откидные перегородки);
- подавлением взрыва (быстрый ввод гасящих компонентов в оборудование);
- предотвращением распространения взрыва и пламени (огнепреградители из гофрированных металлических лент, металлокерамических элементов и металловолокон, высокоскоростные выпускные клапаны; предохранительные клапаны и затворы, гасящие барьеры с подачей гасящего реагента, поворотные клапаны и др.).

Действия при взрыве. При внезапном взрыве необходимо:

- сохранять спокойствие, хладнокровие, не поддаваться панике;
- укрыться вблизи несущих стен и конструкций;
- выходить из здания осторожно, прижавшись к стене;
- не пользоваться спичками, зажигалками, так как возможна утечка газа, паров;
- выйдя из здания в безопасное место, ждать указаний спасателей и принимать меры по оказанию первой медицинской помощи пострадавшим.

При внезапном обрушении здания, услышав взрыв или обнаружив, что здание теряет устойчивость, следует:

- как можно быстрее покинуть здание, взяв документы, деньги и предметы первой необходимости;
- не пользоваться лифтом, а использовать лестницу;
- пресекать панику и давку в дверях при эвакуации;
- останавливать тех, кто собирается прыгать с балконов и через окна;
- при невозможности покинуть здание занять самое безопасное место: проёмы внутренних капитальных стен; углы, образованные внутренними капитальными стенами; под балконами каркаса;
- если возможно, спрятаться под стол, чтобы уберечься от падающих предметов и осколков;
- если с вами дети, укрыть их собой;
- открыть двери в квартиру, чтобы обеспечить себе выход в случае необходимости;
- держаться подальше от окон, электроприборов, немедленно отключить воду, электричество и газ;
- не выходить на балкон;
- не пользоваться спичками, зажигалкой.

Оказавшись в завале, необходимо:

- дышать глубоко, не падать духом, не поддаваться панике;
- при возможности оказать себе первую медицинскую помощь;
- постараться определить, где вы находитесь, нет ли рядом с вами других людей;
- осмотреться, поискать возможные выходы;
- поискать в карманах или поблизости предметы, которые помогут подать световые или звуковые сигналы (фонарик, зеркальце, металлические предметы);
- помнить, что человек может обойтись без воды и пищи в течение долгого времени, если не будет бесполезно расходовать энергию;
- постараться выжить любой ценой – помощь придёт обязательно.

### **8.3 Чрезвычайные ситуации, вызванные пожарами**

Статистика пожаров в Российской Федерации за последние годы позволяет констатировать, что их количество сохраняется на уровне 250 тысяч в год, гибель

людей составляет 20 тыс. в год, прямой ущерб от пожаров составляет 4млрд руб., т. е. 0,029 % от внутреннего валового продукта. Ежегодно в России происходит не менее 10 тыс. лесных пожаров на площади от 200 га и выше. В жилых домах гибнет около 90 % от общего количества погибших при пожарах по стране. Основными причинами гибели людей при пожарах являются действие продуктов горения (до 76 % от общего числа погибших) и высокая температура (до 19 % от общего числа погибших).

К числу объективных причин относятся высокая степень изношенности жилого фонда, причём здесь речь идёт и о конструкциях зданий и их инженерном обеспечении; отсутствие экономических возможностей поддержания противопожарного состояния зданий, низкая обеспеченность жилых зданий средствами обнаружения, оповещения о пожаре, современными первичными средствами пожаротушения и специальной пожарной техникой.

Многоэтажные жилые дома являются основными жилыми объектами в крупных населённых пунктах. Особенностью пожарной опасности жилых зданий является наличие встроенных в них помещений иного назначения: учреждения торговли, связи, коммунально-бытового назначения, общественного питания и др. При возникновении пожара во встроенном помещении возникает угроза для жизни людей верхних этажей.

Пожары в многоэтажных жилых зданиях распространяются по кабельным коммуникациям, когда места прохождения труб не заделаны строительным раствором или бетоном. Для зданий повышенной этажности характерны быстрое развитие пожара, сложность проведения спасательных работ и подачи огнетушащих средств. Продукты горения распространяются в сторону лестничных клеток и шахт лифтов. От высокой температуры управление лифтами выходит из строя и кабины блокируются в шахтах. Быстро установить место нахождения лифта во время пожара при отключённом электропитании не представляется возможным и поэтому люди, находящиеся в нём, гибнут. Во время пожара на верхних этажах очень сложно проводить разведку пожара, спасание людей и подачу средств пожаротушения. Оценка пожарной опасности помещений и зданий проводится на основании Федерального закона от 22.06.2009 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», которым определён порядок категорирования промышленных и складских помещений, зданий и сооружений (см. гл.4). Определение пожароопасной категории определяется путём сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки на любом участке со значением удельной пожарной нагрузки, приведённой в таблице 22.

Таблица 22 – Определение категории пожароопасных помещений

Категория	Удельная пожарная нагрузка, МДж/м <sup>2</sup>
V1	Более 2 200
V2	1 401...2 200
V3	181... 1 400
V4	1...180

Пожарная нагрузка помещений  $Q$ , МДж, включает в себя различные сочетания горючих и трудногорючих твёрдых материалов и жидкостей в границах пожароопасного участка и определяется по формуле (65):

$$Q = \sum G_j Q_{нj}^p, \quad (65)$$

где  $G_j$  – количество  $j$ -го материала пожарной нагрузки, кг;

$Q_{нj}^p$  – низшая теплота сгорания  $j$ -го материала пожарной нагрузки, МДж/кг.

Удельная пожарная нагрузка  $q$ , МДж/м<sup>2</sup> определяется по формуле (66):

$$q = Q/S \quad (66)$$

где  $S$  – площадь размещения пожарной нагрузки, м<sup>2</sup> (не менее 10 м<sup>2</sup>).

Если по данной методике помещение отнесено к категориям V2 или V3, то проверяется выполнение условия:

$$Q \geq 0,64qH^2, \quad (67)$$

где  $H$  – высота помещения, м.

В случае, если это условие не выполняется, помещение относят к категориям V1 или V2.

Пожары в зданиях и промышленных объектах. Пожар развивается на определённой площади или в объёме и условно может быть разделён на три зоны, не имеющих чётких границ: горения, теплового воздействия и задымления. Зона горения занимает ту часть пространства, в котором происходят процессы термического разложения твёрдых горючих материалов или испарения жидкостей, горения газов и паров в объёме диффузионного факела пламени. Зона горения может ограничиваться ограждениями здания или сооружения, стенками различных технологических

установок, аппаратов и т. п. Температура в зоне горения внутри здания достигает температуры 800...900°C; температура при горении твёрдых веществ и материалов на воздухе составляет 1 000...1 200°C, а газов и легко воспламеняющихся жидкостей – 1 200...1 600°C.

Зоной теплового воздействия называется прилегающая к зоне горения часть пространства, в пределах которого протекают процессы теплообмена между поверхностью пламени, окружающими строительными конструкциями и горючими материалами. Теплота в окружающую среду передаётся тремя способами: конвекцией, излучением и теплопроводностью. В горящем помещении излучение является основным способом передачи теплоты от поверхности пламени к окружающим поверхностям горючих материалов, внутреннего интерьера и строительных конструкций по всем направлениям до момента интенсивного задымления, когда дым становится ослабляющей средой теплового потока в результате поглощения и рассеяния лучистой энергии. Расчёт безопасного расстояния для человека, объекта и материалов при заданном уровне плотности излучения определяется по формуле (68):

$$R_{\text{без}} = 0,282 R^* \sqrt{q^{\text{соб}}/q_{\text{кр}}}, \quad (68)$$

где  $R^*$  - приведённый размер очага горения, м (для горящих зданий  $R^* = \sqrt{LN}$  ( $L$  – длина стены, обращенной к объекту теплового излучения;  $N$  – высота дома, м; для штабеля пилёного леса  $R^* = (1,75...2,0)\sqrt{LN}$ ; для случая горения нефтепродуктов в резервуаре  $R^* = 0,8D_{\text{рез}}$ );

$q^{\text{соб}}$  – плотность потока собственного излучения пламени пожара (древесина – 260 кВт/м<sup>2</sup>);

$q_{\text{кр}}$  плотность потока падающего на объект излучения пламени пожара, критическая для рассматриваемого объекта при данной степени термического воздействия (безопасно для человека – 1,5 кВт/м<sup>2</sup>; возгорание древесины через 5 мин – 17 кВт/м<sup>2</sup>).

На стадии развившегося пожара в зданиях конвекцией передаётся значительно больше теплоты, чем при пожарах на открытом пространстве. Нагретые до высоких температур газы вызывают возгорание горючих материалов на пути своего распространения в коридорах, вентиляционных каналах, лестничных клетках, лифтовых шахтах в пустотах перекрытий, перегородок и т. д. При пожарах на открытом пространстве теплота передаётся окружающим объектам в основном излучением. Несмотря на то, что доля теплоты передаваемой конвекцией, достигает 75%, значительная часть её передаётся верхним слоям атмосферы и не изменяет

обстановки на пожаре. Дым представляет собой дисперсную систему, твёрдые частицы которой, как и ядовитые газы, вредны для человека.

Зона задымления при пожаре в зданиях или сооружениях, внутри помещений и на открытых пространствах имеют свои особенности. Глубину зоны задымления определяют по формуле (69):

$$\Gamma_i = 34,2/k_1(m/k_2wD_i)^{2/3}, \quad (69)$$

где  $\Gamma_i$  – глубина зоны задымления, соответствующая определённой степени поражения человека (летального или порогового), м;

$k_1$  – коэффициент шероховатости подстилающей поверхности, равный 1 – для открытой поверхности; 2 – для степной растительности и сельскохозяйственных угодий; 2,5 – для кустарников; 3,3 – для леса и городской застройки;  $m$  – масса токсичных продуктов, кг;

$k_2$  – коэффициент степени вертикальной устойчивости атмосферы, равный 1 – для инверсии; 1,5 – для изотермии; 2 – для конвекции;

$w$  – скорость ветра, м/с;

$D_i$  – пороговая или летальная токсодоза, мг·мин/л (для СО – соответственно 25 и 60).

При инверсии у поверхности Земли находится самый холодный воздух и восходящие потоки отсутствуют. Протяжённость зоны задымления в этом случае самая большая. При конвекции температура воздуха у поверхности Земли имеет самые высокие значения и нагретый воздух, поднимаясь кверху, интенсивно перемешивает поток токсических веществ. В этом случае зона задымления будет самая маленькая. В случае изотермии распределение температуры неизменно по высоте приземного слоя в атмосфере; конвективные потоки, размывающие шлейф продуктов горения, практически отсутствуют; смешение потока токсических веществ с воздухом происходит только за счёт молекулярной диффузии.

**Пожарная профилактика.** Пожарная профилактика как научная дисциплина сложилась и развивается на стыке наук о технологии производств и о пожаре и тесно связана с фундаментальными науками – физикой, химией, математикой, механикой и другими науками, а также со специальными дисциплинами – пожарной профилактикой в строительстве, теплопередачей в пожарном деле, гидравликой и противопожарным водоснабжением, пожарной тактикой, производственной и пожарной автоматикой, процессами горения и взрыва и другими. Для предупреждения распространения пожара с одного здания на другое между ними проектируют и устраивают противопожарные разрывы. Для определения противопожарных разрывов исходят из

того, что наибольшую опасность по возможному воспламенению соседних зданий и сооружений представляет мощность теплового излучения от очага пожара. Количество принимаемой теплоты соседним с горящим объектом зданием зависит от свойств горючих и температуры пламени, величины излучающей поверхности, площади световых проёмов, группы возгораемости ограждающих конструкций, наличия противопожарных преград, взаимного расположения зданий, метеорологических условий и др. К противопожарным преградам относят стены, перегородки, перекрытия, двери, ворота, люки, тамбур-шлюзы и окна. Противопожарные стены выполняют из негорючих материалов, с пределом огнестойкости не менее 2,5 ч, которые должны опираться на фундаменты. Их рассчитывают на устойчивость с учётом одностороннего обрушения перекрытия перекрытий и других конструкций при пожаре. Противопожарные двери, окна и ворота в противопожарных стенах должны иметь предел огнестойкости не 1,2 ч, а противопожарные перекрытия – не менее 1ч. Эти перекрытия не должны иметь проёмов и отверстий, через которые могут проникать продукты горения при пожаре. В процессе проектирования зданий и сооружений необходимо предусмотреть безопасную эвакуацию людей на случай возникновения пожара. При возникновении пожара люди должны покинуть здание в течение минимального времени, которое определяется кратчайшим расстоянием от места их нахождения до выхода наружу. Число эвакуационных выходов из зданий, помещений и с каждого этажа зданий определяется расчётным путем, но должно составлять не менее двух. Эвакуационные выходы должны располагаться рассредоточено. Ширина участков путей эвакуации должна быть не менее 1м, а дверей на путях эвакуации – не менее 0,8 м. ширина наружных дверей лестничных клеток должна быть не менее ширины марша лестницы, высота прохода на путях эвакуации – не менее 2 м. При проектировании зданий и сооружений для эвакуации людей должны предусматриваться следующие виды лестничных клеток и лестниц: незадымляемые лестничные клетки, сообщающиеся с наружной воздушной зоной или оборудованные техническими устройствами для подпора воздуха; закрытые клетки с естественным освещением через окна в наружных стенах; закрытые лестничные клетки без естественного освещения; внутренние открытые лестницы без ограждающих внутренних стен; наружные открытые лестницы. Для зданий с перепадами высот необходимо предусматривать пожарные лестницы. Противодымная защита должна обеспечивать незадымление, снижение температуры и удаление продуктов горения на путях эвакуации в течение времени, необходимого для эвакуации людей или их коллективной защиты. Система оповещения о пожаре должна обеспечивать, в соответствии с планами эвакуации, передачу сигналов одновременно по всему зданию или выборочно в отдельные его части. Более надёжными системами являются:

электрическая пожарная сигнализация включает в себя пожарные извещатели, установленные в помещениях и включенные в сигнальную линию, приёмно-контрольную станцию, источник питания, звуковые и световые средства сигнализации, а также автоматические установки пожаротушения, дымоудаления и пульта централизованного наблюдения. Наиболее распространены следующие автоматические установки пожаротушения:

- спринклерные установки водяного пожаротушения для локального (местного) тушения помещений, минимальная температура воздуха которых в течение года выше 4°С. При возникновении пожара вскрывается лёгкоплавкий замок спринклера и вода подаётся в очаг пожара.

- дренчерные установки отличаются от спринклерных тем, что оросители на распределительных трубопроводах не имеют легкоплавкого замка, и отверстия у них постоянно открыты. Данные установки предназначены для тушения пожаров одновременно по всей защищаемой площади, создания водяных завес, орошения конструкций, резервуаров и технологических установок. При повышении температуры до критического значения расплавляется легкоплавкий замок, приводя систему в действие;

- установками пенного пожаротушения оборудуют здания, сооружения, технологическое оборудование с высокой пожарной опасностью. Они могут быть спринклерными и дренчерными, отличаются наличием автоматического дозатора (раствор пенообразователя в воде и пенного оросителя (генератор для образования пены));

- установки порошкового пожаротушения предназначены для тушения пожаров сжиженных газов, ЛВЖ, щелочных металлов, алюминиево-органических соединений, электрооборудования напряжением до 1 000 В. Принцип действия установки основан на псевдоожигении слоя порошка при истечении рабочего газа в полость корпуса с последующим выбросом огнетушащего порошка в виде через распределители распределительной сети в виде газопорошковых струй на защищаемую поверхность или объект;

- установки газового пожаротушения предназначены для тушения различного оборудования и технологических процессов с высокой пожарной опасностью. Установки делят по способу тушения на установки объёмного и локального пожаротушения. В процессе пожара срабатывает пожарный извещатель, посылая сигнал на станцию пожарной сигнализации, с которой электрический импульс подрывает пиропатроны в распределительном устройстве и пусковом баллоне и вызывает срабатывание секционного предохранителя и запорной головки баллона с

огнетушащим газом. Газ вскрывает запорный клапан и идёт через открытое распределительное устройство к выпускным насадкам. В начальной стадии для тушения пожара используют огнетушители, подразделяющиеся по виду огнетушащего вещества на пенные, газовые и порошковые.

Действия при пожаре. При пожаре в квартире следует:

- сообщить в пожарную охрану по телефону 01;
- вывести на улицу детей и престарелых;
- попробовать самостоятельно потушить пожар, используя подручные средства (воду, стиральный порошок, плотную ткань и др.);
- отключить электроэнергию;
- ЛВЖ тушить водой нельзя, необходимо воспользоваться огнетушителем, стиральным порошком или мокрой тряпкой;
- во время пожара воздержаться от открытия окон и дверей для уменьшения притока свежего воздуха;
- если в квартире наблюдается сильное задымление и ликвидировать очаги своими силами не представляется возможным, немедленно покинуть квартиру, плотно прикрыв за собой дверь;
- при невозможности эвакуации из квартиры через лестничные марши использовать балконную лестницу, а если её нет, то выйти на балкон, закрыв плотно за собой дверь, и постараться привлечь к себе внимание прохожих и пожарных;
- по возможности организовать встречу пожарных подразделений, указать очаг пожара.

