

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

С.Л. Пушенко, Д.В. Деундяк, Е.В. Омельченко, А.В. Нихаева, А.С. Пушенко,  
Е.А. Трушкова, Е.В. Стасева, Е.В. Федина, Е.С. Филь

## Безопасность жизнедеятельности

### Часть 2

## Производственная санитария и гигиена труда

*Утверждено редакционно-издательским советом  
университета в качестве учебного пособия*

Ростов-на-Дону

2014

УДК 614.8+69(075.8)

Рецензент: д.т.н., профессор, заведующий кафедрой

«Производственная безопасность»

Донского государственного технического университета В.Л. Гапонов

**С.Л. Пушенко, Д.В. Деундяк, Е.В. Омельченко, А.В. Нихаева,**

**А.С. Пушенко, Е.А. Трушкова, Е.В. Стасева, Е.В. Федина, Е.С. Филь**

Безопасность жизнедеятельности. Часть 2 Производственная санитария и гигиена труда: Учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 164 с.

Состоит из разделов, раскрывающих комплекс организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работника вредных производственных факторов, как части дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Рассматриваются вопросы современного состояния нормирования санитарные нормы проектирования промышленных предприятий, способы и средства защиты работников от вредных и (или) опасных физических, химических, биологических факторов производственной среды и вредных и (или) опасных факторов трудового процесса.

Материал сопровождается рисунками и актуализированным списком нормативно-правовых актов, регламентирующих различные аспекты охраны труда.

Предназначено для студентов всех направлений подготовки и специальностей очной и заочной форм обучения.

УДК 614.8+69(075.8)

© Ростовский государственный  
строительный университет, 2014

© Пушенко С.Л., Деундяк Д.В., Омельченко Е.В., Нихаева А.В., Пушенко А.С.,  
Трушкова Е.А., Стасева Е.В., Федина Е.В., Филь Е.С., 2014

## Оглавление

<b>Введение</b> .....	6
<b>1. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий</b> .....	6
1.1. Общие положения.....	6
1.2 Санитарно-гигиенические требования к производственным зданиям, помещениям и сооружениям.....	7
1.3. Санитарно-гигиенические требования к административным и бытовым зданиям и помещениям.....	11
1.3.1. Административные здания и помещения.....	11
1.3.2. Санитарно-бытовые здания и помещения.....	12
<b>2. Способы и средства защиты работников от вредных и (или) опасных физических факторов производственной среды</b> .....	19
2.1. Параметры микроклимата.....	19
2.1.1. Воздействие параметров микроклимата на человека.....	19
2.1.2. Нормирование параметров микроклимата.....	21
2.1.3. Обеспечение нормальных параметров микроклимата и комфортного состояния работников.....	25
2.2. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.....	26
2.2.1. Общие сведения.....	26
2.2.2. Классификация аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПД).....	25
2.2.3. Воздействие аэрозолей преимущественно фиброгенного действия на организм человека.....	29
2.2.4. Нормирование аэрозолей преимущественно фиброгенного действия .....	31
2.2.5. Контроль уровня содержания аэрозолей преимущественно фиброгенного действия.....	33
2.2.6. Мероприятия и средства защиты от воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия .....	35
2.3. Шум, инфразвук, ультразвук воздушный.....	38

2.3.1.	Воздействие шума, инфразвука и ультразвука на человека...	38
2.3.2.	Нормирование параметров шума, инфразвука и ультразвука	41
2.3.3.	Защита от шума, инфразвука и ультразвука.....	44
2.4.	Вибрация общая и локальная.....	49
2.4.1.	Характеристика основных параметров вибрации.....	50
2.4.2.	Воздействие вибрации на организм человека.....	57
2.4.3.	Гигиеническое нормирование вибрации.....	58
2.4.4.	Мероприятия по снижению воздействия вибрации.....	61
2.5.	Параметры световой среды.....	66
2.5.1.	Влияние световой среды на здоровье и работоспособность человека.....	66
2.5.2.	Основные светотехнические характеристики.....	67
2.5.3.	Классификация производственного освещения.....	69
2.5.4.	Нормирование освещения.....	74
2.5.5.	Основные принципы проектирования освещения.....	78
2.6.	Неионизирующие излучения.....	79
2.6.1.	Виды неионизирующих излучений, их воздействие на организм и нормативные требования.....	79
2.6.2.	Защита от воздействия неионизирующих излучений.....	87
2.7.	Ионизирующие излучения.....	89
2.7.1.	Источники ионизирующих излучений.....	90
2.7.2.	Виды ионизирующих излучений.....	90
2.7.3.	Характеристики ионизирующих излучений.....	92
2.7.4.	Биологическое действие ионизирующих излучений.....	94
2.7.5.	Нормирование.....	98
2.7.6.	Защита от внешнего и внутреннего облучения.....	101
<b>3.</b>	<b>Способы и средства защиты работников от вредных и (или) опасных химических факторов производственной среды.....</b>	<b>104</b>
3.1.	Действие вредных веществ на организм человека.....	104
3.2.	Классификация вредных веществ.....	107
3.3.	Нормирование и контроль содержания вредных веществ в воздухе	

рабочей зоны.....	114
3.4. Мероприятия по снижению воздействия вредных веществ.....	119
3.5. Индивидуальные средства защиты органов дыхания.....	122
<b>4. Способы и средства защиты работников от вредных и (или) опасных биологических факторов производственной среды.....</b>	<b>124</b>
4.1. Общие сведения. Воздействие на человека.....	124
4.2. Нормирование и контроль содержания.....	128
4.3. Способы и средства защиты работников от вредных и (или) опасных биологических факторов производственной среды.....	131
<b>5. Способы и средства защиты работников от вредных и (или) опасных факторов трудового процесса.....</b>	<b>134</b>
5.1. Тяжесть трудового процесса (показатели физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат и на функциональные системы организма.....	137
5.2. Напряженность трудового процесса (показатели сенсорной нагрузки на центральную нервную систему и органы чувств работника).....	143
<b>6. Способы и средства коллективной и индивидуальной защиты работников.....</b>	<b>148</b>
6.1. Общие сведения.....	148
6.2. Классы и виды средств защиты.....	150
6.3. Классификация средств защиты по видам опасных и вредных производственных факторов.....	152
6.4. Виды средств индивидуальной защиты.....	155
6.5. Основные принципы проектирования промышленной вентиляции	156
<b>Библиографический список.....</b>	<b>160</b>

## **Введение**

В первой части учебного пособия [1] вы уже познакомились со структурой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», а также первой частью раздела «Безопасность труда», основными понятиями и определениями. Во второй части мы познакомимся с системой организационных, гигиенических, и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов, т.е. с производственной санитарией и ее отдельными элементами, определяющими гигиену труда.

Сами вредные производственные факторы мы разбили на группы физических, химических, биологических факторов и факторов трудового процесса как это сделано в федеральном законе о специальной оценке условий труда [2].

### **1. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий**

#### **1.1. Общие положения**

При проектировании промышленных предприятий, а также при их эксплуатации, одним из основных требований, является – предотвращение воздействия на работающих вредных производственных факторов. Эти требования регламентированы в соответствующих разделах государственных нормативных и правовых актов РФ [3], положений санитарно-эпидемиологических правил и норм [4], сводов правил (СП) и СНиП [5, 6].

В проектах строительства, реконструкции и технического перевооружения производственных объектов, следует предусматривать передовые технологии, приводящие к устранению или снижению воздействия вредных факторов производственной среды на работающих. Новые технологические решения должны включать максимальную автоматизацию и

механизацию производственных процессов, исключая монотонность труда, физическое и психоэмоциональное напряжение, оптимальные режимы труда и отдыха, возможность уменьшения числа работников, находящихся в контакте с вредными факторами [4].

Проекты производственных объектов должны составляться с учетом требований санитарно-эпидемиологических правил и включать обосновывающие проектные решения:

- по освещению, с учетом характера зрительных работ;
- по снижению уровня шума, вибрации, электромагнитных излучений и других физических факторов;
- по обеспечению работающих необходимыми профилактическими средствами;

Все проектные решения необходимо сопровождать оценкой соответствия вредных производственных факторов, характерных для производственного объекта, гигиеническим нормативам.

Выполнение этих условий позволит разработать комплекс мероприятия по санитарно-бытовому и лечебно-профилактическому обслуживанию работающих [4].

## **1.2. Санитарно-гигиенические требования к производственным зданиям, помещениям и сооружениям**

Планировка и объемно-планировочные решения производственных зданий и помещений должны обеспечивать соблюдение санитарно-эпидемиологических и микроклиматических условий:

- отсутствие в воздухе рабочих зоны вредных веществ, с концентрациями выше предельно допустимых;
- минимальное выделение теплоты и влаги в помещениях;

- значения шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн, радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений не должно превышать допустимых;

- ограничение физических нагрузок, напряжения внимания и предупреждение утомления работающих в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4.548, СП 2.2.2.1327 и действующих гигиенических нормативов [4, 5].

Объем производственного помещения на одного работающего должен быть не менее [4]:

- 15 м<sup>3</sup> при выполнении легкой физической работы с категорией энергозатрат Ia - Ib;

- 25 м<sup>3</sup> при выполнении работ средней тяжести с категорией энергозатрат IIa - IIб;

- 30 м<sup>2</sup> при выполнении тяжелой работы с категорией энергозатрат III.

Площадь помещений для одного работающего должна составлять не менее 4,5 м<sup>2</sup>, высота помещений - не менее 3,25 м [4].

Взаимное расположение отдельных помещений внутри зданий следует проектировать в соответствии с технологическим потоком, исключить возвратное или перекрестное движение сырья, промежуточных и готовых продуктов и изделий, если это не противоречит требованиям организации технологического процесса. Наружные стены производственных зданий и сооружений должны обеспечивать возможность организации естественного воздухообмена и естественного освещения [4].

Помещения и участки для производств с избытками явного тепла (более 23 Вт/м<sup>2</sup>), а также производства со значительными выделениями вредных газов, паров и пыли следует размещать у наружных стен зданий и сооружений, с обязательным обеспечением притока наружного воздуха системами вентиляции. Наибольшая сторона этих помещений должна примыкать к наружной стене здания или сооружения [4].

При условии выделения вредных веществ проектирование естественного воздухообмена не допускается. Для производств с возможным выделением вредных веществ 1 и 2 класса опасности остронаправленного действия внутри помещений предусматривается устройство изолированных кабин, помещений или операторских зон с оптимальными условиями труда для дистанционного управления оборудованием [4].

При объединении в одном здании или сооружении отдельных производств и производственных участков с различными санитарно-гигиеническими условиями следует предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия вредных факторов на работающих, а также влиянию этих факторов на участки, где выполняются работы, не связанные с производственными факторами (изоляция, воздушные завесы и т.п.). При размещении технологического, энергетического, санитарно-технического оборудования на открытых площадях необходимо предусматривать помещения для размещения пультов управления этим оборудованием, а также и помещения для обогрева работающих [4].

В зданиях и сооружениях, оборудованных открывающимися окнами и световыми фонарями, предусматриваются легко управляемые с пола (или рабочих площадок) механизмы для регуляции величины открытия проемов, а также специальные площадки и механизмы для очистки окон, фонарей и осветительной арматуры [4].

При проектировании новых и реконструкции существующих зданий и сооружений должны предусматриваться мероприятия, направленные на уменьшение поступления избыточного тепла или холода в рабочую зону через наружные ограждения, в том числе и остекленные, а также от технологических источников [4].

При проектировании помещений для работы с источниками электромагнитных полей (ЭМП) радиочастотного диапазона необходимо предусматривать их изоляцию от других производственных помещений.

Размещение в общих помещениях источников ЭМП допускается при условии, если уровни электромагнитных полей на рабочих местах персонала, не связанного с работой на установках и их обслуживанием, не превышают предельно допустимых значений, установленных для населения. При размещении в одном помещении нескольких установок их расположение должно исключать возможность превышения предельно допустимых уровней облучения на рабочих местах персонала за счет суммирования энергии излучения [4].

Поверхности ограждающих строительных конструкций следует выполнять ровными из материалов, устойчивых к химически агрессивной среде и легко обрабатываемых при проведении влажной уборки и обезвреживании [4]. Цветовая отделка помещений должна соответствовать действующим нормативным документам по проектированию и устройству интерьера производственных зданий промышленных предприятий [4] и с учетом требований ГОСТ 14202 и ГОСТ Р 12.4.026 [5].

Материал покрытия полов в отапливаемых производственных помещениях на постоянных рабочих местах при выполнении легкой физической работы с категорией энергозатрат I должен иметь показатель теплоусвоения не более  $14 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ , при выполнении работы средней тяжести с категорией энергозатрат II - не более  $17 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  [4].

В местах возможного воздействия агрессивных жидкостей (кислот, щелочей и др.) и таких вредных веществ, как ртуть, растворители, биологически активные вещества, следует предусматривать покрытия полов, устойчивые к действию указанных веществ, не допускающие их сорбцию и хорошо поддающиеся очистке и обезвреживанию [4].

Для предупреждения попадания в производственные помещения холодного воздуха входы в здания рекомендуется оборудовать воздушно-тепловыми завесами, тамбурами-шлюзами либо другими устройствами [4].

Во входах в здания в районах с расчетной температурой наружного воздуха минус 15 °С и ниже следует предусматривать устройство тамбуров-шлюзов или воздушно-тепловых завес [5]. Ширину тамбуров и тамбур-шлюзов следует принимать более ширины проемов не менее чем на 0,5 м (по 0,25 м с каждой стороны проема), а глубину - более ширины дверного или воротного полотна на 0,2 м и более, но не менее 1,2 м. При наличии работающих инвалидов, пользующихся креслами-колясками, глубину тамбуров и тамбур-шлюзов следует принимать не менее 1,8 м [5]. У входов в производственные здания размещают металлические решетки и другие приспособления для очистки обуви [4].

### **1.3. Санитарно-гигиенические требования к административным и бытовым зданиям и помещениям**

Проектирование административных и бытовых зданий и помещений промышленных предприятий, дополнительных специальных помещений и устройств социально-бытового назначения регламентируется требованиями СНиП 2.09.04-87 [6] и СП 2.2.1.1312-03 [4] в зависимости от классификации производственных процессов. Административные и бытовые помещения могут размещаться в пристройках, вставках и встройках, отвечающих требованиям СП [6].

#### ***1.3.1. Административные здания и помещения***

В административных зданиях могут размещаться помещения управления, конструкторских бюро, информационно-технические службы, помещения службы охраны труда, учебных занятий и помещения общественных организаций. Площадь помещений служб управления и конструкторских бюро принимается из расчета 4 м<sup>2</sup> на одного работника управления, 6 м<sup>2</sup> на одного работника конструкторского бюро, для

работающих инвалидов, а также пользующихся креслами-колясками - соответственно 5,65 и 7,65 м<sup>2</sup> [6].

В состав помещений информационно-технического назначения входят: читальные залы, библиотеки, архивы (хранилища книг и видеоинформации) и другие. Технические библиотеки площадью не более 90 м<sup>2</sup> следует размещать в одном помещении. Архивы площадью не более 54 м<sup>2</sup> следует размещать в одном помещении. Площадь кабинетов руководителей может составлять до 15% общей площади рабочих помещений. При кабинетах руководителей предприятий и их заместителей должны быть предусмотрены приемные и переговорные. Площадь приемных должна быть не менее 9 м<sup>2</sup>. Площадь кабинетов охраны труда, определяется в зависимости от списочной численности работающих на предприятии (табл. 1.1) [6].

Таблица 1.1

Помещение	Площадь, м <sup>2</sup> , при списочной численности работающих на предприятии, чел.					
	до 1000	св. 1000 до 3000	св. 3000 до 5000	св. 5000 до 10000	св. 10000 до 20000	св. 20000
Кабинет охраны труда	24	48	72	100	150	200

На предприятиях предусматривается кабинет профсоюзной организации и других общественных организаций, площадью 12 м<sup>2</sup>. При численности работающих 1000 чел. и более допускается предусматривать методический кабинет по руководству спортивными организациями площадью 24 м<sup>2</sup>.

### ***1.3.2. Санитарно-бытовые здания и помещения***

Бытовые здания предприятий предназначены для размещения в них помещений социального обслуживания работающих: санитарно-бытовых, здравоохранения, общественного питания, торговли, службы быта и культуры.

Санитарно-бытовые помещения на предприятиях предназначены для удовлетворения бытовых потребностей людей во время работы, ликвидации

некоторых отрицательных последствий трудового процесса, проведения профилактических мероприятий по устранению функциональных изменений в организме, вызванных влиянием производственных вредностей. В состав санитарно-бытовых помещений входят гардеробные, душевые, умывальные, уборные, курительные, места для размещения полудушей, устройств питьевого водоснабжения, помещения для обогрева или охлаждения, обработки, хранения и выдачи спецодежды, сушки волос (феновые) и другие помещения, предусмотренные ведомственными требованиями [6].

Гардеробные предназначены для хранения уличной, домашней и рабочей одежды открытым или закрытым способом. В первом случае их оборудуют вешалками или открытыми шкапами, а во втором – индивидуальными шкафчиками. Число отделений в шкапах или крючков вешалок для домашней и специальной одежды принимается равным списочной численности работающих, а уличной одежды - численности в двух смежных сменах. При списочной численности работающих на предприятии до 50 чел. следует предусматривать общие гардеробные для всех групп производственных процессов. Размеры шкафов для одежды должны соответствовать требованиям СНиП [6].

В гардеробных для специальной одежды, загрязненной веществами 1-го и 2-го класса опасности, а также патогенными микроорганизмами, хранение одежды осуществляется после соответствующей обработки. Для выдачи работникам чистой одежды предусматривается раздаточная специальная одежда. Прием (сбор) и временное хранение загрязненной спецодежды необходимо осуществлять в изолированном помещении, расположенном рядом с гардеробной спецодежды. Периодичность обработки загрязненной спецодежды, зависит от степени загрязнения вещей и может быть ежесменной, периодической или эпизодической. Обработка спецодежды, загрязненной патогенными микроорганизмами, должна проводиться ежесменно. [4].

При технологических процессах, связанных с выделением пыли и вредных веществ, в гардеробных предусматриваются респираторные, которые оборудуются установкой для очистки фильтров от пыли и контроля их сопротивления, столами для приема, выдачи и ремонта респираторов, приспособлениями для мойки, дезинфекции и сушки полумасок, шкафами и гнездами для хранения респираторов и самоспасателей [4].

При производственных процессах предприятий группы 1в, 2в, 2г, 3б предусматриваются обособленные помещения для обеспыливания, обезвреживания, сушки, стирки, химической чистки спецодежды с оборудованием автономной системой вентиляции. Их состав и площадь определяются в зависимости от способа и периодичности обеспыливания, чистки и обезвреживания спецодежды [4].

Сушка спецодежды, содержащей менее 0,5 кг влаги, осуществляется в закрытых гардеробных шкафах, оборудованных вытяжной вентиляцией с механическим побуждением. Для сушки спецодежды, содержащей более 0,5 кг влаги в одном комплекте, проектируется специальное помещение, расположенное смежно с гардеробной. Для обеспыливания спецодежды могут применяться разнообразные устройства (механические, с использованием сжатого воздуха, аэродинамические обеспыливатели и др.). Периодичность обеспыливания спецодежды зависит от степени загрязнения спецодежды (ежесменная, периодическая, эпизодическая). Эффективность обеспыливания одежды в устройствах должна составлять не менее 90% за 30 - 40 сек [4].

Стирку спецодежды необходимо производить в централизованных прачечных, обслуживающих группы промышленных предприятий. При прачечных предусматриваются отделения химической чистки. Способы (режимы) стирки, химчистки, перечень оборудования для их осуществления определяются в зависимости от состава и количества загрязняющего вещества, вида загрязнения и устанавливаются в соответствии с действующей

нормативной и технической документацией. В бытовых зданиях могут предусматриваться помещения для ремонта спецодежды и обуви [4].

Нормы площади помещений на 1 чел., единицу оборудования, расчетное число работающих, обслуживаемых на единицу оборудования в санитарно-бытовых помещениях, представлены в таблице 1.2 [4].

Таблица 1.2

Наименование	Показатель
<b>Площадь помещений на 1 чел., м</b>	
1. Гардеробные уличной одежды, раздаточные спецодежды*, помещения для обогрева или охлаждения	0,1
2. Кладовые для хранения спецодежды, при:	
- обычном составе спецодежды	0,04
- расширенном составе спецодежды	0,06
- громоздкой спецодежде	0,08
3. Респираторные	0,07
4. Помещения централизованного склада спецодежды и средств индивидуальной защиты:	
- для хранения	0,06
- для выдачи, включая кабины примерки и подгонки	0,02
5. Помещения дежурного персонала с местом для уборочного инвентаря, курительные при уборных или помещениях для отдыха	0,02
6. Места для чистки обуви, бритья, сушки волос	0,01
7. Помещения для сушки, обеспыливания или обезвреживания спецодежды	0,15
8. Помещения для чистки спецодежды, включая каски и спецобувь	0,3
<b>Площадь помещений на единицу оборудования, м</b>	
9. Преддушевые при кабинах душевых открытых и со сквозным проходом	0,7
10. Тамбуры при уборных с кабинами	0,4
<b>Число обслуживаемых в смену на единицу оборудования, чел.</b>	
11. Напольные чаши (унитазы) и писсуары уборных:	
- в производственных зданиях	18/12
- в административных зданиях	45/30
- при залах собраний, совещаний, гардеробных, столовых	100/60
12. Умывальники и электрополотенца в тамбурах уборных:	
- в производственных зданиях	72/48
- в административных зданиях	40/27
13. Полудуши	15

Число душевых, умывальников и специальных бытовых устройств следует принимать по численности работающих в смену или части этой

смены, одновременно оканчивающих работу. Уборные в многоэтажных бытовых, административных и производственных зданиях должны быть на каждом этаже. При численности работающих на двух смежных этажах 30 чел. или менее уборные следует размещать на этаже с наибольшей численностью. При численности работающих на трех этажах менее 10 чел. допускается предусматривать одну уборную на три этажа. Общую уборную для мужчин и женщин допускается предусматривать при численности работающих в смену не более 15 чел. Расстояние от рабочих мест в производственных зданиях до уборных, курительных, помещений для обогрева или охлаждения, полудушей, устройств питьевого водоснабжения должно приниматься не более 75 м, а от рабочих мест на территории предприятия - не более 150 м [6].

При производственных процессах, связанных с загрязнением одежды, а также с применением веществ 1 - 2 классов опасности, душевые устраиваются вместе с гардеробными по типу санпропускника. На время стирки рабочим выдаются сменные комплекты спецодежды. Периодичность определяется в технологической части проекта в зависимости от состава применяемых веществ, их количества, агрегатного состояния и технологий применения. Умывальные размещаются в помещениях, смежных с гардеробными, или в гардеробных, в специально отведенных местах. [4].

Полы, стены и оборудование гардеробных, умывальных, душевых, уборных, кабин для личной гигиены женщин, ручных и ножных ванн должны иметь покрытия из влагостойких материалов с гладкими поверхностями, легко моющимися горячей водой с применением моющих, дезинфицирующих средств. Тамбуры санузлов оснащаются умывальниками с электрополотенцами [4].

При наличии производственных процессов, сопровождающихся выработкой тепла или холода и приводящих к ухудшению микроклиматических условий на рабочих местах, следует проектировать помещения для кратковременного отдыха работающих и нормализации их

теплового состояния. В помещениях, предназначенных для обогрева работников, температуру воздуха и скорость его движения рекомендуется поддерживать соответственно на уровне 22 - 25 °С и  $\leq 0,2$  м/с. Для более быстрого восстановления локальной температуры кожи (лицо, кисти, стопы) следует дополнительно предусматривать приборы и устройства местного лучистого и конвекционного обогрева. При этом температура поверхности приборов (устройств), контактирующая с поверхностью тела работника, должна поддерживаться на уровне 38 - 40 °С. Устройства для охлаждения (полудуши, кабины или поверхности радиационного охлаждения) следует предусматривать в зависимости от интенсивности теплового облучения и от условий труда на рабочих местах или в помещениях для отдыха [4, 6].

Питьевое водоснабжение осуществляется через сатураторные установки или питьевые фонтанчики. При отсутствии хозяйственно-питьевого водопровода привозная вода раздается через питьевые бачки с фонтанирующими насадками. Температура питьевой воды рекомендуется от 12 до 20 °С. Питьевые бачки изготавливаются из легко очищаемых и дезинфицируемых материалов, не влияющих на качество питьевой воды, с плотно закрывающимися крышками. Насадки питьевых бачков и фонтанчики питьевого водопровода следует располагать на высоте не менее 1 м от пола. В случае применения специальных напитков (зеленый чай, белково-витаминные напитки, настои трав, кислородные коктейли и др.) оборудуются специальные пункты для их приготовления и раздачи [4].

При проектировании предприятий, в зависимости от групп производственных процессов, в составе административно-бытовых зданий предусматриваются помещения медико-профилактического назначения: медпункты, фельдшерские и врачебные здравпункты; помещения личной гигиены женщин; помещения для ингаляторов, фотариев, ручных и ножных ванн; а также помещения для отдыха в рабочее время и психологической разгрузки, фитопункты. По отдельному заданию на проектирование могут

быть предусмотрены поликлиники (амбулатории), больницы, санатории-профилактории, станции скорой и неотложной помощи и другие службы медико-санитарной части, а также спортивно-оздоровительные здания и сооружения. При списочной численности работающих от 50 до 300 необходимо предусматривать медицинский пункт. Площадь медицинского пункта следует принимать: 12 м<sup>2</sup> - при списочной численности от 50 до 150 работающих, 18 м<sup>2</sup> - от 151 до 300 [6].

*Здравпункт* рекомендуется располагать либо в отдельном здании, либо в составе бытовых помещений с отдельным входом и удобным подъездом для санитарных машин. *Комнаты для личной гигиены женщин* проектируются как при здравпунктах, так и при цехах с большой численностью работающих женщин. *Ингаляторий* следует проектировать на предприятиях, где производственные процессы связаны с выделением пыли или газообразных веществ, кабины оснащаются ингаляционными установками групповой или индивидуальной аэрозольной профилактики (кислородной, щелочной и др.). *Фотарий* должен проектироваться на промышленных предприятиях, расположенных выше Северного полярного круга, осуществляющих подземную добычу полезных ископаемых, а также при работах, выполняемых в помещениях без естественного освещения. Помещения, оснащенные специальным оборудованием для гидромассажа ног, предусматриваются на предприятиях, характеризующихся трудом, связанным с длительным пребыванием работающих в позе "стоя" или с технологическим оборудованием, генерирующим вибрацию, передающуюся на ноги. Кабины для проведения комплекса физиотерапевтических процедур с целью профилактики вибрационной болезни (тепловых гидропроцедур, воздушного обогрева рук с микромассажем, гимнастики и др.) следует проектировать на производствах с технологическими процессами и операциями, генерирующими вибрацию. Комната психологической разгрузки предусматривается на предприятиях, характеризующихся выраженным напряженным трудом (физическим и

психоэмоциональным), уровень звука в которой не должен превышать 65 дБА. Температура воздуха должна поддерживаться в пределах 18 - 22 °С [6].

## **2. Способы и средства защиты работников от вредных и (или) опасных физических факторов производственной среды**

### **2.1. Параметры микроклимата**

#### ***2.1.1. Воздействие параметров микроклимата на человека***

Параметры микроклимата или, как их еще называют, метеорологические условия в производственных помещениях и на рабочих площадках характеризуются температурой воздуха, скоростью движения воздуха, относительной влажностью и интенсивностью теплового излучения от нагретых поверхностей оборудования. Каждый в отдельности и сочетании воздействия они могут оказывать на человека неблагоприятное воздействие, приводить к заболеваниям.

Так, например, тяжелая физическая работа при высокой температуре вызывает изменения в сердечнососудистой системе (учащение пульса, понижение кровяного давления), дыхании, водно-солевом балансе при испарении выделяющегося пота. Длительная работа человека в таких условиях может вызвать тепловое и дегидратационное истощение, судороги, тепловой удар.

Дегидратационное истощение выражается в сильной усталости, удрученности, сильном пульсе, одышке, сонливости, обморочном состоянии, стремлении сесть или лечь. Тепловой удар характеризуется высокой температурой, возбуждаемостью, протрацией (угнетенным подавленным состоянием, полным упадком сил, безразличием), бредом, уменьшением или приостановкой потоотделения.

Воздействие на человека охлаждающего микроклимата хорошо известно из бытовых условий, последствиями переохлаждения могут быть различные простудные заболевания, радикулит и т.п.

Тепловое ощущение человека зависит от интенсивности его теплообмена с окружающей средой и состояния функции терморегуляции организма, которая может нарушаться под воздействием неблагоприятных параметров микроклимата.

**Терморегуляция** – это совокупность физиологических и химических процессов в организме человека, направленных на поддержание постоянной температуры тела ( $36,6^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ), независимо от внешних условий и тяжести выполняемой работы. Терморегуляция, как и все остальные функции организма человека, находится под контролем центральной нервной системы. Напряжение функции терморегуляции, в свою очередь, «напрягает» и центральную нервную систему. Поэтому не приходится удивляться отмеченными учеными корреляциями между параметрами микроклимата и производительностью труда, а также их влиянием на уровень производственного травматизма.