При пожаре на рабочем месте необходимо:

- сообщить в пожарную охрану;
- оповестить коллег о пожаре;
- используя пожарные краны, огнетушители и подручные средства, попытаться потушить очаг;
- если понятно, что сил для тушения пожара не хватает, то покинуть опасную зону;
- по прибытии пожарных объяснить, что и где горит.

## 8.4 Чрезвычайные ситуации, вызванные выбросом опасных химических веществ

Выбросы опасных химических веществ (ОХВ) имеют место при авариях в различных отраслях экономики при разгерметизации резервуаров, газопроводов, технологического оборудования и т. д. Исходными данными для прогнозирования последствий химической аварии являются:

- количество ОХВ, выброшенных в атмосферу и характер их разлива (в грунт, обваловку или поддон);
- токсические свойства ОХВ;
- метеорологические условия (температура воздуха, скорость ветра на высоте 10 м, состояние приземного слоя воздуха); при заблаговременном прогнозе принимают, что температура воздуха равна 20°C, скорость ветра -1 м/с, а состояние атмосферы - инверсия.

Расчёт параметров зоны заражения при химической аварии. Внешние границы зоны заражения ОХВ по ингаляционной пороговой токсодозе  $D_{пор}$  (мг·мин/л). При газообразном ОХВ в аварийном резервуаре образуется первичное облако; в случае сжиженного или жидкого ОХВ образуется пролив с последующим испарением и образованием вторичного облака. Глубина заражения первичным  $\Gamma_1$ , км и вторичным  $\Gamma_2$ , км, облаками определяются в зависимости от скорости ветра  $w_b$ , м/с, и эквивалентного количества опасного химического вещества  $Q_3$ , т. Полная глубина зоны заражения определяется по формуле (70):

$$\Gamma_{\Sigma} = \max(\Gamma_1, \Gamma_2) + 0,5 \min(\Gamma_1, \Gamma_2), \quad (70)$$

где  $\max(\Gamma_1, \Gamma_2)$  - большее из двух значений  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ ;

$\min(\Gamma_1, \Gamma_2)$  - меньшее из двух значений  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ .

В зависимости от скорости приземного ветра зоны возможного заражения имеют вид круга или сектора с угловыми размерами:

Скорость ветра, м/с.....	Более 0,5	0,5...1,0	1,0...2,0	Более 2,0
Угловые размеры, °.....	360	180	90	45

Площадь зоны фактического заражения ОХВ  $S_{\phi}$ , км<sup>2</sup>, находящейся внутри зоны возможного заражения определяется по формуле (71):

$$S_{\phi} = k_8 \Gamma^2 \tau^0, \quad (71)$$

где  $k_8$  – коэффициент, учитывающий влияние степени вертикальной устойчивости воздуха на ширину зоны заражения (для инверсии он равен 0,081, изотермии – 0,133 и конвекции – 0,235);

$\Gamma$  – глубина зоны заражения, км;  $\tau$  – время с момента аварии, ч.

Количественные характеристики выброса ОХВ для расчётов определяются по его эквивалентному значению  $Q_0$ , под которым понимается такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии равен масштабу заражения при тех же условиях заданным количеством данного ОХВ, перешедшим в первичное или вторичное облако. Эквивалентное количество ОХВ в первичном облаке  $Q_{01}$ , т, определяется по формуле (72):

$$Q_{01} = k_1 k_3 k_5 k_7 Q_0, \quad (72)$$

где  $k_1$  – коэффициент, зависящий от условий хранения ОХВ;

$k_3$  – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе рассматриваемого ОХВ;

$k_5$  – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы (1 – для инверсии; 0,23 – для изотермии; 0,8 – для конвекции);

$k_7$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (для сжатых газов  $k_7=1$ );

$Q_0$  – количество разлившегося (выброшенного) ОХВ, т.

Эквивалентное количество ОХВ во вторичном облаке  $Q_{02}$ , т, определяется по формуле (73):

$$Q_{02} = (1 - k_1) k_2 k_3 k_4 k_5 k_6 k_7 Q_0 / (h \rho_{ж}), \quad (73)$$

где  $k_2$  – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств ОХВ;

$k_4$  – коэффициент, учитывающий скорость ветра;

$k_6$  – коэффициент, учитывающий время, прошедшее с начала аварии  $\tau$ , ч;

$h$  – толщина слоя разлившегося жидкого ОХВ, м;

$\rho_{ж}$  – плотность жидкой фазы ОХВ, т/м<sup>3</sup>.

$\tau^{0,8}$  при  $\tau < \tau_{исп}$ ,

$k_6 = \tau^{0,8}$  при  $\tau > \tau_{исп}$

1 ч при  $\tau_{исп} < 1$  ч

где  $\tau_{исп}$  – время испарения ОХВ, ч. (74)

$$\tau_{исп} = h \rho_{ж} / k_2 k_4 k_7 \quad (74)$$

Прогнозирование количества пострадавших среди персонала и населения, оказавшихся в зоне фактического заражения. Количество населения, попавшего в зону заражения  $N$ , чел., рассчитывается исходя из средней плотности по формуле (75):

$$N=PS, \quad (75)$$

где  $P$  – плотность населения, чел./км<sup>2</sup>;

$S$  – площадь территории, приземный слой воздуха которой подвергся заражению, км<sup>2</sup>.

Распределение людей по степеням поражения принимают значения, представленные в таблице 23.

Таблица 23 – Степень поражения людей

Степень поражения	Смертельная	Средняя	Лёгкая	Пороговая
Доля	0,10	0,15	0,20	0,55

Глубины зон с разной степенью поражения можно принять: глубина зоны смертельного поражения  $\Gamma_{см}=0,3$  Г; глубина зоны поражения средней тяжести  $\Gamma_{ср}= 0,5$  Г; глубина зоны поражения лёгкой степени тяжести  $\Gamma_{лег}= 0,7$  Г.

Действия при химической аварии. При химической аварии необходимо выполнить следующие действия:

- при сигнале «Внимание всем!» включить радиоприёмник и телевизор для получения достоверной информации об аварии и рекомендуемых действиях;
- закрыть окна, отключить электробытовые приборы и газ;
- надеть резиновые сапоги, плащ, взять документы, необходимые тёплые вещи, трехсуточный запас непортящихся продуктов, оповестить соседей и быстро, но без паники выходить из зоны возможного заражения, перпендикулярно направлению ветра на расстояние не менее 1,5 км от предыдущего места пребывания;
- для защиты органов дыхания использовать противогаз или ватно-марлевую повязку или подручные изделия из ткани, мочённые в воде, 2-5%-ном растворе пищевой соды (для защиты от хлора), 2%-ном растворе лимонной или уксусной кислоты для защиты от аммиака;
- при невозможности покинуть зону заражения плотно закрыть окна, двери, вентиляционные отверстия и дымоходы, имеющиеся щели заклеить бумагой или скотчем;
- не укрываться на первых этажах зданий, в подвалах и полуподвалах;

– при авариях на железнодорожных и автомобильных магистралях, связанных с транспортировкой ОХВ, категорически запрещается приближаться к месту аварии ближе, чем на 200 м (радиус опасной зоны).

После химической аварии необходимо выполнить следующее:

- при подозрении на поражение ОХВ исключить любые физические нагрузки, принять обильное питье (молоко, чай) и немедленно обратиться к врачу;
- вход в здание разрешается только после контрольной проверки содержания в нём ОХВ;
- если вы попали под непосредственное действие ОХВ, при первой же возможности необходимо принять душ;
- заражённую одежду постирать или выбросить;
- выполнить тщательную влажную уборку помещения;
- воздержаться от употребления водопроводной (колодезной) воды, фруктов и овощей из огорода, мяса скота и птицы, забитых после аварии, до официального заключения об их безопасности.

## **8.5 Чрезвычайные ситуации, вызванные радиационными авариями**

К радиационно опасным объектам (РОО) относятся:

- предприятия ядерного топливного цикла (ЯТЦ): урановой и радиохимической промышленности, места переработки и захоронения радиоактивных отходов;
- атомные станции (АС): атомные электрические станции (АЭС), атомные теплоэлектроцентрали (АТЭЦ), атомные установки теплоснабжения (АСТЭ);
- объекты с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ), войсковыми атомными электростанциями (ВАЭС);
- ядерные боеприпасы (ЯБ) и склады для их хранения.

При авариях на РОО образуются зоны радиоактивного загрязнения, характеризующиеся уровнем радиации, дозой облучения, степенью загрязнения и т. д., которые показаны в таблице 24.

Таблица 24 –Характеристика зон радиоактивного загрязнения аварии на РОО

Зона заражения	Поглощённая доза (до полного распада) D, Гр	Уровень радиации P, Гр/ч	Площадь зоны заражения S, км <sup>2</sup>
A1	0,056	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$0,8 (L_{A1}B_{A1} - L_A B_A)$
A	0,56	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$0,8(L_A B_A - L_B B_B)$
Б	5,6	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$0,8(L_B B_B - L_B B_B)$
В	16,8	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$0,8(L_B B_B - L_\Gamma B_\Gamma)$
Г	56	0,14	$0,8 L_\Gamma B_\Gamma$

Примечание. А1 – зона слабого заражения; А – умеренного заражения; Б – сильного заражения; В – опасного заражения; Г – чрезвычайно опасного заражения.

Расчёт параметров зоны радиационного загрязнения при радиационной аварии. Геометрические размеры (длина L и ширина B, км) зон загрязнения рассчитывают по формулам (76, 77):

$$L'' = L \sqrt{(m'' w_B'') / m w_B}; \quad (76)$$

$$B'' = B \sqrt{(m'' w_B'') / m w_B}, \quad (77)$$

где L и B - табулированные значения длины и ширины зон загрязнения для реакторов РБМК-1000 и ВВЭР-440 при  $w_B = 5$  м/с и  $m = 3, 5, 10$  и  $50$  т;

$m$  – масса радиоактивного выброса, кг;  $w_B$  – скорость ветра, м/с.

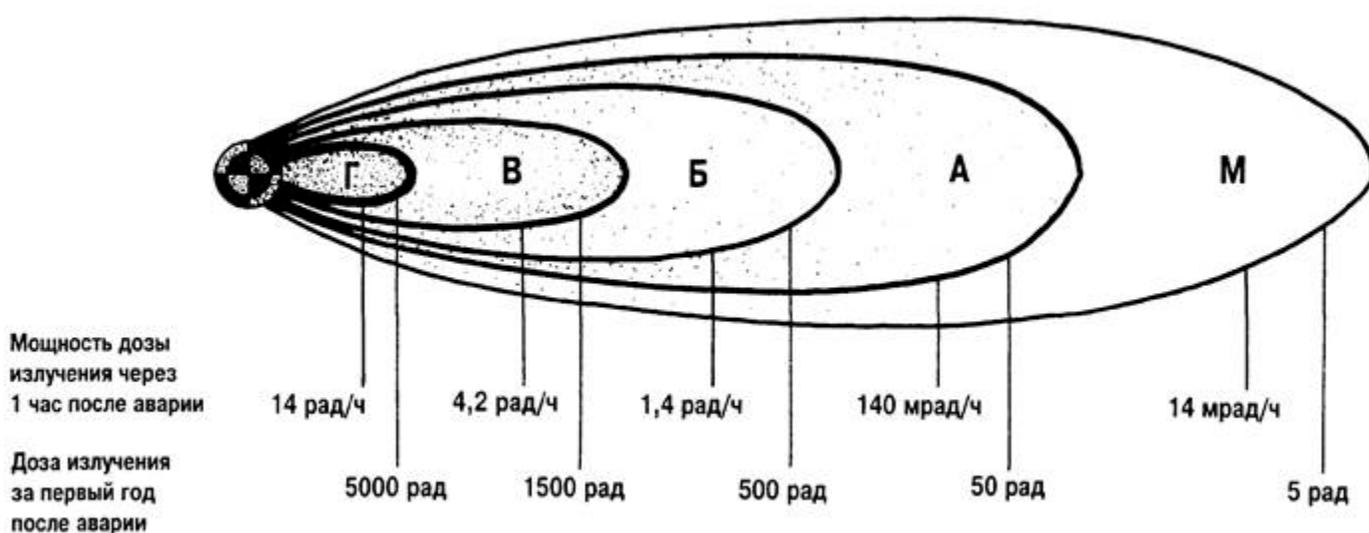


Рисунок 4 - Зоны радиоактивного заражения при радиационной аварии

Время подхода радиоактивного облака к объекту  $\tau_{\text{подх}}$ , ч, определяют по формуле (78):

$$\tau_{\text{подх}} = CR / w_B, \quad (78)$$

где  $C$  – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости атмосферы, равный 0,13 – при инверсии; 0,23 – при изотермии и 0,24 – при конвекции;

$R$  – расстояние от объекта до эпицентра выброса, км;

$w_B$  – скорость движения воздуха на высоте 10 м, км/ч.

Прогнозирование количества поражённого персонала и населения в зоне радиационного загрязнения. Расчёт уровней радиации  $P$ , Гр/ч и доз внешнего облучения  $D$ , Гр. Производится в зависимости от времени, прошедшего после аварии по формулам (79, 80):

$$P_{\tau} = P_{\text{изм}} / (\tau - \tau_{\text{изм}})^n \quad (79)$$

$$D = K(P_{\text{кон}}\tau_{\text{кон}} - P_{\text{нач}}\tau_{\text{нач}}), \quad (80)$$

где  $P_{\text{изм}}$  – измеренный (рассчитанный) уровень радиации на время начала и окончания облучения, Гр/ч;

$K$ ,  $n$  – коэффициенты, равные соответственно 1,33 и 0,25 для промежутка времени до 1 месяца после аварии; 2 и 0,5 – от 1 до 3 месяцев.

При нахождении человека в помещении (дом, защитное сооружение и т. п.) доза облучения будет меньше в  $K_{\text{осл}}$  раз. Этот коэффициент называется коэффициентом ослабления, его значения приведены в таблице 25.

Таблица 25 - Средние значения коэффициента ослабления  $K_{\text{осл}}$

Наименование помещения и транспортного средства	$K_{\text{осл}}$	Наименование помещения и транспортного средства	$K_{\text{осл}}$
Открытые траншеи, щели	3	Производственные здания	7
Перекрытые щели	50	Административные здания	8
Автомобили	2	В среднем для населения:	
Пассажирские вагоны	3	Городского	8
		сельского	4

На основании прогнозов радиационной обстановки принимается решение о проведении защитных мероприятий (табл. 26).

Таблица 26 - Критерии для принятия решений на ранней фазе развития аварии

Защитные меры	Дозовые критерии (за первые 10 сут), мЗв			
	Всё тело		Отдельные органы	
	Нижний уровень	Верхний уровень	Нижний уровень	Верхний уровень
Укрытие, защита органов дыхания и кожных покровов	5	50	50	500
Йодная профилактика:				
Взрослые	-	-	50*	500*
Дети, беременные женщины	-	-	50*	250*
Эвакуация:				
Взрослые	50	500	500	5000
Дети, беременные женщины *только для щитовидной железы	10	50	200*	500*

Действия при радиационной аварии. При возникновении радиационной аварии необходимо сделать следующее:

1-находясь на улице, немедленно защитить органы дыхания шарфом, платком и срочно укрыться в помещении;

2-в укрытии немедленно снять верхнюю одежду и обувь, поместить их в пластиковый пакет и принять душ;

3 – закрыть окна и двери, включить телевизор и радиоприёмник для получения дополнительной информации об аварии и указаний местных властей;

4 – загерметизировать вентиляционные отверстия, щели в окнах и дверях, не подходить к ним без особой необходимости;

5 – приготовить запас воды в герметичных емкостях, открытые продукты завернуть в полиэтиленовую плёнку и поместить в холодильник;

6 – для защиты органов дыхания использовать смоченную водой ватно-марлевую повязку или респиратор;

7 – при получении указаний через СМИ провести профилактику, принимая семь дней по одной таблетке (0,125 г) йодистого калия, а для детей до двух лет – ¼ часть таблетки (0,04 г). При отсутствии йодистого калия использовать йодистый раствор: три – пять капель на стакан воды, детям до двух лет – одну-две капли.

На радиоактивно загрязнённой местности необходимо выполнить следующие действия:

- выходить из помещения только в случае необходимости и на короткое время, используя резиновые сапоги, плащ, респиратор и перчатки;

- на открытой местности не раздеваться, не садиться на землю и не курить, не купаться в открытых водоёмах, не собирать грибы и лесные ягоды;
- территорию возле дома постоянно увлажнять, в помещении ежедневно проводить тщательную влажную уборку с применением моющих средств;
- перед входом в помещение вымыть обувь, вытряхнуть и почистить влажной щеткой верхнюю одежду;
- воду употреблять только из проверенных источников, а продукты питания – приобретённые в магазинах;
- тщательно мыть руки перед едой и полоскать рот 0,5%-ным раствором пищевой соды.

## **8.6 Природные чрезвычайные ситуации**

К природным чрезвычайным ситуациям (стихийным бедствиям) относятся землетрясения, наводнения, ураганы и смерчи, природные пожары, цунами, сели, оползни. Наибольшую опасность из этих ЧС в России представляют наводнения, оползни, землетрясения, смерчи и лесные пожары.