Различают химическую и физическую терморегуляцию. Химическая терморегуляция достигается ослаблением обмена веществ при угрозе перегревания организма или усилением обмена при угрозе охлаждения (роль ее невелика). Физическая терморегуляция регулирует отдачу тепла в окружающую среду в виде:

- инфракрасных лучей, излучаемых поверхностью тела человека в направлении предметов с более низкой температурой (радиация)  $\approx 45\%$ ;
- нагрева воздуха, омывающего поверхность тела (конвекция)  $\approx 30\%$ ;
- испарения влаги (пота) с поверхности тела, легких и слизистых оболочек верхних дыхательных путей  $\approx 25\%$ .

При этом свыше  $80\%$  тепла отдается через кожный покров, примерно  $15\%$  через органы дыхания, около  $5\%$  тепла расходуется на согревание принимаемой пищи, воды и вдыхаемого воздуха.

Соотношение долей различных видов теплообмена может сильно изменяться в зависимости от метеорологических условий, а также тяжести и напряженности выполняемой человеком работы (влияет на количество выделяемого человеком тепла). Так, например, при увеличении температуры доля тепла, отдаваемая за счет радиации и конвекции, уменьшается, и при температуре 30<sup>0</sup>С практически равна нулю. В этих условиях главным источником теплотеря человека является потоотделение. Чем выше относительная влажность воздуха, тем больше затрудняется испарение с поверхности кожного покрова и т.п.

### ***2.1.2. Нормирование параметров микроклимата***

Нормирование параметров микроклимата регламентировано СанПиН 2.2.4.548-96 [7], которые устанавливают *оптимальные, допустимые, вредные и опасные условия работ*.

*Оптимальные микроклиматические условия* характеризуются таким сочетанием показателей микроклимата, которые при их сочетанном воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают сохранение теплового состояния организма при минимальном напряжении функции терморегуляции (общие и/или локальные дискомфортные теплоощущения отсутствуют). Это обеспечивает оптимальное тепловое состояние организма человека (ощущение теплового комфорта), что, естественно создает предпосылки сохранения высокого уровня работоспособности.

*Допустимые микроклиматические условия* характеризуются таким сочетанием показателей микроклимата, которые при их сочетанном воздействии на человека в течение рабочей смены могут вызвать изменение теплового состояния организма. Это приводит к умеренному напряжению механизмов терморегуляции, незначительным дискомфортным общим и/или локальным теплоощущениям. При этом сохраняется относительная термостабильность, может иметь место временное (в течение рабочей смены)

снижение работоспособности, но не нарушается здоровье (в течение всего периода трудовой деятельности). Допустимы такие параметры микроклимата, которые при совместном действии на человека обеспечивают допустимое тепловое состояние организма.

Допустимые условия устанавливаются в тех случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы.

*Вредные микроклиматические условия* – параметры микроклимата, которые при их сочетанном воздействии на человека в течение рабочей смены вызывают изменение теплового состояния организма; выраженные общие и/или локальные дискомфортные теплоощущения, значительное напряжение механизмов терморегуляции, снижение работоспособности. При этом не гарантируется термостабильность организма человека и сохранение его здоровья в период трудовой деятельности и после ее окончания.

*Экстремальные (опасные) микроклиматические условия* – параметры микроклимата, которые при их сочетанном воздействии на человека даже в течение непродолжительного времени (менее 1 ч) вызывают изменение теплового состояния организма; характеризующееся чрезмерным напряжением механизмов терморегуляции, что может привести к нарушению состояния здоровья и возникновению риска смерти.

Категории работ разделяются на основе интенсивности энергозатрат организма (тяжести выполняемой работы) [7]:

- категория Ia – работы, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением;
- категория Ib – работы, выполняемые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением;
- категория IIa – работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического усилия;

- категория IIб – работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим усилием;

- категория III – работы, связанные с постоянным передвижением, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и больших физических усилий.

Для гигиенической оценки параметров нагревающего микроклимата, не соответствующего нормативным требованиям, когда действие каждого из параметров может компенсировать (усиливать) воздействие другого при наличии теплового облучения используется интегральный эмпирический показатель – ТНС-индекс (индекс тепловой нагрузки среды), определяемый по формуле:

$$\text{ТНС} = 0,7 \cdot t_{\text{вл}} + 0,3 \cdot t_{\text{ш}}, \quad (2.1)$$

где  $t_{\text{вл}}$  - температура смоченного термометра аспирационного психрометра;

$t_{\text{ш}}$  - температура внутри специального зачерненного полого шара.

Значения ТНС-индекса для профилактики перегревания организма не должны выходить за пределы величин, приведенных в табл.2.1 [7].

Таблица 2.1

Рекомендуемые значения ТНС-индекса для профилактики перегревания организма

Категория работ по уровню энергозатрат	Величина ТНС-индекса
Ia	22,2 – 26,4
Iб	21,5 – 25,8
IIa	20,5 – 25,1
IIб	19,5 – 23,9
III	18,0 – 21,8

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведены в таблице 2.2 [7].

Таблица 2.2

Допустимые величины показателей 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	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Иа (до 139)	20,0 – 21,9	24,1 – 25,0	19,0 – 26,0	15 – 75*	0,1	0,1
	Иб (140-174)	19,0 – 20,9	23,1 – 24,0	18,0 – 25,0	15 - 75	0,1	0,2
	Па (175-232)	17,0 – 18,9	21,1 – 23,0	16,0 – 24,0	15 - 75	0,1	0,3
	Пб (223-290)	15,0 – 16,9	19,1 – 22,0	14,0 – 23,0	15 - 75	0,2	0,4
	П (более 290)	13,0 – 15,9	18,1 – 21,0	12,0 – 22,0	15 - 75	0,2	0,4
Теплый	Иа (до 139)	21,0 - 22,9	25,1 – 28,0	20,0 – 29,0	15 – 75*	0,1	0,2
	Иб (140-174)	20,0 – 21,9	24,1 – 28,0	19,0 – 29,0	15 – 75*	0,1	0,3
	Па (175-232)	18,0 – 19,9	22,1 – 27,0	17,0 – 28,0	15 – 75*	0,1	0,4
	Пб (223-290)	16,0 – 18,9	21,1 – 27,0	15,0 – 28,0	15 – 75*	0,2	0,5
	П (более 290)	15,0 – 17,9	20,1 – 26,0	14,0 – 27,0	15 – 75*	0,2	0,5

### **2.1.3. Обеспечение нормальных параметров микроклимата и комфортного состояния работников**

Для обеспечения нормальных параметров микроклимата и поддержания теплового равновесия человека и окружающей его среды при проектировании промышленных предприятий предусматривают комплекс технологических, санитарно-технических, организационных и медико-профилактических мероприятий, которые могут одновременно защищать всех работающих в помещении, часть из них или же конкретных работников. Часто невозможно провести четкое разграничение «сферы влияния» какого-либо мероприятия. Методологически их удобно разделять на две группы – *общие* – влияющие на всех (нескольких) работников и *индивидуальные*.

К группе общих мероприятий можно отнести:

1. Внедрение современных технологических процессов и оборудования, автоматизации и механизации тяжелых и трудоемких работ, дистанционное управление теплоизлучающими процессами и аппаратами.
2. Рациональное размещение (локализация) и теплоизоляция оборудования, аппаратов и коммуникаций, являющихся источниками излучения (температура поверхности должна быть не более 45<sup>0</sup>С).
3. Герметизация источников интенсивного тепло- и влаговыделения (плотно подогнанные дверцы, заслонки, блокировка закрытия технологических отверстий).
4. Экранирование источников тепловыделений или рабочих мест (устройство защитных экранов, водяных и воздушных завес).
5. Устройство в помещениях систем местной (воздушное душирование, аспирация) и общеобменной вентиляции или кондиционирования воздуха (смотри раздел б).
6. Устройство специальных тамбуров у входов, создание воздушно-тепловых завес для защиты отапливаемых помещений от попадания холодного воздуха в зимнее время.

К группе индивидуальных мероприятий можно отнести:

1. Обеспечение работающих рациональной спецодеждой для условий нагревающего и охлаждающего микроклимата.
2. Устройство в горячих цехах специально оборудованных комнат, кабин или мест для кратковременного отдыха с подачей в них очищенного и умеренно охлажденного воздуха, а также специально оборудованных комнат для обогрева (для работающих длительное время на холоде).
3. Организация рационального водо-солевого режима с целью профилактики перегревов (0,2-0,5% поваренной соли к воде и насыщение углекислым газом для улучшения ее вкуса и секреции желудочного сока).
4. Регламентация режима труда (защита временем).

## **2.2. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия**

### **2.2.1. Общие сведения**

Аэрозолями называют находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе рабочей зоны мельчайшие частицы. Эти частицы могут быть твердыми, жидкими или парообразными, могут содержать вредные вещества.

Аэрозоли образуются в результате дробления или истирания твердых веществ, разбрызгивания жидкостей, конденсации паров веществ.

Источниками аэрозолей служат зоны грузовой переработки сыпучих материалов, строительства и ремонта зданий и сооружений и при обслуживании внутренних конструкций, участки дробления щебня, а также сварки и плазменной обработки деталей, обработки пластмасс, стеклопластиков и других хрупких материалов. В большом количестве пыль образуется при перегрузке и перевозке пылящих грузов (цемента, угля, песка, щебня и др.).

Самопроизвольное образование аэрозолей возможно при конденсации, например, испарение и конденсация из пересыщенных паров при охлаждении или в процессе химической реакции.

В результате охлаждения при адиабатическом расширении облака или при соприкосновении влажного воздуха с холодной поверхностью образуется туман.

Например, при образовании продуктов сгорания топлива, соприкосновение которых с холодным воздухом сопровождается конденсацией, возникает топочный дым. Как следствие химических реакций, таких как например,



или фотохимических реакций  $\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 = \text{HCl}$  также образуется туман.

При окислении металлов на воздухе, например, при реакции  $\text{Mq} + \text{O}_2 = \text{MqO}$  образуется аэрозоль.

Простое соприкосновение  $\text{AlCl}_3$  с влажным воздухом вызывает реакцию



в результате которой также образуется аэрозоль.

Диспергационные методы измельчения, истирание, распыление, взрывы, удары и т.д. всегда сопровождаются образованием пыли и аэрозолей. Именно поэтому на территории и вблизи цементных заводов запыленность воздуха существенно превышает нормативы.

### ***2.2.2. Классификация аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД)***

В зависимости от своего происхождения аэрозоли подразделяются на две группы – диспергационные и конденсационные. Диспергационные аэрозоли образуются при раздроблении твердых веществ, распылении жидкостей и порошков.

Перечень основных промышленных аэрозолей преимущественно фиброгенного типа действия приведен в таблице 2.3.

## Основные представители промышленных АПФД.

№ п/п	Наименование вещества
1	2
1.	Кремний диоксид (кремнезем) кристаллический (кварц, кристобалит, тридимид, кварцит, диас, графит, шамот, слюда-сырец, медно-сульфидные руды и т. д.)
2.	Кремний диоксид аморфный в виде аэрозолей конденсации и дезинтеграции (диатомит, кварцевое стекло, плавленный кварц, трепел и т. д.)
3.	Кремний карбид (волокнистые кристаллы)
4.	Силикатсодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты:
	а) асбесты природные (хризотил, антофиллит, актинолит, тремолит, магнезиарфведсонит) и синтетические асбесты, а также асбестопородные пыли;
	б) асбестоцемент неокрашенный и цветной при содержании в нем диоксида марганца не более 5%, оксида хрома – не более 7%, оксида железа – не более 10%;
	в) асбестобакемет, асбесторезина;
	г) слюда (флагопит, мусковит), тальк, талькопородные пыли;
	д) цемент, оливин, апатит, глина, шамот каолиновый;
	е) силикаты стеклообразные вулканического происхождения (туфы, пемза, перлит);
	ж) цеолиты (природные и искусственные);
	з) дуниты и изготавливаемые из них магнезиальносиликатные (форстериотовые) огнеупоры;
	и) пыль стекла и стеклянных строительных материалов
5.	Искусственные минеральные волокна, силикатные стеклообразной структуры (стекловолокно, стекловата, вата минеральная и шлаковая, муллитокремнеземистые, базальтовые)
6.	Аэрозоли металлов и их силикатов, образующиеся в процессе сухой шлифовки, напыления, получения металлических порошков
7.	Углерода пыли:
	а) коксы каменноугольный, пековый, нефтяной, сланцевый;
	б) антрацит и другие ископаемые угли;
	в) углепородные пыли с содержанием свободного диоксида кремния от 5 до 10%;
	г) алмазы природные и искусственные, в т. ч. алмаз металлизированный;
	д) сажи черные промышленные с содержанием бенз(а)пирена не более 35 мг/кг;
	е) углеродные волокнистые материалы на основе гидратцеллюлозных и полиакрилонитрильных волокон
8.	Пыль растительного и животного происхождения (хлопка, льна, конопли, кенафа, джута, зерна, табака, древесины, торфа, хмеля, бумаги, шерсти, пуха, натурального шелка и др.)
9.	Пыль неорганических люминофоров, в т. ч. с содержанием кадмия менее 5%
10.	Сварочные аэрозоли:
	а) содержащие марганец (20% и более), никель, хром, соединения фтора, бериллий, свинец;
	б) содержащие марганец (до 20% и более), оксиды железа, алюминий, магний, титан, медь, цинк, молибден, ванадий, вольфрам
11.	Абразивные и абразивсодержащие (электрокорундов, карбида бора, эльбора, карбида кремния и др.)

Конденсационные аэрозоли образуются при конденсации из пересыщенных паров и в результате газовых реакций, при которых образуются нелетучие продукты. Первые обычно грубодисперсные и имеют сильно различающиеся по величине частицы, т.е. более полидисперсны.

Подобно эмульсиям и суспензиям, аэрозоли с жидкой и твердой дисперсной фазой различаются тем, что частицы первых имеют правильную сферическую форму, в то время как вторые содержат частицы очень разнообразной, часто сильно асимметричной формы.

По агрегатному состоянию частиц различают АПФД следующих видов:

- туман, т.е. конденсационные и диспергационные аэрозоли с жидкой дисперсной фазой;
- пыль, диспергационные аэрозоли с твердыми частицами;
- дым, конденсационные аэрозоли, получаемые при горении и содержащие твердые или жидкие и твердые частицы одновременно.

Все АПФД подразделяются на: высоко-фиброгенного действия, умеренно-фиброгенного действия, слабофиброгенного действия.

Такое деление АПФД отражается в гигиенических нормативах, учитывается при гигиеническом контроле и классификации условий труда по показателям вредности [8, 9, 11].

### ***2.2.3. Воздействие аэрозолей преимущественно фиброгенного действия на организм человека***

Воздушная среда производственных помещений, в которой содержатся вредные вещества в виде аэрозолей, оказывает существенное влияние на здоровье работников.

Профессиональные заболевания, связанные с воздействием АПФД, по частоте их возникновения занимают на железнодорожном транспорте первое место, а по России в целом – второе место. На втором месте по количеству возникновения профзаболеваний значатся строительные и монтажные работы, а

также работы при демонтаже зданий и сооружений, находящихся в них конструкций, например, стационарных вентиляционных систем.

Пылевые частицы с зазубренными острыми краями в составе АПФД (металлическая, минеральная пыль) попадающие в дыхательные пути в большом количестве, могут травмировать слизистые оболочки. Задерживаясь в легких, они приводят к развитию соединительной ткани в воздухообменной зоне и рубцеванию (фиброзу) легких.

Характер воздействия АПФД на организм человека зависит от их химического состава и токсичности. Попадая в организм человека, токсичные АПФД взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью. В результате протекания химических реакций образуются ядовитые вещества.

Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях. АПФД, попадающие на слизистые оболочки глаз, вызывают их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам.

Наиболее опасны для человека аэрозоли, состоящие из очень мелких частиц (размером от 0,5 до 10 мкм), которые легко проникают в легкие и задерживаются там в альвеолах. Чем мельче частицы пыли, тем дольше они находятся в воздухе в виде аэрозоля и тем легче в процессе дыхания попадают в организм человека. Вдыхание работником аэрозолей преимущественно фиброгенного действия является причиной ряда профессиональных заболеваний органов дыхания (пылевой бронхит, пневмокониозы, рак легких и др.). Биологическое действие АПФД, как и некоторых других аэрозолей, определяется общим содержанием частиц пыли (выраженным через массовую концентрацию, мг/м<sup>3</sup>) в воздухе, размером твердых частиц, составляющих дисперсную фазу, и другими физико-химическими свойствами, а также длительностью воздействия.

#### 2.2.4. Нормирование аэрозолей преимущественно фиброгенного действия

В соответствии с ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» оценка условий труда при содержании в воздухе рабочей зоны аэрозолей, в том числе и АПДФ, производится в зависимости от их типа и состава. В таблицах 2.4 - 2.6 приведены некоторые АПДФ раздражающего, канцерогенного действия, влияющие на репродуктивную функцию человека и их ПДК [9].

Класс условий труда и степень вредности при профессиональном контакте с АПДФ должен определяться исходя из фактических величин среднесменных концентраций и кратности превышения среднесменных ПДК.

Для АПДФ основным показателем при нормировании является **среднесменная ПДК**, однако в некоторых случаях используется **максимально-разовая ПДК**. Второстепенным показателем оценки степени воздействия АПДФ на органы дыхания работников является **пылевая нагрузка (ПН)**. Расчет пылевой нагрузки является обязательным, если среднесменная концентрация превышает ПДК.

Таблица 2.4

Перечень АПДФ раздражающего действия

№ п/п	Наименование вещества по ИУРАС и основные синонимы	№ по ГН 2.2.5.1313-03	ПДК мг/м <sup>3</sup> *	Агрегатное состояние*	Класс опасности	Особенности действия**
1	2	3	4	5	6	7
1	Дихлорэтановая кислота; (дихлоруксусная кислота)	79-43-6	4	п+а	3	
2	диНатрий карбонат <sup>+</sup>	7542-12-3	2	а	3	
3	Серная кислота <sup>+</sup>	7664-93-9	1	а	2	
4	Ортофосфористая кислота <sup>+</sup>	10294-56-1	0,4	а	2	

\* Преимущественное агрегатное состояние вещества в воздухе в условиях производства: п - пары и (или) газы, а - аэрозоль. <sup>+</sup> Требуется специальная защита кожи и глаз.

Таблица 2.5

## Перечень АПФД и производственных процессов, канцерогенных для человека

№ п/п	Наименование вещества, продукта	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Особенности действия***
		максимальная	среднесменная	
1	2	3	4	5
1	Бенз(а)пирен	-	0,00015	
2	Бериллий и его соединения (в пересчете на Ве)	0,003	0,001	А
3	Никель и его соединения: – никель, никель оксиды, сульфиды и смеси соединений никеля (файнштейн, никелевый концентрат и агломерат, оборотная пыль очистных устройств (по Ni)) – никеля соли в виде гидроаэрозоля (по Ni) – никель тетракарбонил – никель хром гексагидрофосфат гидрат (никельхромфосфат) (по Ni) – гептаникель гексасульфид	0,05 0,05 0,005 0,05 0,15	- - - - 0,05	А А О, А А А
4	Хрома шестивалентного соединения: – хром (VI) триоксид + – хромовой кислоты соли (в пересчете на Cr+6) – дихромовая кислота, соли (в пересчете на Cr+6)	0,03 0,03 0,01	- 0,01 0,01	А А

Таблица 2.6

## Перечень АПФД, опасных для репродуктивного здоровья человека

№ п/п	Наименование вещества	ПДК мг/м <sup>3</sup> *	Агрегатное состояние**	Класс опасности	Особенности действия***
1	2	3	4	5	6
1	Бериллий и его соединения	0,003/ 0,001	а	1	К, А
2	Калий фторид (по фтору)	1,0/0,2	а	2	
3	Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: до 20 % от 20 до 30 %	0,6/0,2 0,3/0,1	а а	2 2	
4	Марганца оксиды (в пересчете на марганец диоксид): аэрозоль дезинтеграции аэрозоль конденсации	0,3 0,05	а а	2 1	
5	Олово фторид (по фтору)	1,0/0,2	а	2	
6	Свинец и его неорганические соединения (по свинцу)	-/0,05	а	1	
7	Сурьма и ее соединения: пыль сурьмы металлической	0,5/0,2	а	2	

### **2.2.5. Контроль уровня содержания аэрозолей преимущественно фиброгенного действия**

Предельно допустимые концентрации на известные АПФД приведены в нормативных документах, устанавливающих гигиенические нормативы [8, 9, 10]. При проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования, вентиляции должны быть учтены ПДК. Это обеспечивает безопасность производственной среды и профилактику неблагоприятного воздействия АПФД на здоровье работников.

В реальных производственных условиях при контроле уровня содержания АПФД в воздухе рабочей зоны учитывают все колебания содержания АПФД в течение рабочей смены. При превышении ПДК<sub>сс</sub> необходим расчет общей пылевой нагрузки на работника, включающий в себя учет колебаний фактической среднесменной концентрации  $K_{cc}$  на протяжении всего периода профессионального контакта с АПФД. Пылевую нагрузку или ПН (в граммах) на органы дыхания работника (индивидуальную или для группы работников, если они выполняют аналогичную работу в одинаковых условиях) вычисляют по формуле (2.2):

$$ПН = K_{cc} \cdot N \cdot T \cdot Q, \quad (2.2)$$

где:  $K_{cc}$  – фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м<sup>3</sup>;  $N$  – число рабочих смен, отработанных в календарном году в условиях воздействия АПФД;  $T$  – продолжительность контакта работника с АПФД, лет;  $Q$  – объем легочной вентиляции за смену, м<sup>3</sup>, принимаемый равным [11]):

- 4 м<sup>3</sup> для легких работ (категории 1а—1б);
- 7 м<sup>3</sup> для работ средней тяжести (категории 11а—11б);
- 10 м<sup>3</sup> для тяжелых работ (категория III).

Полученное значение ПН сравнивают со значением КПН, вычисляемым по формуле (2.3):

$$КПН = ПДК_{CC} \cdot N \cdot T_x \cdot Q, \quad (2.3)$$

где ПДК<sub>сс</sub> – среднесменная предельно допустимая концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м<sup>3</sup>.

По результатам сравнения фактической пылевой нагрузки с контрольным уровнем условия труда относят либо к допустимому безопасному, либо к вредному классу условий труда (табл. 2.7) и в соответствии с этим определяют возможность продолжения работы в надлежащих условиях, обеспечивающих полную безопасность или требующих использования мер профилактики и установленных законодательством компенсаций за работу во вредных условиях труда.

Кратность превышения контрольных пылевых нагрузок указывает на класс вредности условий труда по данному фактору (табл. 2.7) [11].

Таблица 2.7

Вид аэрозолей	Класс условий труда			
	Допустимый безопасный	Вредный		Опасный <sup>3)</sup>
		2	3.1 + 3.2	
Высоко- и умереннофиброгенные АПФД <sup>1)</sup> ; пыли, содержащие природные (асбесты, цеолиты) и искусственные (стеклянные, керамические, углеродные и др.) минеральные волокна.	< 1 КПН	от 1,1 КПН до 10 КПН	свыше 10 КПН	—
Слабофиброгенные АПФД <sup>2)</sup>	< 1 КПН	от 1,1 КПН до 20 КПН	свыше 20 КПН	—

<sup>1)</sup> Высоко- и умереннофиброгенные пыли ( $K_{cc} < 2 \text{ мг/м}^3$ ).  
<sup>2)</sup> Слабофиброгенные пыли ( $K_{cc} > 2 \text{ мг/м}^3$ ).  
<sup>3)</sup> Опасность в данном случае определяется не ПН, а возможностью взрывов и пожаров при высоких концентрациях горючих АПФД, особенно органического происхождения.

При превышении контрольных пылевых нагрузок рекомендуется использовать принцип защиты временем.

Учет пылевой нагрузки и ее сравнение с КПН способствуют выбору путей профилактики, а также обеспечивают возможность расчета компенсаций за работу в неблагоприятных условиях, определения очередности

профилактических мероприятий и ликвидации профессиональных заболеваний органов дыхания пылевой этиологии.

Классификация условий труда в зависимости от содержания АПФД в воздухе рабочей зоны и кратности превышения *КПН* реальными пылевыми нагрузками.

Таким образом, гигиенический контроль для аэрозолей всех видов базируется на учете и измерении общей массы частиц, попадающих в организм работника с вдыхаемым воздухом. Риск профессиональных заболеваний, обусловленных воздействием АПФД, зависит от пылевой нагрузки на органы дыхания, формирующейся за весь период профессионального контакта работника с АПФД. Для оценки этого риска необходимо:

- проведение мониторинга качества воздуха рабочей зоны (контроля  $K_{cc}$  и  $K_{мр}$ , а при превышении  $ПДК_{cc}$  – вычисления реальной ПН и сравнения ее с КПН);

- анализ данных периодических медицинских осмотров и использование эффективных путей профилактики профзаболеваний пылевой этиологии (совершенствование оборудования и организации технологического процесса;

- защита временем в целях снижения кратности превышения КПН и улучшения условий труда).

#### ***2.2.6. Мероприятия и средства защиты от воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия***

Классификация методов защиты от воздействия АПФД предполагает следующие виды мероприятий: организационные, технологические и технические.

В числе основных организационных методов снижения воздействия являются: уменьшение времени воздействия АПФД, а также предоставление работникам профилактического питания (молоко).

Защита временем при воздействии АПФД производится при выполнении условий расчета, представленного ниже [11].

1. Для оценки возможности продолжения работы в конкретных условиях труда, расчета допустимого стажа работы в этих условиях труда (для вновь принимаемых на работу) необходимо сопоставление фактических и контрольных уровней пылевой нагрузки.

2. В том случае, когда фактические ПН не превышают КПН, подтверждается возможность продолжения работы в тех же условиях.

3. При превышении КПН необходимо рассчитать стаж работы ( $T_1$ ), при котором ПН не будет превышать КПН. При этом КПН рекомендуется определять за средний рабочий стаж, равный 25 годам.

В тех случаях, когда продолжительность работы более 25 лет, расчет следует производить исходя из реального стажа работы.

$$T_1 = \frac{КПН_{25}}{К \cdot N \cdot Q}, \quad (2.4)$$

где:  $T_1$  - допустимый стаж работы в данных условиях;  $КПН_{25}$  - контрольная пылевая нагрузка за 25 лет работы в условиях соблюдения ПДК;  $К$  - фактическая среднесменная концентрация пыли;  $N$  - количество смен в календарном году;  $Q$  - объем легочной вентиляции за смену.

При этом значение  $К$  принимается как средневзвешенная величина за все периоды работы:

$$K = \frac{K_1 \cdot t_1 + K_2 \cdot t_2 + \dots + K_n \cdot t_n}{\text{sum } t}, \quad (2.5)$$

где:  $K_1 - K_n$  - фактические среднесменные концентрации за отдельные периоды работы;  $t_1 - t_n$  - периоды работы, за время которых фактические концентрации пыли были постоянны.

Величина  $Q$  рассчитывается аналогично значению  $К$ .

4. В случае изменения уровней запыленности воздуха рабочей зоны или категории работ (объема легочной вентиляции за смену) фактическая пылевая нагрузка рассчитывается как сумма фактических пылевых нагрузок за каждый период, когда указанные показатели были постоянными. При расчете контрольной пылевой нагрузки также учитывается изменение категории работ в различные периоды времени.

В борьбе с образованием и распространением АПФД и пыли наиболее эффективны *технологические мероприятия*. К ним относятся:

- внедрение непрерывной технологии производства, при которой отсутствуют ручные операции;
- автоматизация и механизация процессов, сопровождающихся выделением пыли;
- рационализация технологического процесса, обработка пылящих материалов во влажном состоянии (сверление или штробление с промывкой канала водой);
- дистанционное управление.

*Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ)* допускается только в тех случаях, когда для выполнения работы необходим непродолжительный отрезок времени (не более 1 часа работ). Ограничение по времени использования СИЗ обусловлено физическими свойствами любых аэрозолей (слишком быстро забивается фильтрующий материал масок и респираторов).

Наиболее эффективными способами защиты работающих являются *средства коллективной защиты*. Основные средства коллективной защиты приведены в разделе 6.

## **2.3. Шум, инфразвук, ультразвук воздушный**

### ***2.3.1. Воздействие шума, инфразвука и ультразвука на человека***

Шум возникает при механических колебаниях в твердых (механического происхождения), жидких (гидродинамического происхождения) и газообразных (аэродинамического происхождения) средах, а также вследствие колебаний элементов электромеханических устройств под влиянием переменных магнитных сил (электромагнитного происхождения). Механические колебания воздуха в диапазоне частот 20 – 20 000 Гц воспринимаются слуховым органом человека в виде звука. Инфразвук – это колебания с частотой ниже 20 Гц, ультразвук – колебания с частотой выше 20 000 Гц, которые не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое воздействие на организм человека.

Источниками инфразвука могут быть обдувание строительных конструкций сильным ветром, виброгрохот, виброплощадки с частотой менее 20 Гц, транспортные производства и т.п. Источником ультразвука является производственное оборудование, в котором генерируются ультразвуковые колебания для выполнения технологического процесса, и оборудование, при эксплуатации которого ультразвук возникает как сопутствующий фактор.

С физиологической точки зрения шум рассматривается как звуковой процесс, неблагоприятный для восприятия, мешающий разговорной речи и отрицательно влияющий на здоровье человека.

Даже незначительный шум (50-60 дБА) создают значительную нагрузку на нервную систему человека, особенно лиц, занятых умственным трудом. Вредное воздействие слабого шума на человеческий организм зависит от возраста, здоровья, физического и душевного состояния людей, вида трудовой деятельности, индивидуальных свойств организма.

При длительном воздействии шума снижается острота слуха, изменяется кровяное давление, ослабляется внимание, ухудшается зрение, происходят

изменения в двигательных центрах, вызывая нарушение координации движений, увеличивается расход энергии при выполнении одинаковой работы.

Интенсивный шум является причиной функциональных изменений сердечно-сосудистой системы (гипертония), нервной системы (неврозы), функции желудка (язвенная болезнь) и ряда других нарушений в организме, связанных с нервной системой человека. Весь комплекс изменений в организме человека под воздействием шума называют «шумовой болезнью».

Длительное воздействие сильного шума (более 80 дБА) вызывает сильное утомление, снижает слуховую чувствительность, может привести к профессиональной тугоухости и даже к шумовой травме (при уровнях более 120 дБА) вплоть до разрыва барабанной перепонки.

Инфразвук и ультразвук, которые часто сопутствуют шуму, оказывают воздействие на человека, как через органы слуха, так и через тактильную (осязательную) систему. Их длительное воздействие приводит к аналогичным последствиям, вызываемым шумом. Косвенным проявлением воздействия инфразвука на человека, приводящие к нарушению нормальной жизнедеятельности человека являются вибрация грудной клетки при частоте 2-5 Гц и уровне звукового давления 150 дБА, вялость, звон в ушах, чувство тряски внутренних органов при частоте 5-15 Гц и уровне звукового давления 125-135 дБА, чувство страха при частоте 15 Гц за счет попадания в резонанс нервных клеток.

Звук как физическое явление представляет собой колебательное движение упругой среды. Звук характеризуется:

- частотой колебаний звуковой волны ( $f$ ), измеряемой в герцах (Гц);
- звуковым давлением ( $P$ ), характеризующим разницу между давлением в области повышенного давления и области разрежения во время распространения звуковых колебаний при прохождении звуковой волны, измеряемым в Паскалях (Па). Часть пространства, в котором распространяются звуковые волны, называется звуковым полем. В звуковом поле любая точка

характеризуется определенным давлением и мгновенной скоростью колебаний элементарных частиц ( $v$ ) относительно своего начального положения. Скорость этих колебаний намного меньше скорости распространения звука ( $c$ ). Скорость звука в данной среде зависит от ее упругих свойств и температуры. В воздухе при температуре  $20^{\circ}\text{C}$   $c \approx 344$  м/с, в стали -  $c \approx 5\,000$  м/с, в бетоне -  $c \approx 4\,000$  м/с.

- интенсивностью звука ( $J$ ), которая определяется средним количеством звуковой энергии (кинетической), проходящей в единицу времени через единицу поверхности, перпендикулярной к направлению распространения. Интенсивность звука измеряется в ваттах на  $\text{м}^2$  ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ).

Поскольку  $J = v P$ , а  $v = P / (\rho \cdot c)$ , то зависимость интенсивности звука от звукового давления определяется по формуле:

$$J = P^2 / (\rho \cdot c), \quad (2.6)$$

где  $\rho$  – плотность среды,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\rho \cdot c$  – акустическое (волновое) сопротивление среды.

Человек способен воспринимать звуки в большом диапазоне интенсивностей (звуковых давлений). Величины минимального звукового давления ( $P_0$ ) и интенсивности ( $J_0$ ), едва различаемые органом слуха человека, называются пороговыми. При  $f = 1000$  Гц  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па;  $J_0 = 10\text{-}12$   $\text{Вт}/\text{м}^2$ . Болевые ощущения в ушах возникают у человека при интенсивности  $J_{\text{бол}} = 102$   $\text{Вт}/\text{м}^2$ , т.е. диапазон изменения интенсивности от порогового до болевого составляет  $10^{14}$   $\text{Вт}/\text{м}^2$ . Поэтому пользоваться абсолютными значениями интенсивности (и звукового давления) неудобно.

В акустике принято измерять не абсолютные значения интенсивности звука или звукового давления, а их относительные логарифмические уровни, взятые по отношению к пороговому значению.

Если интенсивность звука  $J$  превышает исходную  $J_0$  в 10 раз, т.е.  $J / J_0 = 10$ , то приращение интенсивности равно 1 Б (Бел), если  $J / J_0 = 100$ , то приращение интенсивности равно 2 Б и т.д. Поскольку органы слуха человека

способны различать прирост звука на 0,1 Б, т.е. на 1 дБ (децибел), то эта единица и принята как основная.

Уровень интенсивности звука определяется по формуле  $L_J = 10 \lg J / J_0$  (дБ). Поскольку  $J = P^2 / (\rho \cdot c)$ , то для уровня звукового давления получим зависимость  $L_p = 20 \lg P / P_0$  (дБ).

Органы слуха человека не одинаково чувствительны к звукам различной частоты. Наибольшая их чувствительность на средних и высоких частотах (300 – 4000 Гц), наименьшая – на низких частотах (20-100 Гц). Поэтому субъективная оценка громкости шума зависит не только от уровня звукового давления, но и от спектрального состава (спектра частот) шума. Это не может не учитываться при оценке и нормировании шума.

Для оценки громкости звуковых волн (шума) различных частот пользуются, так называемым, уровнем громкости звука. Уровни громкости измеряются в фонах (безразмерная величина). На частоте 1000 Гц уровень громкости приравнен к уровню звукового давления. Для других частот (с учетом субъективного ощущения громкости человеком) они существенно отличаются. Кривые равной громкости звуков на различных частотах называют изофонами.

С учетом вышесказанного весь частотный диапазон, воспринимаемый слуховым аппаратом человека, разделен на 9 октавных полос (частотный спектр). Каждая октавная полоса спектра характеризуется граничными и среднегеометрическими частотами. Среднегеометрические частоты определяются по формуле:

$$f_{\text{ср}} = \sqrt{f_{\text{чн}} f_{\text{чв}}}, \quad (2.7)$$

где  $f_{\text{чн}}$  и  $f_{\text{чв}}$  – соответственно нижняя и верхняя граничные частоты, Гц.

### ***2.3.2. Нормирование параметров шума, инфразвука и ультразвука***

Нормирование параметров шума регламентировано СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [12]. Основой для нормирования служат объективные физиологические

реакции человека на воздействие шума. При нормировании исходят из того, что работа возможна не в наилучших условиях, а в приемлемых условиях, т.е. когда вредное воздействие шума не проявляется или проявляется незначительно.

Нормирование шума напрямую связано с его видом. Шумы подразделяются *по характеру спектра и по временным характеристикам*.

*По характеру спектра* шумы делятся на *широкополосные* – с непрерывным спектром шириной более 1 октавы, и *тональные*, в спектре которых имеются слышимые (измеряемые) дискретные тона (превышение уровня звукового давления в одной из частотных полос над другими составляет не менее чем на 10 дБ).

*По временным характеристикам* шумы делятся на *постоянные*, уровень звука которых за 8-ми часовой рабочий день изменяются не более чем на 5 дБ и *непостоянные*.

Непостоянные шумы, в свою очередь, подразделяются на *колеблющиеся* во времени (уровень звука которых непрерывно изменяется во времени); *прерывистые* (уровень звука которых ступенчато изменяется на 5 дБА и более, при этом длительность интервала с постоянным уровнем звука составляет 1 с и более); *импульсные* (состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов каждый длительностью менее 1 с).

Нормируемыми параметрами постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими значениями 31,5; 63, 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц. Предельно допустимые уровни звукового давления установлены в зависимости от вида трудовой деятельности и рабочего места.

Для ориентировочной оценки постоянного широкополосного шума допускается использовать *уровень звука* в дБА, измеряемый по временной характеристике шумомера «медленно» и определяемый по формуле:

$$L_A = 20 \lg P_A/P_0, \quad (2.8)$$

где  $P_A$  – среднеквадратичная величина звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума на рабочих местах является интегральный критерий – *эквивалентный (по энергии) уровень звука* в дБА, определяемый по формуле:

$$L_{A_{\text{ЭКВ}}} = 10 \lg 1/T \int (P_A(t)/P_0)^2 dt, \quad (2.9)$$

где  $P_A(t)$  – текущее значение среднеквадратичного звукового давления, Па;

$T$  – период времени, за который производится оценка шума.

Эквивалентный уровень звука считается аналогичным уровню звукового давления постоянного шума, оказывающего такое же воздействие на человека, как и непостоянный шум. Величину  $L_{A_{\text{ЭКВ}}}$  рассчитывают по специальной методике на основании измерений уровней звукового давления в (дБ) в течение определенного промежутка времени  $T$ . Нормативные значения  $L_{A_{\text{ЭКВ}}}$  (от 50 до 80 дБА) принимаются по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [12] в зависимости от категорий тяжести и напряженности трудового процесса.

Дополнительно для непостоянного шума оценивается (измеряется одновременно с эквивалентным звуком) и *максимальный уровень звука* в дБА (для колеблющихся и прерывистых шумов измеряется по шкале шумомера «медленно», а для импульсных шумов – по шкале «импульс»).

Нормирование параметров инфразвука регламентировано СН 2.2.4/2.1.8.583-96 [13]. Нормируемыми параметрами постоянного инфразвука на рабочих местах являются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц. Нормируемыми параметрами непостоянного инфразвука являются (как и для шума) эквивалентные по энергии уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц и эквивалентный общий уровень звукового давления.

Нормирование параметров ультразвука регламентировано СН 2.2.4/2.1.8.582-96 [14]. Нормируемыми параметрами *воздушного ультразвука* на

рабочих местах являются уровни звукового давления в третьоктавных полосах со среднегеометрической частотой 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 кГц.

Характеристикой высокочастотного ультразвукового колебания, *передаваемого контактным путем*, является пиковое значение виброскорости (м/с) в диапазоне частот от  $1,0 \cdot 10^5$  до  $1,0 \cdot 10^9$  Гц или ее логарифмический уровень (дБ), определяемый по формуле:

$$L_v = 20 \lg (v/v_0) , \quad (2.10)$$

где  $v$  – пиковое значение виброскорости, м/с;  $v_0$  – опорное значение виброскорости, равное  $5 \cdot 10^{-6}$  м/с.

### **2.3.3. Защита от шума, инфразвука и ультразвука**

При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, инфразвука и ультразвука, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих допустимых.

Все многообразие средств и методов защиты работника от шума определяется производственным процессом, используемым технологическим оборудованием (инструментом и приспособлениями), рабочим местом и т.п. В каждом случае при проектировании эти вопросы решаются индивидуально. Конечно, для этого нужно иметь прогнозные оценки уровней звукового давления на рабочих местах с учетом всех возможных источников шума.

Аналогичные задачи приходится решать и на действующих предприятиях в случаях выявления фактов превышения допустимых уровней звукового давления.

В общем случае можно выделить три основные, реализуемые последовательно направления защиты работников от шума:

- 1) разработка (использование) шумобезопасной техники или же снижение шума в источнике его возникновения;

- 2) средства и методы коллективной защиты;
- 3) средства и методы индивидуальной защиты.

Специальным стандартом установлены требования к шумовым характеристикам производимых машин (и методика их определения), исходя из условия обеспечения на рабочих местах допустимых уровней шума. Понятно, что не во всех случаях это становится возможным. Если значения шумовых характеристик машин, соответствующих лучшим мировым достижениям аналогичной техники, превышают значения, определенные стандартом, то допускается устанавливать согласованные в установленном порядке технически достижимые значения характеристик этих машин. Шумовые характеристики машин или их предельные значения должны быть указаны в паспорте на них, руководстве (инструкции) или другой сопроводительной документации.

*Снизить шум в источнике его возникновения* в зависимости от его габаритов, способа генерации шума, особенностей технологического процесса возможно за счет его виброизоляции, применения звукоизолирующих кожухов, своевременного технического обслуживания оборудования. В каких-то случаях для защиты большинства работников можно подумать о размещении шумящего оборудования в отдельном помещении. Для защиты оператора шумящего оборудования можно предусмотреть дистанционное управление.

Выбор шумобезопасной техники и оборудования, а также снижение шума в источнике его возникновения во многих случаях можно отнести к одному из способов коллективной защиты. Другие средства и методы коллективной защиты в зависимости от способа реализации бывают:

- 1) *акустические* (средства звукоизоляции, звукопоглощения, глушители шума);
- 2) *виброизоляция*;
- 3) *архитектурно-планировочные* (рациональные решения планировки зданий, размещения оборудования и рабочих мест; планирование зон и режима движения транспорта и т.п.);

4) *организационно-технические* (применение малошумных процессов; использование дистанционного управления шумными машинами; совершенствование технологии обслуживания и ремонта машин; использование рациональных режимов труда и отдыха и т.п.).

Шум, распространяющийся по воздуху, можно существенно снизить, установив на пути его распространения *звукоизолирующую преграду*. Сущность звукоизоляции состоит в том, что большая часть падающей звуковой энергии отражается от ограждения, и только незначительная часть проникает через него.

В качестве звукоизолирующих используются ограждающие конструкции; звукоизолирующие кожухи; звукоизолирующие кабины; звукоизолирующие экраны и т.п. Звукоизолирующая способность ограждения зависит от акустических свойств материала конструкции; ее геометрических размеров; количества слоев материала; массы, упругости и качества крепления конструкции; частотных характеристик шума и т.п.

Эффективность звукоизоляции конструкции (в ДБ) ориентировочно можно определить по формуле:

$$R = 10 \lg 1/\tau, \quad (2.11)$$

где  $\tau$  – коэффициент звукоизоляции, представляющий собой отношение отраженной звуковой энергии к энергии, «падающей» на конструкцию.

Звуковые волны при встрече с преградой частично отражаются и частично преломляются. Часть преломленной энергии проникает за преграду, а часть поглощается в материале преграды. Способность материалов поглощать падающие на них звуковые волны характеризуется коэффициентом звукопоглощения  $\alpha$ , определяемого по формуле:

$$\alpha = (J_{\text{пад}} - J_{\text{отр}}) / J_{\text{пад}}, \quad (2.12)$$

Для *звукопоглощения* используют способность строительных материалов и конструкций рассеивать энергию звуковых колебаний. Процесс поглощения звука происходит за счет перехода энергии колеблющихся частиц воздуха в

тепловую энергию вследствие потерь на трение в порах материала. Поэтому для эффективного звукопоглощения материал должен обладать разветвленной пористой структурой (поры должны быть открыты со стороны падения звука).

Свойством звукопоглощения обладают все строительные материалы. Однако звукопоглощающими материалами и конструкциями принято называть лишь те, у которых коэффициент звукопоглощения на средних частотах  $\alpha > 0,2$  (для кирпича, бетона  $\alpha = 0,01-0,05$ ).

В качестве звукопоглощающих используют: ультратонкое стекловолокно, капроновое волокно, минеральную вату, древесноволокнистые и минераловатные плиты на различной основе, пористый поливинилхлорид и т.п.

Эффективность звукопоглощения пористого материала зависят от толщины слоя; частоты звука; наличия воздушного пространства между звукопоглощающим слоем и строительной конструкцией, на которую он нанесен (особенно для низких частот шума). Установка звукопоглощающих облицовок снижает шум 6-8 дБ в зоне отраженного звука (вдали от источника) и на 2-3 дБ вблизи источника шума. На высоких частотах возможно снижение на 10-12 дБ.

Расчет звукопоглощения сводится к определению необходимой площади звукопоглощающих облицовок. Возможно увеличение общей площади звукопоглощения за счет использования штучных (объемных) звукопоглотителей. Для защиты от аэродинамического шума (в том числе, проникающего в помещение через воздуховоды систем вентиляции и центрального кондиционирования воздуха) используются различные *глушители шума*. Они бывают абсорбционные (с использованием звукопоглощающего материала), реактивные (для тонального шума) и комбинированные. Эффективность глушителей шума может достигать 30-40 дБ.

В случае невозможности (по разным причинам, в том числе по экономической нецелесообразности) снизить шум до уровня допустимых

значений за счет применения малошумной техники и средств коллективной защиты для защиты работников используются *методы и средства индивидуальной защиты*, которые в зависимости от конструктивного исполнения подразделяются на:

*Противошумные вкладыши* – мягкие тампоны из ультратонкого волокна (иногда пропитанные смесью воска и парафина) или жесткие вкладыши (эбонитовые или резиновые) в форме конуса, вставляемые в слуховой канал. Это самые дешевые и компактные средства защиты от шума, но недостаточно эффективные (5-20 дБ) и в ряде случаев неудобные, так как раздражают слуховой канал.

*Противошумные наушники* – плотно облегают ушную раковину и наиболее эффективны на высоких частотах.

*Противошумные шлемы и каски* – используются при высоких уровнях звукового давления (более 120 дБ), когда вкладыши и наушники не обеспечивают необходимой защиты, так как шум воздействуют непосредственно на мозг человека через черепную коробку.

*Противошумные костюмы* – используются в особых случаях, в том числе для защиты от ультразвука.

*Для защиты работников от инфразвука* используют способы и методы, аналогичные защите от шума. Эффективность их в отдельных случаях может быть недостаточной. В этих случаях наилучшим способом может быть «защита временем», т.е. правильная регламентация времени нахождения под воздействием инфразвука.

Санитарными нормами запрещается непосредственный контакт человека с рабочей поверхностью источника ультразвука и с контактной средой во время возбуждения в ней ультразвуковых колебаний. Для этого необходимо применять дистанционное управление источниками ультразвука; автоблокировку (автоматическое отключение источника) при выполнении вспомогательных операций (загрузка и выгрузка продукции, белья,

инструментария и т.д.); специальные приспособления для удержания источника ультразвука или предметов, которые могут служить в качестве твердой контактной среды.

Для защиты рук от неблагоприятного воздействия контактного ультразвука в необходимо применять нарукавники, специальные рукавицы или перчатки, а также «защиту временем» (специальный режим труда и отдыха). Стационарные ультразвуковые источники должны оборудоваться звукопоглощающими кожухами и экранами, размещаться в отдельных помещениях или звукоизолирующих кабинах. Для защиты работающих от воздушного ультразвука следует применять противозумные наушники. К работе с ультразвуковыми источниками допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие соответствующий курс обучения, инструктаж по охране труда, предварительный при приеме на работу и периодические медицинские осмотры.

#### **2.4. Вибрация общая и локальная**

Вибрация как вредный фактор производственной среды встречается в металлообрабатывающей, горнодобывающей, металлургической, строительной, промышленности, в сельском хозяйстве, на транспорте и во многих других отраслях народного хозяйства. Она используется в ряде технологических процессов: при виброуплотнении, формовании, прессовании, вибрационной интенсификации механической обработки материалов, вибрационном бурении, рыхлении, резании горных пород и грунтов, вибротранспортировке и т.п. Вибрацией сопровождается работа передвижных и стационарных механизмов и агрегатов, в основу действия которых положено вращательное или возвратно-поступательное движение.

### 2.4.1. Характеристика основных параметров вибрации

**Вибрация** представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

*Основные параметры синусоидального колебания:* частота в герцах (1 кол./с); амплитуда вибро смещения  $A$  (м); виброскорость  $V$  (м/с); виброускорение  $a$  (м/с<sup>2</sup>) или в долях ускорения силы тяжести  $g = 9,81$  (м/с<sup>2</sup>). Время, в течение которого колеблющееся тело совершает одно полное колебание, называется периодом колебания  $T$  (с). Для синусоидальных колебаний скорость  $V$  и ускорение  $a$  определяются по формулам:

$$V = 2\pi fA; a = (2\pi f)^2 A, \quad (2.13)$$

где  $\pi = 3,14$ ;  $f$  – частота, Гц;

$A$  – амплитуда колебаний, м.

Относительные уровни виброскорости  $L_v$  и виброускорения  $L_a$  выражаются в децибелах и определяются по формулам:

$$L_v = 20 \lg \frac{v}{5 \cdot 10^{-8}} \text{ дБ}, \quad L_a = 20 \cdot \lg \frac{a}{1 \cdot 10^{-6}} \text{ дБ}, \quad (2.14)$$

где  $5 \cdot 10^{-8}$  (м/с) – опорное значение виброскорости;  $1 \cdot 10^{-6}$  (м/с<sup>2</sup>) – нулевой уровень колебательного ускорения  $a_0$ .

Опорное значение величины колебательной энергии виброускорения, поглощенной телом человека  $Q$ , прямо пропорциональна площади контакта, времени воздействия и интенсивности раздражителя:

$$Q = I \cdot S \cdot T, \quad (2.15)$$

где  $I$  – интенсивность вибрации, кгм/м<sup>2</sup>·с;

$S$  – площадь контакта, м<sup>2</sup>;

$T$  – длительность воздействия, с.

Интенсивность вибрации, а следовательно, колебательная энергия прямо пропорциональны квадрату колебательной скорости:

$$I = V^2 (Z/S), \quad (2.16)$$

где  $V$  – среднеквадратичное значение колебательной скорости, м/с;

$Z/S$  – модуль входного удельного механического импеданса (сопротивления) в зоне контакта, кг/с·м<sup>3</sup>.

Механический импеданс определяется как отношение амплитуды колебательной силы к амплитуде результирующей колебательной скорости в точке приложения этой силы.

В общем случае любая физическая величина, характеризующая вибрацию (например, виброскорость), является некоторой функцией времени:  $V = V(t)$ . Математическая теория показывает, что такой процесс можно представить в виде суммы бесконечно длящихся синусоидальных колебаний с различными периодами и амплитудами. В случае периодического процесса частоты этих составляющих кратны основной частоте процесса:  $f_n = nf_1$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ;  $f_1$  – основная частота процесса).

Амплитуды гармоник определяют по известным формулам разложения в ряд Фурье. Если же процесс не имеет определенного периода (случайные или кратковременные одиночные процессы), то число таких синусоидальных составляющих становится бесконечно большим, а их частоты распределяются непрерывным образом, при этом амплитуды определяют разложением по формуле интеграла Фурье.

Таким образом, спектр периодического или квазипериодического колебательного процесса является дискретным (рис. 2.1, а, б), а случайного или кратковременного одиночного процесса – непрерывным (рис. 2.1, в).

Чаще всего в дискретном спектре наиболее ярко выражена основная частота колебаний. Если процесс представляет собой сложение нескольких периодических процессов, частоты отдельных составляющих в его спектре могут быть не кратными друг другу, т.е. имеет место квазипериодический процесс (см. рис.2.1, б). Если процесс есть результат суммирования нескольких периодических и случайных процессов, спектр его является смешанным, т. е.

изображается в виде непрерывного и дискретного спектров, наложенных друг на друга (рис. 2.1, г).

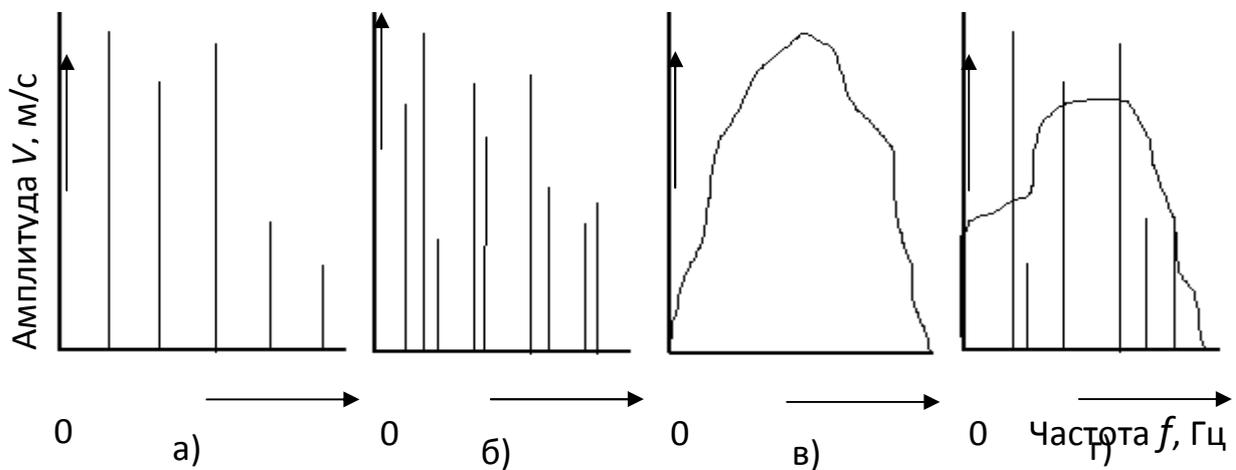


Рис. 2.1. Спектры виброакустических параметров

В силу специфических свойств органов чувств определяющими являются действующие значения параметров, характеризующих вибрацию. Так, действующее значение виброскорости есть среднеквадратичное мгновенных значений скорости  $V(t)$  за время усреднения  $T_y$ , которое выбирают с учетом характера изменения виброскорости во времени:

$$V_{\partial} = \sqrt{\frac{1}{T_y} \int_t^{t+T_y} V^2(t) dt}, \quad (2.17)$$

Таким образом, для характеристики вибрации используют спектры действующих значений параметров или средних квадратов последних  $V^2 = u_{\partial}^2$ . При оценке суммарного воздействия колебаний различных частот или отдельных источников следует иметь в виду, что при сложении некогерентных колебаний результирующую виброскорость (ускорение/смещение) находят соответствующим суммированием мощностей отдельных составляющих спектра (или отдельных источников) или, что одно и то же, суммированием средних квадратов виброскорости:

$$V_{\text{сум}}^2 = V_1^2 + V_2^2 + \dots + V_n^2, \quad (2.18)$$

где  $n$  – число составляющих в спектре.

В соответствии с этим результирующее действующее значение указанного параметра определяется выражением:

$$V_{\text{сум}} = U_{\text{д}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n V_i^2}, \quad (2.19)$$

Изображение непрерывного спектра требует обязательной оговорки о ширине  $\Delta f$  элементарных частотных полос, к которым относится изображение. Если  $f_1$  – нижняя граничная частота данной полосы частот,  $f_2$  – верхняя граничная частота, то в качестве частоты, характеризующей полосу в целом, берется среднегеометрическая частота:

$$f_{\text{сг}} = \sqrt{f_1 f_2}, \quad (2.20)$$

В практике виброакустических исследований весь диапазон частот вибраций разбивают на октавные диапазоны. В октавном диапазоне верхняя граничная частота вдвое больше нижней ( $f_2/f_1 = 2$ ). Анализ и построение спектров параметров вибрации могут производиться также в третьоктавных ( $f_2/f_1 = \sqrt[3]{2}$ ) полосах частот.

Среднегеометрические частоты октавных (третьоктавных) полос частот в виброакустике стандартизованы и составляют: 1; 2; 4; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16000 (0,8; 1,0; 1,2 и т.д.) Гц.

В зависимости от характера контакта тела человека с источником производственной вибрации условно различают локальную (местную) и общую вибрацию (вибрация рабочих мест).

Вибрация, передаваемая преимущественно через руки работающего, определяется как локальная. Вибрация рабочего места (скамьи, пола, обрабатываемого изделия, на котором находится человек) определяется как общая (рис. 2.2, а). В производственных условиях часто имеет место сочетание локальной и общей вибраций.

Смешанное воздействие с преобладанием местной вибрации возникает при работе ряда ручных машин, когда передача колебаний по телу осуществляется не только через верхние, но и через нижние конечности, грудь, спину и другие части тела в зависимости от рабочей позы и конструкции инструмента.

В других случаях преобладает общая вибрация, например, при формовке железобетонных изделий на виброплатформах с одновременным ручным разравниванием бетонной массы.

Локальную вибрацию подразделяют на действующую вдоль осей ортогональной системы координат  $X_l$ ,  $Y_l$ ,  $Z_l$  (рис.2.2, б), где ось  $X_l$  параллельна оси места охвата источника вибрации (рукоятки, ложемента, рулевого колеса, рычага управления, удерживаемого в руках обрабатываемого изделия и т.п.), ось  $Y_l$  перпендикулярна ладони, а ось  $Z_l$  лежит в плоскости, образованной осью  $X_l$  и направлением подачи или приложения силы (или осью предплечья, когда сила не прикладывается).