### **8.6.1 Землетрясения**

Землетрясения являются наиболее опасными геологическими процессами. Около 20 % территории России подвержено воздействию землетрясений интенсивность более 7 баллов, более 5% занимают чрезвычайно опасные 8 – 9-балльные зоны. К ним относятся Северный Кавказ, Прибайкалье, Якутия, Сахалин, Камчатка и Курильские острова. В сейсмоопасных зонах проживает около трети населения страны. В семибалльной зоне расположены Нововоронежская и Кольская АЭС, в девятибалльной – Билибинская АЭС. В девятибалльной зоне находится Саяно-Шушенская, Белореченская, Иркутская, Колымская и Усть-Среднекамская ГЭС, в десятибалльной – Чиркейская, Миатлинская и Чирютинская ГЭС.

Причиной землетрясений является переход накопленной при упругих деформациях породы потенциальной энергии в кинетическую при разрушении (разломе), инициирующей сейсмические волны в грунте. Оценка землетрясения по величине и мощности очага определяется по величине магнитуды (М), безразмерной, характеризующей общую энергию вызванных землетрясением упругих колебаний ( $0 <$

$M \leq 9$ ). Магнитуда определяется через амплитуду  $Z_m$ , мкм, поверхностной волны и расстояние  $R$ , км, до эпицентра землетрясения по формуле (81):

$$M = \lg Z_m + 1,32R \quad (81)$$

В условиях России интенсивность землетрясения  $J$  на поверхности земли зависит от магнитуды  $M$ , расстояния от эпицентра  $R$ , км, глубины очага землетрясения  $H$  и определяется по формуле

$$J = 3 + 1,5M - 3,5\sqrt{(R^2 + H^2)} \quad (82)$$

Сила землетрясения измеряется в баллах либо по шкале Рихтера при магнитуде ( $1 < M < 9$ ), либо по международной шкале MSK, использующей величину интенсивности землетрясения ( $1 < J < 12$ ). Классификация землетрясений приведена в таблице 27.

Таблица 27 – Классификация землетрясений

Характеристика землетрясения	Магнитуда M	Балльность J	Среднее число в год
Планетарного масштаба	8	11...12	1...2
Сильное: регионального масштаба	7...8	9...10	15...20
локального масштаба	6...7	7...8	100...150
Среднее	5...6	6...7	750...1 000
Слабое (местное)	4...5	5...6	5 000...7 000

Здания и сооружения по степени последствий воздействий землетрясения классифицируются по трём типам:

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

Б – здания из кирпича, крупных панелей, естественного тёсаного камня;

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

Степени повреждений зданий и сооружений классифицируются следующим образом:

1 – лёгкие повреждения (тонкие трещины в штукатурке, откалывание небольших кусков штукатурки);

2 – умеренные повреждения (небольшие трещины в стенах, откалывание штукатурки, падение кровельных черепиц, трещины в дымовых трубах);

3 – тяжёлые повреждения (глубокие и сквозные трещины в стенах, падение дымовых труб);

4 – разрушения (обрушение внутренних стен, проломы в стенах, обрушение частей зданий, нарушение связей между отдельными частями здания);

5 – обвалы (полное разрушение зданий).

Соответствие балльности землетрясений и типов разрушений выглядит следующим образом:

6 баллов. Повреждения 1-й степени в отдельных зданиях типа Б, в отдельных зданиях типа А – повреждения 2-ой степени. Трещины шириной до 1 см в сырых грунтах, отдельные оползни в горных районах. Частичное повреждение систем жизнеобеспечения;

7 баллов. Во многих зданиях типа В. Повреждения 1-й степени, типа А – повреждения 3-й степени и в отдельных зданиях – 4-й степени. Трещины в каменных оградах. Трещины на дорогах, нарушение стыков трубопроводов. Изменение дебита водных источников. Отдельные случаи оползней на песчаных или гравелистых берегах рек. Значительные разрушения систем жизнеобеспечения;

8 баллов. Сильное повреждение зданий. Во многих зданиях типа В повреждения 2-й степени, типа Б – 3-й степени, типа А – 4-й и 5-й степени. На длительное время парализованы системы жизнеобеспечения. Трещины в грунтах достигают нескольких сантиметров, небольшие оползни на откосах насыпных дорог. Возможно образование новых водоёмов, во многих случаях изменяется дебит источников и уровень воды в колодцах;

6 баллов. Всеобщее повреждение зданий. Памятники и колонны опрокидываются. Значительные повреждения берегов искусственных водоёмов, разрывы частей подземных трубопроводов. В отдельных случаях – искривление рельсов и повреждение проезжей части дорог. Трещины в грунтах достигают 10 см. На поверхности воды большие волны;

7 баллов. Всеобщие разрушения зданий. Опасные разрушения плотин и дамб. Серьёзные повреждения мостов. Разрывы и искривления подземных трубопроводов. Дорожные покрытия образуют волнообразную поверхность. Трещины в грунте – десятки сантиметров. Возможны оползни на берегах рек и морей. Возникновение новых озёр.

11 баллов. Катастрофа.

12 баллов. Изменение рельефа.

Поведение и реакция людей по имеющимся статистическим данным зафиксированы следующим образом. При землетрясениях в 6 баллов многие люди, находящиеся в зданиях, пугаются и выбегают на улицу, некоторые теряют равновесие. При 7 баллах многие люди с трудом удерживаются на ногах. При 8 баллах – испуг и паника. При 9 баллах – всеобщая паника. Часто землетрясения сопровождаются вторичными эффектами в виде взрывов, пожаров и т. п.

Действия при землетрясении. Во время землетрясения необходимо вести себя следующим образом:

- ощутив колебания здания, заметив качание светильников, падение предметов, услышав нарастающий гул и звон бьющегося стекла, не поддавайтесь панике (от момента первых толчков до опасных для здания колебаний у вас есть 15...20 с);

- быстро выйдите из здания. Покидая помещение, спускаться необходимо по лестнице, а не на лифте. Выйдя на улицу, не стойте вблизи здания. А перейдите на открытое место;

- если вы вынужденно остались в помещении, то встаньте в безопасном месте: у внутренней стены, в углу, во внутреннем стенном (дверном) проёме или у несущей стены. Держитесь подальше от окон и тяжёлой мебели. Если с вами дети – укройте их собой;

- держитесь в стороне от нависающих балконов, карнизов, парапетов, опасайтесь оборванных проводов;

- если вы находитесь в автомобиле, оставайтесь на открытом месте, но не покидайте автомобиль, пока толчки не прекратятся. Будьте готовы к оказанию помощи при спасании других людей;

После окончания землетрясения необходимо выполнить следующее:

- окажите первую помощь нуждающимся. Освободите попавших в легкоустраиваемые завалы. Будьте осторожны. Обеспечьте безопасность детей, больных, стариков. Успокойте их;

- включите радиотрансляцию. Подчиняйтесь указаниям властей, штаба по ликвидации последствий стихийного бедствия;

- проверьте, нет ли повреждений электропроводки, устраните неисправность или отключите электричество в квартире или доме. Помните, что при сильном землетрясении электричество в городе отключается автоматически;

- спускаясь по лестнице, будьте осторожны, убедитесь в её прочности. Не подходите к явно повреждённым зданиям, не входите в них;

- будьте готовы к сильным повторным толчкам, так как наиболее опасны первые 2...3 ч после землетрясения. Не входите в здания без крайней нужды;

- если вы оказались в завале, оцените обстановку. Постарайтесь установить связь с людьми, находящимися вне завала. Экономьте силы. Человек может находиться без пищи более полумесяца.

### **8.6.2 Наводнения**

Наводнения по ущербу занимают в России первое место среди опасных гидрологических явлений и процессов. По количеству жертв и величине ущерба они занимают второе место после землетрясений. Угроза затопления в России существует более 300 городов, десятков тысяч мелких населённых пунктов с населением более 4,6 млн человек, более 7 млн га сельскохозяйственных угодий. Затоплению подвержена площадь страны порядка 400 тыс. км<sup>2</sup>, а в средние по затопляемости годы – 50 тыс. км<sup>2</sup>. Коммунальному хозяйству наводнениями наносится ущерб в 35%, сельскому хозяйству – 27%, промышленности -14%, автомобильным, железнодорожным дорогам и мостам – 8 %.

Низкие (малые) наводнения на равнинных реках страны наблюдаются примерно один раз в 5...10 лет. При этом затопляется 10% сельскохозяйственных угодий в низких местах. Материальный ущерб не велик и ритм жизни населения практически не нарушается.

Высокие наводнения, происходящие один раз в 20 – 25 лет со значительным затоплением, иногда существенно нарушают хозяйственный и бытовой уклад населения. В густонаселённых районах высокие наводнения часто приводят к частичной эвакуации населения, наносят ощутимый социально-экономический ущерб. Затопляется 10 – 15 % сельскохозяйственных угодий.

Выдающиеся (большие) наводнения повторяются каждые 50 -100 лет, охватывают целые речные бассейны, затопляется 50...70 % сельскохозяйственных угодий. Эти наводнения парализуют хозяйственную деятельность, наносят большой материальный и моральный ущерб. Возникает необходимость проведения массовой эвакуации населения и материальных ценностей из зоны затопления и защиты наиболее важных хозяйственных объектов.

Катастрофические наводнения происходят раз в 100 – 200 лет с затоплением громадных территорий в пределах одной или нескольких речных систем. В зоне затопления полностью парализуется хозяйственная и производственная деятельность. Таким было наводнение на р. Лене в 2001 году, когда был разрушен г. Ленск.

Подтопления представляют собой большую потенциальную опасность. Около 960 городов, более 500 посёлков городского типа и тысячи мелких населённых пунктов

регулярно подвергаются подтоплению. Общая площадь подтопления составляет более 8 000 км<sup>2</sup>. Также подтопляется более 34 тыс. км<sup>2</sup> сельскохозяйственных земель. Подтопление опасно тем, что при этом происходит деформация и разрушение грунтов оснований зданий и подземных коммуникаций, повышается уровень сейсмичности территории, происходит затопление подвалов зданий, ухудшается санитарная и экологическая обстановка в городах и населённых пунктах.

Ливневые (дождевые) наводнения скоротечны, возникают внезапно, продолжаются несколько дней, наносят большой ущерб экономике. В такие периоды реки обладают большой энергией, несут большую массу воды и наносов, деформируют дно и берега рек. Большие массы воды грозят разрушением плотин, дамб, мостов и других сооружений в прибрежной зоне реки. Часто сильные ливневые наводнения происходят на Дальнем Востоке.

Половодье весеннее происходит в результате таяния льда и снега и подъём воды происходит более медленно, чем при ливневом наводнении, что даёт возможность принять необходимые меры. Высота подъёма воды зависит от запасов воды в снежном покрове, интенсивности и одновременности таяния снега по бассейну, промерзлости почв бассейна перед таянием снега, количества и интенсивности осадков перед весенним наибольшим подъёмом воды в реке.

Причинами возникновения наводнений являются выпадение осадков в виде дождя, таяние снегов, цунами, тайфуны, аварии на гидротехнических сооружениях. Поражающее действие наводнения заключается в затоплении водой жилищ, промышленных и сельскохозяйственных объектов, разрушении зданий и сооружений, снижении их капитальности, повреждении и порче оборудования предприятий, разрушении гидротехнических сооружений и коммуникаций, появлении благоприятных условий для появления и распространения всевозможных инфекций, гибели людей.

Действия населения при наводнении. Эффективным способом защиты от наводнения является эвакуация. Перед эвакуацией необходимо:

- отключить воду, газ, электричество;
- перенести на верхние этажи (чердаки) ценные вещи;
- закрыть (при необходимости забить) окна и двери первых этажей досками или фанерой;
- собрать и взять с собой необходимые документы, деньги и ценности, медицинскую аптечку, комплект верхней одежды и обуви, туалетные принадлежности, запас продуктов питания на несколько дней.

При внезапном наводнении следует:

- как можно быстрее занять ближайшее возвышенное место и быть готовым к организованной эвакуации;
- не поддаваться панике, не терять самообладания;
- принять меры, позволяющие спасателям своевременно обнаружить наличие людей, нуждающихся в помощи;
- до спада воды опасаться провисших электрических проводов.

После спада воды:

- остерегаться провисших и порванных проводов;
- запрещается использовать продукты питания, попавшие в воду и употреблять воду без санитарной обработки;
- перед входом в жилище открыть окна и двери для проветривания;
- запрещается пользоваться электричеством до проверки исправности электрических сетей.

### **8.6.3 Природные пожары**

Растительным пожаром принято называть стихийное (неуправляемое) распространение горения или огня по территории, покрытой растительностью. Когда огонь используют в контролируемых условиях для решения тех или иных хозяйственных задач, то его распространение по площади называют палом или выжиганием. Распространёнными видами стихийных бедствий являются лесные, степные и торфяные пожары. В жаркое лето 2010 года в России было охвачено около 200 тыс. га в 20 регионах

Лесные пожары представляют собой неуправляемое горение растительности, распространяющееся по лесной территории. Различают низовые и верховые пожары. Низовым называют лесной пожар, распространяющийся по напочвенному покрову. Этот вид широко распространён в природе и наблюдается в различных растительных зонах. Цвет дыма при низовом пожаре – светло-серый. Фронт низового пожара распространяется при сильном ветре со скоростью до 1 км/ч, высота пламени составляет 1,5...2 м.

Верховым называют такой пожар, при котором горит полог древостоя. Верховые пожары встречаются только в лесной зоне. Верховой пожар является следующей стадией развития низового пожара и распространяется по кронам и стволам деревьев верхних ярусов со средней скоростью 25 км/ч.

Степные пожары и пожары хлебных массивов характеризуются наличием растительного покрова: различного рода трав, хлебных злаков и технических культур,

кустарников, камыша и т. п. При высоком и густом покрове, сильном ветре и засушливой погоде линейная скорость распространения степного пожара достигает 500...670 м/мин. Иногда во время пожара от разности температур потоков воздуха образуются завихрения – «смерчи», которые перебрасывают огонь через искусственные и естественные преграды. В практике наблюдались случаи перехода огня на хлебном массиве через пропаханные полосы, дороги и речки шириной до 12 м. Степной пожар может перейти на хлебные массивы, на строения, кошары и на находящиеся вблизи леса.

Торфяные (почвенные) пожары возникают на участках с торфянистыми почвами. Толщина слоя торфа в среднем по России составляет около 2 м, встречаются торфяники мощностью пласта 8...13 м. Скорость выгорания торфа в безветренную погоду составляет 0,18 кг/м<sup>2</sup>. При скорости ветра 3 м/с и более происходит разбрасывание горящих торфяных частиц по ветру на значительные расстояния с образованием новых очагов горения. Распространение пожара происходит по направлению ветра. При горении торфа и корней растений могут возникать подземные пожары, то есть при определённых условиях торфяной пожар переходит в подземный. Торф самовозгорается и горит без доступа воздуха и даже под водой. Этим объясняется длительное и тяжёлое их тушение. Над горящими торфяниками образуются «столбчатые завихрения» горячей золы и горячей торфяной пыли, которые при ветре переносятся на большие расстояния и вызывают новые загорания, ожоги у людей и животных. Для защиты населения и снижения ущерба при массовых пожарах заблаговременно выполняются мероприятия по расчистке просек и организации работ по прокладыванию грунтовых полос шириной 5...10 м в сплошных лесах и до 50 м в хвойных лесах. В населённых пунктах устраиваются водоёмы и пруды ёмкостью из расчёта не менее 30 м<sup>3</sup> на 1 га площади посёлка или населённого пункта. Массовые пожары в лесах, степях и на торфяниках возникают в жаркую и засушливую погоду от ударов молний, неосторожного обращения с огнём, очистки поверхности земли путем выжигания сухой травы и других причин.

Действия населения в горящем лесу, при пожарах степей и зерновых полей или торфянике. В пожароопасный период категорически запрещается:

- разводить костры, использовать мангалы, другие приспособления для приготовления пищи;
- курить, бросать горящие спички, окурки, вытряхивать из курительных трубок горячую золу;
- стрелять из оружия, использовать пиротехнические изделия;
- оставлять в лесу, степи и на торфяниках промасленных, пропитанных бензином, керосином и иными горючими веществами обтирочный материал;

- заправлять бак при работающем двигателе внутреннего сгорания, выводить для работы технику с неисправной системой питания двигателя, курить или пользоваться открытым огнём вблизи машин, заправляемых топливом;

- оставлять на освещённой солнцем местности бутылки, осколки стёкол, другой мусор;

- выжигать траву и стерню на полях.

В зоне пожара необходимо действовать следующим образом:

- если вы обнаружили пожар, немедленно сообщите в пожарную охрану по телефону 01 или 112;

- если пожар низовой и локальный, попытайтесь потушить пламя самостоятельно: его можно сбить ветками лиственных пород, залить водой, забросать влажным грунтом или затоптать ногами. Торфяные пожары тушат перекапыванием горящего торфа с поливкой водой;

при тушении пожара действуйте осмотрительно, не уходите далеко от дороги и просек, не теряйте из виду других участников, поддерживайте с ними зрительную и звуковую связь;

- при тушении торфяного пожара учитывайте, что в зоне горения могут образоваться глубокие воронки, поэтому передвигайтесь осторожно, предварительно проверив глубину выгоревшего слоя.