По источнику возникновения общую вибрацию различают:

**общую вибрацию 1 категории** – транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам (в том числе при их строительстве). К источникам транспортной вибрации относят: тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины (в том числе комбайны); автомобили грузовые (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и т.д.); снегоочистители; самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт;

**общую вибрацию 2 категории** – транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок. К источникам транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы (в

том числе роторные); краны промышленные и строительные; машины для загрузки (завалочные) мартеновских печей в металлургическом производстве; горные комбайны, шахтные погрузочные машины, самоходные бурильные каретки; путевые машины, напольный производственный транспорт;

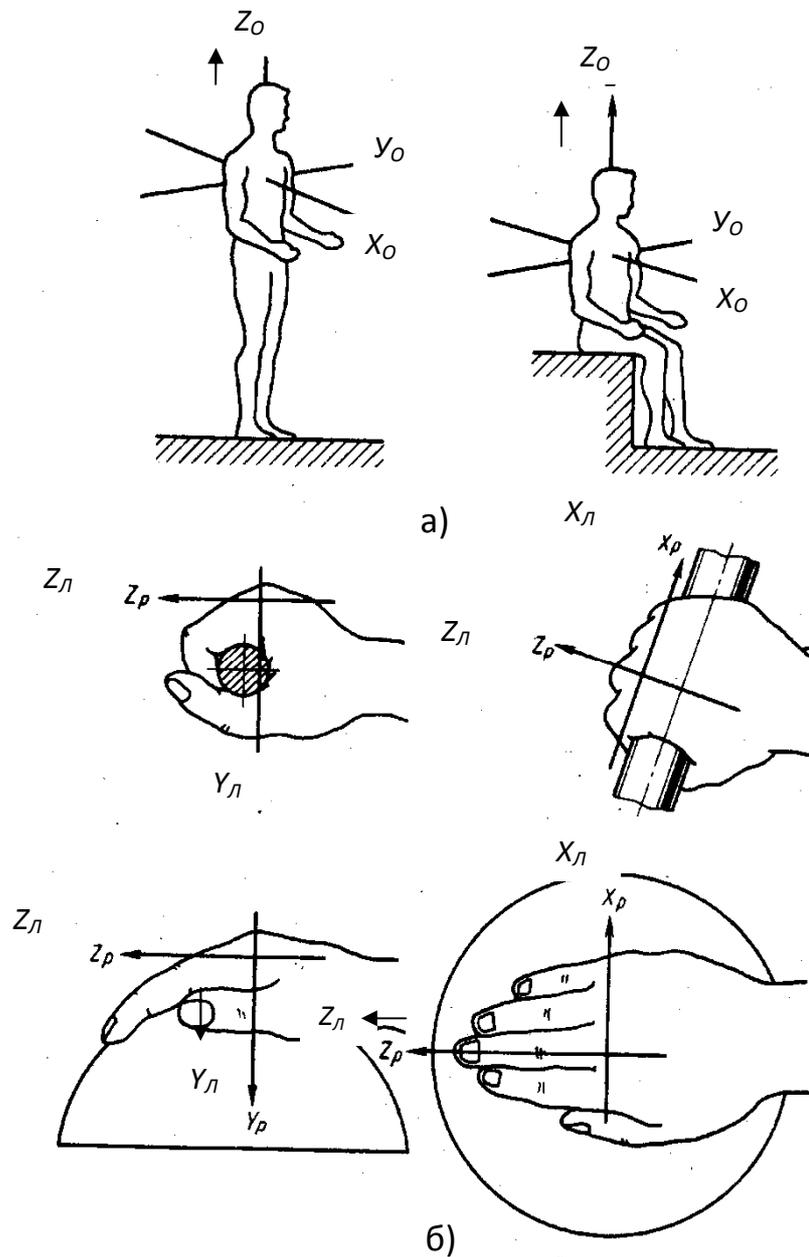


Рис. 2.2. Направление координатных осей при действии вибрации:  
 а – общей (положение стоя и сидя); б – локальной (охват цилиндрических и сферических поверхностей)

*общую вибрацию 3 категории* – технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие; кузнечнопрессовое оборудование; литейные машины; электрические машины, стационарные электрические установки; насосные агрегаты и вентиляторы; оборудование для бурения скважин, буровые станки; машины для животноводства, очистки и сортировки зерна (в том числе сушилки); оборудование промышленности стройматериалов (кроме бетоноукладчиков); установки химической и нефтехимической промышленности и др.

Общую вибрацию категории 3 по месту действия для условий производства подразделяют на следующие типы:

а) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещениях, где нет машин, генерирующих вибрацию;

в) на рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда.

При нормировании общую вибрацию определяют по направлению вдоль осей ортогональной системы координат  $X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$  (рис. 2.2, а), где  $X_0$  (от спины к груди) и  $Y_0$  (от правого плеча к левому) – горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям;  $Z_0$  – вертикальная ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и т.п.

### ***2.4.2. Воздействие вибрации на организм человека***

Особенности воздействия производственной вибрации определяются частотным спектром и расположением в его пределах составляющих с максимальным уровнем энергии колебания. Местная вибрация малой интенсивности может оказывать благоприятное воздействие на организм человека, восстанавливая трофические изменения, улучшая функциональное состояние центральной нервной системы, ускоряя заживление ран и т. п. При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии – вибрационной болезни. Наибольший удельный вес (распространение) имеет патология, в этиопатогенезе которой существенную роль играет местная (локальная) вибрация.

В производственных условиях ручные машины, вибрация которых имеет максимальные уровни энергии (максимальный уровень виброскорости) в полосах низких частот (до 35 Гц), вызывают вибрационную патологию с преимущественным поражением нервно-мышечного, опорно-двигательного аппаратов. При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (выше 125 Гц), возникают главным образом сосудистые расстройства с наклоном к спазму периферических сосудов. При воздействии вибрации низкой частоты заболевание возникает через 8–10 лет (формовщики, бурильщики с электросверлами), при воздействии высокочастотной вибрации – через 5 и менее лет (шлифовщики, рихтовщики).

Локальная вибрация широкого спектра преимущественно средне-высокочастотная (35...125 Гц и более) чаще с неравномерным распределением максимальных уровней по ширине спектра энергии и наличием импульсного удара (клепка, обрубка, бурение) вызывает различную степень сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений. Сроки развития патологии при воздействии подобной вибрации – от 3 до 8 лет.

Воздействие общей вибрации разных параметров вызывает различную степень выраженности изменений в центральной и вегетативных нервных системах, сердечнососудистой системе, обменных процессах, вестибулярном аппарате.

Возникновение и развитие вибрационной болезни обусловлены сложным взаимодействием рефлекторно развивающихся изменений в деятельности различных отделов нервной системы. Большую роль в характере реакций организма играют сопутствующие факторы: микротравматизация, охлаждение, статическое мышечное усилие, пониженное атмосферное давление, производственный шум.

### **2.4.3. Гигиеническое нормирование вибрации**

Гигиеническая оценка постоянной и непостоянной вибрации, воздействующей на человека, производится следующими методами [15, 16]:

- частотным (спектральным) анализом нормируемого параметра;
- интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра;
- интегральной оценкой с учетом времени вибрационного воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.

Нормируемые параметры указываются для определенного диапазона частот:

- для локальной вибрации в виде октавных полос со среднегеометрическими частотами: 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;
- для общей вибрации в виде октавных или 1/3 октавных полос со среднегеометрическими частотами: 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц.

При частотном (спектральном) анализе нормируемыми параметрами являются среднеквадратические значения виброскорости  $v$  и виброускорения  $a$  или их логарифмические уровни  $L_v$ ,  $L_a$ , измеряемые в 1/1 и 1/3 октавных полосах частот.

При интегральной оценке по частоте нормируемым параметром является скорректированное значение виброскорости и виброускорения  $U$  или их логарифмические уровни  $L_U$ , измеряемые с помощью корректирующих фильтров или вычисляемые по формулам:

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i \cdot K_{U_i})^2} \quad (2.21)$$

или

$$L_U = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{U_i} + L_{k_i})}, \quad (2.22)$$

где  $U_i$ ,  $L_{U_i}$  – средние квадратические значения виброскорости или виброускорения (или их логарифмические уровни) в  $i$ -й частотной полосе;  $n$  – число частотных полос (1/3 или 1/1 октав) в нормируемом частотном диапазоне;  $K_{U_i}$ ,  $L_{k_i}$  – весовые коэффициенты для  $i$ -й частотной полосы соответственно для абсолютных значений или их логарифмических уровней, определяемые для локальных и для общих вибраций по таблицам, т.е. скорректированный уровень вибрации – одночисловая характеристика вибрации, определяемая как результат энергетического суммирования уровней вибрации в октавных полосах частот с учетом октавных поправок.

При интегральной оценке вибрации с учетом времени ее воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемым параметром является эквивалентное скорректированное значение виброскорости или виброускорения  $U_{\text{экв}}$  или их логарифмический уровень  $L_{U_{\text{экв}}}$ , измеренные или вычисленные по формулам:

$$U_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_i^2 \cdot t_i}{T}}, \quad (2.23)$$

или

$$L_{U_{экв}} = 101g \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i t_i} \right), \quad (2.24)$$

где  $U_i$  – скорректированное по частоте значение контролируемого параметра виброскорости ( $v, L_v$ ), м/с, или виброускорения ( $a, L_a$ ), м/с<sup>2</sup>;  $t_i$  – время действия вибрации, ч;

$$T = \sum_{i=1}^n t_i, \quad (2.25)$$

$n$  – общее число интервалов действия вибрации.

Следовательно, эквивалентный (по энергии) скорректированный уровень изменяющейся во времени вибрации – это скорректированный уровень постоянной во времени вибрации, которая имеет такое же среднеквадратичное скорректированное значение виброускорения и/или виброскорости, что и данная непостоянная вибрация в течение определенного интервала времени.

Доза вибрации  $D$  определяется по формуле:

$$D = \int_0^T \tilde{U}^m(t) dt, \quad (2.26)$$

где  $\tilde{U}$  – скорректированное по частоте значение контролируемого параметра в момент времени  $t$ , м/с<sup>-2</sup> или м/с<sup>-1</sup>;  $m$  – показатель эквивалентности физиологического воздействия вибрации, устанавливаемый санитарными нормами.

Предельно допустимые величины нормируемых параметров производственной локальной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) приведены в табл. 2.8.

Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе, не допускается.

Таблица 2.8

Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_{л}, Y_{л}, Z_{л}$			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	м/с · 10 <sup>-2</sup>	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112

Предельно допустимые величины нормируемых параметров вибрации рабочих мест при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) для вибрации категории 1 (транспортной вибрации) приведены в табл. 2.9.

#### **2.4.4. Мероприятия по снижению воздействия вибрации**

Наиболее эффективными являются средствами коллективной защиты.

Виброзащита осуществляется следующими основными методами [17]:

- снижением виброактивности источника вибрации;
- применением вибродемпфирующих (вибропоглощающих) покрытий, приводящих к снижению интенсивности пространственной вибрации конструкции за счет рассеяния энергии механических колебаний;
- виброизоляцией, когда между источником и защищаемым объектом размещается дополнительное устройство, так называемый виброизолятор.

Различают вибрацию при силовом и кинематическом возбуждении;

- динамическим гашением вибрации, при котором к защищаемому объекту присоединяется дополнительная механическая система, изменяющая характер его колебаний. Средства реализации этого метода: динамические виброгасители и фундаменты (основания);

- активным гашением вибрации, когда для виброзащиты используется дополнительный источник, который в сравнении с основным источником генерирует колебания той же амплитуды, но противоположной фазы.

Таблица 2.9

Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категории 1

Средне-геометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения виброускорения							
	м/с <sup>2</sup>				дБ			
	в 1/3 октаве		в 1/1 октаве		в 1/3 октаве		в 1/1 октаве	
	Z <sub>o</sub>	X <sub>o</sub> , Y <sub>o</sub>	Z <sub>o</sub>	X <sub>o</sub> , Y <sub>o</sub>	Z <sub>o</sub>	X <sub>o</sub> , Y <sub>o</sub>	Z <sub>o</sub>	X <sub>o</sub> , Y <sub>o</sub>
0,80	0,70	0,22			117	107		
1,00	0,63	0,22	1,10	0,40	116	107	121	112
1,25	0,56	0,22			115	107		
1,60	0,50	0,22			114	107		
2,00	0,45	0,22	0,79	0,45	113	107	118	113
2,50	0,40	0,28			112	109		
3,15	0,35	0,35			111	111		
4,00	0,32	0,45	0,56	0,79	110	113	115	118
5,00	0,32	0,56			110	115		
6,30	0,32	0,70			110	117		
8,00	0,32	0,89	0,63	1,60	110	119	116	124
10,00	0,40	1,10			112	121		
12,50	0,50	1,40			114	123		
16,00	0,63	1,80	1,10	3,20	116	125	121	130
20,00	0,79	2,20			118	127		
25,00	1,00	2,80			120	129		
31,50	1,30	3,50	2,20	6,30	122	131	127	136
40,00	1,60	4,50			124	133		
50,00	2,00	5,60			126	135		
63,00	2,50	7,00	4,50	13,00	128	137	133	142
80,00	3,20	8,90			130	139		
Корректированные уровни	—	—	0,56	0,40	—	—	115	112

**К организационно-техническим мероприятиям** по профилактике вибропоражений относятся: замена операций, требующих применения ручных машин, автоматизацией процессов и их дистанционным управлением; максимальное применение прессовой и односторонней клепки взамен ударной; уменьшение удельного веса обрубных работ за счет внедрения точного литья, дробеструйной чистки литья, газопламенной резки и электроискровой и электрохимической обработки; применение самоходного оборудования с автоматическим управлением взамен ручного бурения; механизация процессов ручной формовки; дистанционное управление бетоноукладчиков и пр., а также плано-предупредительный ремонт и контроль за вибрационными параметрами.

**Плано-предупредительный ремонт и контроль** за вибрационными параметрами заключается в том, что ручные машины, находящиеся в эксплуатации, не реже чем 1 раз в 6 мес. должны проверяться на соответствие их вибрационных параметров паспортным данным. Все результаты контрольных измерений вибрации машины, отметки о ремонте и профилактике вносятся в специальный журнал и индивидуальный паспорт машины. Ручные машины должны быть индивидуально закреплены за работающими, храниться в специально отведенных местах, регулярно смазываться.

**К техническим мероприятиям** относится создание новых конструкций инструментов и машин, вибрация которых не должна выходить за пределы безопасной для человека, а усилие, прикладываемое руками работающего к ручной машине, должно быть в пределах 15...20 кг, создание клепальных, рубильных, отбойных, бурильных и других конструкций, в которых используются различные принципы виброзащиты: изменение внутреннего цикла работы молотков, выбор рациональных параметров ударного узла, применение различных демпфирующих приспособлений [17, 18, 19].

Для защиты левой руки от вибрации вставного инструмента применяются виброгасящие насадки из губчатой резины, пластмассы в комбинации с

пружинными амортизаторами, подобные насадки используются и для защиты от вибрации рукояток шлифовальных машин. Уменьшения вибрации шлифовальных и других инструментов вращательного действия можно добиться тщательной регулярной балансировкой абразивных кругов и насадок, регулярной заменой кругов с нарушенными поверхностями, создающими дисбаланс.

Для уменьшения вибрации, передаваемой на рабочие места, применяются специальные амортизирующие сиденья, площадки с пассивной пружинной изоляцией, резиновые, поролоновые и другие виброгасящие настилы.

Расчет фундаментов и виброизоляционных средств на стадии проектирования является кардинальным средством снижения общей вибрации при установке мощных машин и агрегатов.

**Гигиенические, лечебно-профилактические и правовые мероприятия.** В соответствии с рекомендациями к разработке положения о режиме труда работников виброопасных профессий общее время контакта с вибрирующими машинами, вибрация которых соответствует санитарной норме, на протяжении смены не должно превышать  $2/3$  длительности рабочего дня. Операции должны распределяться между работниками так, чтобы продолжительность непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, не превышала 15–20 мин. Рекомендуются при этом два регламентированных перерыва (для активного отдыха, проведения производственной гимнастики по специальному комплексу, гидропроцедур): 20 мин (через 1–2 ч от начала смены) и 30 мин (через 2 ч после обеденного перерыва).

Режим труда должен устанавливаться при показателе превышения вибрационной нагрузки на оператора не менее 1 дБ (в 1,12 раза), но не более 12 дБ (в 4 раза).

При показателе превышения более 12 дБ (в 4 раза) запрещается проводить работы и применять машины, генерирующие такую вибрацию.

К работе с вибрирующими машинами и оборудованием допускаются лица не моложе 18 лет, получившие соответствующую квалификацию и сдавшие технический минимум по правилам безопасности выполнения работ. При приеме на работу они должны проходить предварительный медицинский осмотр, а в процессе работы – периодические осмотры не реже 1 раза в год в соответствии с приказом министра здравоохранения.

Работа с вибрирующим оборудованием, как правило, должна проводиться в отапливаемых помещениях с температурой воздуха не менее 16°C при влажности 40...60% и скорости его движения не более 0,3 м/с. При невозможности создания подобных условий (работа на открытом воздухе, подземные работы и т. п.) для периодического обогрева должны быть предусмотрены специальные отапливаемые помещения с температурой воздуха не менее 22°C, относительной влажностью 40...60% и скоростью движения воздуха 0,3 м/с.

Для повышения защитных свойств организма, работоспособности и трудовой активности следует использовать специальные комплексы производственной гимнастики, витаминпрофилактику (два раза в год комплекс витаминов С, В; никотиновая кислота), спецпитание. Целесообразно проведение в середине или в конце рабочего дня 5–10-минутных гидропроцедур, сочетающих ванночки при температуре воды 38°C и самомассаж для верхних конечностей.

**Средства индивидуальной защиты.** В качестве индивидуальных средств защиты от вибрации применяются гасящие вибрацию рукавицы, виброзащитная обувь, виброзащитные платформы, сиденья и рукоятки. В настоящее время требования к защитным рукавицам и обуви с применением упругодемпфирующих материалов впервые регламентируются специальными ГОСТами. Стандартизируются эффективность гашения вибрации, толщина упругодемпфирующего материала, преимущественная область применения и другие требования к защитным изделиям этого типа. Виброзащитная обувь

изготавливается в виде сапог, полусапог и полуботинок с упругодемпфирующим низом обуви и применяется в условиях общей вибрации.

## **2.5. Параметры световой среды**

### ***2.5.1. Влияние световой среды на здоровье и работоспособность человека***

Посредством зрения люди воспринимают до 90% необходимой информации. Свет необходим для нормальной жизнедеятельности человека, сохранения его здоровья и поддержания высокой работоспособности. Он влияет на тонус, на обмен веществ, на иммунные и аллергические реакции и самочувствие человека.

Освещение – это использование световой энергии солнца и искусственных источников света для обеспечения зрительного восприятия окружающего мира. Естественное освещение наиболее благоприятно как для органов зрения, так и для организма человека в целом.

Недостаточное освещение затрудняет зрительную работу, вызывает повышенное утомление, увеличивает опасность травм и способствует развитию близорукости. При освещении рабочего места, не соответствующего санитарно-гигиеническим нормам, вероятность ошибочных действий может возрасти в 3 раза. Излишне яркий свет слепит, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность. Чрезмерная яркость может вызвать фотоожоги глаз и кожи, катаракты и другие нарушения.

При планировании естественного, искусственного и комбинированного освещения в производственных помещениях учитывается влияние освещенности на работоспособность человека.

Рациональное освещение - один из показателей высокого уровня культуры труда, неотъемлемая часть эргономики и производственной эстетики.

Положительное влияние правильно решенной системы освещения на производительность труда и его качество в настоящее время не вызывает сомнения. Оптимально подобранный способ освещения рабочего места способствует повышению производительности труда на 15-20 %, обеспечивает психологический комфорт, способствует уменьшению зрительного и общего утомления, снижает опасность производственного травматизма.

### **2.5.2. Основные светотехнические характеристики**

**Видимый свет** – это электромагнитные излучения длиной волны от 380 до 780 нм. Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К *количественным* показателям относятся [20]:

**Лучистый поток ( $\Phi$ )** – это мощность лучистой энергии электромагнитного поля в оптическом диапазоне волн, Вт.

**Световой поток ( $F$ )** – это лучистая энергия, вызывающая световое ощущение. Единица измерения светового потока – люмен (лм). Люмен представляет собой световой поток от эталонного точечного источника в 1 международную свечу, помещенного в вершине телесного угла в 1 стерадиан (ср). Световой поток принято оценивать в пространстве и на поверхности. В первом случае характеристикой служит *сила света*, во втором – *освещенность*.

**Сила света ( $I$ )** – это пространственная плотность светового потока, определяется как отношение светового потока к величине телесного угла:

$$I = dF / d\Omega , \quad (2.27)$$

где  $d\Omega$  – телесный угол, в пределах которого распространяется световой поток, единицей измерения телесного угла является стерадиан (ср). Единица измерения силы света – кандела (кд):  $1\text{ кд} = 1\text{ лм/ср}$ .

**Освещенность ( $E$ )** – поверхностная плотность светового потока, определяется как отношение светового потока падающего на элемент поверхности  $dF$  к площади освещаемой поверхности  $dS$  ( $\text{м}^2$ ):

$$E = dF / dS , \quad (2.28)$$

Единица измерения освещенности – люкс (лк):  $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм} / \text{м}^2$ .

**Яркость (L)** – это часть пространственной плотности светового потока, исходящая от светящейся или освещаемой поверхности в сторону глаза. Она зависит от силы света, угла падения светового потока на плоскость, цвета предмета и др. Определяется как отношение силы света  $dI_\alpha$ , излучаемой поверхностью под углом  $\alpha$  в направлении, к проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению:

$$L_\alpha = dI_\alpha / dS \cos \alpha , \quad (2.29)$$

Единица измерения яркости –  $1 \text{ кд} / \text{м}^2$ .

Для *качественной* оценки условий зрительной работы используют следующий ряд показателей [20].

**Объект различения** – это рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

**Фон** – это поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон характеризуется коэффициентом отражения поверхности.

**Коэффициент отражения поверхности ( $\rho$ )** – это способность поверхности отражать падающий на нее световой поток, определяется как отношение отраженного светового потока  $F_{\text{отр}}$  к падающему  $F_{\text{пад}}$ :

$$\rho = F_{\text{отр}} / F_{\text{пад}} , \quad (2.30)$$

Коэффициент отражения меняется в пределах от 0,02 до 0,95. При значении коэффициента отражения поверхности более 0,4 - фон считается светлым; от 0,2 до 0,4 - средним; менее 0,2 – темным [20].

**Контраст объекта различения с фоном (K)** – характеризует степень различения объекта и фона и определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью рассматриваемого объекта и фона к яркости фона:

$$K = (L_\phi - L_o) / L_\phi \quad (2.31)$$

где  $L_\phi$  и  $L_o$  – соответственно яркость фона и объекта.

Контраст объекта различения с фоном считается *большим* - при К более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости); *средним* при К от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости); *малым* при К менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости) [20].

**Коэффициент пульсации освещенности ( $k_{\Pi}$ ), %** - критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в осветительной установке в результате изменения во времени светового потока источников света при их питании переменным током, выражающийся формулой:

$$k_{\Pi} = [(E_{\text{MAX}} - E_{\text{MIN}}) / 2E_{\text{CP}}] 100\% , \quad (2.32)$$

где  $E_{\text{max}}$ ,  $E_{\text{min}}$  и  $E_{\text{cp}}$  – соответственно максимальное, минимальное и среднее значение освещенности за период колебаний, лк; для газоразрядных ламп  $k_{\Pi} = (25-65) \%$ , для ламп накаливания  $k_{\Pi} = 7 \%$ , для галогенных ламп  $k_{\Pi} = 1 \%$ .

**Показатель ослепленности ( $P_o$ )** - критерий оценки слепящего действия, осветительной установки, определяемый выражением:

$$P_o = 1000 (k_0 - 1) , \quad (2.33)$$

где  $k_0$  – коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

**Видимость ( $V$ )** – это способность глаза воспринимать объект в зависимости от его освещенности, размера, яркости, контраста объекта с фоном и длительности экспозиции. Видимость оценивается числом пороговых контрастов ( $K_{\text{пор}}$ ), содержащихся в действительном контрасте ( $K_d$ ):

$$V = K_d / K_{\text{пор}} , \quad (2.34)$$

**Пороговый контраст ( $K_{\text{пор}}$ )** – наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым на этом фоне.

**Показатель дискомфорта** – характеристика качества освещения, которая определяется степенью дополнительной напряженности зрительной работы, вызываемая резким различием яркостей одновременно видимых поверхностей в освещенном помещении. Чувствительность глаза неодинакова к различным

цветам. Наибольшая восприимчивость наблюдается по отношению к желтому и желто-зеленому цветам, наименьшая – к красному и фиолетовому.

### **2.5.3. Классификация производственного освещения**

Производственное освещение - это такая система естественного и искусственного освещения, которая позволяет работающим нормально осуществлять определенный технологический процесс.

В производственных условиях используется три вида освещения: *естественное* (источником света является солнце), *искусственное* (за счет искусственных источников света) и *совмещенное* (одновременное сочетание естественного и искусственного освещения) [20].

**Естественное освещение** создается природными источниками света – прямыми солнечными лучами и диффузным светом небосвода (от солнечных лучей рассеянных атмосферой), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Освещенность, создаваемая естественным дневным светом, изменяется в чрезвычайно широких пределах, что обусловлено временем дня, сезоном года, наличием облачности или осадков, а также географическим расположением местности.

Поэтому естественное освещение нельзя характеризовать абсолютной величиной освещенности. Основным показателем освещенности является коэффициент естественной освещенности.

**Коэффициент естественной освещенности (КЕО)** – это отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке внутри помещения естественным светом небосвода, к одновременно измеренному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода и выражается в процентах:

$$КЕО = (E_{ВН} / E_{НАР}) 100\% . \quad (2.35)$$

где  $E_{ВН}$  и  $E_{НАР}$  - соответственно естественная освещенность внутри помещения и снаружи здания.

Для создания естественной освещенности в зданиях служат окна, а также световые проемы и фонари на крыше.

Естественное освещение подразделяется на:

- *боковое* – естественное освещение помещения через световые проемы в наружных стенах (одно- и двухстороннее);

- *верхнее* – естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания;

- *комбинированное* – сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

**Искусственное освещение** – освещение помещения только источниками искусственного света.

Искусственное освещение может быть двух систем:

– *общее освещение*, при котором светильники размещают в верхней зоне помещения равномерно (*общее равномерное освещение*) или применительно к расположению оборудования (*общее локализованное освещение*);

– *комбинированное освещение*, когда к общему добавляется *местное освещение*, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах;

**Совмещенное освещение** применяется в том случае, когда только естественное освещение не может обеспечить необходимые условия для выполнения производственных операций и дополняется искусственным освещением.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное. При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения [20].

**Рабочее освещение** предназначено для обеспечения нормальной работы в производственных помещениях, в местах производства работ, на территории

предприятий и обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения).

**Аварийное освещение** предусматривается на случай нарушения питания основного (рабочего) освещения и подключается к источнику питания, не зависящему от источника питания рабочего освещения. Аварийное освещение разделяется на эвакуационное и резервное.

**Эвакуационное освещение** предназначено для эвакуации людей из производственных помещений при авариях и отключении рабочего освещения.

Эвакуационное освещение подразделяется на: освещение путей эвакуации, эвакуационное освещение зон повышенной опасности и эвакуационное освещение больших площадей (антипаническое освещение).

Освещение путей эвакуации должно обеспечивать 50% нормируемой освещенности через 5 с после нарушения питания рабочего освещения, а 100% нормируемой освещенности - через 10 с. Эвакуационное освещение зон повышенной опасности следует предусматривать для безопасного завершения потенциально опасного процесса или ситуации.

Минимальная освещенность эвакуационного освещения зон повышенной опасности должна составлять 10% нормируемой освещенности для общего рабочего освещения, но не менее 15 лк. Эвакуационное освещение зон повышенной опасности должно обеспечивать 100%-ную нормируемую освещенность через 0,5 с после нарушения питания рабочего освещения.

Эвакуационное освещение больших площадей (антипаническое освещение) предусматривается в больших помещениях площадью более 60 м<sup>2</sup> и направлено на предотвращение паники и обеспечение условий для безопасного подхода к путям эвакуации.

Минимальная продолжительность работы эвакуационного освещения больших площадей должна быть не менее 1 ч. Освещение должно обеспечивать 50% нормируемой освещенности через 5 с после нарушения питания рабочего освещения, а 100% нормируемой освещенности - через 10 с.

Минимальная освещенность эвакуационного освещения больших площадей должна быть не менее 0,5 лк на всей свободной площади пола, за исключением полосы 0,5 м по периметру помещения.

**Резервное освещение** - это вид аварийного освещения для продолжения работы в случае отключения рабочего освещения. Резервное освещение следует предусматривать, если по условиям технологического процесса или ситуации требуется нормальное продолжение работы при нарушении питания рабочего освещения, а также если связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать: гибель, травмирование или отравление людей; взрыв, пожар, длительное нарушение технологического процесса; утечку токсических и радиоактивных веществ в окружающую среду. Освещенность от резервного освещения должна составлять не менее 30% нормируемой освещенности для общего рабочего освещения.

**Охранное освещение** устраивают вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время. Наименьшая освещенность 0,5 лк.

**Дежурное освещение** - освещение в нерабочее время.

**Сигнальное освещение** применяется для фиксации границ опасных зон; оно указывает на наличие опасности либо на безопасный путь эвакуации.

**Бактерицидное облучение** (освещение) создается для обеззараживания воздуха, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной способностью обладают ультрафиолетовые лучи длиной волны 254 – 257 нм.

**Эритемное облучение** создается в помещениях, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения). Максимальное эритемное воздействие оказывают электромагнитные лучи с длиной волны 297 нм. Они стимулируют обмен веществ, кровообращение, дыхание и другие функции организма.

#### **2.5.4. Нормирование освещения**

При нормировании освещенности производственных помещений регламентируются ее допустимые значения в зависимости от вида освещения и характера зрительной работы. Выбор значений нормируемых параметров осуществляется в соответствии с положениями СНиП 23–05–95 [20] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [21]. Все зрительные работы, характеризуются:

- *разрядом зрительной работы*, который определяется в зависимости от размера объекта различения, то есть в зависимости от точности выполняемой зрительной работы;

- *подразрядом зрительной работы*, который определяется сочетанием контраста объекта различения с фоном и светлоты фона; для большинства разрядов зрительной работы существуют по четыре подразряда: а, б, в, г; например, подразряд «а» означает, что контраст объекта различения с фоном – малый, а характеристика фона – темный.

Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего. В соответствии с классификацией, все работы делятся на VIII разрядов.