Если у вас нет возможности своими силами справиться с пожаром, то:

- немедленно предупредите всех находящихся поблизости о необходимости выхода из опасной зоны;

- организуйте выход людей на дорогу или просеку, широкую поляну, к берегу реки или водоёма, в поле;

- выходите из опасной зоны быстро, перпендикулярно направлению движения огня;

- если невозможно уйти от пожара, войдите в водоём или накройтесь мокрой одеждой;

- выйдя на открытое пространство или поляну, дышите, пригнувшись к земле – там воздух в меньшей степени задымлён;

- рот и нос прикройте ватно-марлевой повязкой или тканью;

- после выхода из зоны пожара сообщите о его месте, размерах и характере в пожарную службу, администрацию населённого пункта, лесничество.

В случае приближения огня непосредственно к строениям и угрозы массового пожара в населённом пункте срочно проводится эвакуация населения, прежде сего детей, пожилых людей, инвалидов, избегая паники.

## 8.7 Военные чрезвычайные ситуации

Рассматривая всю совокупность возможных чрезвычайных ситуаций их первоначально целесообразно разделить на конфликтные и бесконфликтные. К конфликтным ЧС относят следующие явления: военные столкновения, экономические кризисы, экстремистская политическая борьба, социальные взрывы, национальные и религиозные конфликты, противостояние разведок, терроризм, проявления уголовной преступности и др.

Чрезвычайные ситуации военного времени могут создаваться применением оружия массового поражения (ОМП), которое является оружием большой поражающей способности. К существующим видам ОМП относятся современные боеприпасы, ядерное, химическое, бактериологическое, новые виды ОМП (лучевое, радиологическое, геофизическое, радиочастотное, инфразвуковое и др.).

### 8.7.1 Современные боеприпасы

К современным боеприпасам относят осколочные, фугасные, шариковые, зажигательные, являющиеся средствами массового поражения (СМП). Особенностью этих боеприпасов является огромное количество осколков, шариков, иголок и пр. массой от долей грамма до нескольких граммов. Шариковые бомбы сбрасываются с самолётов в специальных упаковках (кассетах), содержащих 96 – 640 бомб. От действия вышибного заряда кассета над землёй разрушается, а разлетающиеся шариковые бомбы взрываются на площади до 250 тыс. м<sup>2</sup>. Для защиты от осколочных и шариковых бомб используются естественные укрытия и любые защитные сооружения.

Фугасные боеприпасы предназначены для поражения ударной волной и осколками больших наземных объектов. Они бывают массой от 50 кг до 10 т и к цели доставляются самолётами штурмовиками.

Боеприпасы объёмного взрыва предназначены для поражения воздушной ударной волной и огнём зданий, сооружений, техники и живой силы противника. В них используются особые газоздушные смеси, содержащие пропанеин, пропан с добавкой бутана и др. Действие этих боеприпасов заключается в распылении в воздухе аэрозолей с последующим подрывом образовавшегося облака. При взрыве облака возникает избыточное давление до 3 000 кПа. Защита людей обеспечивается укрытием в защитных сооружениях с режимом полной изоляции.

Зажигательное оружие представляет собой оружие, поражающее действие которого на людей, технику и объекты основано на воздействии высоких температур. Оно состоит из зажигательного вещества и средства его применения. Зажигательные вещества подразделяются на три группы:

- составы на основе нефтепродуктов;
- металлизированные зажигательные смеси;
- термиты и термитные составы.

Во время войны во Вьетнаме американцы использовали металлизированную зажигательную смесь из магния, алюминия и других элементов, при горении которой достигается температура более  $2800^{\circ}\text{C}$ .

Термитные составы – спрессованный порошок оксида железа и алюминия в виде брикетов. При горении термита достигается температура более  $3000^{\circ}\text{C}$ . В таких условиях растрескивается бетон и кирпич, горят железо и сталь. Воспламенение термитных сплавов осуществляется специальными зажигательными устройствами.

Пирогель – тестообразная липкая масса серого цвета, которая получается путём добавления в напалм порошка магния, жидкого асфальта и тяжёлых масел. Пирогель горит 3-4 минуты с температурой  $1600^{\circ}\text{C}$  и прожигает тонкие металлические листы.

Белый фосфор – твёрдое ядовитое вещество с жёлтым оттенком, похожее на воск, самовоспламеняется на воздухе при температуре  $34...35^{\circ}\text{C}$ , температура горения достигает  $1200^{\circ}\text{C}$ . Средствами применения зажигательного оружия являются кассеты, авиационные бомбы, артиллерийские зажигательные боеприпасы, мины, огнемёты и пр.

### **8.7.2 Ядерное оружие**

Ядерное оружие основано на использовании внутренней энергии, выделяющейся при реакциях деления тяжёлых ядер или при термоядерных реакциях синтеза. Разновидность ядерного оружия представляется в виде атомной и водородной бомб и нейтронного оружия.

Атомная бомба (выделение энергии в результате цепной реакции деления изотопа урана или плутония). Критическая масса образуется в результате соединения изолированных частей изотопов обычным взрывным устройством. Урановая критическая масса составляет 24 кг при минимальном размере бомбы в 50 кг. Критическая масса плутония составляет 8 кг, которая при плотности  $18,7\text{ г/см}^3$  выглядит размером объёма теннисного мяча.

Водородная бомба (высвобождение энергии при превращении лёгких ядер в более тяжёлые при реакции синтеза). Для начальной стадии реакции необходима температура 10 млн° С, достигаемая при взрыве атомной бомбы;

Нейтронное оружие (повышенное нейтронное излучение достигается за счёт большого расхода энергии в 5-10 раз по сравнению с атомной бомбой на создание проникающей радиации).

При атомном взрыве поражающими факторами являются барическое воздействие ударной волны, тепловое воздействие светового излучения; радиационное воздействие проникающей радиации, радиоактивное заражение, электромагнитный импульс. При взрыве в атмосфере 50 % энергии взрыва идёт на образование ударной волны, 30...40 % - на световое излучение, до 5% - на проникающую радиацию и электромагнитный импульс, 15 % - на радиоактивное заражение.

Энергия нейтронного взрыва меняется: 8...10 % идёт на образование ударной волны, 5 ...8% - на световое излучение, около 85 % - на образование нейтронного и гамма-излучения (проникающая радиация).

### **8.7.3 Химическое оружие**

Основой химического оружия являются отравляющие вещества, поражающие людей, животных, заражающие воздух, почву, воду, здания и сооружения, транспорт, продукты питания и корм для животных. Отравляющие вещества в виде аэрозолей, капель или пара поражают организм человека при попадании на кожу, в глаза, через органы дыхания и желудочно-кишечный тракт. При взрыве химических боеприпасов часть отравляющих веществ в виде капель оседает на местности и при испарении образует вторичное облако заражённого воздуха, которое передвигаясь по направлению ветра, создаёт обширную зону распространения паров отравляющих веществ. По токсическому на организм ОВ подразделяются на группы:

- нервно-паралитического действия, поражающие нервную систему (зорин, зоман, V-газы) и отличающиеся высокой степенью токсичности. Они вызывают расстройства нервной системы, мышечные судороги и паралич;
- кожно-нарывного действия, поражающие кожные покровы (иприт) и вызывающие на теле не заживающие долго язвы;
- удушающего действия, поражающие органы дыхания (фосген);
- общедовитого действия, вызывающие общее отравление организма (хлорциан, синильная кислота);

- психохимические, поражающие центральную нервную систему и вызывающие временные психозы. При попадании в организм они вызывают расстройство движений, нарушение зрения и слуха, галлюцинации, психические расстройства или полностью изменить поведение человека, ввести его в состояние психоза.

Защитой от химического оружия являются средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи.

#### **8.7.4 Бактериологическое оружие**

Бактериологическим (биологическим) оружием называют оружие, поражающее действие которого основано на использовании микробов, являющихся возбудителями инфекционных заболеваний людей, животных и растений. В зависимости от размеров микробных клеток и их биологических особенностей они подразделяются:

- на бактерии (одноклеточные микроорганизмы растительной природы);
- вирусы (микроорганизмы, живущие в живых клетках);
- риккетсии (микроорганизмы, занимающие промежуточное положение между бактериями и вирусами);
- грибки (одно- или многоклеточные микроорганизмы растительного происхождения).

Одни виды микробов вызывают заболевания только у людей (натуральная оспа, брюшной тиф, холера), другие – у животных (холера свиней, чума рогатого скота), третьи – у людей и животных (сибирская язва, бруцеллёз), четвёртые – только у растений (ржавчина стебля пшеницы, ржи). Отравления могут наступить в результате действия микробных токсинов, являющихся продуктами жизнедеятельности некоторых видов бактерий. Кроме того могут использоваться и насекомые (саранча, колорадский жук, гессенская муха), уничтожающие урожай на большой площади. Существуют следующие способы применения бактериологического оружия:

- аэрозольный – заражение приземного слоя воздуха путём распыления биологических рецептур с помощью взрыва или распылительных средств;
- трансмиссионный, представляющий собой рассеивание искусственно заражённых кровососущих переносчиков, через укусы которых передаётся возбудитель болезней;
- диверсионный – заражение воздуха и воды биологическими средствами в замкнутых пространствах с помощью диверсионного снаряжения.

### 8.7.5 Новые виды оружия массового поражения

Геофизическое оружие – распространённый за рубежом термин, обозначающий совокупность различных средств, позволяющих использовать в военных целях разрушительные силы природы путём искусственно вызываемых изменений физических свойств и процессов, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере Земли. Это может быть инициирование искусственных землетрясений в сейсмоопасных районах, ураганов, мощных приливных волн типа цунами, горных обвалов, снежных лавин, селевых потоков, оползней; формирование ливней, засухи, града, тумана, заторов на реках, разрушение гидросооружений. В некоторых странах изучаются возможности воздействия на ионосферу в целях создания искусственных магнитных бурь и полярных сияний для нарушения радиосвязи, радиолокационных наблюдений на больших пространствах. Более эффективным средством воздействия на геофизические процессы считается использование ядерного оружия.

Поражающими факторами геофизического оружия являются катастрофические последствия спровоцированных природных явлений.

Метеорологическое (атмосферное) оружие – это воздействие на макрофизические процессы в атмосфере для изменения локального баланса энергии. Путём распыления определённых химических веществ в «тёплые» (состоящих из капель воды) и «холодные» (состоящие из кристаллов льда) облака, можно либо рассеять их, либо вызвать искусственный дождь. Количество осадков можно увеличить до 200-300 мм, что представляет большую опасность для низменных и влажных районов. В одном из районов Вьетнама в 1963 г. за три дня метеорологической войны выпало 858 мм осадков, что привело к прорыву дамб и затоплению больших территорий сельскохозяйственных земель.

Экологическое оружие – комплекс мероприятий. Проводимый в широких масштабах, направленных на нарушение естественных условий жизнедеятельности. Распыление в верхних слоях атмосферы веществ, поглощающих солнечную энергию и теплоту Земли, может вызвать резкое локальное охлаждение или перегрев поверхности земли. Направленными ядерными взрывами в геологических образованиях, на континентальном шельфе путём обрушения ледников можно вызвать искусственные землетрясения, штормовые приливы (литосферное и гидросферное оружие) и т.д. Особенно опасны стратосферные ядерные взрывы и введение в слой озона химических реагентов, уничтожающих озоновый слой планеты (геокосмическое и озонное оружие).

Генетическое оружие – это новые формы вредоносных бактерий, созданные методами генной инженерии. При внедрении в чужой организм эти бактерии выделяют

вещества, меняющие структуру генов, вызывают появление новых болезнетворных бактерий. Опасность представляет возможность рекомбинации ДНК, которая позволяет неболезнетворную бактерию сделать болезнетворной, имплантировав в неё генетическую информацию болезнетворности или производства токсинов. Разновидностью генетического оружия является этническое оружие, представляющее собой биологические и химические рецепторы, избирательно действующие на определённые группы населения. Избирательность обусловлена различием в группе крови, пигментации кожи и т. д. Эффективность генетического оружия оценивается в 25...30%.

Радиологическое оружие – одно из видов оружия массового поражения. Его действие основано на использовании боевых радиоактивных веществ (БРВ), применяемых в виде специально приготовленных порошков или растворов веществ, содержащих в своём составе радиоактивные элементы, вызывающие эффект ионизации. Действие БРВ сравнимо с действием радиоактивных веществ, которые образуются при ядерном взрыве и заражают окружающую местность. Источников БРВ служат отходы, образующиеся при работе ядерных реакторов, или специально полученные в ядерных реакторах с различным периодом полураспада.

Лучевое оружие – совокупность устройств (генераторов), поражающее действие которых основано на использовании остронаправленных лучей электромагнитной энергии (лазеры, лучевые ускорители).

Боевые лазеры – мощные излучатели электромагнитной энергии оптического диапазона. Поражающее действие луча достигается в результате нагревания до высоких температур материальных объектов, расплавления или повреждения чувствительных элементов оборудования. Действие на человека проявляется в виде повреждения зрения и нанесения термических ожогов кожи. Действие луча отличается скрытностью, точностью, прямолинейностью распространения и мгновенным действием. Снижают поражающее действие лазерного луча факторы природной среды: туман, снег, дождь, пыль. Поэтому эффективность данного оружия может быть достигнуто в космическом пространстве для уничтожения баллистических ракет и искусственных спутников Земли.

Ускорительное оружие является разновидностью лучевого оружия. Поражающим фактором этого оружия является остронаправленный пучок заряженных и нейтральных частиц (электронов, протонов, нейтральных атомов водорода), разогнанных до больших скоростей. Мощный поток энергии создаёт на цели механические ударные нагрузки, интенсивное тепловое воздействие и вызывает коротковолновое электромагнитное (рентгеновское) излучение.

Радиочастотное оружие – средства, поражающее действие которых основано на использовании электромагнитных излучений сверхвысокой частоты (до 30 ГГц) или очень низкой частоты (менее 100 Гц). При этом повреждаются жизненно важные органы человека (мозг, сердце, сосуды). Оно воздействует и на психику, нарушая восприятие окружающей действительности, вызывая слуховые галлюцинации.

Инфразвуковое оружие – средство массового поражения, основанное на использовании направленного излучения мощных инфразвуковых колебаний с частотой ниже 16 Гц. Колебания действуют на центральную нервную систему и пищеварительные органы человека, вызывая головную боль и боль во внутренних органах, нарушая ритм дыхания. Инфразвук обладает и психотропным действием на человека, вызывая потерю контроля над собой, чувство страха и паники.

### **8.7.6 Чрезвычайные ситуации, вызванные террористическими актами**

В наше время большую угрозу для многих стран и России представляет международный и внутренний терроризм, стремительный рост которого приносит страдания и гибель большому количеству людей. К особо опасным террористическим угрозам относятся:

- 1 взрывы в местах массового скопления людей;
- 2 захват воздушных судов и другого вида транспорта по перевозке людей, похищение людей и захват заложников;
- 3 нападение на объекты, потенциально опасные для жизни населения при их разрушении или нарушении технологического режима;
- 4 отравление систем водоснабжения, продуктов питания, распространение возбудителей инфекционных болезней;
- 5 проникновение в информационные сети и телекоммуникационные системы в целях дезорганизации их работы, вплоть до вывода их из строя.

В последние годы появился новый вид терроризма, нацеленный на совершение крупномасштабных террористических акций против мирных граждан: трагедия 11 сентября 2001 года в США, захват заложников в театральном центре в Москве (октябрь 2002 года), захват школы в Беслане (1 сентября 2004 года), взрывы в Лондоне (7 июля 2005 года) и многие другие. Терроризм угрожает социальной безопасности, нанося вред жизни и здоровью граждан – жертвам террористических актов, создавая состояние напряжённости, неуверенности и незащищённости в обществе. Негативно влияют такие акты и на экономическую безопасность страны. Компьютерный терроризм представляет серьёзную опасность для информационной безопасности.

Террористические акты техногенного характера наносят существенный урон промышленной и экологической безопасности. Акты террористического характера провоцируют конфликтные ситуации в отношениях с зарубежными странами, отрицательно влияя на сферу международных отношений.

По целям и идеологии терроризм делят на политический, сепаратистский, националистический, религиозный и криминальный. По методам и способам осуществления акций различают традиционный, информационный, партизанский (военный), транспортный и технологический терроризм. Разновидностью технологического терроризма являются биологический, химический, терроризм с использованием взрывчатых веществ особой разрушительной силы, компьютерный, ядерный, сельскохозяйственный и т. д.

Распространённым социальным явлением становятся террористические акты, совершаемые террористами-одиночками (смертниками). Их опасность состоит в том, что они часто совершаются психически уязвимыми лицами.

Поведение людей, оказавшихся заложниками. Если вы оказались заложником:

1 возьмите себя в руки, успокойтесь и не паникуйте;

2 подготовьтесь физически, морально и эмоционально к возможному трудному испытанию;

3 говорите спокойным голосом. Избегайте вызывающего, враждебного тона;

4 не допускайте действий, провоцирующих к применению оружия и привести к человеческим жертвам (не бегите, не бросайтесь на террориста, не боритесь, не выхватывайте у него оружие; не пытайтесь помириться с террористом, уговорить его, не умаляйте, не вызывайте слезами к его доброте);

5 переносите лишения, оскорбления и унижения, не смотрите в глаза преступнику, не ведите себя вызывающе;

6 для поддержания сил ешьте всё, что вам дают, даже если пища вам не нравится;

7 при необходимости выполняйте требования преступников (особенно первые полчаса), не противоречьте им, не рискуйте жизнью окружающих и своей, старайтесь не допускать истерик и паник;

8 на совершение любых действий (сесть, встать, попить, сходить в туалет) спрашивайте разрешения;

9 если вы ранены, постарайтесь не двигаться, этим вы уменьшите потерю крови. Постарайтесь перевязать рану платком, разорванной майкой или рубашкой;

помните: ваша цель – остаться в живых. Будьте внимательны, постарайтесь запомнить приметы преступников, отличительные черты их лиц. Одежду, имена, клички, наличие шрамов и татуировок, особенности речи и манеры поведения, тематику разговоров и т. д.