Для различных видов освещения нормируемые показатели различны.

При *искусственном освещении* для каждого разряда и подразряда зрительной работы нормируются:

- освещенность в лк;
- показатель ослепленности  $P_o$ ;
- коэффициент пульсации освещенности  $k_{п}$ , %.

Нормированные значения освещенности в люксах, отличающиеся на одну ступень, следует принимать в соответствии со СНиП [20] по шкале: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

Нормы освещенности по СНиП [20] следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

- при работах I – IV разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
- при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 200 лк и менее;
- при специальных повышенных санитарных требованиях (на предприятиях пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещенность от системы общего освещения – 500 лк и менее;
- при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения 750 лк и менее;
- при наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 500 об/мин, или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;
- при постоянном поиске объектов различения на поверхности размером 0,1 м<sup>2</sup> и более;
- в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

При наличии одновременно нескольких признаков нормы освещенности следует повышать не более чем на одну ступень.

В производственных помещениях освещенность проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25% нормируемой освещенности, создаваемой светильниками общего освещения, но не менее 100 лк.

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящие элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах.

При естественном и совмещенном освещении в соответствии со СНиП [20] для каждого разряда зрительной работы в зависимости от характеристики освещения (верхнее, боковое или комбинированное) нормируется коэффициент естественной освещенности  $KEO_N (e_N)$ .

Россия делится на 5 групп административных районов по ресурсам светового климата [20]. Нормируемые значения  $KEO_N (e_N)$  для зданий, располагаемых в различных районах определяются по формуле:

$$KEO_N (e_N) = e_H \cdot m_N, \quad (2.36)$$

где  $e_H$  - значение КЕО по таблицам 1 и 2 СНиП [20],  $m$  - коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от группы административного района (N) и ориентации световых проемов по сторонам горизонта по табл. 4, группы административных районов России по ресурсам светового климата приведены в прил. Е [20].

При двустороннем естественном боковом освещении помещений любого назначения нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке в центре помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза и рабочей поверхности.

В производственных помещениях глубиной до 6,0 м при одностороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1,0 м от стены или линии максимального заглубления зоны, наиболее удаленной от световых проемов.

В крупногабаритных производственных помещениях глубиной более 6,0 м при боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке на условной рабочей поверхности, удаленной от световых проемов:

- на 1,5 высоты от пола до верха световых проемов для зрительных работ I-IV разрядов;

- на 2,0 высоты от пола до верха световых проемов для зрительных работ V-VII разрядов;

- на 3,0 высоты от пола до верха световых проемов для зрительных работ VIII разряда.

При верхнем или комбинированном естественном освещении помещений любого назначения 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.

В небольших помещениях при одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при двустороннем боковом освещении – в точке посередине помещения.

Допускается деление помещений на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением. В производственных помещениях со зрительными работами I-III разрядов следует применять совмещенное освещение. Допускается применение верхнего естественного освещения в крупнопролетных сборочных цехах, в которых работы выполняются в значительной части объема помещения на разных уровнях пола и на различно ориентированных в пространстве рабочих поверхностях. При этом нормированные значения КЕО применяются для разрядов I-III соответственно 10; 7; 5%.

Уровень естественной освещенности в производственных помещениях с течением времени снижается вследствие загрязнения остекленных поверхностей, стен и потолков. Поэтому следует регулярно чистить стекла, красить или белить стены и потолки. Слепящее действие прямых солнечных

лучей на работающих и возникающую при этом блескость предметов устраняют с помощью солнцезащитных козырьков, штор, жалюзи и экранов.

Требования к освещению помещений промышленных предприятий (КЕО, нормируемая освещенность, допустимые сочетания показателей ослепленности и коэффициента пульсации освещенности) следует принимать по табл. 1 и с учетом требований п.7.5 и п.7.6 СНиП [20].

Требования к освещению помещений жилых, общественных и административно-бытовых зданий (КЕО, нормируемая освещенность, цилиндрическая освещенность, объединенный показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности) следует принимать по табл. 2 и прил. К СНиП [20].

#### ***2.5.5. Основные принципы проектирования освещения***

Для сохранения здоровья работника и его работоспособности, а так же исключения случаев производственного травматизма при проектировании освещения следует:

- знать и учитывать спектральную характеристику освещения;
- знать и учитывать отражающую характеристику предметов на рабочем месте (светоотражающие, светопоглощающие поверхности и их сочетание в рабочей среде «операционном поле» работника, влияние на концентрацию его внимания и утомляемость, взаимодополняющие источники света);
- знать и применять оптимальное направление световых потоков;
- знать и учитывать влияние материалов, препятствующих прохождению световых потоков (оконные стекла, светорассеивающие покрытия ламп, шторы, жалюзи и пр.) на работоспособность зрительного анализатора и работоспособность в целом;
- знать способы защиты зрительного анализатора от негативного воздействия освещения в условиях трудовой деятельности (дополнительное

фокусированное освещение, использование светофильтров, ношение защитных очков, светозранирование, применение отраженного света и пр.);

- знать способы сохранения и улучшения качества работы зрительного анализатора с учетом особенностей условий трудовой деятельности (длительное пребывание в затемнённом помещении, работа с компьютером, работа со светоотражающими поверхностями и пр.);

- расчетными методами определять необходимую площадь световых проемов для естественного освещения и количество светильников – для искусственного и естественного освещения.

Кроме того, целесообразно организовывать мероприятия по восстановлению уровня работоспособности специалиста, снижающейся под влиянием освещённости его рабочего места.

## **2.6. Неионизирующие излучения**

**Неионизирующие излучения** – это электромагнитные излучения (ЭМИ) различной частоты, которые не вызывают ионизацию атомов и молекул вещества. В эту же группу относят статическое электрическое и постоянное магнитное поля.

В зависимости от вида и интенсивности ЭМИ могут оказывать влияние на здоровье человека и его последующих поколений. Опасность воздействия электромагнитных, постоянных магнитных и электростатических полей усугубляется тем, что они не обнаруживаются органами чувств.

Спектр электромагнитного излучения природного и техногенного происхождения, оказывающий влияние на человека в производственных условиях, очень широк. Характер воздействия на человека электромагнитного излучения в разных диапазонах различен. В связи с этим значительно различаются и требования к нормированию различных диапазонов электромагнитного излучения.

Неионизирующие излучения делятся на виды в зависимости от частоты излучения и того воздействия, которое они оказывают на человека. Вследствие физических особенностей и различного влияния на организм человека электромагнитных излучений разной частоты принято раздельное нормирование диапазонов неионизирующих излучений, а также статического электрического и постоянного магнитного полей [11].

### ***2.6.1. Виды неионизирующих излучений, их воздействие на организм и нормативные требования***

Нормативные требования к предельно допустимым значениям параметров большинства неионизирующих излучений приведены в СанПиН 2.2.4.1191-03 [22] и СанПиН 2.2.4.1329–03 [23], требования к ЭМП на рабочем месте пользователя ПЭВМ – в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [24].

**Геомагнитное поле (ГМП)** – это постоянное магнитное поле Земли.

Ослабление геомагнитного поля оказывает отрицательное влияние на здоровье человека, в первую очередь – на нервную систему, что характеризуется изменением поведения человека, и его условно-рефлекторной деятельности.

Ослабление ГМП в производственных условиях происходит в экранированных сооружениях (экранирование от электромагнитных полей, генерируемых размещенным в помещении оборудованием), в подземных сооружениях, зданиях из железобетонных конструкций, кабинах строительных машин, салонах легковых автомобилей, самолетах, и т.д.

Интенсивность ГМП измеряют в единицах напряженности магнитного поля ( $H$ ) в А/м или в единицах магнитной индукции ( $B$ ) в Тл. Нормирование уровня ослабления геомагнитного поля производится коэффициентом ослабления интенсивности ГМП  $K_O$ , который равен отношению интенсивности ГМП открытого пространства  $B_O$  или  $H_O$  к его интенсивности внутри помещения  $B_B$  или  $H_B$  и в течение смены **не должен превышать 2:**

$$K_O = |B_O|/|B_B| < 2, \quad (2.37)$$

**Электростатические поля** (ЭСП) создаются неподвижными электрическими зарядами в результате их накопления на различных поверхностях. Напряженность электростатического поля в некоторых технологических процессах и на рабочих местах может достигать очень высоких значений (100 и более кВ/м).

Электростатические поля вызывают повышение артериального давления, приводят к возникновению головных болей, нарушениям сна и аппетита, влияют на обменные процессы.

Нормирование ЭСП осуществляется по уровню электрического поля дифференцированно в зависимости от времени его воздействия на работника за смену. Предельно допустимый уровень (ПДУ) напряженности электростатического поля  $E_{ПДУ}$  при воздействии не более 1 часа за смену устанавливается равным **60 кВ/м**. При более длительном времени  $t$  воздействия  $E_{ПДУ}$  определяется по формуле:

$$E_{ПДУ} = \frac{60}{\sqrt{t}}, \text{ кВ/м}, \quad (2.38)$$

**Постоянное** (во времени) **магнитное поле** (ПМП) создается постоянными магнитами, электромагнитами, силовыми линиями постоянного тока, гальваническими ваннами и др.

Постоянные магнитные поля оказывают неблагоприятное воздействие практически на все физиологические системы организма человека. Было установлено, что ПМП увеличивают время реакций на звук и свет, уменьшают количество эритроцитов в крови и гемоглобин. Отмечаются также серьезные изменения в сердечнососудистой, эндокринной и других системах организма.

Нормирование ПМП осуществляется по уровню напряженности магнитного поля дифференцированно – в зависимости от времени воздействия ПМП на работника за смену для условий общего (на все тело) и локального (кисти рук, предплечье) воздействия. Величину ПМП оценивают в единицах

напряженности магнитного поля  $H$  в А/м или в единицах магнитной индукции  $B$  в мТл. ПДУ напряженности и индукции ПМП на рабочих местах представлены в табл. 2.10.

Таблица 2.10

ПДУ постоянного магнитного поля

Время воздействия за рабочий день (минуты)	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
0-10	24	30	40	50
11-60	16	20	24	30
61-480	8	10	12	15

**Электромагнитные поля промышленной частоты (ЭМП ПЧ)** – электромагнитные поля с частотой, принятой в качестве стандартной для выработки электроэнергии, ее передачи и потребления. В РФ стандартной принята частота 50 Гц.

Источниками ЭМП ПЧ являются электрические машины (генераторы, электродвигатели, трансформаторы), линии передачи электроэнергии, распределительное, коммутирующее и другое электрооборудование, прочие потребители переменного тока промышленной частоты. Например, мощными источниками ЭМП ПЧ являются высоковольтные линии электропередачи, понижающие и распределительные электрические подстанции, электропривод промышленного оборудования, однофазные коллекторные электродвигатели бытовых электроприборов и пр.

В небольших дозах ЭМП ПЧ воздействуют на нервную систему (признаки – головная боль, повышенная раздражительность, утомляемость, вялость, сонливость). При высоких значениях ЭМП ПЧ на организм наблюдаются функциональные нарушения нервной и сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта. Имеются также данные об изменении показателей крови, хромосомных изменениях и воздействии на потомство.

Нормирование ЭМП ПЧ осуществляется отдельно по электрической (ЭП) и магнитной (МП) составляющим – по напряженности электрического поля  $E$  в кВ/м, и напряженности магнитного поля  $H$ , А/м или индукции  $B$ , Тл.

ПДУ напряженности ЭП ПЧ на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным **5 кВ/м**. При напряженности  $E$  в интервале больше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время  $T$  (час) пребывания в ЭП ПЧ определяется по формуле:

$$T = (50/E) - 2, \quad (2.39)$$

При напряженности свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания составляет 10 мин. Пребывание в ЭМП ПЧ с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

Указанные нормативные требования действительны при условии, что работы не связаны с подъемом на высоту, исключена возможность воздействия электрических разрядов на персонал, а также при условии защитного заземления всех изолированных от земли предметов, конструкций, частей оборудования, машин и механизмов, к которым возможно прикосновение работающих в зоне влияния ЭП. ПДУ напряженности периодических (синусоидальных) ЭМП ПЧ по магнитной составляющей устанавливаются для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия (табл.2.11).

Таблица 2.11

ПДУ воздействия периодического магнитного поля частотой 50 Гц

Время пребывания (ч)	Допустимые уровни МП, $H$ (А/м) / $B$ (мкТл) при воздействии	
	общем	локальном
$\leq 1$	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

Допустимая напряженность МП внутри временных интервалов определяется в соответствии с кривой интерполяции, приведенной на рис.2.3.

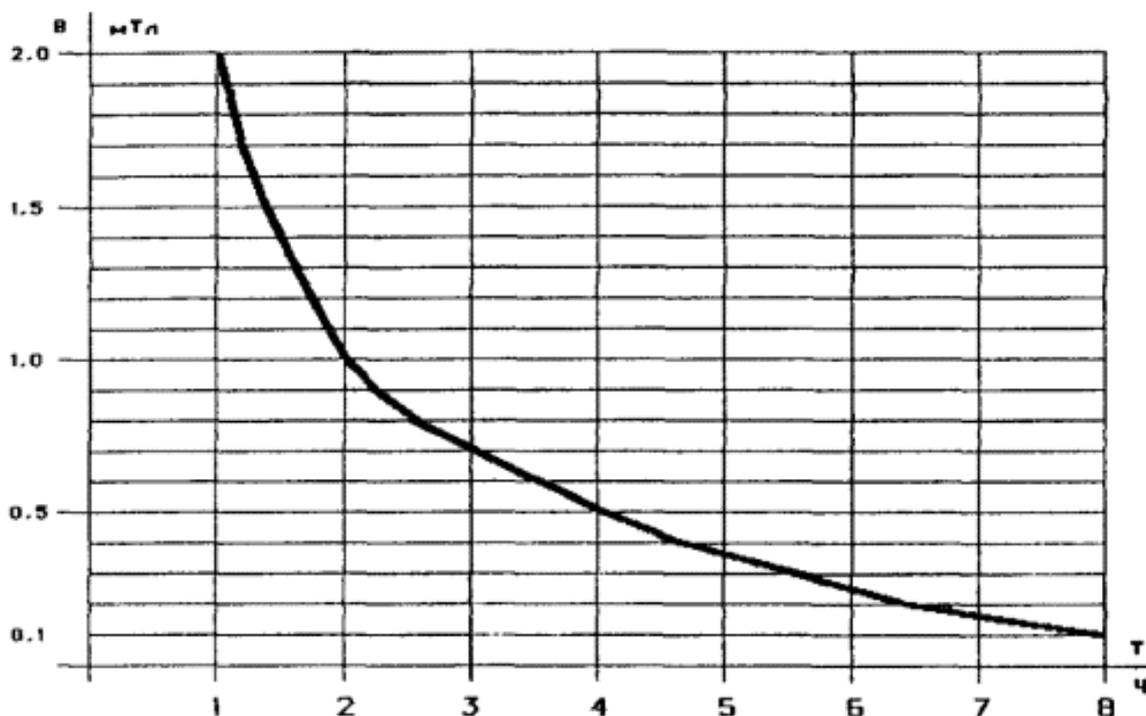


Рис.2.3. ПДУ производственных воздействий МП ПЧ в зависимости от времени пребывания персонала для условий общего воздействия

**Электромагнитные поля радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ)** возникают в широком диапазоне частот от  $10^4$  Гц до  $3 \cdot 10^9$  Гц (0,01 МГц – 300 ГГц). Источниками ЭМИ РЧ являются: телевизионные и радиостанции, радиолокационная и радионавигационная аппаратура; системы сотовой, мобильной, радиорелейной и спутниковой связи, высоковольтные линии электропередач, оборудование индукционного нагрева, в т.ч. микроволновые печи; медицинское оборудование и пр. Фактически любое электротехническое устройство, в котором используется переменный ток высокой частоты является источником ЭМП РЧ.

Воздействие ЭМП РЧ на организм человека зависит от длины волны, режима генерации, условий воздействия на организм, количества поглощенной организмом энергии излучения. Биологическая активность ЭМП РЧ снижается с увеличением длины волны (уменьшением частоты) излучения. Наиболее опасными являются метровый, санти- и дециметровый диапазоны радиоволн.

Воздействие ЭМП РЧ на человека проявляется в нарушениях нервной, эндокринной, сердечнососудистой систем. В частности, возможны значительные изменения кровяного давления, выпадение волос, ломкость ногтей и др. При длительном воздействии отмечаются случаи раннего атеросклероза, ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, нервно-психические заболевания. Известны данные о влиянии ЭМП РЧ на иммунитет, скорость и характер течения химических и ферментативных реакций; биологическую активность организма, мутагенном и канцерогенном воздействии.

Кроме того, при достаточно высоком уровне ЭМП РЧ возникает тепловое воздействие, которое вызывает местный нагрев участков тела, избирательное повышение температуры отдельных органов и тканей, что особенно опасно для органов со слабой терморегуляцией (головной мозг, глаза и пр.). Например, тепловое воздействие ЭМП сантиметрового диапазона приводит к появлению катаракты.

Нормирование ЭМП РЧ осуществляется разными способами для разных диапазонов частот.

*В диапазоне 0,01 – 0,03 МГц* нормирование ЭМП РЧ осуществляется отдельно по напряженности электрического  $E$  в В/м и магнитного  $H$  в А/м, полей в зависимости от времени воздействия. В течение смены ПДУ электрического поля составляет 500 В/м, магнитного поля – 50 А/м; при продолжительности воздействия не более 2 часов за смену ПДУ электрического поля составляет 1000 В/м, магнитного поля – 100 А/м.

*В диапазоне 0,03 МГц – 300 ГГц* нормирование ЭМП РЧ осуществляется также отдельно по энергетической экспозиции электрического  $\mathcal{E}\mathcal{E}_E$  в  $(\text{В/м})^2 \text{ ч}$  и магнитного  $\mathcal{E}\mathcal{E}_H$  в  $(\text{В/м})^2 \text{ ч}$ , полей, либо по плотности потока энергии  $\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ППЭ}}$ ,  $\text{Вт/м}^2$  в зависимости от времени воздействия  $T$  за смену по следующим формулам:

– в диапазоне частот  $\geq 30$  кГц - 300 МГц:

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_E = E^2 \cdot T, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}, \quad (2.40)$$

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_H = H^2 \cdot T, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}, \quad (2.41)$$

– в диапазоне частот  $\geq 300$  МГц - 300 ГГц:

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ} \cdot T, (\text{Вт/м}^2) \cdot \text{ч}, \quad (2.42)$$

ПДУ энергетических экспозиций ( $\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ПДУ}}$ ) на рабочих местах за смену представлены в табл.2.12.

Таблица 2.12

ПДУ энергетических экспозиций ЭМП диапазона частот  $\geq 30$  кГц - 300 ГГц

Параметр	$\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ПДУ}}$ в диапазонах частот (МГц)				
	$\geq 0,03 - 3,0$	$\geq 3,0 - 30,0$	$\geq 30,0 - 50,0$	$\geq 50,0 - 300,0$	$\geq 300,0 - 300000,0$
$\mathcal{E}\mathcal{E}_E, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$	20000	7000	800	800	-
$\mathcal{E}\mathcal{E}_H, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$	200	-	0,72	-	-
$\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ППЭ}}, (\text{мкВт/см}^2) \cdot \text{ч}$	-	-	-	-	200

Максимальные допустимые уровни напряженности электрического и магнитного полей, плотности потока энергии ЭМП не должны превышать значений, представленных в табл. 2.13.

Таблица 2.13

Максимальные ПДУ напряженности и плотности потока энергии ЭМП диапазона частот  $\geq 30$  кГц - 300 ГГц

Параметр	Максимально допустимые уровни в диапазонах частот (МГц)				
	$\geq 0,03 - 3,0$	$\geq 3,0 - 30,0$	$\geq 30,0 - 50,0$	$\geq 50,0 - 300,0$	$\geq 300,0 - 300000,0$
E, В/м	500	300	80	80	-
H, А/м	50	-	3,0	-	-
ППЭ, мкВт/см <sup>2</sup>	-	-	-	-	1000

**Электромагнитные поля на рабочем месте пользователя ПЭВМ** имеют сложный спектральный состав. Источниками являются системный блок, дисплей и периферийные устройства. Системный блок генерирует ЭМП на частоте процессора (сотни и тысячи МГц), частотах системной шины и внутренних устройств (от десятков до тысяч МГц), а также ЭМП промышленной частоты и кратных ей частотам в импульсном блоке питания.

Дисплеи с электронно-лучевой трубкой являются слабым источником ЭМП в диапазоне 50 Гц – 100 кГц. Дисплеи на основе жидких кристаллов (LCD и LED) практически не излучают ЭМП. Частоты и мощность излучений периферийных устройств ПЭВМ варьируются в широком диапазоне.

Характер воздействия ЭМП от ПЭВМ на человека обусловлен как значительной шириной диапазона частот излучений, генерируемых ПЭВМ, так и продолжительностью их воздействия. В первую очередь, ЭМП от ПЭВМ воздействуют на нервную систему, органы зрения, половые функции, эндокринную и иммунную системы.

Нормирование ЭМП от ПЭВМ осуществляется по СанПиН [24]. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах, приведены в табл.2.14.

Таблица 2.14

Временные допустимые уровни (ВДУ) ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

### **2.6.2. Защита от воздействия неионизирующих излучений**

Мероприятия по защите человека от воздействия неионизирующих излучений можно разделить на следующие группы:

1. Снижение мощности излучения источника. Применяется, например, при выполнении ремонтно-профилактических или аварийных работ в непосредственной близости к источнику излучения. Может предусматриваться как мероприятий по обеспечению безопасности труда при модернизации оборудования или техпроцесса

2. Экранирование. Является основным защитным мероприятием. Под экранированием в общем случае понимается как защита работника от воздействия излучений, так и локализация излучения в ограниченном объеме и предотвращение их поступления в окружающую среду. Эффективность экранирования – это степень ослабления составляющих поля, определяемая как отношение действующих значений напряженности полей в данной точке пространства при отсутствии и наличии экрана.

При экранировании применяются методы поглощения экраном излучения определенных длин волн, методы отражения электромагнитной волны на границе раздела свободного пространства и экрана, а также комбинация этих методов. Материалы экранов и их конструктивные особенности принимаются в зависимости от конкретных условий. В частности, широко применяются экраны в виде сеток, сотовой конструкции, многослойные экраны из разнородных материалов и т.д. Экраны могут выполняться в виде самостоятельных конструкций, встраиваться в технологическое оборудование, проектироваться как часть ограждающих конструкций помещений, выполняться в виде экранирующих покрытий и т.п. Во всех случаях экранирующие устройства подлежат заземлению.

3. Применение поглотителей мощности, например, в качестве нагрузок на генераторы вместо открытых излучателей, чем обеспечивается защита пространства от излучений. Поглотители мощности – это отрезки коаксиальных или волноводных линий, частично заполненных поглощающими материалами. Энергия излучения поглощается в заполнителе, преобразуясь в тепловую.

4. Защита «расстоянием» предусматривает рациональное размещение источников излучений по отношению к персоналу – вынос излучающего оборудования в отдельные здания; изолированные помещения или в отдельные комнаты, устройство охранных зон и полос отвода с ограничением допуска людей; автоматизация и механизация работ и пр.

5. Защита «временем воздействия» предусматривает ограничением времени контакта персонала с излучением – только по служебной необходимости с четкой регламентацией совершаемых действий; автоматизацию работ; уменьшение времени настроечных работ и т. д. В зависимости от воздействующих уровней время контакта с ними определяется в соответствии с действующими нормативными документами.

6. Средства индивидуальной защиты. Применяется спецодежда из металлизированной ткани, защитные очки и маски из светопрозрачных материалов со специальными защитными покрытиями.

7. Лечебно-профилактические мероприятия – обязательное медицинское освидетельствование при приеме на работу, последующие периодические медицинские обследования, что позволяет выявить ранние нарушения в состоянии здоровья персонала.

8. Использование средств наглядного предупреждения и оповещения, например, предупредительных надписей, плакатов с перечнем основных мер предосторожности. Проведение инструктажей, лекций по безопасности труда при работе с источниками ЭМИ и профилактике их неблагоприятного воздействия.

## **2.7. Ионизирующие излучения**

*Ионизирующим излучением* называется такое излучение, взаимодействие которого со средой вызывает образование в ней заряженных частиц (ионов) или ионизацию. В ядерной физике известно большое количество ионизирующих излучений. В производственной среде наиболее часто применяются или могут возникать: гамма и рентгеновское излучения, представляющие собой электромагнитные волны,  $\alpha$ ,  $\beta$  и нейтронное излучения, представляющие собой потоки частиц (такие излучения называют корпускулярными).

Источниками ионизирующих излучений являются процессы радиоактивного распада ядер атомов химических элементов (радионуклидов), а также физические процессы, связанные с ускорением или торможением заряженных частиц в веществе.

### ***2.7.1. Источники ионизирующих излучений***

Источники излучений могут быть естественными и техногенными (искусственными).

К естественным источникам относятся:

– космическое излучение, попадающее на Землю из дальнего космоса, от солнечного излучения и радиационных поясов Земли и состоящее из заряженных частиц и фотонов высоких энергий. Значительная часть космического излучения поглощается земной атмосферой;

– природные радионуклиды, содержащиеся в горных породах, строительных материалах и пр. Например, фосфоритные породы и строительные материалы на их основе содержат сравнительно высокую концентрацию  $U^{238}$ ,  $Th^{232}$  и продуктов их распада.

Некоторые техногенные источники ионизирующих излучений:

- ядерные установки для производства энергии и их отходы;
- установки для переработки радиоактивных материалов;
- устройства для сжигания топлива и их выбросы;
- рентгеновские аппараты и другие медицинские приборы;
- средства измерений с использованием радионуклидов.

### ***2.7.2. Виды ионизирующих излучений***

Основными параметрами, характеризующими взаимодействие ионизирующих излучений с окружающей средой, являются проникающая способность и ионизирующая способность.

Проникающая способность определяется величиной свободного пробега в веществе до полной остановки или рассеяния.

Ионизирующая способность характеризуется числом пар ионов, образующихся на единицу длины пробега частицы в веществе. Характеризует способность излучений создавать вторичное (наведенное) излучение.

**Альфа-частицы** представляют собой ядра гелия с энергией 3-9 МэВ. Обладают большой массой, поэтому имеют малый свободный пробег (в воздухе до 10 см, в теле человека до 150 мкм). Однако альфа-частицы имеют наиболее высокую ионизирующую способность – до 100 000 пар ионов на 1 см пробега.

**Бета-частицы** – это поток электронов или позитронов с энергией до 3 МэВ. Проникающая способность в воздухе – до 20 м, в теле человека 2–3 см. Вследствие значительно меньшей массы и большей скорости распространения, ионизирующая способность низкая – 50–500 пар ионов.

**Нейтронное излучение** – поток нейтронов. Благодаря отсутствию электрического заряда первичное излучение нейтрона имеет большую проникающую способность (свободно проходит через 5 см свинца). Ослабление нейтронного излучения эффективно достигается на материалах, которые содержат ядра легких элементов – вода, парафин, полиэтилен и др. Свободно взаимодействует с ядрами атомов, вызывая сильное вторичное излучение.

**Гамма-излучение** представляет собой поток фотонов, возникает при ядерных реакциях или вторичном излучении, т.е. при изменении состояния ядра. Проникающая способность самая высокая – в воздухе до нескольких километров, в биологических тканях не задерживается. Несмотря на низкую собственную ионизирующую способность, создает значительное вторичное излучение в материалах и рассеянное излучение по пути прохождения в воздухе.

**Рентгеновское излучение (R-лучи)** – электромагнитное излучение, возникающее при торможении электронов. Генерируется в любых электровакуумных приборах, где для ускорения электронного пучка

используются высокие напряжения, а также в рентгеновских трубках, ускорителях электронов и пр. Проникающая способность примерно в 2 – 5 тысяч раз меньше, чем у гамма-излучения. Обладает самой низкой ионизирующей способностью, поэтому широко используется в медицине и других областях экономического хозяйства.

### **2.7.3. Характеристики ионизирующих излучений**

*Активность*  $A$  – число ядерных превращений  $N$  в единицу времени  $t$ , определяется по формуле:

$$A = dN/dt, \quad (2.43)$$

В системе СИ единица измерения активности ( $A$ ) – Беккерель [Бк], что соответствует 1 распаду в секунду. Внесистемная единица – Кюри [Ки]. 1 Ки =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Бк, что соответствует активности 1 г чистого радия.

*Поглощенная доза*  $D$  – энергия  $E$ , переданная излучением единице объема вещества на единицу его массы, определяется по формуле:

$$D = dE/dm, \quad (2.44)$$

В СИ единица измерения поглощенной дозы ( $D$ ) Грэй [Гр] 1 Гр = 1 Дж/кг. Внесистемная единица – рад (0,01 Дж/кг).

*Экспозиционная доза*  $X$  – характеристика эффекта ионизации среды электромагнитными излучениями (используется только для рентгеновского и гамма-излучений). Это полный заряд ионов одного знака, образованных в воздухе при полном торможении всех электронов, образованных излучением в единице массы воздуха, определяется по формуле:

$$X = dQ/dm, \quad (2.45)$$

В СИ единица измерения *экспозиционной дозы* ( $X$ ) – [Кл/кг]. Внесистемная единица – Рентген (Р). Это экспозиционная доза фотонного излучения, которая в 1 см<sup>3</sup> воздуха создает ионы с  $\approx 3,33564 \cdot 10^{-10}$  Кл (1 единица СГСЭ) заряда каждого знака. Отсюда 1 Р =  $2,58 \cdot 10^{-4}$  Кл/кг.