10 помните, что получив сообщение о вашем захвате, спецслужбы уже начали действовать и предпримут всё необходимое для вашего освобождения.

## **8.8 Защита населения в чрезвычайных ситуациях**

Для защиты населения в чрезвычайных ситуациях используют средства коллективной и индивидуальной защиты, эвакуацию и рассредоточение людей, защитные сооружения для защиты техники и имущества.

### **8.8.1 Средства коллективной защиты**

Средствами коллективной защиты (СК) служат защитные сооружения (ЗС) в виде инженерных сооружений, предназначенных для укрытия людей, техники и имущества от опасностей, возникающих в результате аварий и катастроф на потенциально опасных объектах (ПОО) или опасных природных явлений в районах размещения этих объектов и от воздействия СМП.

Защитные сооружения подразделяются на убежища, противорадиационные укрытия (ПРУ) и простейшие укрытия.

Убежища предназначены для защиты персонала объектов экономики (ОЭ) и населения от расчётного действия поражающих факторов СМП, техногенных аварий, катастроф и стихийных бедствий. Системы жизнеобеспечения убежищ должны обеспечивать непрерывное пребывание в них расчётного количества укрываемых в течение двух суток. Убежища классифицируют по следующим признакам:

1 по вместимости убежища различают малые (до 150 чел.), средние (150...600 чел.) и большие (600...5000 чел.);

2 по месту расположения убежища подразделяют на отдельно стоящие (заглубленные или полузаглубленные), встроенные (расположенные в подвалах и первых этажах зданий и сооружений), оборудуемые в горных выработках и естественных полостях, в подземных сооружениях городского строительства (пешеходные и транспортные тоннели, заглубленные гаражи, метрополитен и т. д.);

3 по времени возведения убежища бывают заблаговременно возводимыми (в мирное время), возводимыми и быстровозводимыми (с упрощённым оборудованием);

4 по степени защиты (I, II, III, IV класса).

Убежища должны:

1 обеспечивать защиту всех укрываемых людей от всех поражающих факторов источников ЧС;

2 обеспечивать поддержание необходимых санитарно-гигиенических условий для укрываемых: температура воздуха не выше 27...32 °С; 27°С при влажности 90%, 32°С – при 46%, относительная влажность не более 90%, содержание углекислоты не более 3%, содержание кислорода не менее 18...20%;

3 обеспечивать непрерывное пребывание людей в них не менее двух суток;

4 иметь выходы и входы с той же степенью защиты, что и основные помещения, а на случай их завала – аварийные выходы;

5 иметь подходы, свободные от сгораемых или сильно дымящих материалов.

Убежища в городах, населённых пунктах и на промышленных объектах имеют двойное назначение: в нормальном (штатном) режиме работы они используются как склады, гаражи, кафе, столовые, кинотеатры, тир, спортзалы, а при ЧС – по прямому назначению.

Быстровозводимые убежища. Быстровозводимые убежища (БВУ) строятся при угрозе нападения. Вместимость БВУ составляет 50...350 чел. Строительство планируется на свободных участках между производственными зданиями на удалении 20...25 м от зданий и друг от друга. В БВУ делается два входа с противоположных сторон из расчёта: вход шириной 0,8 м для 200 чел. и шириной 0,6 м для 100 чел. При вместимости до 100 чел. допускается один вход; в этом случае с противоположной стороны делается аварийный лаз размером 0,8·0,8 м. На входах ставятся защитно-герметичные двери. В БВУ должны быть помещения для укрываемых, для размещения фильтровентиляционного оборудования, санузла, переносной печи, еды, ёмкости с отходами. Упрощённое внутреннее оборудование включает средства подачи воздуха, вентиляторы, шлако-гравийные (песчаные) и матерчатые фильтры, ёмкости для воды, фекалий и отбросов, приборы освещения. В обязательном порядке должно быть пртивовзрывное устройство. Помещение для людей оборудуется на высоте не менее 1,9 м двухярусными нарами, при высоте 1,7 м – одноярусными. Места для лежания должны составлять 20 % от вместимости помещения.

Противорадиационное укрытие (ПРУ) – защитное сооружение для укрытия населения от поражающего воздействия ионизирующего излучения (ИИ) и обеспечения его жизнедеятельности в период нахождения в нём. ПРУ размещают в помещениях подвальных, цокольных и первых этажах кирпичных зданий. В них предусматривают помещения укрываемых, для санузла, вентиляционной, хранения загрязнённой верхней одежды.

Простейшие укрытия сооружаются для массового укрытия людей от поражающих факторов источников ЧС. Это защитные сооружения открытого типа. К

ним относятся открытые и перекрытые щели, котлованные и насыпные укрытия. Щели отрывают землеройной техникой или вручную. В слабых грунтах для предотвращения от разрушения крутых щелей их одевают досками, подтоварником или другими местными материалами.

### 8.8.2 Средства индивидуальной защиты

В случае возникновения ЧС в атмосферном воздухе ОХВ, РВ и БС могут находиться в виде пара, газа, аэрозолей или в капельном состоянии. Они негативно влияют на органы дыхания и кожу.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) подразделяются:

- на фильтрующие, очищающие воздух от вредных примесей в условиях содержания кислорода воздуха не менее 18 % и ограниченного содержания вредных веществ;

- изолирующие для действий в условиях содержания кислорода в воздухе менее 18% и неограниченного содержания вредных примесей.

Фильтрующие СИЗОД работают по принципу фильтрации, осаждения и удержания аэрозольных частиц на волокнах фильтра. Противоаэрозольные фильтры (ПАФ) изготавливают из волокон различной природы (целлюлозы, асбеста, полимерных волокон, стекловолокна) диаметром от 0,2 до 30 мкм. Очистка воздуха от вредных газообразных примесей сорбентом основана на принципе сорбции (физической адсорбции, химической сорбции) и её разновидность – каталитическую сорбцию.

Фильтрующе-поглощающие системы (ФПС) СИЗОД должны содержать ПАФ и сорбент, причём ПАФ должен располагаться в начале потока воздуха, а затем сорбент. Для подвода воздуха от ФПС к органам дыхания служит лицевая часть, состоящей из шлём-маски и клапанной коробки.

Промышленные противогазы предназначены для защиты от конкретных вредных примесей, имеют строгую направленность и противогазовую коробку соответствующего цвета.

Респираторы подразделяются на противопылевые, противогазовые и газопылезащитные.

Противопылевые респираторы (ШБ-1 «Лепесток», «Кама», У-2К) защищают органы дыхания от аэрозолей с твёрдой дисперсной фазой в виде вещества не способного сублимироваться.

Противогазовые респираторы (РПГ-67) с патронами марок А, В, КД, Г) защищают от вредных паров и газов при их содержании в воздухе не более 10...15 ПДК.

Газопылезащитные респираторы (РУ-60 МУ, РУ-60СМ) защищают от вредных веществ, одновременно присутствующих в воздухе в виде паров, газов и аэрозолей.

Простейшие средства индивидуальной защиты органов дыхания предназначены для защиты от РВ и БС. К ним относятся противопылевая тканевая маска ПТМ-1 и ватно-марлевая повязка. При увлажнении их специальными растворами они могут защищать от ОХВ.

Самоспасатели предназначены для кратковременной защиты органов дыхания от вредных примесей в период выхода персонала ОЭ из заражённой атмосферы. Такие СИЗОД просты по устройству, компактны и являются средством однократного применения. Они используются для защиты органов дыхания от действия СО, пыли и дыма при пожарах, аварийных выбросах ОХВ, при быстром покидании шахт, цехов, подвалов и т. д.

### **8.8.3 Эвакуация и рассредоточение**

Одним из способов защиты от поражающих факторов ЧС, особенно в условиях неполной обеспеченности защитными сооружениями, является своевременная эвакуация и рассредоточение персонала объектов и населения из опасных районов и зон бедствий.

Эвакуация – комплекс мероприятий по организованному выводу и (или) вывозу персонала объектов и населения из зон ЧС и жизнеобеспечение эвакуированных в районе размещения.

Рассредоточение – комплекс мероприятий по организованному вывозу (выводу) из городов в загородную зону персонала объектов экономики, продолжающих свою деятельность в особых условиях, и населения. При угрозе возникновения ЧС (на основании прогноза) проводится упреждающая эвакуация персонала объектов и населения из опасных районов. При возникновении ЧС проводится экстренная эвакуация персонала и населения из зон бедствия в минимальные сроки (от нескольких минут до нескольких часов). В зависимости от масштабов ЧС эвакуация может быть локальной или местной. Кроме того, она может быть частной или общей. В последнем случае из зоны возможного заражения выводятся (вывозятся) весь персонал объекта и всё население.

Эвакуация и рассредоточение людей планируются и проводятся по следующим принципам:

- производственному – вывоз персонала ОЭ с членами семей по предприятиям силами и средствами ОЭ. Этот принцип позволяет сохранить целостность коллектива объекта и более чётко спланировать и провести эвакуацию и рассредоточение;

- территориальному – вывоз силами и средствами администрации города. Часть населения, не занятого на производстве и не являющегося членами семей персонала ОЭ, эвакуируются силами жилищных органов. Эвакуация проводится пешим порядком, на транспорте и комбинированным способом. Все эвакуируемые делятся на три группы:

1) персонал объектов (и их семьи), продолжающих функционирование в городах и обеспечивающих жизнедеятельность городов (работники коммунального хозяйства);

2) персонал объектов временно прекративших своё функционирование в городе или перенёсших свою деятельность в загородную зону;

3) остальное население.

Размещение эвакуируемых в районе (пункте) эвакуации производится в зависимости от того, к какой группе они относятся. Первая группа расселяется на ближних границах района к ОЭ (городу) (время доставки рабочих смен на ОЭ и обратно не должно превышать 4...5 ч), вторая группа – за первой группой (ближе к середине района), а третья группа вывозится в более отдалённые районы.

## **8.9 Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях**

Объект экономики (ОЭ) – это государственное, арендное или иное предприятие, учреждение или организация сферы материального производства либо непромышленной сферы, объединённое единой системой управления и расположенное на одной площадке. В случае аварии и создаваемой ею ЧС имеет место нарушение нормальной работы предприятия, то есть нарушение устойчивости его функционирования. Под устойчивостью функционирования ОЭ в ЧС понимают способность выпускать продукцию в установленных номенклатуре и объёме, а для объектов непромышленной сферы – способность выполнять заданные функции. Суть понятия повышения устойчивости функционирования (ПУФ) ОЭ заключается в заблаговременной разработке и осуществления комплекса мероприятий, выполняемых в целях:

- предотвращения производственных аварий и катастроф;
- снижение потерь и разрушений от современных СМП, диверсий, террористических актов, вторичных факторов и стихийных бедствий;
- обеспечения жизнедеятельности населения.

Основные направления ПУФ ОЭ:

- обеспечение защиты рабочих и служащих, членов их семей и их жизнедеятельности;
- рациональное размещение основных производственных фондов ОЭ;
- подготовка к работе в ЧС;
- подготовка к выполнению восстановительных работ;
- подготовка системы управления к работе в ЧС.

Со временем меняются условия функционирования объекта экономики, характеристики его элементов, обстановка, что не может не сказываться на устойчивости и безопасности функционирования ОЭ. Поэтому с указанной периодичностью на ОЭ под руководством директора предприятия (начальника ГО) необходимо проводить исследование и оценку устойчивости работы объекта. Исследованиям предшествует подготовительный период, в течение которого отрабатываются организационные документы: приказ начальника ГО и календарный план проведения исследований. В приказе должны быть определены цели и задачи исследований, состав рабочих групп, порядок проведения (этапы, их продолжительность, расчётные методики т.д.) и другие организационные вопросы. Сроки проведения работ определяются календарным планом. Для исследования создаются рабочие группы по выполнению следующих задач:

- группа руководства исследованиями – руководит исследованиями и координирует действия расчётно-исследовательских групп;
- группа начальника штаба ГОЧС – обеспечивает теоретическую и практическую подготовку всех участников исследования, выдаёт единые исходные данные о воздействии поражающих факторов на объект и его элементы по различным вариантам обстановки;
- группа оценки устойчивости ИТК – определяет параметры физической устойчивости по степеням разрушений к барическому и термическому воздействиям, вторичных факторов, степень защиты от радиационного воздействия; оценивает плотность застройки, размещения и возможность разрушения ёмкостей с легковоспламеняемыми и токсическими веществами, складов ВВ и т.д.; определяет объём, возможные сроки, необходимые силы и средства и стоимость восстановительных работ;

- группа исследования устойчивости коммунально-энергетических сетей – оценка устойчивости энергетических систем, систем газо-, водо-, электроснабжения и канализации, связи, обеспечения паром, сжатым воздухом, топливом для различных вариантов ЧС; разработка ориентировочных планов восстановительных работ и рекомендаций по временной подаче электроэнергии и воды в период проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР);

- группа исследования устойчивости технологического процесса – оценивает необходимые изменения технологических процессов при переходе на особый режим работы; возможность безаварийной остановки производства; даёт предложения о возможности продолжать производство при частичном прекращении поставок сырья, полуфабрикатов и запчастей; разрабатывает предложения по восстановлению производства при выходе из строя наиболее уязвимых элементов оборудования, план быстрого восстановления производства при получении технологическими системами слабых и средних разрушений;

- группа материально-технического снабжения – анализирует возможные изменения в режиме работы с переходом на выпуск новой продукции в ЧС; запасы сырья, деталей и комплектующих изделий, возможные способы их пополнения; способы хранения готовой продукции и вопросы её реализации, включая отгрузку потребителю;

- группа исследования устойчивости системы управления производством – оценивает состояние пунктов управления и узлов связи; надёжность связи с загородной зоной; надёжность системы оповещения; взаимозаменяемость руководящего состава и т. д.;

- группа оценки защиты производственного персонала – определяет количество, вместимость и защитные свойства имеющихся убежищ и их соответствие требованиям норм инженерно-технических материалов (ИТМ) ГО; возможность укрытия в ЗС, расположенных вблизи ОЭ, и возможность приспособления для этих целей подвалов и других заглублённых сооружений; недостающее количество ЗС в городе и загородной зоне; объёмы, стоимость и сроки выполнения работ по увеличению фонда ЗС в мирное время и с введением угрожаемого положения.

Исследование проводится в три этапа.

На первом этапе анализируется уязвимость основных компонентов ОЭ в случае стихийных бедствий, аварий и катастроф, воздействия поражающих факторов СМП и оценивается возможность функционирования ОЭ в чрезвычайной ситуации.

На втором этапе подводятся итоги исследований, по результатам которых составляются документы:

1 «План локализации и ликвидации аварийных ситуаций»;

2 «План мероприятий по повышению устойчивости функционирования ОЭ в чрезвычайной ситуации», осуществляемый в течение трёх-пяти лет. На основе этого плана разрабатываются годовые «Комплексные планы основных мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов в чрезвычайной ситуации»;

3 «План перевода ОЭ на режим работы в условиях чрезвычайной ситуации» со следующими графами: перечень планируемых мероприятий, этапы их выполнения, ответственный исполнитель, временные сроки проведения мероприятий. План согласовывается по срокам с планом Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС);

4 «План мероприятий по подготовке ОЭ к восстановлению нарушенного производства», в котором отражаются вопросы: объём работ по восстановлению с расчётом потребностей в рабочей силе, материалах, строительной технике, оборудовании, деталях, инструменте;

Оптимальные инженерные решения по восстановлению работоспособности предприятия, в том числе целесообразность восстановления тех или иных зданий и сооружений;

перечень планируемых мероприятий и этапы их выполнения;

ответственный исполнитель и порядок или основания (руководство) для выполнения данного мероприятия;

временные сроки проведения мероприятий;

календарный план или сетевой график проведения восстановительных работ, очерёдность восстановления цехов исходя из важности их в выпуске основной продукции;

состав восстановительного отряда, его организационная структура и численность, зависящие от объёма работ и специфики производства.

План согласовывается по срокам с планом РСЧС объекта.

Третий этап – этап реализации утверждённого плана графика.

## **8.10 Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций**

Ликвидация последствий ЧС в мирное и военное время проводится в процессе аварийно-спасательных и других неотложных работ. Работы по организации и проведению АСиДНР планируются заблаговременно и при наступлении ЧС уточняются с учётом сложившейся обстановки.

Целями Аси ДНР являются:

1 спасание людей, оказание первой медицинской помощи пострадавшим и поражённым, эвакуация их в лечебные учреждения больничных баз;

2 локализация аварий и устранение повреждений, препятствующих проведению спасательных работ;

3 ликвидация аварий и катастроф, явившихся причиной ЧС;

4 обеспечение жизнедеятельности городов и ОЭ;

5 создание необходимых условий проведения восстановительных работ.