Эквивалентная доза  $H$  – величина, введенная для оценки хронического облучения, поскольку одинаковая поглощенная доза различных видов излучений вызывает различные последствия для человека, определяется как произведение поглощенной дозы  $X$  на коэффициент качества излучения  $Q$ :

$$H = D \cdot Q, \text{ З}, \quad (2.46)$$

В СИ единица измерения эквивалентной дозы ( $H$ ) - Зиверт [Зв] – это поглощенная доза любого вида излучения, которое создает такой же биологический эффект, как и поглощенная доза гамма-излучения в 1 Гр.

Внесистемная единица – биологический эквивалент рентгена [бэр], 1 бэр = 0,01 Зв. Коэффициенты качества ионизирующих излучений представлены в табл. 2.15.

Таблица 2.15

Коэффициенты качества ионизирующих излучений

Вид излучения	Значения
Гамма- и рентгеновское	1
Бета-частицы	1
Нейтроны с энергией до 100 кэВ	5
Нейтроны с энергией до 2 МэВ	20
Нейтроны с энергией 2 – 20 МэВ	10
Альфа-частицы	20

На практике часто используются производные дозовые характеристики:

Мощность поглощенной дозы  $P_D$  – количество поглощенной дозы в единицу времени, [Гр/с]:

$$P_D = D/t, \quad (2.47)$$

Мощность экспозиционной дозы  $P_X$  – количество поглощенной дозы в единицу времени, [А/кг]:

$$P_X = X/t, \quad (2.48)$$

Мощность эквивалентной дозы  $P_H$  – количество поглощенной дозы в единицу времени, [Зв/с]:

$$P_H = H/t, \quad (2.49)$$

Большинство дозиметрических приборов измеряет мощность экспозиционной дозы. По ее значению можно судить об изменении интенсивности излучения.

#### ***2.7.4. Биологическое действие ионизирующих излучений***

Основная опасность ионизирующих излучений заключается в том, что они не воспринимаются органами чувств человека и не могут быть обнаружены без специальных приборов, поэтому человек своевременно не может принять соответствующие меры безопасности.

По способу воздействия на организм различают внешнее и внутренне облучение.

*Внешним* называется облучение от источника, расположенного вне организма. Наиболее опасными при внешнем воздействии являются излучения с высокой проникающей способностью гамма и нейтронное излучения.

*Внутреннее облучение* происходит при попадании радионуклидов внутрь организма с воздухом, водой или пищей, а также при воздействии наведенной радиоактивности. Наиболее опасны радионуклиды, создающие альфа-излучение.

Периодическое попадание радиоактивных веществ в организм может вызывать кумулятивный эффект (накапливание в отдельных органах). Изотоп йода  $I^{131}$  накапливается в щитовидной железе; изотопы  $Sr$ ,  $U$ ,  $Zr$  откладываются в костях;  $La$ ,  $Ce$ ,  $To$  – в печени.

Общее действие ионизирующих излучений на живой организм заключается в ионизации молекул живой материи, повышении реакционной способности атомов, образовании свободных радикалов, что влечет за собой изменение химической структуры вещества. Наиболее выраженной реакцией является радиолиз – радиационное разложение воды на атомарный водород  $H$  и гидроксильную группу  $OH^-$ , которые вступают в реакцию с молекулами

ДНК, белка, ферментов и пр, в результате чего нарушается нормальное течение биохимических реакций и искажается обмен веществ. В дальнейшем начинаются изменения в физиологических процессах, составе крови и пр. В результате возникают различные формы лучевой болезни, заболевания кожных покровов и внутренних органов, значительно увеличивается вероятность развития онкологических заболеваний.

Кроме того, ионизирующие излучения могут вызывать генетические мутации и таким образом распространяться на последующие поколения. Суммарный биологический эффект зависит от дозы облучения, вида, времени воздействия, размеров облученной поверхности, индивидуальной чувствительности.

Для всех проявлений ионизирующих излучений характерен скрытый (латентный) период, продолжительность может варьироваться от нескольких минут до десятков лет.

Наиболее характерным последствием воздействия ионизирующих излучений является *лучевая болезнь*. Выделяют 2 формы этого заболевания: острую и хроническую.

**Острая лучевая болезнь** – это общее заболевание организма, которое формируется при однократном (до 1 – 3 дней) внешнем облучении большой мощности высокими дозами за малый период времени.

Через некоторое время после облучения формируется первичная реакция, затем наступает латентный (скрытый) период, который продолжается до нескольких суток, после чего наступает резкое ухудшение (разгар болезни), завершающееся периодом разрешения заболевания (частичное или полное выздоровление, либо летальный исход).

Биологические нарушения и степени лучевой болезни при однократном облучении показаны в табл. 2.16.

## Биологические нарушения при однократном облучении

Доза облучения, (Гр)	Степень лучевой болезни	Начало проявления первичной реакции	Характер первичной реакции	Последствия облучения
До 0,25	Видимых нарушений нет. Возможны изменения в крови.			
0,25 - 1,0	Изменения в крови, трудоспособность нарушена			
1 - 2	Лёгкая (I)	Через 1-3 ч	Несильная тошнота с рвотой. Через несколько дней ухудшение картины крови	Проходит в день облучения Как правило, 100% -ное выздоровление даже при отсутствии лечения за 3-6 мес.
2 - 4	Средняя (II)	Через 1-2 ч. Длится 1 сутки	Рвота, слабость, недомогание	Выздоровление 50-80% пострадавших при условии спец.лечения
4 - 6	Тяжёлая (III)	Через 10-20 мин	Множественная рвота, сильное недомогание, температура -до 38	Выздоровление 20-40% пострадавших при условии спец. лечения
Более 6	Крайне тяжёлая (IV)	Через 1-5 мин	Эритема кожи и слизистых, неукротимая рвота, температура выше 38	Практически 100% летальный исход

**Хроническая лучевая болезнь** формируется в результате длительного воздействия ионизирующих излучений в относительно малых, но превышающих допустимые уровни дозах. Болезнь характеризуется медленным развитием отдельных симптомов и синдромов, своеобразием симптоматики и склонностью к прогрессированию.

В развитии хронической лучевой болезни выделяют три периода:

- 1) период формирования, или собственно хроническую лучевую болезнь;
- 2) период восстановления;
- 3) период последствий и исходов лучевой болезни.

**Период формирования** составляет 1—3 года. За это время формируется клинический синдром лучевой болезни с характерными для него проявлениями. Здесь как и в острой лучевой болезни, выделяют четыре степени тяжести: с I по

IV. Все степени являются лишь разными фазами единого патологического процесса.

**Период восстановления** определяется обычно через 1—3 года после прекращения облучения или при резком снижении его интенсивности. В этот период можно четко установить степень выраженности первично-деструктивных изменений и составить определенное мнение о возможности репаративных процессов.

**Период последствий** характеризуется полным восстановлением здоровья, восстановлением с дефектом, стабилизацией бывших ранее изменений или ухудшением (прогрессированием процесса).

**Отдаленные последствия облучения** — нарушения состояния здоровья человека, проявляющиеся через длительное время (несколько месяцев или лет) после одноразового или хронического облучения.

Принято различать два типа отдаленных последствий - соматические, развивающиеся у самих облученных, и генетические - наследственные заболевания, развивающиеся в потомстве облученных родителей. К соматическим отдаленным последствиям, которых относят, прежде всего, сокращение продолжительности жизни, злокачественные новообразования, болезни иммунной системы, изменения в половой системе и катаракту. Спектр генетических последствий очень широк

Следует иметь в виду, что деление на соматические и генетические последствия весьма условно, т.к. характер повреждения зависит от того, какие именно клетки подверглись облучению и в каких клетках это повреждение возникло - в соматических или зародышевых. В обоих случаях повреждается генетический аппарат, а, следовательно, и возникшие повреждения могут наследоваться. В первом случае они наследуются в пределах тканей данного организма, объединяясь в понятие соматического мутагенеза, а во втором - также в виде различных мутаций, но в потомстве облученных особей.

### 2.7.5. Нормирование

Первые нормы радиационной безопасности были приняты в 1934 году Международной комиссией радиационной защиты (МКРЗ), которая установила т.наз. «толерантную дозу» – 0,2 Р/сутки. Впоследствии она была уменьшена до 0,05 Р/сутки или 18 Р/год, а название «толерантная доза» изменено на «предельно допустимая доза», т.е. максимальная доза, которую можно считать безопасной. Современное нормирование основывается на теории, принятой МКРЗ в 1958 году, согласно которой любые незначительные дозы облучения могут вызвать нежелательные генетические последствия, причем вероятность таких последствий прямо пропорциональна величине дозы.

В настоящее время радиационную безопасность в РФ определяют Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» [25], СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 [26] и другие нормативные документы [27].

Для нормирования используются следующие понятия и положения.

**Эффективная доза** – это величина воздействия ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Представляет сумму произведений эквивалентной дозы  $H_i$  в  $i$ -тых органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты  $W_i$ , [Зв]:

$$E = \sum_{i=1}^n W_i H_i, . \quad (2.50)$$

Значения взвешивающих коэффициентов для тканей и органов при расчете эффективной дозы приведены в табл.2.17).

Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при расчете  
эффективной дозы

Органы	Значения
Гонады	0,20
Костный мозг (красный), толстый кишечник, легкие, желудок	0,12
Мочевой пузырь, грудная железа, печень, пищевод, щитовидная железа	0,05
Кожа, клетки костных поверхностей	0,01
Остальное	0,05

**Доза эффективная (эквивалентная) годовая** – сумма эффективной (эквивалентной) дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной (эквивалентной) дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год. Единица годовой эффективной дозы - зиверт (Зв).

**Предел дозы** - значение эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения населения и персонала за счет нормальной эксплуатации радиационного объекта, которое не должно превышать. Соблюдение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных эффектов, а вероятность стохастических эффектов сохраняется при этом на приемлемом уровне.

Устанавливаются следующие **категории облучаемых лиц**:

- персонал (группы А и Б);
- все население, включая лиц из персонала вне сферы и условий их производственной деятельности.

К **группе А** относится персонал, работающий непосредственно с источниками ионизирующих излучений, к **группе Б** – персонал, который по роду профессиональной деятельности может подвергаться облучению.

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются два класса нормативов:

- основные пределы доз, приведенные в табл. 2.18;

– допустимые уровни монофакторного воздействия (для одного радионуклида, пути поступления или одного вида внешнего облучения), являющиеся производными от основных пределов доз: пределы годового поступления (ПГП), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОВА), среднегодовые удельные активности (ДУА) и другие.

Таблица 2.18

Основные пределы доз

Нормируемые величины	Пределы доз	
	персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год		
В хрусталике глаза	150 мЗв	15 мЗв
Коже	500 мЗв	500 мЗв
Кистях и стопах	500 мЗв	500 мЗв

Примечания: Допускается одновременное облучение до указанных пределов по всем нормируемым величинам. Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни воздействия персонала группы Б, равны 1/4 значений для персонала группы А.

Для обеспечения условий, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого, с учетом достигнутого в организации уровня радиационной безопасности, администрацией организации дополнительно устанавливаются контрольные уровни (дозы, уровни активности, плотности потоков и др.).

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) - 1000 мЗв, а для населения за период жизни (70 лет) - 70 мЗв. Началом периодов считается 1 января 2000 года.

Годовая эффективная доза облучения персонала за счет нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения не должна превышать пределов доз, установленных в табл. 2.18.

### 2.7.6. Защита от внешнего и внутреннего облучения

Основной целью защиты человека от действия радиоактивного излучения является снижение дозы облучения до величин, не превышающих предельные дозы и годовые предельные дозы.

Для защиты от **внешнего облучения** применяются следующие методы:

1. *Защита количеством* подразумевает проведение работы с минимальными количествами радиоактивных веществ, т.е. пропорционально сокращает мощность излучения. Однако требования технологического процесса часто не позволяют сократить количество радионуклида в источнике, что ограничивает на практике применение этого метода защиты.

2. *Защита временем* основана на сокращении времени работы с источником, что позволяет уменьшить дозы облучения персонала. Этот принцип применяется при непосредственной работе персонала с относительно слабыми источниками излучений, а также при ремонтных или аварийных работах. Основным условием обеспечения безопасности персонала при этом методе является строгий учет накопленной дозы. Работник, получивший за нормируемый промежуток времени дозу, превышающую предельную, отстраняется от работ с источниками излучений до окончания нормируемого периода.

3. *Защита расстоянием* – достаточно простой и надежный способ защиты. Это связано со способностью излучения рассеивать энергию по пути следования в воздушной или иной среде при взаимодействии с молекулами этой среды. Доза излучения  $L$  от точечного источника мощностью  $L_0$  в среде с коэффициентом ослабления излучения данного вида  $\mu$  на расстоянии  $R$  определяется по формуле [Зв]:

$$L = L_0 e^{-\mu R} \cdot \frac{1}{R^2}, \quad (2.51)$$

Увеличение расстояния от источника до человека обеспечивается применением дистанционного инструмента – манипуляторов, щипцов и специальных захватов.

4. *Защита экранированием* устраивается при значительной мощности источника излучений и является наиболее эффективным способом защиты. Она основана на приведенном выше законе ослабления излучения в веществе.

Материал экранов подбирают в зависимости от вида излучения, толщина определяется мощностью излучения. Лучшим материалом для защиты от рентгеновского и гамма-излучений считается свинец, позволяющий добиться нужного эффекта по кратности ослабления при наименьшей толщине экрана. Более дешевые экраны делаются из просвинцованного стекла, железа, бетона, железобетона и воды.

Конструктивно защитные экраны могут экранировать непосредственно источник излучения (экран-контейнер); экранировать технологическое оборудование частично или полностью, при этом экраны могут устанавливаться на предусмотренные места непосредственно перед началом работы оборудования; монтироваться как части строительных конструкций (стен, перекрытий, ограждающих конструкций проемов и пр.; выполняться передвижными для защиты рабочего места на различных участках рабочей зоны. Экранами служат специальные СИЗ – просвинцованные фартуки, перчатки, боты, свинцовые смотровые стекла и щитки и т.д.

Внутреннее облучение считается более опасным. **Защита от внутреннего облучения** основана на исключении попадания радионуклидов в организм человека.

Для этого применяются следующие методы:

1. Все перечисленные выше методы, используемые для *защиты от внешнего облучения*.

2. *Герметизация* радиоактивных веществ в специальных сосудах или запаянных ампулах. Выполнение работ с этими веществами разрешается в

герметичных защитных шкафах или боксах. Этим же целям служат устройство мощной вентиляции, обеспечивающей за 1 ч 5...10-крат-ный обмен воздуха, и наличие индивидуальных средств защиты – респиратора, противогаза, резиновых перчаток и т. п.

3. *Рациональная планировка помещений* для работы с радиоактивными веществами. В зависимости от степени опасности работ, для них должны предусматриваться отдельные здания, либо изолированные помещения.

4. *Дозиметрический контроль* производственных процессов, помещений, спецодежды и персонала.

5. Регулярная *дезактивация* помещений, оборудования, спецодежды, поверхностей тела.

6. *Средства индивидуальной защиты* персонала – спецодежда, спецобувь, средства защиты органов дыхания, изолирующие костюмы, дополнительные защитные приспособления.

7. *Выполнение правил личной гигиены.*

В качестве дополнительных мероприятий иногда используются радиопротекторы (радиозащитные препараты) – это химические соединения, применяемые для ослабления вредного действия ионизирующей радиации на организм и повышающие стойкость организма против облучения. Радиопротекторы используются только с целью профилактики, введение или прием их после облучения оказывается неэффективным

Важное значение имеет правильная организация работ с источниками радиоактивного излучения [27]. На всех этапах получения, хранения, транспортировки, использования и утилизации радиоактивных материалов должен быть обеспечен строгий учет и контроль.

### **3. Способы и средства защиты работников от вредных и (или) опасных химических факторов производственной среды**

Химически опасные и вредные производственные факторы включают в себя химически активные вещества в виде многочисленных паров, газов, пыли, аэрозолей, которые по характеру действия на организм человека подразделяются на токсичные, раздражающие, сенсibiliзирующие, т.е. вызывающие аллергические заболевания, канцерогенные, т.е. вызывающие развитие злокачественных опухолей, мутагенные, т.е. вызывающие мутации, а также влияющие на репродуктивную функцию, т.е. действующие на половые клетки организма.

К этой группе также относятся щелочи, кислоты, которые могут причинить химические ожоги, а также некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), получаемые химическим синтезом и (или) для контроля которых используют методы химического анализа.

#### **3.1. Действие вредных веществ на организм человека**

Атмосферный воздух, попадая в производственные помещения, может изменять свой состав, загрязняясь примесями вредных веществ: газов, паров, пыли, образующихся в процессе производства. Попадая в организм человека при дыхании, а также через кожу или пищевод, такие вещества могут оказать вредное воздействие. Ухудшение здоровья человека, причиной которого является низкое качество воздуха помещений, может проявиться появлением большого набора острых и хронических симптомов и в форме множества специфических заболеваний (рис. 3.1).

### **Глаза**

Сухость, зуд/жжение, слезоточивость, покраснение

### **Верхние дыхательные пути (нос и горло)**

Сухость, зуд/жжение, заложенный нос, выделения из носа, носовые кровотечения, боль в горле

### **Легкие**

Стеснение в груди, нехватка воздуха, хрипы, сухой кашель, бронхит

### **Кожа**

Покраснение, сухость, общий и местный зуд

### **Общие**

Головная боль, слабость, сонливость, трудность концентрации внимания, раздражительность, беспокойство, тошнота, головокружение

### **Наиболее распространенные заболевания, связанные с повышенной чувствительностью организма:**

Гиперсенситивная пневмония, влажная лихорадка, астма, риниты, дерматиты

### **Инфекции**

Болезнь легионеров обычная простуда, грипп, болезни неизвестного химического или физического происхождения, включая рак

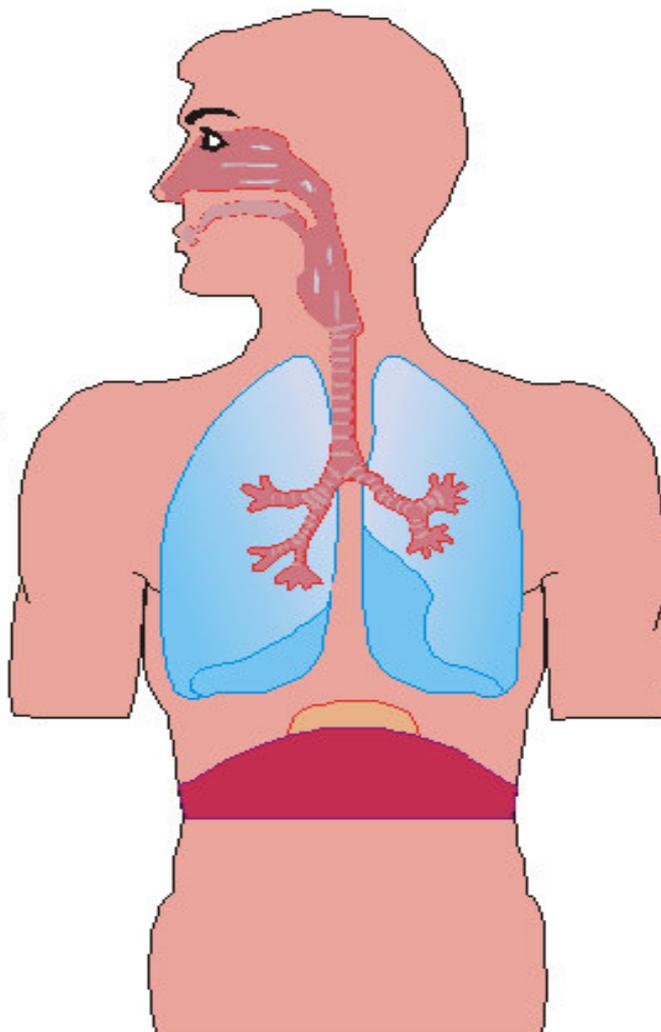


Рис. 3.1. Симптомы и заболевания, связанные с качеством воздуха помещений

Понятие «вредное вещество» является одним из важнейших понятий в охране труда. **Вредным** называется вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или другие отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами

как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений [29].

В настоящее время известно около 7 млн. химических веществ и соединений. На международном рынке ежегодно появляется 500...1000 новых химических соединений и смесей. Около 60 тыс. веществ находят применение в деятельности человека.

Поступление в воздух производственных помещений того или иного вредного вещества зависит от технологического процесса, используемого сырья, а также от промежуточных и конечных продуктов (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Наименование вещества (пары, газы)	ПДК (ГОСТ12.1.005-88*), мг/м <sup>3</sup>	Примеры участков, где возможно наличие вредных веществ
Ацетилен (по фосфористому водороду)	0,1	На участках выполнения антикоррозионных, малярных, шпаклевочных работ, а также сварки металлических, полимерных материалов и конструкций
Дибутилэфир	0,5	
Хлор	1	
Толуол	50	
Ксилол	50	
Ацетон	200	
Сероводород	10	На участках выполнения земляных работ, в канализационных колодцах, на участках выполнения работ с применением фенольных или резольных смол
Аммиак	20	
Метан (при пересчете на углерод)	300	
Окислы азота (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	5	На участках выполнения антикоррозионных, изоляционных, сварочных работ, в местах неполного сгорания топлива
Сернистый ангидрид	10	
Окись углерода	20	
Углеводороды нефти: керосин, уайт-спирит, бензин, топливо ТС-1, ТС-2 (при пересчете на углерод)	300	

На аккумуляторных зарядных станциях, в цехах гальванопокрытий выделяются пары различных кислот, при проведении лакокрасочных и пропиточных работ – пары металлов.

### 3.2. Классификация вредных веществ

Химические вещества в зависимости от их практического использования классифицируются:

- промышленные яды, используемые в производстве: органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин) и др.;
- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве: пестициды (гексахлоран), инсектициды (карбофос) и др.;
- лекарственные средства;
- бытовые химикаты, используемые в пищевых добавках: уксусная кислота, средства санитарии, личной гигиены, косметика и др.;
- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях и грибах (аконит, цикута и др.), у животных и насекомых (змей, пчел, скорпионов и др.);
- отравляющие вещества: зарин, иприт, фосген и др.

Согласно [17, 9, 11] основными характеристиками вредных веществ являются:

- величина предельно допустимой концентрации вещества в воздухе рабочей зоны;
- преимущественное агрегатное состояние вещества: пары и (или) газы, аэрозоли (пыли);
- класс опасности вещества;
- особенности действия на организм человека.

Основываясь на прогрессивных современных научных принципах, учитывая физиологические и биохимические показатели состояния организма, установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

***Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны*** – концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не

более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений [31].

При обосновании ПДК вредных веществ учитываются физико-химические свойства веществ, результаты экспериментальных исследований, данные гигиенических наблюдений на производстве, материалы о состоянии здоровья и заболеваемости рабочих.

Нормами установлены ПДК для более 1500 наименований вредных веществ. Для вновь вводимых в производство соединений рекомендуемая ПДК является временной, она затем уточняется на основании данных гигиенических наблюдений, а также сведений о состоянии здоровья и заболеваемости рабочих, используемых для уточнения предложений ПДК.

В зависимости от агрегатного состояния вредные вещества относятся к различным группам опасных и вредных производственных факторов. Например, аэрозоли (пыли) преимущественно фиброгенного действия относятся к физическому опасному и вредному производственному факторам; пары и (или) газы относятся к химическому опасному и вредному производственному факторам.

Класс опасности вредного вещества устанавливается по семи показателям (табл. 3.2). Различают четыре класса опасности веществ [29]:

- вещества 1-го класса – чрезвычайно опасные вредные вещества;
- вещества 2-го класса – высоко опасные вещества;
- вещества 3-го класса – умеренно опасные вещества;
- вещества 4-го класса – слабо опасные вещества.

Таблица 3.2

## Классификация производственных вредных веществ по степени опасности

Показатель	Класс опасности			
	1	2	3	4
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	Менее 0,1	0,1 – 1,0	1,1 – 10,0	Более 10
Средняя смертельная доза при введении в желудок DL <sup>ж</sup> <sub>50</sub> , мг/кг	Менее 15	15 – 150	151 – 5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу DL <sup>к</sup> <sub>50</sub> , мг/кг	Менее 100	100 – 500	501 – 2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация CL <sub>50</sub> в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	Менее 500	500 – 5000	5001 – 50000	Более 50000
Зона острого действия Z <sub>ac</sub>	Менее 6	6 – 18	18,1 – 54	Более 54
Зона хронического действия Z <sub>ch</sub>	Более 10	10 – 5	4,9 – 2,5	Менее 2,5
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300 – 30	29 – 3	Менее 3,0

Примечания:

DL<sup>ж</sup><sub>50</sub> – средняя смертельная доза при введении в желудок, вызывающая гибель 50% подопытных животных;

DL<sup>к</sup><sub>50</sub> – доза вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном нанесении на кожу;

CL<sub>50</sub> – концентрация вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при 2–4-часовом ингаляционном воздействии;

Z<sub>ac</sub> – отношение средней смертельной концентрации вредного вещества к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций;

Z<sub>ch</sub> – отношение минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей вредное действие в хроническом эксперименте по 4 часа пять раз в неделю на протяжении не менее четырех месяцев;

КВИО – отношение максимально достижимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20°C к средней смертельной концентрации вещества для мышей.

По особенности действия на организм человека химически опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

- по характеру воздействия на организм человека – на токсические, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные, мутагенные и влияющие на репродуктивную функцию;

- по пути проникновения в организм человека – через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки.

**Токсические вещества** – это вещества, яды, которые, попадая в организм в небольших количествах, вступают затем в химическое или физико-химическое взаимодействие с тканями и при определенных условиях вызывают нарушение здоровья. Хотя ядовитыми (токсичными) свойствами может обладать практически любое вещество, к ядам принято относить лишь те, которые проявляют свое вредное действие в обычных условиях и в относительно небольших количествах. Промышленные яды относятся к категории вредных веществ и являются предметом изучения токсикологии. Действие ядовитых веществ может проявляться в острых и хронических отравлениях.

**Острым отравлением** называется заболевание, наступающее сразу же после воздействия яда. Острые отравления чаще всего бывают групповыми и возникают при авариях. Эти отравления характеризуются кратковременностью действия ядов (не более чем в течение одной смены) и поступлением в организм вредного вещества в относительно больших количествах.

Острые отравления вызывают некоторые промышленные яды: синильная кислота, сероуглерод и др. Острые отравления расследуются и учитываются как несчастные случаи.

Для производственных условий в случае несоблюдения правил безопасности более характерными являются хронические отравления в результате длительного систематического проникновения в организм яда в малых количествах. При этом отравление происходит либо в результате постепенного накапливания (материальная кумуляция) яда в организме, либо вследствие постепенного накапливания изменений, вызванных попаданием яда

(функциональная кумуляция). Действие одного и того же яда различно при хроническом и остром отравлениях. Например, при остром отравлении бензолом в основном страдает нервная система, при хроническом – система кроветворения.

Токсическое действие вредных веществ характеризуется показателями токсикометрии, в соответствии с которыми вещества классифицируют на яды с общим токсическим воздействием и яды избирательной токсичности (табл. 3.3). Показатели токсикометрии и критерии токсичности вредных веществ – это количественные показатели токсичности и опасности вредных веществ. Степень отравляющего действия яда зависит от его структуры, физического состояния в момент воздействия, продолжительности действия, концентрации попавшего в организм яда, от путей попадания в организм, реакции организма. Имеют значение пол и возраст работающих на предприятии, а также их индивидуальная чувствительность.

Промышленные яды могут вызвать не только специфические отравления, но и способствовать возникновению таких заболеваний, как катар верхних дыхательных путей, туберкулез, заболевание почек, сердечнососудистой системы и др.

***Раздражающие вредные вещества*** – это вещества, вызывающие раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, легких, кожных покровов, например, бром, хлор, фтор, аммиак, кислоты, щелочи и др.

***Сенсибилизирующие вещества*** – это различные вредные вещества, вызывающие аллергические заболевания, например, формальдегид, растворители и лаки на основе нитро- и нитросоединений и др.

Три последних вида воздействия вредных веществ – ***канцерогенное, мутагенное действие и влияющее на репродуктивную функцию*** относятся к отдаленным последствиям влияния химических соединений на организм человека. Это – специфическое действие, которое проявляется спустя годы и даже десятилетия.

Таблица 3.3

## Токсикологическая классификация вредных веществ

Токсическое воздействие	Токсические вещества
<i>Общее</i>	
Нервнопаралитическое действие (бронхоспазм, удушье, судороги и параличи)	Фосфорорганические инсектициды (хлорофос, карбофос, никотин, ОВ и др.)
Кожно-резорбтивное действие (местные воспалительные и некротические изменения в сочетании с общетоксическими резорбтивными явлениями)	Дихлорэтан, гексахлоран, уксусная эссенция, мышьяк и его соединения, ртуть (сулема)
Общетоксическое действие (гипоксические судороги, кома, отек мозга, параличи)	Синильная кислота и ее производные, угарный газ, алкоголь и его суррогаты, ОВ
Удушающее действие (токсический отек легких)	Оксиды азота, ОВ
Слезоточивое и раздражающее действие (раздражение наружных слизистых оболочек)	Пары крепких кислот и щелочей, хлорпикрин, ОВ
Психотропное действие (нарушение психической активности, сознания)	Наркотики, атропин
<i>Избирательное</i>	
Сердечные с преимущественным кардиотическим действием	Растительные яды, соли металлов: бария, калия, кобальта, кадмия и др.
Нервные, вызывающие нарушение преимущественно психической активности	Угарный газ, фосфорорганические соединения и др.
Кровяные	Анилин и его производные, нитриты, мышьяковистый водород и др.
Печеночные	Хлорированные углеводороды, фенолы, альдегиды и др.
Почечные	Соединения тяжелых металлов и др.
Легочные	Оксиды азота, озон, фосген и др.