Аварийно-спасательные работы включают в себя:

1 разведку маршрутов движения и участков (объектов) работ;

2 локализацию и тушение пожаров на маршрутах движения и участках (объектах) работ;

3 извлечение из-под завалов пострадавших и оказание им помощи;

4 вскрытие ЗС и спасание находящихся в них людей;

5 подачу воздуха в заваленные ЗС с повреждённой фильтровентиляционной системой;

6 оказание первой медицинской и первой врачебной помощи поражённым и эвакуацию их в лечебные учреждения;

7 эвакуацию населения из опасных мест в безопасные районы;

8 санитарную обработку людей, ветеринарную обработку животных, дезактивацию и дегазацию техники, средств защиты и одежды, обеззараживание территории, сооружений, продовольствия, пищевого сырья, фуража и воды.

Другие неотложные работы включают в себя:

1 прокладывание колонных путей и устройство проездов (проходов) в завалах и зонах заражения;

2 локализацию аварий на газовых, энергетических, водопроводных и технологических сетях;

3 укрепление или обрушение конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом или препятствующих безопасному движению и проведению спасательных работ;

4 ремонт и восстановление повреждённых и разрушенных линий связи и коммунально-энергетических сетей в целях обеспечения спасательных работ;

5 обнаружение, обезвреживание или уничтожение не взорвавшихся боеприпасов в обычном снаряжении и других взрывоопасных предметов;

6 ремонт и восстановление повреждённых защитных сооружений для укрытия от возможных повторных ударов противника.

В зависимости от типа ЧС АС и ДНР имеют свою специфику.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение и приведите примеры чрезвычайной ситуации.
2. Сформулируйте основные направления в решении задач обеспечения безопасности жизнедеятельности в ЧС.
3. Какие виды взрывов вы знаете?
4. Каким образом достигается предотвращение взрыва?
5. Как достигается взрывозащита?
6. Дайте определение пожара.
7. Что такое пожарная нагрузка?
8. В чём заключается пожарная профилактика?
9. Что такое эквивалентное количество ОХВ?
10. В чём заключается йодная профилактика?
11. Назовите виды пожаров и в чем их особенности?
12. Перечислите виды наводнений.
13. Какие современные виды ОМП вы знаете?
14. Перечислите типы СИЗ.
15. Какая разница между эвакуацией и рассредоточением?
16. Что такое устойчивость функционирования ОЭ при ЧС?
17. Какие цели АСиДНР?

## **9 Управление безопасностью жизнедеятельности**

Направлениями управления безопасностью жизнедеятельности являются:

- 1 создание нормативно-правовой базы;
- 2 совершенствование экономических механизмов управления;
- 3 совершенствование организационных методов управления.

### **9.1 Нормативно-правовая база и стратегия национальной безопасности**

Нормативно-правовая база управления безопасностью жизнедеятельности включает в себя стратегию национальной безопасности, законодательство в области охраны труда, промышленной и экологической безопасности, законодательство в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Стратегия национальной безопасности РФ до 2020 г. является системой стратегических приоритетов, целей и мер в области внутренней и внешней политики, которые определяют состояние национальной безопасности и уровень устойчивого развития государства на долгосрочную перспективу, определена указом Президента РФ от 12 мая 2009 г. № 357.

Приоритетами национальной безопасности РФ показаны повышение качества жизни российских граждан путём гарантирования личной безопасности и высоких стандартов жизнеобеспечения, экологическая безопасность живых систем и рациональное природопользование, поддержание которых достигается за счёт сбалансированного потребления, развития прогрессивных технологий и целесообразного воспроизводства природно-ресурсного потенциала страны. Национальная безопасность в ЧС достигается путём развития и совершенствования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) природного и техногенного характера, интеграция её с аналогичными системами зарубежья, обновления парка технологического оборудования и технологий производства на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения, внедрения новых технических средств информирования и оповещения населения, разработки системы принятия превентивных мер по снижению последствий ЧС техногенного и природного характера.

Стратегическими целями обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования являются: сохранение окружающей природной среды и обеспечение её защиты; ликвидация экологических последствий

хозяйственной деятельности при возрастающей экономической активности и глобальных изменениях климата. Для противодействия угрозам в этой сфере делается попытка внедрения экологически безопасных производств, поиск перспективных источников энергии, формирование и реализация государственной программы обеспечения запасов минерально-сырьевых ресурсов, достаточных для гарантированного удовлетворения потребностей населения и экономики в водных и биологических ресурсах.

Минздравсоцразвития РФ разработал Концепцию демографической политики РФ, которая утверждена указом Президента от 9 октября 2007 г. № 1351. Кроме того, был разработан проект программы «Безопасный труд». В этих документах отмечается тенденция повышения смертности среди трудоспособного населения. В проекте показано, что в РФ ежегодно умирает от воздействия вредных и опасных факторов 150...190 тыс. чел. Ежегодно получают травмы на производстве около 200 тыс. чел., регистрируется более 10 тыс. случаев профессиональных заболеваний и более 14 тыс. чел. становятся инвалидами вследствие трудового увечья и профзаболевания. Число работающих в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам, увеличилось с 17,1 % в 1997 г. до 23,4 % в 2006 г.

Смертность трудоспособного населения превышает аналогичный показатель по Евросоюзу в 4,5 раза, а средний показатель смертности по России в 2,5 раза. Средняя ожидаемая продолжительность жизни населения в России – 66 лет, что на 12 лет меньше, чем в США, на 8 лет меньше, чем в Польше и на 5 лет меньше, чем в Китае.

Демографическая политика в РФ направлена на увеличение продолжительности жизни населения, сокращения уровня смертности, рост рождаемости, регулирование внутренней и внешней миграции, сохранение и укрепление здоровья населения. Важнейшей задачей в этой сфере является сокращение уровня смертности и травматизма от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний за счёт снижения профессиональных рисков и экономической мотивации для улучшения работодателем условий труда.

## **9.2 Законодательство РФ об охране окружающей среды**

Государственная политика РФ в области экологической безопасности изложена в Экологической доктрине РФ, одобренной Правительством ещё в 2002 г. В соответствии с этим документом к числу факторов деградации природной среды в РФ относятся: преобладание ресурсодобывающих и ресурсоёмких секторов в структуре экономики, что приводит быстрому истощению природных ресурсов и деградации

природной среды; низкая эффективность механизмов природопользования и охраны окружающей среды; низкий технологический и организационный уровень экономики, высокая степень изношенности основных фондов; низкий уровень экологического сознания и экологической культуры населения страны.

Стратегической целью государственной политики в области экологии является сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций в целях устойчивого развития общества, повышения качества жизни, улучшение здоровья населения и демографической ситуации, обеспечения экологической безопасности страны. Основной задачей в сфере охраны окружающей среды является снижение загрязнения её выбросами, сбросами и отходами и удельной энерго- и ресурсоёмкости продукции и услуг.

Для этого необходимы: внедрение ресурсосберегающих и безотходных технологий; технологическое перевооружение и постепенный вывод из эксплуатации предприятий с устаревшим оборудованием; оснащение предприятий современным природоохранным оборудованием; обеспечение качества воды, почвы и атмосферного воздуха в соответствии с нормативными требованиями; сокращение удельного водопотребления в производстве и жилищно-коммунальном хозяйстве; поддержка экологически эффективного производства энергии, включая использование возобновляемых источников и вторичного сырья; развитие систем использования вторичных ресурсов, в том числе переработки отходов; модернизации и развитие экологически безопасных видов транспорта, транспортных коммуникаций и топлива, в том числе неуглеродного; поддержка производства товаров, рассчитанных на максимально длительное использование.

Основным законодательным документом РФ в области экологии является Федеральный закон от 10.01. 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды, который неоднократно изменялся и дополнялся. Он определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей природной среды, обеспечивает сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов. Он регулирует проблемы взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной деятельности, связанной с воздействием на природную среду в пределах территории РФ, на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне РФ. Отношения в области охраны и рационального использования природных ресурсов, их сохранения и восстановления регулируются международными договорами РФ, земельным, водным и лесным законодательством, законодательством о недрах, животном мире, другим

законодательством в области охраны окружающей природной среды и природопользования.

Закон «Об охране окружающей среды» определяет основные принципы и объекты охраны окружающей среды, полномочия органов государственной власти РФ, её субъектов и органов местного самоуправления в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, права и обязанности граждан и общественных организаций в области охраны окружающей среды, принципы экономического регулирования и нормирования, мониторинга и контроля, требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной деятельности.

К принципам охраны среды относятся: платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде; презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности; обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной деятельности; приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов; обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной деятельности, что может быть достигнуто при использовании эффективных технологий; запрещение хозяйственной деятельности, последствия которой непредсказуемы для окружающей среды и реализации проектов, которые могут привести к деградации естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов.

Объектами охраны окружающей среды являются земли, недра, почвы; поверхностные и подземные воды; леса и иная растительность, животные и другие организмы и их генетический фонд; атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство.

В обязательном порядке разрабатываются и должны выполняться нормативы качества окружающей среды, допустимого уровня воздействия на окружающую среду, допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение, допустимых физических воздействий на окружающую среду, допустимого изъятия компонентов природной среды. Требования норм и правил в области охраны окружающей среды к продукции, работам, услугам, методам контроля, ограничения хозяйственной и иной деятельности, порядок организации деятельности в области охраны окружающей среды и управления этой деятельностью определяются государственными стандартами и иными нормативными документами. Система стандартов в области охраны природы имеет кодовый номер 17. Обозначение стандартов системы 17 строится следующим образом: ГОСТ 17.X.Y.ZZ – YY (для стандартов, зарегистрированных с 2000 г.- ГОСТ

17.X.Y.ZZ – YYYY). Здесь X – номер группы стандартов; Y – номер вида стандартов; ZZ – порядковый номер стандарта (двухзначный, с лидирующим нулём для номеров 1-9); YY или YYYY – год регистрации стандарта. Группы и виды стандартов в области защиты окружающей среды показаны в таблицах 28 и 29.

Таблица 28 - Группы стандартов в области защиты окружающей среды

Номер группы	Наименование	Кодовое наименование
0	Организационно-методические стандарты ССОП	Основные положения
1	Стандарты в области охраны и рационального использования вод	Гидросфера
2	Стандарты по защите атмосферы	Атмосфера
3	Стандарты по улучшению использования почв	Почвы
4	Стандарты по улучшению использования земель	Земли
5	Стандарты в области охраны флоры	Флора
6	Стандарты в области охраны фауны	Фауна
8	Стандарты в области охраны и рационального использования недр	Недра

Таблица 29 - Виды стандартов в области защиты окружающей среды

Номер вида	Наименование вида
0	Основные положения
1	Термины, определения, классификации
2	Нормы и методы измерений загрязняющих выбросов и сбросов, интенсивности использования природных ресурсов загрязняющих выбросов и сбросов и показатели интенсивности использования природных ресурсов
3	Правила охраны природы и рационального использования природных ресурсов
4	Методы определения параметров состояния природных объектов и интенсивности хозяйственных воздействий
5	Требования к средствам контроля и измерений состояния окружающей природной среды
6	Требования к устройствам, аппаратам и сооружениям по защите окружающей среды от загрязнений
7	Прочие стандарты

Указанный закон «Об охране окружающей среды» учитывает решения Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) и последующих международных форумов по вопросам окружающей среды и обеспечения устойчивого развития.

Международное право окружающей среды – совокупность международно-правовых принципов и норм, регулирующих отношения в области охраны окружающей среды от вредных воздействий, рационального использования её отдельных элементов в целях обеспечения оптимальных условий жизни и здоровья человечества. Тенденцией международного права окружающей среды стало возрастающее значение международных неправительственных организаций как субъектов международного права. В состав таких организаций входят Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП), Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Организация Объединённых Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК), Международная морская организация (ИМО), Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ).

Существенное значение по защите окружающей среды от вредных воздействий принадлежит Федеральному закону РФ от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», определяющий правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду. Данный закон определяет порядок вовлечения отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения регулируется Федеральным законом от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». Этот закон определяет требования к потенциально опасным для человека химическим, биологическим веществам и отдельным видам продукции, к пищевым продуктам, пищевым добавкам, продовольственному сырью и контактирующим с ними материалам, изделиям и технологиям их производства.

### **9.3 Законодательство РФ об охране труда**

Основой законодательства об охране труда является Конституция РФ, гарантирующая права человека. Так ст. 37.3 гласит: «Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены». Конституция гарантирует право на жизнь, отдых, создание профсоюзов для защиты своих интересов, социальное обеспечение по старости, в случае болезни и инвалидности. Эти права реализуются в законах, касающихся охраны труда и обеспечения жизнедеятельности.

Целью трудового законодательства является установление государственных гарантий трудовых прав и свобод граждан, создание благоприятных условий труда, защита прав и интересов работников и работодателей. В Трудовой кодекс РФ от 30 декабря 2001 г. № 187-ФЗ

Федеральным законом от 30 июня 2006 г. № 90-ФЗ внесены изменения и дополнения. Вопросы охраны труда регламентируются разделом X Трудового кодекса РФ (ТК РФ).

Организация охраны труда включает в себя положения о государственном управлении и экспертизе охраны труда, службе охраны труда в организации, комитетах по охране труда.

Статьи 227-231 ТК РФ определяют несчастные случаи, подлежащие расследованию и учёту; обязанности работодателя при несчастном случае; порядок формирования комиссий и оформления материалов по расследованию несчастных случаев и рассмотрения разногласий по вопросам расследования, оформления и учёта несчастных случаев. В число нормативных правовых актов входят:

1 Межотраслевые правила по охране труда, межотраслевые типовые инструкции по охране труда.

2 Отраслевые правила по охране труда, типовые инструкции по охране труда.

3 Правила безопасности (ПБ), правила устройства и безопасной эксплуатации (ПУБЭ), инструкции по безопасности.

4 Государственные стандарты системы стандартов безопасности труда (ГОСТ Р ССБТ).

5 Строительные нормы и правила (СНиП), своды правил по проектированию и строительству.

6 Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (санитарные правила (СП), гигиенические нормативы (ГН), санитарные правила и нормы (СанПин), санитарные нормы (СН).

Система стандартов безопасности труда (ССБТ) представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, содержащих требования, нормы и правила организационно-технического, метрологического санитарно-гигиенического характера, направленные на обеспечение безопасных условий труда, сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности (табл. 30).

Таблица 30 - Группы ССБТ

Шифр группы	Наименование группы
0	Организационно-методические
1	Стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов
2	Стандарты требований безопасности к производственному оборудованию
3	Стандарты требований безопасности к производственным процессам
4	Стандарты требований к средствам защиты работающих

#### 9.4 Законодательство РФ о безопасности в чрезвычайных ситуациях

Перечень обязательных мероприятий, проводимых органами государственной власти и местного самоуправления, руководством предприятий и организаций по прогнозированию и предотвращению чрезвычайных ситуаций, ограничению и ликвидации их последствий и повышению устойчивости работы предприятий, транспорта определён Федеральным законом от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Целями закона являются предупреждение возникновения и развития ЧС, снижение размеров ущерба и потерь от ЧС и их ликвидация.

Предупреждение ЧС – комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное снижение риска возникновения ЧС, на сохранение здоровья людей и снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь.

Ликвидация ЧС – аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении ЧС и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение ущерба и потерь, на локализацию зон ЧС, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

Обязательной является гласная и открытая информация о прогнозируемых и возникших ЧС, их последствиях, о радиационной, химической, медико-биологической, взрывной, пожарной и экологической безопасности на соответствующих территориях, о деятельности органов управления, связанной с ЧС.

Закон определяет полномочия и обязанности органов управления и организаций по защите населения и территорий от ЧС.

В обязанность граждан входит соблюдение нормативных требований, мер производственной и экологической безопасности, изучение способов защиты и правил поведения при угрозе и возникновении ЧС, содействие в проведении аварийно-спасательных работ.

Законом определён порядок финансирования мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС и требования по государственной экспертизе предлагаемых для реализации проектов и решений по объектам производственного и социального назначения и процессам, которые могут быть источниками ЧС или могут влиять на обеспечение защиты населения и территорий от их последствий.

С 1994 г. ведётся работа по разработке и внедрению системы стандартов «Безопасность в чрезвычайных ситуациях», кодовый номер 22. Данная система является совокупностью взаимосвязанных стандартов, устанавливающих требования, нормы и правила, способы и методы, направленные на обеспечение безопасности населения, объектов экономики и окружающей природной среды в ЧС. Целями этого комплекса стандартов являются повышение эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС на всех уровнях (федеральном, региональном, местном) для обеспечения безопасности населения и объектов в природных, техногенных, биолого-социальных и военных ЧС; предотвращение или снижение ущерба; эффективное использование и экономия материальных и трудовых ресурсов при проведении мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС. Группа стандартов показана в таблице 31.