Так, канцерогенное действие вызывает, как правило, злокачественные новообразования. Это – ароматические углеводороды, асбест, хром, никель и др. Мутагенное действие приводит к нарушению генетического кода, изменению наследственной информации. Это – свинец, марганец, радиоактивные изотопы и др. Вещества, влияющие на репродуктивную функцию (на

детородную функцию), – это стирол, ртуть, свинец, радиоактивные изотопы и др. Кроме того, отмечается появление различных эффектов и в последующих поколениях.

Многие производственные процессы сопровождаются пылевым фактором. Во вдыхаемом человеком воздухе могут содержаться частицы пыли размером до 20 мкм. В верхних отделах дыхательных путей задерживаются частицы размером 10...20 мкм. В альвеолах легких в основном задерживаются частицы размером до 5 мкм.

Причины выделения пыли могут быть самыми разнообразными. Так, пыль образуется при механической обработке хрупких металлов, шлифовке, полировке, упаковке и расфасовке. Эти виды пылеобразования являются первичными. В условиях производства может возникнуть и вторичное пылеобразование, например, при проветривании, уборке помещений, движении людей.

**Пыль** – это дисперсная фаза твердых веществ, образующаяся при их дроблении, измельчении, а также при конденсации в воздухе паров металлов и неметаллов. Пыли, взвешенные в воздухе, образуют аэрозоли, скопление осевшей пыли – аэрогели.

Вредное воздействие пыли на организм человека зависит от количества вдыхаемой пыли, степени ее дисперсности, от формы частиц пыли, от ее химического состава и растворимости.

По характеру воздействия на организм производственные пыли подразделяются на общетоксические и раздражающие. Общетоксические пыли (свинца, мышьяка, бериллия, триоксида хрома и др.), растворяясь в биологических жидких средах организма, действуют как введенный в организм яд и вызывают острое либо хроническое отравление. Раздражающие пыли не обладают способностью хорошо растворяться в жидких средах организма, но могут воздействовать на организм, раздражая кожу, глаза, уши, десны, вызывая аллергические реакции.

Большая группа аэрозолей, не обладающих выраженной токсичностью, отличается от других вредных веществ фиброгенным действием на организм человека. Попадая в органы дыхания, вещества этой группы вызывают атрофию или гипертрофию слизистой верхних дыхательных путей, а задерживаясь в легких, приводят к развитию соединительной ткани в воздухообменной зоне и рубцеванию (фиброзу) легких. Профессиональные заболевания, связанные с воздействием аэрозолей, пневмокониозы и пневмосклерозы, хронический пылевой бронхит занимают второе место по частоте среди профессиональных заболеваний в России. Пневмокониозы – общее название целого ряда заболеваний легких, которые в зависимости от вида вдыхаемой пыли подразделяются на силикозы (кремниевая пыль), силикатозы (соли кремниевой кислоты), антракозы (угольная пыль) и т.д. При пневмокониозах наблюдается анатомическое перерождение соединительной ткани легких (фиброз), приводящее к ограничению их дыхательной поверхности и изменениям во всем организме.

### **3.3. Нормирование и контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны**

Обеспечить полное отсутствие вредных веществ в воздухе рабочей зоны на современных промышленных предприятиях представляется нереальной задачей. Достижение подобного результата потребовало бы больших материальных затрат, вызванных трудностями технической реализации этого требования. В связи с этим большое значение приобретает необходимость обоснования безвредных для человеческого организма концентраций вредных веществ и разработки методов и средств контроля их содержания в воздухе рабочей зоны [9, 11, 28].

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК) при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования,

вентиляции для контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны подлежит систематическому контролю для предупреждения возможности превышения предельно допустимых концентраций: максимально разовых рабочей зоны (ПДК<sub>мр.рз</sub>) и среднесменных рабочей зоны (ПДК<sub>сс.рз</sub>). Величины ПДК<sub>мр.рз</sub> и ПДК<sub>сс.рз</sub> приведены в Руководстве Р2.2.2006-05 [11].

Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны является обязательным гигиеническим условием обеспечения безвредности труда. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны по существующим нормативным документам систематически проверяется санитарными органами.

**Общие требования, предъявляемые к контролю за содержанием вредных веществ.**

1. Для каждого производственного участка должны быть определены вещества, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны. При наличии в воздухе нескольких вредных веществ контроль воздушной среды допускается проводить по наиболее опасным и характерным веществам, устанавливаемым органами государственного санитарного надзора.

2. Контроль содержания вредных веществ в воздухе проводится на наиболее характерных рабочих местах. При наличии идентичного оборудования или выполнения одинаковых операций контроль проводится выборочно на отдельных рабочих местах, расположенных в центре и по периферии помещения.

3. Отбор проб должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях. Зона дыхания – пространство в радиусе до 50 см от лица работающего. Отбор проб воздуха на содержание в нем вредных газовых или пылевых примесей производится несколькими способами: аспирационным, весовым, фильтровальным, способом поглощения. Методы

анализа воздуха на содержание в нем примесей: весовой, объемный, электрохимический и др.

4. При возможном поступлении в воздух рабочей зоны вредных веществ с остронаправленным механизмом действия должен быть обеспечен непрерывный контроль с сигнализацией о превышении ПДК.

5. Периодичность контроля устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества: для I класса – не реже 1 раза в 10 дней, II класса – не реже 1 раза в месяц, III и IV классов – не реже 1 раза в квартал.

6. В зависимости от конкретных условий производства периодичность контроля может быть изменена по согласованию с органами Государственного санитарного надзора. При установленном соответствии содержания вредных веществ III, IV классов опасности уровню ПДК допускается проводить контроль не реже 1 раза в год.

На производстве работающий обычно подвергается комбинированному влиянию нескольких вредных веществ. **Комбинированное действие** – это одновременное или последовательное действие на организм человека нескольких вредных веществ при одном и том же пути поступления. Различают в зависимости от эффектов токсичности несколько типов комбинированного действия токсических веществ. Это – аддитивное, потенцированное, антагонистическое и независимое действия.

**Аддитивное действие** нескольких вредных веществ – это суммарный эффект смеси, равный сумме эффектов действующих компонентов. Аддитивность характерна для веществ однонаправленного действия, когда компоненты смеси оказывают влияние на одни и те же системы организма.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия (по заключению органов Государственного санитарного надзора) сумма отношений фактических концентраций каждого из них ( $K_1, K_2, \dots, K_n$ ) в воздухе к их ПДК<sub>1</sub>, ПДК<sub>2</sub>, ..., ПДК<sub>n</sub> не должна превышать единицы:

$$\frac{K_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{K_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{K_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1. \quad (3.1)$$

Примером аддитивности является наркотическое действие смеси углеводородов (бензола и изопропилбензола).

При *потенцированном действии (синергизме)* компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает действие другого. Эффект комбинированного действия при синергизме больше аддитивного, и это учитывается при анализе гигиенической ситуации в конкретных производственных условиях. Однако количественной оценки это явление не получило. Потенцирование отмечается при совместном действии диоксида серы и хлора, алкоголь повышает опасность отравления ртутью, анилином. Явление потенцирования возможно только в случае острого отравления.

*Антагонистическое действие* – эффект комбинированного действия менее ожидаемого. Компоненты смеси действуют так, что одно вещество ослабляет действие другого. В этом случае эффект меньше аддитивного. Примером антагонистического действия является взаимодействие между эзерином и атропином.

При *независимом действии* комбинированный эффект не отличается от изолированного действия каждого токсического вещества в отдельности.

Общие методические подходы к осуществлению контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны по максимальным и среднесменным концентрациям изложены в Руководстве Р 2.2.2006-05 [11].

Отнесение условий труда к тому или иному классу вредности и опасности по уровню химического фактора проводится по табл. 3.4.

Степень вредности условий труда с веществами, имеющими одну нормативную величину, устанавливают при сравнении фактических концентраций с соответствующей ПДК – максимальной (ПДК<sub>макс</sub>) или среднесменной (ПДК<sub>сс</sub>). Наличие двух величин ПДК требует оценки условий труда, как по максимальным, так и по среднесменным концентрациям, при этом

в итоге класс условий труда устанавливают по более высокой степени вредности.

Таблица 3.4

Класс условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ (превышение ПДК, раз)

Вредные вещества			Класс условий труда				Опасный	
			допустимый	вредный				
1			2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Вредные вещества 1-4 классов опасности, за исключением перечисленных ниже			$\leq \text{ПДК}_{\text{макс}}$	1.1-3.0	3.1-10.0	10.1-15.0	15.1-20.0	$>20.0$
			$\leq \text{ПДК}_{\text{с.с.}}$	1.1-3.0	3.1-10.0	10.1-15.0	$>15.0$	-
особенности действия на организм	вещества опасные для развития острого отравления	с остронаправленным механизмом действия, хлор, аммиак	$\leq \text{ПДК}_{\text{макс}}$	1.1-2.0	2.1-4.0	4.1-6.0	6.1-10.0	$>10.0$
		раздражающего действия	$\leq \text{ПДК}_{\text{макс}}$	1.1-2.0	2.1-5.0	5.1-10.0	10.1-50.0	$>50.0$
Канцерогены, опасные для репродуктивного здоровья человека			$\leq \text{ПДК}_{\text{с.с.}}$	1.1-2.0	2.1-4.0	4.1-10.0	$>10.0$	-
Аллергены								
Высоко опасные			$\leq \text{ПДК}_{\text{макс}}$	-	1.1-3.0	3.1-15.0	15.1-20.0	$>20.0$
Умеренно опасные			$\leq \text{ПДК}_{\text{макс}}$	1.1-2.0	2.1-5.0	5.1-15.0	15.1-20.0	$>20.0$

Для веществ, опасных для развития острого отравления и аллергенов, определяющим является сравнение фактических концентраций с  $\text{ПДК}_{\text{макс}}$ , а канцерогенов - с  $\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ . В тех случаях, когда указанные вещества имеют два норматива, воздух рабочей зоны оценивают как по среднесменным, так и по максимальным концентрациям. Дополнением для сравнения полученных

результатов служат значения строки «Вредные вещества 1 - 4 классов опасности» табл. 3.4.

В целях ограничения негативного влияния вредных веществ используют гигиеническое нормирование их содержания в различных средах.

Гигиеническое нормирование проводится в три этапа:

- 1) обоснование ориентировочного безопасного уровня (ОБУВ);
- 2) обоснование ПДК;
- 3) корректирование ПДК с учетом условий труда работающих и состояния их здоровья.

ОБУВ устанавливают временно, на период, предшествующий проектированию производств, путем расчета по физико-химическим свойствам или путем интерполяции и экстраполяции в рядах близких по строению соединений или по показателям острой опасности. ОБУВ должны пересматриваться через два года после их утверждения или заменяться ПДК с учетом накопленных данных о соотношении здоровья работающих с вредными условиями труда [11, 30].

Для предупреждения отравления людей газами, предотвращения аварий, производственного травматизма каждый должен хорошо знать свойства основных составляющих атмосферного воздуха, ядовитых и взрывчатых газов и паров, места их возможного скопления и способы обнаружения.

### **3.4. Мероприятия по снижению воздействия вредных веществ**

**Инженерно-технические мероприятия**, направленные на замену старых и внедрение новых технологических процессов и оборудования, способствующих оздоровлению неблагоприятных условий труда. Перспективными направлениями здесь являются: автоматизация, механизация и дистанционное управление производственных процессов, протекающих в неблагоприятных для организма человека параметрах микроклимата,

сопровождающихся выделением вредных веществ. Например, применение штамповки вместо поковочных работ; замена кольцевых печей для сушки форм и стержней в литейном производстве туннельными. Так, сварка в вакууме предупреждает поступление в воздух токсических газов и аэрозолей. Окраска в электростатическом поле значительно сокращает выделение паров растворителей и красочной аэрозоли в рабочую зону. Применение в технологических процессах пневмотранспорта в погрузочно-разгрузочных операциях, механизации при очистке деталей, заготовок позволяет сокращать время контакта работающих в неблагоприятных условиях труда. Герметичность оборудования, а именно плотно подогнанные дверцы, заслонки, блокировка закрытия технологических отверстий с работой оборудования – все это значительно снижает выделение теплоты и вредных веществ от открытых источников.

**Санитарно-гигиенические мероприятия** направлены на создание безвредных условий труда в действующем производстве. К ним относятся: гигиеническая стандартизация, контроль за состоянием воздушной среды, соблюдение гигиенических требований в условиях повышенной опасности действия ядов (аварийные ситуации, ремонтные работы), применение средств защиты, вентиляция, профилактика отравлений с помощью соответствующих планировки и отделки зданий, санитарный инструктаж рабочих.

Гигиеническая стандартизация означает исключение и ограничение содержания вредных веществ в исходном сырье и в конечных продуктах производства (свинца в типографских красках, мышьяка в составе кислот и металлов и т.п.).

В зависимости от особенностей технологии, оборудования, степени токсичности перерабатываемых продуктов используются и соответствующие виды планировки, отделки помещений и расположения оборудования. Например, оборудование, являющееся источником выделения опасных ядовитых веществ, изолируют от работающих, а управление им ведется

дистанционно. Во избежание сорбции токсичных веществ стенами, деревянными ограждениями окон, полами используют материалы, не поглощающие токсические вещества (керамическая плитка, пластмасса и т.п.). Вопросы планировки тесно связаны с устройством общеобменной вентиляции, позволяющей создавать избыточное давление в помещениях с целью предотвращения проникновения в них веществ из соседних помещений, а также обеспечивать разбавление вредных выделений до безопасных концентраций. В ряде случаев эффективной мерой является местная вытяжная вентиляция, улавливающая вредные вещества у мест их выделения.

**Лечебно-профилактические мероприятия** направлены на предупреждение возникновения производственных отравлений и заболеваний. К ним относятся: обязательный предварительный при поступлении на работу и последующие периодические медицинские осмотры, организация дополнительного и специального питания; витаминизация; ультрафиолетовое облучение работающих; щелочные ингаляции, дыхательная гимнастика. Работающие с токсичными веществами проходят специальный санитарный инструктаж.

**Организационные мероприятия.** В соответствии с российским трудовым законодательством в отношении лиц, работающих с вредными веществами, предусмотрены ограничение продолжительности рабочего дня, предоставление дополнительного отпуска, более ранние сроки выхода на пенсию, увеличение тарифных ставок должностных окладов. На ряде производств законом не допускается использование труда женщин и подростков. Обязательными являются учет и регистрация профессиональных отравлений. Принятые нормы на ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны являются обязательными для администрации предприятий, учреждений, организаций.

### **3.5 Индивидуальные средства защиты органов дыхания**

Если применение инженерно-технических мероприятий не приводит к снижению вредных веществ, а также в случае временного пребывания работника в опасной зоне ядовитых испарений, газов, используются индивидуальные средства защиты.

Средства защиты органов дыхания предназначены для защиты работающих от вредных для здоровья веществ (аэрозолей, газов, паров, пыли), присутствующих в окружающем воздухе при проведении различных технологических процессов.

При подборе средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) необходимо знать следующее:

- с какими веществами приходится работать;
- какова концентрация загрязняющих веществ;
- в каком состоянии они находятся (в виде газов, пыли, аэрозолей);
- существует ли опасность кислородного голодания;
- сколько времени приходится работать в опасных условиях;
- каковы физические нагрузки в процессе работы.

Существует два типа средств защиты органов дыхания: фильтрующие и изолирующие.

Фильтрующие СИЗОД подают в зону дыхания очищенный от примесей воздух (ГОСТ 12.4.011-2001). По конструкции фильтрующие СИЗОД подразделяют на следующие [32]:

- с фильтрующей лицевой частью без клапанов с фильтрующей лицевой частью с клапанами;
- с лицевой частью из изолирующих материалов с фильтрующими системами, с клапанами и без них.

Преимущества фильтрующих средств заключаются в их легкости, удобстве, простоте в обращении; надежно фиксируются в рабочем положении, не препятствуют свободе движения работника.

Недостатками этих средств являются:

- затрудненность дыхания из-за сопротивления фильтра;
- ограниченность работы с применением фильтра по времени (если нет фильтрующей маски, которая снабжена поддувом);
- фильтры обладают ограниченным сроком годности.

Изолирующие СИЗОД подают в зону дыхания воздух из специальных емкостей или из чистого пространства, расположенного вне рабочей зоны. Изолирующие средства защиты применяются: в условиях возникновения недостатка кислорода во вдыхаемом воздухе; в условиях загрязнения воздуха в больших концентрациях или когда концентрация загрязнения неизвестна (например, чрезвычайные ситуации – аварийный выброс химических или радиоактивных веществ, при пожаре и т. п.); если выполняется тяжелая работа, когда дыхание через фильтрующие СИЗОД затруднено из-за сопротивления фильтра; для работы в особо опасных условиях (в изолированных объемах, при ремонте нагревательных печей, газовых сетей и т. п.).

Номенклатура изолирующих СИЗОД обширна и постоянно расширяется. В настоящее время существуют средства, обеспечивающие комплексную защиту человека от опасных и вредных факторов, создавая одновременно защиту органов зрения, слуха, дыхания, а также защиту отдельных частей тела человека. Для защиты органов дыхания от токсических паров и газов применяют фильтрующие противогазы и респираторы. Защита от определенной группы токсических веществ обеспечивается применением соответствующих поглотителей-патронов (табл. 3.5).

Область применения поглотителей-патронов противогазов и респираторов

Индекс патрона	От каких вредных веществ защищает
А	Паров бензина, керосина, ацетона, бензола, толуола, ксилола, бутилацетата, хлорэтана и др.
В	Сернистых газов, хлора, сероводорода, синильной кислоты, окислов азота, хлористого водорода, фосгена и др.
Г	Паров ртути
КД	Аммиака, сероводорода (раздельно и в смесях)
СО	Окиси углерода

Перечисленные фильтрующие противогазы и респираторы могут использоваться только при достаточном содержании кислорода в окружающем воздухе (не менее 18% по объему) и при ограниченном известном содержании вредных веществ. Их нельзя использовать при работах в труднодоступных помещениях малого объема, в замкнутых и полужамкнутых пространствах (цистерны, колодцы, трубопроводы и т.п.), а также в различных аварийных ситуациях, когда количество вредных веществ в окружающем воздухе неизвестно. В таких случаях используются изолирующие дыхательные аппараты.

#### **4. Способы и средства защиты работников от вредных и (или) опасных биологических факторов производственной среды**

##### **4.1. Общие сведения. Воздействие на человека**

Средой обитания человека является совокупность объектов, явлений и факторов окружающей (природной и искусственной) среды, определяющей условия жизнедеятельности человека.

К факторам среды обитания относятся биологические, химические, физические, социальные и иные факторы среды обитания, которые оказывают

или могут оказывать воздействие на человека и (или) на состояние здоровья будущих поколений [36].

Согласно ГОСТ 12.0.003-74\* [33] к биологическим опасным и вредным производственным факторам относятся патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности, а также макроорганизмы (растения и животные).

В целях проведения специальной оценки условий труда, в соответствии с федеральным законом № 426-ФЗ [2], биологические факторы – микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в бактериальных препаратах, патогенные микроорганизмы - возбудители инфекционных заболеваний.

Способность микроорганизмов (вирусов, хламидий, микоплазм, риккетсий, бактерий, грибов) вызывать инфекции обусловлена двумя основными характеристиками: патогенностью и вирулентностью.

*Патогенность* – видовое свойство микроорганизма, которое характеризует его способность проникать в организм человека или животного и использовать его как среду своей жизнедеятельности и размножения и вызывать патологические изменения в органах и тканях с нарушением их физиологических функций.

*Вирулентность* – это свойство конкретного штамма патогенного микроорганизма, характеризующее степень его патогенности; меру патогенности.

По степени патогенности микроорганизмы подразделяют на 3 группы:

- сапрофиты;
- условно-патогенные;
- патогенные.

Это деление относительно, т.к. не учитывает особенностей макроорганизма и условий окружающей среды.

Большая группа микроорганизмов относится к условно-патогенным. Как правило, это микроорганизмы, обитающие на наружных покровах (коже, слизистых оболочках) и способные вызывать инфекции лишь при снижении сопротивляемости макроорганизма.

К патогенным микроорганизмам относятся, те, которые, как правило, вызывают инфекционный процесс. Есть микроорганизмы, патогенные только для человека (менингококк), для человека и животных (сальмонеллы, иерсинии, хламидий и др.), или только для животных.

Патогенность обусловлена способностью микроорганизмов преодолевать защитные барьеры – кожу, слизистые оболочки в результате активного продвижения (например, с помощью жгутиков), наличия ферментов, повреждающих клеточные мембраны. Важным фактором патогенности является способность многих микроорганизмов (например, бактерий, вирусов, риккетсий) к внутриклеточному паразитированию.

К числу особо опасных карантинных заболеваний в международном масштабе относятся: чума, оспа, холера, желтая лихорадка, ВИЧ-инфекция и малярия. Важнейшей особенностью инфекционных болезней является то, что непосредственной причиной их возникновения служит внедрение в организм человека вредоносного (патогенного) микроорганизма.

Инфекционные заболевания человека, в зависимости от определенного механизма передачи и места преимущественной локализации процесса делятся на следующие группы:

- кишечные – сальмонеллез, холера, дизентерия, паратифы А и В, пищевые токсикоинфекции, эшерихиоз, брюшной тиф;
- инфекции дыхательных путей – ветряная оспа, ОРВИ, корь, грипп, микоплазменная респираторная инфекция;
- трансмиссивные, или кровяные, инфекции – малярия, чума, возвратный и сыпной тиф, ВИЧ-инфекция;

– инфекционные заболевания наружных покровов – столбняк, сибирская язва;

– инфекции с множественными путями передачи — инфекционный мононуклеоз, энтеровирусные инфекции.

По природе возбудителей инфекционные заболевания подразделяются на:

– вирусные – корь, грипп, парагрипп, ВИЧ-инфекция, вирусные гепатиты, менингит, цитомегаловирусная инфекция;

– прионные – фатальная семейная бессонница, куру, болезнь Крейтцфельда-Якоба;

– протозойные – критоспоридиоз, амебиаз, изоспориаз, бабезиоз, токсоплазмоз, бластоцистоз, малярия, балантидиаз;

– бактериальные – холера, чума, дизентерия, стафилококковая и стрептококковая инфекции, сальмонеллез, менингит;

– микозы (грибковые инфекции) – эпидермофития, аспергиллез, кандидоз, мукомикоз, криптококкоз, хромомикоз.

Непатогенные микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в бактериальных препаратах. Обладают общетоксическим и аллергическим действием на организм человека. К ним относятся микробные препараты для защиты растений (энтеробактерин, дендробациллин и др.), бактериальные и противогрибковые медицинские препараты (битоксибациллин, инсектицин и др.), кормовые дрожжи (в порошках, гранулах). Пути их поступления в организм и отрицательное воздействие на здоровье работников такие же, как и у патогенных микроорганизмов, а именно: 1) с воздухом; 2) с пищей, в том числе из-за загрязненных рук; 3) с укусами насекомых или животных; 4) при соприкосновении ранок кожи или слизистой оболочки с зараженными биосредами.

В процессе трудовой деятельности с микроорганизмами-продуцентами встречаются многие работники, как в промышленности, так и в сельском хозяйстве.

Воздействие биологических опасных и вредных производственных факторов может провоцировать развитие не только профессиональных заболеваний, но и нередко снижать сопротивляемость организма человека. Из-за ослабления иммунитета повышается заболеваемость работников различными непрофессиональными (в данном случае производственно обусловленными) заболеваниями с временной утратой трудоспособности. Так, у работников ферментного производства, имевших контакт с микроскопическими грибами, часто обнаруживались кожно-гнойничковые и желудочно-кишечные заболевания, хронические формы ринита, фарингита, ларингита, бронхита. Более половины из них имели повышенную чувствительность к грибковой флоре, что нашло отражение в росте числа случаев аллергических заболеваний, в том числе бронхиальной астмы [34].

#### **4.2. Нормирование и контроль содержания**

Уровни воздействия на работающих вредных производственных факторов нормированы предельно-допустимыми уровнями и предельно допустимыми концентрациями, значения которых указаны в соответствующих стандартах системы стандартов безопасности труда и санитарно-гигиенических нормах и правилах.

*Гигиенические нормативы условий труда (ПДК, ПДУ)* - уровни вредных факторов рабочей среды, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Соблюдение гигиенических нормативов не исключает нарушение состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью.

Гигиенические нормативы обоснованы с учетом 8-часовой рабочей смены. При большей длительности смены, но не более 40 часов в неделю, в каждом конкретном случае возможность работы должна быть согласована с территориальными управлениями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека с учетом показателей здоровья работников (по данным периодических медицинских осмотров и др.), наличия жалоб на условия труда и обязательного соблюдения гигиенических нормативов.

Условия труда по степени вредности и (или) опасности подразделяются на четыре класса - оптимальные, допустимые, вредные и опасные условия труда. Классы условий труда при действии биологического фактора на организм работника устанавливаются согласно табл. 4.1.

Таблица 4.1

Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны биологического фактора (превышение ПДК, раз)

Биологический фактор	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Микроорганизмы-продуценты, препараты, содержащие живые клетки и споры микроорганизмов<*>	≤ ПДК	1,1 – 10,0	10,1 – 100,0	> 100	–	
Патогенные микроорганизмы<***>	Особо опасные инфекции					+
	Возбудители других инфекционных заболеваний		+	+		
<p>&lt;*&gt; В соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.2.6.709-98 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны" и дополнениями к нему.</p> <p>&lt;***&gt; Условия труда отдельных категорий работников относят (без проведения измерений) к определенному классу в соответствии с п. 5.2.3 [11].</p>						

В соответствии с Р 2.2.2006-05 [11] измерения проводятся только для микроорганизмов-продуцентов, а для отдельных категорий работников гигиеническая оценка биологического фактора производственной среды проводится без проведения измерений.

Микроорганизмы-продуценты присутствуют в воздухе рабочей зоны в виде аэрозолей. Величины ПДК микроорганизмов выражены в микробных клетках на  $1 \text{ м}^3$  (кл/м<sup>3</sup>). ПДК для микроорганизмов-продуцентов являются максимальными [34].

Условия труда работников специализированных медицинских (инфекционных, туберкулезных и т.п.), ветеринарных учреждений и подразделений, специализированных хозяйств для больных животных относят:

- к 4 классу опасных (экстремальных) условий, если работники проводят работы с возбудителями (или имеют контакт с больными) особо опасных инфекционных заболеваний;

- к классу 3.3 - условия труда работников, имеющих контакт с возбудителями других инфекционных заболеваний, а также работников патоморфологических отделений, прозекторских, моргов;

- к классу 3.2 - условия труда работников предприятий кожевенной и мясной промышленности; работников, занятых ремонтом и обслуживанием канализационных сетей.

Контроль воздуха на содержание вредных веществ биологической природы - продуктов микробного синтеза (ферменты, витамины, антибиотики и др.) проводится так, как это принято для химических веществ.

Отбор проб воздуха для контроля содержания микроорганизмов проводится путем аспирации их из воздуха на поверхность плотной питательной среды.

При текущем контроле в одном помещении число контрольных точек должно быть не менее трех.

Для сравнительного анализа концентраций микроорганизмов в воздухе рабочей зоны отбор проб должен проводиться не реже 1 раза в неделю в аналогичный по интенсивности технологического процесса временной период.

Объем пробы воздуха должен быть достаточным для обнаружения микроорганизмов. Он устанавливается опытным путем с учетом характеристик

используемого пробоотборника и концентрации микроорганизмов в тестируемой зоне.

Отбор проб проводится с концентрированием воздуха на чашке Петри с посевной средой. Отбор проб на содержание микроорганизмов проводят в рабочей зоне; высота установки прибора 1,5 м от уровня пола.

#### **4.3. Способы и средства защиты работников от вредных и (или) опасных биологических факторов производственной среды**

В соответствии с федеральным законом № 52–ФЗ [3] **санитарно-противоэпидемические (профилактические) мероприятия** - организационные, административные, инженерно-технические, медико-санитарные, ветеринарные и иные меры, направленные на устранение или уменьшение вредного воздействия на человека факторов среды обитания, предотвращение возникновения и распространения инфекционных заболеваний и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений) и их ликвидацию.

Врачи выделяют несколько главных методов профилактики возникновения и распространения инфекционных заболеваний. Во-первых, избегать контакта с больными людьми. Во-вторых, необходимо укреплять иммунитет, повышая сопротивляемость человека к инфекционным болезням: для чего важно полноценно питаться, принимать витамины, не забывать о физической активности и правилах личной гигиены. В-третьих, химиопрофилактика инфекций, то есть использование специфических медикаментов для предотвращения инфицирования.