Таблица 31 - Группа стандартов «Безопасность в ЧС»

Номер группы	Наименование групп стандартов	Кодовое наименование
0	Основополагающие стандарты	Основные положения
1	Стандарты в области мониторинга и прогнозирования	Мониторинг и прогнозирование
2	Стандарты в области обеспечения безопасности объектов экономики	Безопасность объектов экономики
3	Стандарты в области обеспечения безопасности населения	Безопасность населения
4	Стандарты в области обеспечения безопасности продовольствия, пищевого сырья и кормов	Безопасность продовольствия
5	Стандарты в области обеспечения безопасности сельскохозяйственных животных и растений	Безопасность животных и растений

6	Стандарты в области обеспечения безопасности водосточников и систем водоснабжения	Безопасность воды
7	Стандарты на средства и способы управления, связи и оповещения	Управление, связь, оповещение
8	Стандарты в области ликвидации чрезвычайных ситуаций	Ликвидация чрезвычайных ситуаций
9	Стандарты в области технического оснащения аварийно-спасательных формирований, средств специальной защиты и экипировки спасателей	Аварийно-спасательные средства

Обеспечение радиационной безопасности населения определяет Федеральный закон от 9 января 1996 г. № 3 – ФЗ «О радиационной безопасности населения». Обеспечение безопасности этим законом предусмотрено следующими принципами: принцип нормирования – непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения; принцип обоснования –запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причинённого дополнительным к естественному фону облучением; принцип оптимизации – поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учётом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения.

Закон гарантирует право граждан на радиационную безопасность; получение информации о радиационной обстановке и принимаемых мерах безопасности; социальную поддержку лиц, проживающих на территориях, прилегающих к организациям и осуществляющим деятельность с использованием источников ионизирующего излучения; возмещение вреда, причинённого их жизни и здоровью, обусловленного ионизирующим излучением, в также в результате радиационной аварии; возмещение причинённых им убытков.

### **9.5 Законодательство РФ о промышленной безопасности**

Расширение и реконструкция производства, внедрение новых технологий сопровождаются вовлечением в технологический процесс всё большего количества энергоносителей и других потенциально опасных материалов и веществ, появлением

новых опасных факторов, концентрацией производства, возможностью распространения аварий от одного опасного объекта к другому. Примерами техногенных аварий являются взрывы во Фликсборо (1974 г.), на газозаправочной станции в Мехико (1984 г.), продуктопровода под Уфой (1989 г.), состава с аммиачной селитрой в Северной Корее (2003 г.), радиационные аварии (Тримайл Айленд в 1979 г., Чернобыль в 1986 г, Фукусима в 20?? Г.), химические аварии (Мидлпорт и Бхопал в 1984 г.), авария на Сано-Шушенской ГЭС в 2009 г. и многие другие.

Возникновение и последствия таких аварий вызвало ответную реакцию мирового сообщества. И в 1982 г. была принята Директива Совета Европейского экономического сообщества по предотвращению крупных промышленных аварий, ставшая правовым решением проблем в области промышленной безопасности под названием «Директива Севезо».

В РФ был принят Федеральный закон 21 июня 1997 г № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», соответствующий ряду позиций Директиве по Севезо.

Этот закон определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов (ОПО) и направлен на предупреждение аварий и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих ОПО, к локализации и ликвидации последствий аварий.

Промышленная безопасность ОПО – состояние защищённости жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий аварий. Все ОПО подлежат регистрации в государственном реестре.

Закон определяет принципы обеспечения промышленной безопасности:

1 обязательно лицензирование некоторых видов деятельности в области промышленной безопасности;

2 подлежат сертификации технические устройства, применяемые на ОПО.

3 соблюдение требований промышленной безопасности к проектированию, строительству и приёмке в эксплуатацию ОПО.

4 соблюдение требований промышленной безопасности к эксплуатации ОПО (обязанности организаций, эксплуатирующих ОПО и работников ОПО).

5 соблюдение требований промышленной безопасности по готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии на ОПО.

6 Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности.

7 техническое расследование причин аварии.

8 экспертиза промышленной безопасности.

9 разработка декларации промышленной безопасности.

10 обязательное страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации ОПО.

11 федеральный надзор в области промышленной безопасности.

12 ответственность за нарушение законодательства в области промышленной безопасности.

В целях реализации данного закона разработаны многочисленные подзаконные акты (руководящие документы и методики, правила безопасности). Так «Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности ОПО (ПБ 03-517-02) даны указания по приведению в действие основных принципов обеспечения промышленной безопасности. В нём сформулированы требования к организациям, эксплуатирующим ОПО, проектированию и строительству ОПО, техническим устройствам, аттестации в области промышленной безопасности. На основании этого документа эксплуатирующие организации осуществляют производственный контроль, являющийся частью системы управления промышленной безопасностью (СУПБ). Для обеспечения промышленной безопасности значительную роль играет Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ с внесёнными изменениями Федеральным законом от 1 мая 2007 г. № 65-ФЗ, который регулирует отношения, возникающие при разработке, принятии, применении и исполнении на добровольной основе требований к продукции или к связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг; оценке соответствия. В этом законе сформулировано понятие «технический регламент» - документ, принятый международным договором, ратифицированным РФ, межправительственным соглашением, федеральным законом, указом Президента РФ или постановлением Правительства РФ и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, сооружениям или к связанным с требованиями к продукции перечисленным ранее процессам). Для скорейшего формирования современной нормативно-правовой базы в области технического регулирования Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 385-ФЗ внесены изменения в закон «О техническом регулировании», согласно которым технические регламенты могут быть приняты также федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

Технические регламенты принимаются в целях: защиты жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного или муниципального имущества; охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений; предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей. Они

устанавливают необходимые требования, обеспечивающие: безопасность излучений;; биологическую безопасность; взрывобезопасность; механическую безопасность; пожарную безопасность; промышленную безопасность, термическую безопасность; химическую безопасность; электрическую безопасность; ядерную и радиационную безопасность; электромагнитную совместимость по обеспечению безопасности работы приборов и оборудования; единство измерений.

До дня вступления в силу технического регламента Правительством РФ утверждается перечень национальных стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения принятого технического регламента и осуществления оценки соответствия. Стандарты организаций могут разрабатываться и утверждаться ими самостоятельно исходя из необходимости применения этих стандартов для целей, указанных в законе, а также для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг, распространения и использования полученных результатов исследований (испытаний), измерений и разработок.

## **9.6. Законодательство РФ о пожарной безопасности**

Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» определяет общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в РФ, регулирует в этой области отношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления, учреждениями, организациями, между общественными объединениями, должностными лицами и гражданами.

Закон регламентирует организацию пожарной охраны (её виды и задачи, деятельность государственной противопожарной службы и государственного пожарного надзора); полномочия органов государственной власти и органов местного самоуправления в области пожарной безопасности; обеспечение пожарной безопасности (нормативное правовое регулирование, разработка и реализация мер пожарной безопасности, тушение пожаров, права, обязанности и ответственность граждан, местного самоуправления и предприятий в области пожарной безопасности).

Существенные преобразования в структуре и иерархии этих документов произошли в нашей стране с введением в действие с 1 мая 2009 г. Технического регламента «О требованиях пожарной безопасности» от 22.06.2008 № 123-ФЗ. Одновременно вступили в силу 12 Сводов правил в области пожарной безопасности и

подтверждено действие 84 национальных стандартов, обеспечивающих выполнение требований технического регламента. Ряд разработанных ранее нормативов вошли в эти документы, остальные сохранили своё действие в части, не противоречащей техническому регламенту.

## **9.7 Экономические основы управления безопасностью жизнедеятельности**

В условиях рыночной экономики значительную роль в вопросах управления безопасностью жизнедеятельности играют экономические методы.

Экономика природопользования. К методам экономического регулирования в области охраны окружающей среды относятся: разработка и проведение государственных прогнозов, федеральных программ и мероприятий в области экологического развития РФ и охраны окружающей среды; установление платы за негативное воздействие на окружающую среду; установление лимитов на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов, лимитов на размещение отходов производства и потребления; предоставление налоговых льгот в случае внедрения наилучших существующих технологий, использования нетрадиционных видов энергии, вторичных ресурсов и переработки отходов.

Основной задачей является снижение экологического ущерба, то есть экологических, экономических и социальных потерь, возникающих в результате нарушения природоохранного законодательства, хозяйственной деятельности, стихийных экологических бедствий и катастроф и ухудшения социально-гигиенических условий проживания населения. К негативным воздействиям на окружающую среду относят: выбросы и сбросы загрязняющих веществ в атмосферу, гидросферу и литосферу; размещение отходов производства и потребления; загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий. Экологический ущерб может проявляться не только в настоящем, но и в будущем и его следует учитывать при текущем и стратегическом планировании деятельности предприятия, города, региона и т.д.

Экологический риск – вероятность и масштаб неблагоприятных для природных ресурсов последствий любых антропогенных изменений природных объектов. Риски хозяйственной деятельности представляют собой потенциальный источник угроз жизнедеятельности человека и хозяйственному потенциалу. Они включают в себя риски разрушения природной среды, в том числе в регионах с особо чувствительными к антропогенному воздействию экосистемами, технических аварий и иных причин,

выходящих за рамки регламента технической деятельности хозяйственных и иных объектов. Риски, связанные с накопленным экологическим ущербом представляют собой потенциальный источник угроз жизнедеятельности человека и хозяйственному потенциалу. Они включают в себя риски негативного воздействия на здоровье и жизнедеятельность человека и хозяйственный потенциал нерекультивированных, но подлежащих рекультивации территорий и акваторий, риски негативного воздействия законсервированных объектов с потенциально опасными свойствами, риски продолжающейся деградации природных экосистем, вызванной антропогенной деятельностью. На основании ст. 78 закона РФ от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» определение размера вреда окружающей среде, причинённого нарушением законодательства, осуществляется исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния окружающей среды, с учётом понесённых убытков, в том числе упущенной выгоды и в соответствии с проектами рекультивационных и иных восстановительных работ. Для возмещения экологического ущерба служат три вида платежей: плата за природные ресурсы, плата за загрязнение и экологические налоги и штрафы.

Плата за ресурсы – это денежное возмещение природопользователем общественных затрат по изысканию, сохранению, восстановлению используемого природного ресурса, а также тех усилий, которые обществу предстоит сделать для возмещения или адекватной замены эксплуатируемого ресурса в будущем.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду взимается с природопользователей, то есть с предприятий, учреждений, организаций, российских и иностранных юридических и физических лиц, осуществляющих любые виды деятельности на территории РФ, связанные с природопользованием. Она взыскивается за воздействие на среду в пределах установленных лимитов (выбросов, сбросов, размещения отходов) и за сверхлимитное загрязнение природной среды (в том числе, в случае аварий, возникающих по вине природопользователя).

За невыполнение законодательных и нормативных требований, за несвоевременное внесение экологических платежей с нарушителей взимаются штрафы. Общий объём выплат в виде штрафов в настоящее время составляет всего 16 млрд руб., то есть, 1/100 долю процента прибыли предприятий и не соответствует причинённому ущербу.

Торговля квотами в мировой практике на загрязнение причисляется к рыночным инструментам экологической политики. Государства с высоким потреблением невозобновляемых энергоносителей вынуждены закупать квоты на загрязнения у государств с низким расходом энергии. Экономически слабо развитые государства могут вкладывать вырученные деньги в современные экологически чистые технологии.

Эффект проведения мероприятий по защите окружающей среды включает в себя аспекты: экологический, социальный и экономический.

Экономика безопасности труда. По различным оценкам экономические потери, связанные с травматизмом, неблагоприятными условиями труда и авариями в разных странах составляли 5...10 % прибыли. В РФ ежегодные экономические потери по причине неблагоприятных условий труда составляют 407,8 млрд руб. (1,9 % ВВП).

Социально-экономическое значение охраны труда заключается в росте производительности труда в результате увеличения фонда рабочего времени за счёт снижения случаев нетрудоспособности, микротравм, профессиональной заболеваемости; сохранении трудовых ресурсов и повышения профессиональной активности работающих за счёт улучшения состояния здоровья и увеличения трудового стажа; увеличении совокупного национального продукта за счёт улучшения указанных ранее показателей.

Улучшение условий труда позволяет снизить общую заболеваемость, экономить расходы на льготы и компенсации за работу в неблагоприятных условиях труда, снизить затраты из-за текучести кадров, вызванной неблагоприятными условиями труда, приводящей к потере квалифицированных работников и дополнительным расходам на обучение вновь принятых на работу.

Экономический механизм управления охраной труда состоит в планировании и финансировании мероприятий по охране труда; создании экономической заинтересованности работодателя в улучшении условий труда и внедрении эффективных средств охраны труда; ответственности работодателя за опасные, вредные и тяжёлые условия труда и за ущерб, причинённый работникам увечьем, профессиональным заболеванием или иным повреждением здоровья, связанным с исполнением ими трудовых обязанностей.

Финансирование охраны труда осуществляется за счёт ассигнований, выделяемых отдельной строкой в бюджете РФ, бюджетах субъектов РФ, городских и районных бюджетах, прибыли предприятий и их фондов охраны труда. Работники не несут никаких расходов на финансирование охраны труда. Фонды охраны труда формируются на трёх уровнях:

- 1 федеральный фонд охраны труда;
- 2 территориальные фонды охраны труда;
- 3 фонды охраны труда предприятий.

Федеральный фонд охраны труда формируется за счёт целевых ассигнований, выделяемых Правительством РФ, правительствами субъектов РФ, части средств фонда охраны труда предприятий, суммы штрафов, налагаемых на должностных лиц за нарушения законодательных и нормативных актов по охране труда, отчислений из

фонда государственного (обязательного) социального страхования, добровольных отчислений предприятий и других поступлений.

Территориальные фонды охраны труда формируются за счёт ассигнований из бюджетов административно-территориальных образований РФ, части фондов охраны труда предприятий, расположенных на этих территориях, добровольных отчислений предприятий и других поступлений.

Фонды охраны труда предприятий формируются за счёт прибыли предприятий в размерах, определяемых коллективными договорами и соглашениями по охране труда между работодателем и трудовым коллективом.

Согласно ТК РФ финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда осуществляется за счёт средств федерального бюджета, бюджетов субъектов РФ, местных бюджетов, внебюджетных источников. Финансирование этих мероприятий работодателями (за исключением государственных унитарных предприятий и федеральных учреждений) осуществляется в размере не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции. К стимулирующим мероприятиям, которыми может воспользоваться государство относятся:

- 1 сокращение налогов;
- 2 субсидии различных типов;
- 3 льготное кредитование;
- 4 сокращение страховых взносов;
- 5 помощь в области маркетинга.

Важнейшим условием для обоснования и выбора направлений инвестиций в охрану труда является полная и адекватная оценка ущерба, связанного с травматизмом, заболеваемостью и авариями, который складывается из потерь данного предприятия и общегосударственных потерь. Потери предприятия состоят из потерь в связи с недоданной продукцией, простоями оборудования, испорченными материалами, ремонтом оборудования и приспособлений; возмещения расходов органами социального страхования, различных дополнительных выплат пострадавшим; доплат к заработку при снижении трудоспособности; потерь в связи со снижением производительности труда при переводе пострадавшего на другую работу; потерь в связи с текучестью персонала, вызванной неудовлетворительными условиями труда; обучением вновь принятых рабочих; потерь времени в связи с происшедшими несчастными случаями, их расследованием, сопровождением пострадавших и т. д. Потери общегосударственного значения вызываются уменьшением числа трудящихся, занятых производственной деятельностью; оплатой по листкам нетрудоспособности; расходами на лечение и восстановление здоровья пострадавших; затратами на реабилитацию пострадавших; социальным обеспечением заболевших и членов их

семей; увеличением числа пенсионеров; судебными издержками в связи с привлечением к ответственности виновных в нарушениях охраны труда; увеличением затрат на контроль условий труда. На основании методики, утверждённой Ростехнадзором РФ (РД 03-496-02) структура ущерба от аварий на опасных производственных объектах включает в себя: полные финансовые потери организации; расходы на ликвидацию аварии; социально-экономические потери; вред окружающей природной среде; косвенный ущерб и потери государства от выбытия трудовых ресурсов.

Для подсчёта экономической эффективности мероприятий по охране труда необходимо учитывать увеличение работоспособности трудящихся, прирост производительности труда, уменьшение потерь по причинам травматизма и профессиональных заболеваний, дополнительную прибыль в связи с увеличением производства, уменьшение фонда заработной платы, сокращение накладных расходов и брака, снижение текучести персонала, сокращение расходов на обучение кадров, уменьшение затрат на дополнительные отпуска и дополнительное питание из-за неудовлетворительных условий труда.

Экономика чрезвычайных ситуаций. Методами экономического управления в ЧС являются финансирование, страхование и кредитование. Управляемыми показателями в системе этого регулирования являются ущерб, вероятность ЧС, эффективность мероприятий по их предупреждению и ликвидации, оценка влияния затрат по предупреждению ЧС на социальные и экономические показатели развития страны, оценка эффективности механизмов, включаемых в систему экономического регулирования.

Финансирование мероприятий по ликвидации последствий ЧС осуществляется за счёт организаций, находящихся в зонах ЧС, средств федеральных органов исполнительной власти, ресурсов органов исполнительной власти субъектов РФ, из средств органов местного самоуправления и организаций территориальных подсистем. При отсутствии или недостаточности указанных средств выделяются средства из резервного фонда Правительства РФ и других бюджетных средств. МЧС России формирует целевой финансовый резерв по предупреждению и ликвидации последствий ЧС на промышленных предприятиях, в строительстве и на транспорте. Для финансирования программ по предупреждению и ликвидации ЧС возможно использование следующих механизмов:

- системы льготных кредитов;
- системы налоговых и иных льгот предприятиям, учреждениям и организациям и гражданам при осуществлении деятельности по предупреждению, снижению риска, смягчению и ликвидации последствий ЧС;

- система экономических санкций к предприятиям, пренебрегающим вопросам техногенной безопасности;

- системы нормативов платы и размеров платежей за эксплуатацию потенциально опасных производственных объектов, ущерб объектам окружающей среды, выбросы опасных веществ, нарушений условий жизнедеятельности и нанесения вреда здоровью людей при возникновении ЧС;

- система внебюджетных государственных чрезвычайных страховых фондов, формируемых за счёт:

1 взыскания штрафов за правонарушения в области защиты населения и территорий от ЧС;

2 лицензирования объектов, деятельность которых может привести к возникновению ЧС, и отчисления этими объектами в фонд средств на предупреждение и ликвидацию ЧС;

3 взносов юридических лиц, эксплуатирующих потенциально опасные объекты на данной территории;

4 платных услуг, оказываемых постоянно действующими органами управления РСЧС;

5 добровольных взносов предприятий, пожертвований населения и иностранных лиц.

## **9.8 Страхование рисков**

Страхование – это двусторонние экономические отношения, заключающиеся в том, что страхователь, оплачивая страховой взнос, обеспечивает в случае страхового случая, обусловленного законом или договором, выплату со стороны страховщика, для обеспечения которой он активно пополняет и эффективно размещает страховые резервы, употребляет превентивные меры, направленные на уменьшение риска, перестраховывает часть своей ответственности. Страхование выполняет четыре функции: рисковую, предупредительную, сберегательную и контрольную.

Рисковая функция заключается в том, что страхователь за определённую плату передаёт страховщику материальную ответственность за последствия риска, который является результатом событий, обусловленных договором или соответствующим законом. В этих целях страховая организация формирует специализированный страховой фонд за счёт уплачиваемых страховых взносов (платы за риски). Из этих средств производится возмещение материальных убытков участников фонда.

Предупредительная функция обеспечивает меры по предупреждению страхового случая и минимизации ущерба, вызванного страховыми событиями. Для этого страховщиком формируется фонд предупредительных (превентивных) мероприятий, средства которого расходуются на заранее определённые цели, направленные на уменьшение страховых рисков и их негативных последствий.

Контрольная функция заключается в строго целевом формировании и использовании средств страхового фонда.

Сберегательная функция реализуется при проведении отдельных видов страхования жизни – накопительного страхования. В России может осуществляться государственное экологическое страхование в целях защиты имущественных интересов юридических и физических лиц на случай экологических рисков.

Основная задача экологического страхования – аккумуляция и перераспределение финансовых средств для их дальнейшего использования на реальное возмещение ущерба.

Организация, эксплуатирующая ОПО, обязана страховать ответственность за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде в случае аварии на ОПО.

Страхование профессиональных рисков осуществляется на основании Федерального закона от 24 июня 1998 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», который неоднократно дополнялся и корректировался. Закон предусматривает единовременные и ежемесячные страховые выплаты. Единовременные выплаты назначаются и выплачиваются застрахованному, если по заключению учреждения медико-социальной экспертизы результатом наступления страхового случая стала утрата им профессиональной трудоспособности. Ежемесячные страховые выплаты выплачиваются застрахованным в течение всего периода стойкой утраты им профессиональной трудоспособности.

## **9.9 Государственное управление безопасностью жизнедеятельности**

Государственное управление безопасностью жизнедеятельности осуществляется Правительством РФ и уполномоченными федеральными органами исполнительной власти в соответствии с полномочиями, установленными законами в области охраны окружающей среды, охраны труда, обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, промышленной безопасности.

Государственное управление охраной окружающей среды осуществляет Минприроды России. Оно обеспечивает реализацию государственной политики и разрабатывает проекты федеральных законов и иных нормативных правовых актов в этой области; утверждает межотраслевые правила и организационно-методические документы по охране среды; координирует работу федеральных органов исполнительной власти в области охраны окружающей среды; координирует научно-исследовательские работы по проблемам охраны окружающей среды; организует и проводит сертификацию работ по охране окружающей среды в организациях РФ; согласовывает требования охраны окружающей среды, принимаемые федеральными органами исполнительной власти, которым предоставлено право осуществлять отдельные функции нормативного правового регулирования, специальные разрешительные, надзорные и контрольные функции в области охраны окружающей среды; организует анализ состояния и причин загрязнения окружающей среды. разрабатывает предложения по её профилактике.

Минприроды РФ осуществляет государственный надзор и контроль за соблюдением в организациях законов и иных нормативных правовых актов об охране окружающей среды; принимает меры по устранению выявленных нарушений и восстановлению нарушенных прав граждан; проводит предупредительный надзор за строительством новых и реконструкцией действующих объектов производственного назначения, вводом их в эксплуатацию в целях предотвращения отступлений от проектов, ухудшающих условия охраны ОС; осуществляет проведение экспертиз проектов на строительство новых, реконструкцию действующих объектов производственного назначения, проектов новых технологий.

В ведении Минприроды РФ находится Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России, осуществляющая функции по управлению государственным имуществом и оказанию государственных услуг в области гидрометеорологии и смежных с ней областях, мониторинга окружающей природной среды, её загрязнения, государственному надзору за проведением работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы. Известно, что на сегодняшний день в состав Росгидромета входит около 50 подведомственных корпораций по всей стране, что создаёт определённые трудности. Руководство этой службы внесло в правительство предложение об объединении российских метеослужб в единую корпорацию. Эта служба ведёт государственный учёт поверхностных вод и государственного водного кадастра в части поверхностных водных объектов. Она осуществляет ведение Единого государственного фонда данных о состоянии окружающей природной среды, её загрязнений, формирование и

обеспечение функционирования государственной наблюдательной сети, государственный мониторинг атмосферного воздуха.

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) осуществляет контроль и надзор за соблюдением законодательства РФ в области охраны окружающей среды (государственный экологический контроль), охраны атмосферного воздуха, обращения с отходами; осуществляет лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами; выдаёт разрешения на выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду и на вредные физические воздействия на атмосферный воздух; устанавливает лимиты на размещение отходов; организует и проводит государственную экологическую экспертизу проектов правовых актов, нормативно-технических и инструктивно-методических документов, регламентирующих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказывать воздействие на окружающую среду, а также проектов строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации и ликвидации организаций и иных объектов хозяйственной деятельности.

Государственное управление охраной труда осуществляется Правительством РФ или по его поручению федеральными органами исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда и другими федеральными органами исполнительной власти в пределах их полномочий.

Департамент заработной платы, охраны труда и социального партнёрства Министерства здравоохранения и социального развития РФ вырабатывает предложения по определению политики в сфере оплаты труда, условий и охраны труда, социального партнёрства, трудовых отношений.

Федеральная служба по труду и занятости является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим контроль и надзор в сфере труда, занятости и альтернативной гражданской службы, по оказанию государственных услуг в сфере содействия занятости населения и защиты от безработицы, трудовой миграции и урегулирования трудовых споров.

Кризисное управление в ЧС осуществляет МЧС РФ через Российскую систему управления в чрезвычайных ситуациях; РСЧС объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, организаций, в полномочия которых входит решение вопросов по защите от ЧС.

Задачи РСЧС:

- разработка и реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения и территорий от ЧС;

- организация и контроль за осуществлением мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС, по обеспечению надёжности работы потенциально опасных объектов в условиях ЧС;

- организация наблюдения и контроля за состоянием и ПОО, прогнозирование ЧС;

- осуществление целевых и научно-технических программ по предупреждению ЧС и ПУФ организаций и объектов социального назначения в ЧС;

- обеспечение готовности к действиям органов управления, сил и средств по предупреждению и ликвидации ЧС;

- сбор, обработка, обмен и выдача информации в области ЧС;

- подготовка населения к действиям в ЧС;

- прогнозирование и оценка социально-экономических последствий ЧС;

- создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС;

- осуществление государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты от ЧС;

- осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от ЧС, проведение гуманитарных акций;

- реализация прав и обязанностей населения в области защиты от ЧС и лиц, участвующих в их ликвидации;

- международное сотрудничество в области защиты от ЧС.

РСЧС имеет пять уровней: федеральный, региональный, территориальный, местный и объектовый и включает в себя две подсистемы: территориальную и функциональную. Территориальная подсистема РСЧС состоит из звеньев, соответствующих административно-территориальному делению субъектов РФ и предназначена для предупреждения и ликвидации ЧС данных субъектов. Функциональная подсистема РСЧС состоит из организационных структур, создаваемых федеральными органами исполнительной власти для выполнения работ по защите от ЧС в сфере их деятельности и порученных им отраслей экономики.

Составными частями РСЧС являются автоматизированная информационно-управляющая система, оснащенная программно-техническими средствами, позволяющими обеспечить обмен информацией в интересах сбора, хранения оперативных и статических данных о ЧС; силы и средства наблюдения, контроля и ликвидации ЧС.

Государственный надзор в области промышленной безопасности осуществляет Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, определяющая требования к регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и к ведению этого реестра; порядок оформления

декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов, проведения технического расследования причин аварий, инцидентов и случаев утраты взрывчатых материалов промышленного назначения.

Ростехнадзор осуществляет контроль и надзор за соблюдением требований промышленной безопасности при проектировании, строительстве, эксплуатации, консервации и ликвидации опасных производственных объектов, изготовлении, монтаже, наладке, обслуживании и ремонте технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, транспортировании опасных веществ на ОПО; осуществляет лицензирование деятельности по эксплуатации ОПО и проведению экспертизы промышленной безопасности. Одним из важнейших направлений государственного управления в сфере безопасности жизнедеятельности является организация экспертных исследований в области охраны окружающей среды, охраны труда и промышленной безопасности.

Экологическая экспертиза проводится в целях установления соответствия документов, обосновывающих планируемую хозяйственную и иную деятельность, требованиям в области охраны окружающей среды. Порядок проведения экологической экспертизы установлен Федеральным законом от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе».

В РФ осуществляется государственный, производственный и общественный контроль в области охраны окружающей среды с целью обеспечения исполнения законодательства соблюдения требований нормативных документов в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Производственный контроль в области охраны окружающей среды осуществляется в целях обеспечения выполнения мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов. Субъекты хозяйственной и иной деятельности обязаны представлять сведения о лицах, ответственных за проведение производственного экологического контроля, об организации экологических служб на объектах хозяйственной и иной деятельности, а также результаты производственного экологического контроля в соответствующий орган исполнительной власти, осуществляющий экологический контроль.

В соответствии с Федеральным законом от 10 января 2002 г. № 7 – ФЗ «Об охране окружающей среды» осуществляется государственный мониторинг окружающей среды, представляющий собой систему наблюдения, оценки, прогноза состояния окружающей природной среды и её ресурсов, служащую информационному обеспечению процесса подготовки и принятия управленческих решений.

Требования к экспертизе и декларированию промышленной безопасности определены Федеральным законом от 21 июня 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной

безопасности опасных производственных объектов». Экспертизе подлежат проектная документация на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта; технические устройства. Применяемые на ОПО; здания и сооружения на ОПО; декларации промышленной безопасности и иные документы, связанные с эксплуатацией ОПО. Экспертизу промышленной безопасности проводят организации, имеющие лицензию на её проведение. Закон устанавливает обязательность разработки деклараций промышленной безопасности ОПО, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются вещества в количествах, регламентированных в законе. Декларация разрабатывается в составе проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию ОПО.

Государственная экспертиза условий труда осуществляется для оценки качества проведения аттестации рабочих мест по условиям труда; правильности предоставления работникам компенсаций за тяжёлую работу, работу с вредными и (или) опасными условиями труда; соответствия проектов строительства, реконструкции, технического перевооружения объектов, производства и внедрения новой техники, внедрения новых технологий государственным нормативным требованиям охраны труда; фактических условий труда работников, в том числе в период, предшествовавший несчастному случаю на производстве.

Аттестация рабочих мест по условиям труда – оценка условий труда на рабочих местах в целях выявления вредных и (или) опасных производственных факторов и осуществления мероприятий по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда. Аттестации подлежат все имеющиеся в организации рабочие места; она включает в себя гигиеническую оценку существующих условий и характер труда, оценку травмобезопасности рабочих мест. Учёт обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты.

В целях обеспечения экологически безопасного осуществления хозяйственной и иной деятельности на территории РФ проводится обязательная или добровольная экологическая сертификация. Её объектами являются: земля, водные источники, биологические ресурсы; отходы производства и потребления; технологические процессы; услуги, направленные на обеспечение экологической безопасности и предупреждение вреда окружающей среде (экологические услуги); товары.

В целях получения полной объективной картины экологического состояния предприятия и оценки выполнения требований по охране окружающей среды в организациях в добровольном порядке проводится экологический аудит. Результаты

аудита используются для разработки рекомендаций, политики и задач по вопросам экологической безопасности, что обеспечивает снижение рисков.

Сертификация работ по охране труда в организациях осуществляется путём проверки и оценки соответствия элементов деятельности работодателя по обеспечению охраны труда государственным нормативным требованиям охраны труда с учётом проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и особенностей организации работ по охране труда в отраслях экономики. Объектами сертификации являются: работы по охране труда, выполняемые организациями независимо от форм собственности и организационно-правовых форм. В том числе деятельность работодателя по обеспечению безопасных условий труда в организации; деятельность службы охраны труда; работы по проведению аттестации рабочих мест по условиям труда; организация и проведение инструктажа по охране труда работников и проверки их знаний требований охраны труда. При положительных результатах проверки и оценки соответствия работ по охране труда в организации оформляется сертификат безопасности.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Назовите основные приоритетные задачи стратегии национальной безопасности РФ в отношении безопасности жизнедеятельности.
- 2 Какова стратегическая цель государственной политики РФ в области экологии?
3. Какие несчастные случаи считаются связанными с производством?
4. Дайте определение пожара.
5. Перечислите основные виды нормативных правовых актов в области охраны труда.
6. Назовите принципы обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов.
7. Каковы цели технического регулирования?
8. Дайте определение ЧС.
9. Что относится к методам экономического регулирования в области охраны окружающей среды?
10. В чём заключается экологический риск?
11. В чем заключается социально-экономическое значение охраны труда?
12. Как осуществляется финансирование охраны труда?
13. Каковы объекты и цели экспертизы промышленной безопасности?
14. Каковы цели декларирования промышленной безопасности?
15. Что такое аттестация рабочих мест и для чего она проводится?
16. Каким образом и для чего проводится экологический аудит?

## Список использованных источников

- 1 Безопасность жизнедеятельности: учеб. для студ. учреждений высш. проф. Образования / И. В. Бабайцев, Б. С. Мاستрюков, В. Т. Медведев и др.; под ред. Б.С. Мاستрюкова. – 3-е изд. – Москва: Издательский центр «Академия», 2014. – 304 с. - ISBN 978-5-4468-0523-5.
- 2 Основы безопасности жизнедеятельности: для технических специальностей: учебное пособие / Г.В. Пачурин и др. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. - 397 с. - ISBN 978-5-222-25307-6.
- 3 Ершов, Г. Л. Основы экологического мониторинга: учеб. пособие/ Г.Л. Ершов. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. – 239 с. - ISBN: 978-5-222-25671-8.
- 4 Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов ж.-д. транспорта / К. Б. Кузнецов, В. К. Васин, В. И. Купаев, Е. Д. Чернов; под ред. К. Б. Кузнецова. – Москва: Маршрут, 2005. – Ч.1. Безопасность жизнедеятельности на железнодорожном транспорте - 576 с. - ISBN 5-89035-272-5.
- 5 Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб пособие для вузов / Д. А. Кривошеин, Л. А. Муравей, Н. Н. Роева и др.; под ред. Л. А. Муравья. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 447 с. - ISBN 5-238-00139-8.
- 6 Пожарная тактика: Учеб. пособие для пожарно-техн. Училищ и нач. состава пожарной охраны/ И.Ф. Кимстач, П.П. Девлишев, Н.М. Евтюшкин. – Москва: Стройиздат, 1984. – 590 с.
- 7 Ожегов, С. И. Словарь русского языка: Ок. 57 000 слов/ под ред. чл.-корр. АН СССР Н. Ю. Шведовой. – Москва: Рус. яз., 1985. – 797 с.
- 8 Текучев, А. В., Панов, Б. Т. Грамматико-орфографический словарь русского языка: пособие для учащихся / А. В. Текучев, Б. Т. Панов. - Москва: «Просвещение». 1976. – 247 с.
- 9 Егоров, А. Н. К вопросу об эффективности тепловых систем / Н. А. Егоров // Молодой учёный – 2015. - № 11.1 (91.1) - С. 140-142. – ISSN 2072-0297.
- 10 Сборник методических документов, применяемых для независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Союз организаций, осуществляющих экспертную деятельность в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, промышленной, пожарной и экологической безопасности / под общей редакцией члена-корреспондента РАН Н. А. Махутова. - Москва, 2008. – Часть 1. - 704 с. - ISBN 978-5-9901459-1-7.

11 Мусоропровод для заработка: Российская газета / учредитель: Правительство Российской Федерации. - Москва : Издательство «Российская газета», 2018. - № 70 (7533 – Режим доступа: <https://rg.profkiosk.ru/article.aspx?aid=635629>).