В борьбе с микробами большое значение имеет гигиена. Пот, пыль, грязь – хорошая питательная среда для микроорганизмов. Эффективным средством борьбы с микробами является дезинфекция. В качестве дезинфицирующих средств применяются настойка йода, ультрафиолетовые лучи, хлор и др. Дезинфекция является непосредственным средством борьбы с микробами.

Основной мерой предупреждения инфекционных заболеваний являются профилактические прививки. Для профилактики желудочно-кишечных заболеваний, туляремии и бруцеллеза необходимо соблюдать следующие санитарно-гигиенические требования и правила:

- Использовать средства индивидуальной защиты – спецодежду (комбинезон, бахилы, колпаки, шлемы, перчатки), респираторы, защитные мази и пасты;

- Тщательно мыть руки, придя с улицы, после посещения уборной, перед каждым приемом пищи, а так же купленные фрукты и овощи, которые могут быть источником гельминтов и других опасных микробов, перед их употреблением;

- Следить за герметичностью тары, предназначенной для хранения пищи, в целях защиты её от грызунов, насекомых и других переносчиков возбудителей инфекционных заболеваний;

- Употреблять для питья и приготовления пищи только свежую очищенную в соответствии с установленными нормативами качества воду;

- Употреблять в пищу только доброкачественные продукты с не истекшим сроком годности;

- Осуществлять правильную термическую обработку продуктов во время их приготовления;

- Молоко перед употреблением кипятить;

- Избегать использования сена и соломы для ночлега;

- Носить специальную одежду для защиты от укусов комаров и клещей;

- Применять отпугивающие средства (репелленты).

Автоматизация, изоляция, герметизация, механизация производственных процессов, позволяет, с одной стороны, свести к минимуму или вообще исключить контакт работников с биологическим вредным производственным

фактором, с другой – ограничить число людей, находящихся под его воздействием.

Приказом Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н [35] утвержден перечень вредных и (или) опасных производственных факторов, при наличии которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования). В зависимости от вида вредных и (или) опасных биологических факторов производственной среды устанавливается периодичность осмотров, но не реже 1 раза в год.

В рамках осмотра осуществляются клинико-лабораторные исследования (анализ крови, мочи и др.). На работу могут быть приняты только те лица, которые не имеют профессиональных и других заболеваний, течение которых ухудшается под воздействием биологического вредного производственного фактора (аллергия, микозы, хронический бронхит, пневмония, субатрофические изменения дыхательных путей, дерматит и т. п.).

Лица, у которых обнаружены неблагоприятные симптомы заболевания, должны быть отстранены от работы в контакте с биологическим вредным фактором и направлены на лечение. В дальнейшем вопрос о возвращении к прежней работе решается индивидуально. При аллергической форме профессионального заболевания весьма высока вероятность его повторения (рецидива) после возвращения на работу и даже после излечения. Поэтому в данном случае следует полностью отказаться от контакта с биологическим вредным производственным фактором, по вине которого возникло то или иное аллергическое профессиональное заболевание (конъюнктивит, ринит, ринофарингит, ринофаринголарингит, риносинусит, бронхиальная астма, астматический бронхит, экзогенный альвеолит, эпидермоз, дерматит и др.) [34].

## **5. Способы и средства защиты работников от вредных и (или) опасных факторов трудового процесса**

**Условия труда** - совокупность факторов трудового процесса и рабочей среды, в которой осуществляется деятельность человека.

Тяжесть и напряженность достаточно часто усугубляются негативными факторами рабочей среды. Совокупность факторов трудового процесса и рабочей среды, в которой осуществляется деятельность человека, называют условиями труда. Условия труда оказывают влияние на работоспособность и здоровье работника [36].

Из всего многообразия форм трудовой деятельности человека можно выделить три главные: физический труд; умственный труд; сочетание физического и умственного труда (в различных соотношениях).

Физический труд характеризуется повышенной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат. Он воздействует на сердечнососудистую, нервную, мышечную, дыхательную системы организма. При избыточных физических нагрузках могут возникнуть заболевания. После физического труда работнику требуется продолжительный отдых.

Монотонность, обычно сопутствующая физическому труду, может влиять на нервную систему, вызывая потерю интереса к работе, состояние сонливости, предрасполагающие к травматизму. Физический труд на конвейерном производстве, однообразие и зарегулированность операций, высокий ритм работы вызывают быстрое утомление.

Утомление — состояние организма, характеризующееся снижением работоспособности в результате чрезмерной нагрузки, ухудшением количественных и качественных показателей работы. Утомление сопровождается чувством усталости, которое прекращается после отдыха, соответствующего затраченному количеству энергии.

Утомление представляет собой обратимое физиологическое состояние. Однако если работоспособность не восстанавливается к началу следующего периода работы, то утомление может накапливаться и переходить в переутомление. Переутомление - более стойкое снижение работоспособности, которое в дальнейшем приводит к развитию болезней, снижению сопротивляемости организма, требует обязательного обращения за профессиональной медицинской помощью. Признаками переутомления могут быть бессонница, раздражительность, физический дискомфорт, снижение концентрации внимания (ошибки в работе), снижение скорости психомоторных реакций.

Умственный труд связан с приемом и переработкой информации, активизацией процессов мышления, напряжением внимания и памяти. Напряженность умственного труда оценивается количеством информации, принимаемой человеком в течение определенного времени, например, количество знаков или сигналов, воспринимаемых диспетчером или считываемых оператором с экрана монитора за один час или за рабочую смену. В настоящее время основная тяжесть управления поездной работой сосредоточена у поездных диспетчеров управления дорог. Их работе присуща высокая напряженность умственного труда [37].

Умственные и эмоциональные перегрузки могут снижать работоспособность, оказывать угнетающее влияние на психическое состояние человека, его внимание, память. У работника может формироваться сердечнососудистая патология. При длительных перегрузках, умственном переутомлении отмечаются расстройство внимания, памяти, ухудшение процессов мышления, ослабление точности и координации движений.

Существует 4 класса по оценке условий труда:

**Оптимальные условия труда** (1 класс)- такие условия, при которых сохраняется не только здоровье работающих, но и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

**Допустимые условия труда** (2 класс) - характеризуются такими уровнями показателей трудового процесса, которые не превышают установленных гигиеническими нормативами для рабочих мест уровней, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятного воздействия в начальном и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство.

Оптимальные и допустимые условия соответствуют безопасным условиям труда.

**Вредные условия труда** (3 класс) характеризуется наличием показателей напряженности, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и (или) его потомство.

Напряженный труд по степени выраженности изменений в организме работающих подразделяется на 4 степени вредности: 1 степени (3.1), 2 степени (3.2), 3 степени (3.3), 4 степени (3.4):

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

2 степень 3 класса (3.2) - уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению профессионально обусловленной заболеваемости (что может проявляться повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых для данных факторов органов и систем), появлению начальных признаков или легких форм профессиональных заболеваний (без потери

профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);

3 степень 3 класса (3.3) - условия труда, характеризующиеся такими уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (профессионально обусловленной) патологии;

4 степень 3 класса (3.4) - условия труда, при которых могут возникать тяжелые 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** (4 класс) характеризуются уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм.

### **5.1. Тяжесть трудового процесса (показатели физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат и на функциональные системы организма)**

**Тяжесть труда** - характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечнососудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность. Тяжесть труда характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, характером рабочей позы, глубиной и частотой наклона корпуса, перемещениями в пространстве [11].

При выполнении работ, связанных с неравномерными физическими нагрузками в разные смены, оценку показателей тяжести трудового процесса (за исключением массы поднимаемого и перемещаемого груза и наклонов корпуса), следует проводить по средним показателям за 2—3 смены. Массу поднимаемого и перемещаемого вручную груза и наклоны корпуса следует оценивать по максимальным значениям.

**Физическая динамическая нагрузка (выражается в единицах внешней механической работы за смену - кг м).** Для подсчета физической динамической нагрузки (внешней механической работы) определяется масса груза (деталей, изделий, инструментов и т. д.), перемещаемого вручную в каждой операции и путь его перемещения в метрах. Подсчитывается общее количество операций по переносу груза за смену и суммируется величина внешней механической работы (кг х м) за смену в целом. По величине внешней механической работы за смену, в зависимости от вида нагрузки (региональная или общая) и расстояния перемещения груза, определяют, к какому классу условий труда относится данная работа.

**Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг).** Для определения массы груза (поднимаемого или переносимого работником на протяжении смены, постоянно или при чередовании с другой работой) его взвешивают на товарных весах. Регистрируется только максимальная величина. Массу груза можно также определить по документам.

**Стереотипные рабочие движения (количество за смену, суммарно на две руки).** Понятие “рабочее движение” в данном случае подразумевает движение элементарное, т. е. однократное перемещение рук (или руки) из одного положения в другое. Стереотипные рабочие движения в зависимости от амплитуды движений и участвующей в выполнении движения мышечной массы делятся на локальные и региональные. Работы, для которых характерны локальные движения, как правило, выполняются в быстром темпе (60—250 движений в минуту) и за смену количество движений может достигать

нескольких десятков тысяч. Поскольку при этих работах темп, т. е. количество движений в единицу времени, практически не меняется, то, подсчитав, с применением какого-либо автоматического счетчика, число движений за 10—15 мин, рассчитываем число движений в 1 мин, а затем умножаем на число минут, в течение которых выполняется эта работа. Время выполнения работы определяем путем хронометражных наблюдений или по фотографии рабочего дня. Число движений можно определить также по числу знаков, напечатанных (вводимых) за смену (подсчитываем число знаков на одной странице и умножаем на число страниц, напечатанных за день).

**Статическая нагрузка (величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий, кгс • с).** Статическая нагрузка, связанная с удержанием груза или приложением усилия, рассчитывается путем перемножения двух параметров: величины удерживаемого усилия (веса груза) и времени его удерживания.

В процессе работы статические усилия встречаются в различных видах: удержание обрабатываемого изделия (инструмента), прижим обрабатываемого инструмента (изделия) к обрабатываемому изделию (инструменту), усилия для перемещения органов управления (рукоятки, маховики, штурвалы) или тележек. В первом случае величина статического усилия определяется весом удерживаемого изделия (инструмента). Вес изделия определяется путем взвешивания на весах. Во втором случае величина усилия прижима может быть определена с помощью тензометрических, пьезокристаллических или других датчиков, которые необходимо закрепить на инструменте или изделии. В третьем случае усилие на органах управления можно определить с помощью динамометра или по документам. Время удерживания статического усилия определяется на основании хронометражных измерений (или по фотографии рабочего дня). Оценка класса условий труда по этому показателю должна осуществляться с учетом преимущественной нагрузки: на одну, две руки или с участием мышц корпуса и ног. Если при выполнении работы встречается 2 или

3 указанных выше нагрузки (нагрузки на одну, две руки и с участием мышц корпуса и ног), то их следует суммировать и суммарную величину статической нагрузки соотносить с показателем преимущественной нагрузки.

**Рабочая поза.** Характер рабочей позы (свободная, неудобная, фиксированная, вынужденная) определяется визуально. К свободным позам относят удобные позы сидя, которые дают возможность изменения рабочего положения тела или его частей (откинуться на спинку стула, изменить положение ног, рук). Фиксированная рабочая поза - невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга. Подобные позы встречаются при выполнении работ, связанных с необходимостью в процессе деятельности различать мелкие объекты. Наиболее жестко фиксированы рабочие позы у представителей тех профессий, которым приходится выполнять свои основные производственные операции с использованием оптических увеличительных приборов - луп и микроскопов. К неудобным рабочим позам относятся позы с большим наклоном или поворотом туловища, с поднятыми выше уровня плеч руками, с неудобным размещением нижних конечностей. К вынужденным позам относятся рабочие позы лежа, на коленях, на корточках и т. д. Абсолютное время (в минутах, часах) пребывания в той или иной позе определяется на основании хронометражных данных за смену, после чего рассчитывается время пребывания в относительных величинах, т. е. в процентах к 8-часовой смене (независимо от фактической длительности смены). Если по характеру работы рабочие позы разные, то оценку следует проводить по наиболее типичной позе для данной работы.

**Наклоны корпуса (количество за смену).** Число наклонов за смену определяется путем их прямого подсчета в единицу времени (несколько раз за смену), затем рассчитывается число наклонов за все время выполнения работы, либо определением их количества за одну операцию и умножением на число операций за смену. Глубина наклонов корпуса (в градусах) измеряется с помощью любого простого приспособления для измерения углов (например,

транспортира). При определении угла наклона можно не пользоваться приспособлениями для измерения углов, т. к. известно, что у человека со средними антропометрическими данными наклоны корпуса более 30° встречаются, если он берет какие-либо предметы, поднимает груз или выполняет действия руками на высоте не более 50 см от пола.

**Перемещение в пространстве (переходы, обусловленные технологическим процессом, в течение смены по горизонтали или вертикали - по лестницам, пандусам и, км).** Самый простой способ определения этой величины - с помощью шагомера, который можно поместить в карман работающего или закрепить на его поясе, определить количество шагов за смену (во время регламентированных перерывов и обеденного перерыва шагомер снимать). Количество шагов за смену умножить на длину шага (мужской шаг в производственной обстановке в среднем равняется 0,6 м, а женский - 0,5 м), и полученную величину выразить в км. Перемещением по вертикали можно считать перемещения по лестницам или наклонным поверхностям, угол наклона которых более 30° от горизонтали. Для профессий, связанных с перемещением как по горизонтали, так и по вертикали, эти расстояния можно суммировать и сопоставлять с тем показателем, величина которого была больше.

**Общая оценка тяжести трудового процесса.** Общая оценка по степени физической тяжести проводится на основе всех приведенных выше показателей при сравнении с нормативными значениями, указанными в таблице 5.1. При этом в начале устанавливается класс по каждому измеренному показателю и вносится в протокол, а окончательная оценка тяжести труда устанавливается по показателю, отнесенному к наибольшему классу. При наличии двух и более показателей класса 3.1 и 3.2 общая оценка устанавливается на одну степень выше [11].

Таблица 5.1

## Нормативные значения по тяжести трудового процесса

Показатели тяжести трудового процесса	Оптимальные значения тяжести трудового процесса для мужчин	Допустимое значение тяжести трудового процесса для мужчин
<b>1. Физическая динамическая нагрузка за смену, кг•м</b>		
1.1. При региональной нагрузке при перемещении груза на расстояние до 1 м:	до 3000	до 5000
1.1.1. Расстояние перемещения (м)	-	-
1.1.2. Количество перемещений (раз)	-	-
<b>1.2. При общей нагрузке</b>		
1.2.1. При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м	до 15000	до 25000
1.2.1.1. Расстояние перемещения (м)	-	-
1.2.1.2. Количество перемещений (раз)	-	-
<b>1.2.2. При перемещении груза на расстояние более 5 м</b>		
	до 28000	до 46000
1.2.2.1. Расстояние перемещения (м)	-	-
1.2.2.2. Количество перемещений (раз)	-	-
<b>1.3. Общая физическая динамическая нагрузка</b>		
	до 3000	до 5000
1.3.1 Среднее расстояние перемещения груза ( в м.)	-	-
<b>2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг</b>		
2.1. Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2-х раз в час):	до 10	до 30
2.2. Подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены:	до 7	до 15
2.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены, в том числе		до 435
2.3.1. С рабочей поверхности	до 350	до 870
2.3.2. С пола	до 175	до 435
<b>3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену)</b>		
3.1. При локальной нагрузке	до 40000	до 40000

Показатели тяжести трудового процесса	Оптимальные значения тяжести трудового процесса для мужчин	Допустимое значение тяжести трудового процесса для мужчин
3.2. При региональной нагрузке	до 20000	до 20000
<b>4. Статическая нагрузка - величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий, кг•с)</b>		
4.1. Одной рукой	до 22000	до 36000
4.2. Двумя руками:	до 42000	до 70000
4.3. С участием мышц корпуса и ног	до 60000	до 100000
4.4. Общая статическая нагрузка	-	до 70000
<b>5. Рабочая поза, % смены</b>	-	-
5.1. Свободная	-	-
5.2. Стоя	до 60	до 60
5.3. Неудобная	до 25	до 25
5.4. Фиксированная	до 25	до 25
5.5. Вынужденная	-	-
5.6. Поза «сидя» без перерывов	до 60	до 60
<b>6. Наклоны корпуса</b>		
Наклоны корпуса (вынужденные более 30 <sup>0</sup> ), количество за смену	до 100	до 100
<b>7. Перемещение в пространстве, обусловленные технологическим процессом, км</b>		
7.1. По горизонтали	до 8	до 8
7.2. По вертикали	до 2.5	до 2.5
7.3. Суммарное перемещение	до 8	до 8

## **5.2. Напряженность трудового процесса (показатели сенсорной нагрузки на центральную нервную систему и органы чувств работника)**

**Напряженность труда** - характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. К факторам,

характеризующим напряженность труда, относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы [11].

Оценка напряженности труда профессиональной группы работников основана на анализе трудовой деятельности и ее структуры, которые изучаются путем хронометражных наблюдений в динамике всего рабочего дня, в течение не менее одной недели.

Анализ основан на учете всего комплекса производственных факторов (стимулов, раздражителей), создающих предпосылки для возникновения нервно-эмоционального состояния (перенапряжения).

**Все показатели (факторы) имеют качественную или количественную выраженность и сгруппированы по видам нагрузок:**

***Сенсорные:***

1. «Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы» - количество воспринимаемых и передаваемых сигналов (сообщений распоряжений) позволяет оценивать занятость, специфику деятельности работника. Чем больше число сигналов, тем выше информационная нагрузка, приводящая к возрастанию напряженности;

2. «Число производственных объектов одновременного наблюдения» - указывает, что с увеличением числа объектов одновременного наблюдения возрастает напряженность труда. Эта характеристика труда предъявляет требования к объему внимания (от 4 до 8 не связанных объектов) и его распределению как способности одновременно сосредотачивать внимание на нескольких объектах или действиях;

3. «Работа с оптическими приборами (микроскоп, лупа и т.п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% от времени смены)». На основе хронометражных наблюдений определяется время (часы, минуты) работы за оптическим прибором. Продолжительность рабочего дня принимается за 100%, а время фиксированного взгляда с использованием микроскопа, лупы

переводится в проценты. Чем больше процент времени, тем больше нагрузка, приводящая к развитию напряжения зрительного анализатора.

4. «Нагрузка на слуховой анализатор». Показателем «нагрузка на слуховой анализатор» необходимо характеризовать такие работы, при которых исполнитель в условиях повышенного уровня шума должен воспринимать на слух речевую информацию или другие слуховые сигналы, которыми он руководствуется в процессе работы.

12. «Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов наговариваемых в неделю)». Степень напряжения голосового аппарата зависит от продолжительности речевых нагрузок. Перенапряжение голоса наблюдается при длительной, без отдыха голосовой деятельности.

***Эмоциональные:***

1. «Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций» и

2. «Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса, в % от времени смены» - чем больше время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса, тем более монотонной является работа.

**Общая оценка напряженности трудового процесса** проводится на основе всех приведенных выше показателей при сравнении с нормативными значениями, указанными в таблице 5.2.

**Не допускается выборочный учет каких либо отдельно взятых показателей для общей оценки напряженности труда.**

Наивысшая степень напряженности труда соответствует классу **3.3**.

При отнесении условий труда по тяжести и напряженности трудового процесса к 3 (вредному) классу необходима разработка мероприятий по улучшению условий труда работников.

## Нормативные значения по напряженности трудового процесса

Показатели напряженности трудоого процесса	Предельно допустимое значение показателя
<b>Сенсорные нагрузки</b>	
Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 ч работы, ед.	до 175
Число производственных объектов одновременного наблюдения, ед.	до 10
Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) (% времени смены)	до 50
Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю), час	до 20
<b>Монотонность нагрузок</b>	
Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях, ед.	более 6
Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса в % от времени смены), час	менее 80

Основными мерами по снижению физической и нервно-психической напряженности и **улучшения условий труда на производстве** являются следующие [36]:

**1. Повышение уровня механизации и автоматизации трудоемких производственных процессов, включающее в себя:**

Механизация производства, замена ручных средств труда машинами и механизмами с применением для их действия различных видов энергии, тяги в отраслях материального производства или процессах трудовой деятельности. М. п. охватывает также сферу умственного труда (см., например, Механизация учёта, Информационный поиск и др.). Основные цели М. п. — повышение производительности труда и освобождение человека от выполнения тяжёлых, трудоёмких и утомительных операций. М. п. способствует рациональному и экономному расходованию сырья, материалов и энергии, снижению себестоимости и повышению качества продукции. Наряду с совершенствованием и обновлением технических средств и технологии М. п. неразрывно связана с повышением уровня квалификации и организации

производства, изменением квалификации работников, использованием методов научной организации труда. М. п. является одним из главных направлений технического прогресса, обеспечивает развитие производительных сил и служит материальной основой для повышения эффективности общественного производства, развивающегося интенсивными методами.

## **2. Совершенствование организации рабочих мест:**

Эргономика исследует влияние, оказываемое на функциональное состояние и работоспособность человека различными факторами производственной среды. Последние учитываются при проектировании оборудования, организационной и технологической оснастки, при обосновании планировки рабочих мест. Правильная планировка должна предусматривать такое размещение работника в зоне рабочего места и такое расположение в ней предметов, используемых в процессе работы, которые бы обеспечили наиболее удобную рабочую позу; наиболее короткие и удобные зоны движения; наименее утомительные положения корпуса, рук, ног и головы при длительном повторении определенных движений.

Таким образом, задачи организации труда в области организации рабочих мест направлены на достижение рационального сочетания вещественных элементов производственного процесса и человека, обеспечение на этой основе высокой производительности и благоприятных условий труда.

- организация приемов и методов труда;
- оптимизация темпа работы;

## **3. Оптимизация режима труда и отдыха:**

Наибольшая эффективность труда достигается не при непрерывной работе, а при оптимальном чередовании периодов работы и отдыха, которое устанавливается исходя из изменений кривой работоспособности. В зависимости от характера трудовой деятельности и глубины развития утомления устанавливается длительность и количество перерывов на отдых.

Обязательным является обеденный перерыв продолжительностью от 30 мин до 1 ч. Наиболее правильным считается назначение обеденного перерыва в середине рабочего дня, или так, чтобы 2-я половина смены (как наиболее трудная) была на 0,5 или 1 ч меньше, чем 1-я. В зависимости от изменения работоспособности человека в течение рабочей смены должны быть короткие регламентированные перерывы (5—15 мин) на отдых, которые способствуют улучшению и восстановлению физиологических функций, повышению работоспособности и росту производительности труда. При работах, требующих больших физических усилий, целесообразно введение более редких, но достаточно длительных перерывов (15—20 мин) в 1-й и 2-й половинах смены. При работах с большим нервным напряжением необходимо введение более частых, но коротких перерывов (5—10 мин) 3—4 раза в смену, а при монотонных видах деятельности целесообразно введение коротких (5 мин) перерывов через каждый час работы.

## **6. Способы и средства коллективной и индивидуальной защиты работников**

### ***6.1. Общие сведения***

В зависимости от характера применения средства защиты работающих подразделяются на две категории: средства коллективной защиты (СКЗ); средства индивидуальной защиты (СИЗ), которые определяются, как технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения (Трудовой Кодекс, статья 209).

Установление порядка обеспечения работников СКЗ - в числе основных направлений государственной политики в области охраны труда. А вот «...необеспечение средствами коллективной и индивидуальной защиты ...»

российское законодательство (Трудовой Кодекс, статья 4) относит к принудительному труду.

В первую очередь для защиты работающих должны применяться СКЗ, которые, в оптимальном варианте, конструктивно соединены с производственным оборудованием или его элементами управления таким образом, чтобы, в случае необходимости, возникло *принудительное* действие средства защиты. Допускается использовать СКЗ в качестве элементов управления для включения и выключения производственного оборудования.

СКЗ должны быть расположены на производственном оборудовании или на рабочем месте таким образом, чтобы постоянно обеспечивалась возможность контроля его работы, а также безопасного ухода и ремонта [38].

СИЗ применяются на производстве в тех случаях, когда не представляется возможным предупредить опасность травм, отравлений и профзаболеваний с помощью СКЗ, санитарно-технических мероприятий, улучшения технологии, применения средств механизации и автоматизации.

Работодатель обязан следить за тем, чтобы рабочие и служащие во время работы применяли средства защиты и не допускать к работе в неисправной, неотремонтированной, загрязненной специальной одежде и обуви или с неисправными средствами индивидуальной и коллективной защиты; обеспечить регулярное испытание и проверку исправности средств защиты и т.д. Для хранения выданных работникам средств защиты работодатель предоставляет в соответствии с требованиями строительных норм и правил специально оборудованные помещения (гардеробные).

Химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, обезвреживание и обеспыливание специальной одежды рабочих и служащих, занятых на работах с вредными для здоровья веществами (свинец, его сплавы и соединения, ртуть, этилированный бензин, радиоактивные вещества и т.д.), должны производиться в соответствии с инструкциями и указаниями органов санитарного надзора.

## **6.2. Классы и виды средств защиты**

Средства коллективной и индивидуальной защиты, в зависимости от назначения, подразделяют *на классы и виды* [38]:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест (от повышенного или пониженного барометрического давления и его резкого изменения, повышенной или пониженной влажности воздуха, повышенной или пониженной ионизации воздуха, повышенной или пониженной концентрации кислорода в воздухе, повышенной концентрации вредных аэрозолей в воздухе);

- средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест (пониженной яркости, отсутствия или недостатка естественного света, пониженной видимости, дискомфорта или слепящей блескости, повышенной пульсации светового потока, пониженного индекса цветопередачи);

- средства защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений;

- средства защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений;

- средства защиты от повышенного или пониженного уровня ультрафиолетовых излучений;

- средства защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений;

- средства защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей;

- средства защиты от повышенного уровня лазерного излучения;

- средства защиты от повышенного уровня шума;

- средства защиты от повышенного уровня вибрации (общей и локальной);

- средства защиты от повышенного уровня ультразвука;

- средства защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний;

- средства защиты от поражения электрическим током;

- средства защиты от повышенного уровня статического электричества;

- средства защиты от повышенных или пониженных температур поверхностей оборудования, материалов, заготовок;

- средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов;

- средства защиты от воздействия механических факторов (движущихся машин и механизмов; подвижных частей производственного оборудования и инструментов; перемещающихся изделий, заготовок, материалов; нарушения целостности конструкций; обрушивающихся горных пород; сыпучих материалов; падающих с высоты предметов; острых кромок и шероховатостей поверхностей заготовок, инструментов и оборудования; острых углов);

- средства защиты от воздействия химических факторов;

- средства защиты от воздействия биологических факторов;

- средства защиты от падения с высоты.

Средства индивидуальной защиты в зависимости *от назначения* подразделяют на классы:

- костюмы изолирующие;

- средства защиты органов дыхания;

- одежда специальная защитная;

- средства защиты ног;

- средства защиты рук;

- средства защиты головы;

- средства защиты лица;

- средства защиты глаз;

- средства защиты органа слуха;

- средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства;

- средства дерматологические защитные;

- средства защиты комплексные.

Классификация СИЗ в зависимости от опасных и вредных производственных факторов производится по ГОСТ 12.4.064, ГОСТ 12.4.034, ГОСТ 12.4.103, ГОСТ 12.4.023, ГОСТ 12.4.013 и ГОСТ 12.4.068. Сами средства защиты не должны быть источником опасных и вредных производственных факторов, должны отвечать требованиям технической эстетики и эргономики. Выбор конкретного типа средства защиты работающих должен осуществляться с учетом требований безопасности для данного процесса или вида работ [38].

Виды средств защиты в зависимости от конкретного опасного и вредного фактора или от конструктивных особенностей подразделяют на типы [38, 39, 41, 46].

Требования к маркировке СИЗ должны соответствовать ГОСТ 12.4.115 и стандартам на их маркировку. СИЗ должны подвергаться оценке по защитным, физиолого-гигиеническим и эксплуатационным показателям, иметь инструкцию с указанием назначения и срока службы изделия, правил его эксплуатации и хранения.

### ***6.3. Классификация средств защиты по видам опасных и вредных производственных факторов***

К средствам *нормализации воздушной среды* производственных помещений и рабочих мест относятся устройства для: поддержания нормируемой величины барометрического давления; вентиляции и очистки воздуха; кондиционирования воздуха; локализации вредных факторов; отопления; автоматического контроля и сигнализации; дезодорации воздуха.

К средствам *нормализации освещения* производственных помещений и рабочих мест относятся: источники света; осветительные приборы; световые проемы; светозащитные устройства; светофильтры.

К средствам защиты от повышенного уровня *ионизирующих излучений* относятся: оградительные устройства; предупредительные устройства; герметизирующие устройства; защитные покрытия; устройства улавливания и очистки воздуха и жидкостей; средства дезактивации; устройства

автоматического контроля; устройства дистанционного управления; средства защиты при транспортировании и временном хранении радиоактивных веществ; знаки безопасности; емкости радиоактивных отходов.

К средствам защиты от повышенного уровня *инфракрасных излучений* относятся устройства: оградительные; герметизирующие; теплоизолирующие; вентиляционные; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления; знаки безопасности.

К средствам защиты от повышенного или пониженного уровня *ультрафиолетовых излучений* относятся устройства: оградительные; для вентиляции воздуха; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления; знаки безопасности.

К средствам защиты от повышенного уровня *электромагнитных излучений* относятся: оградительные устройства; защитные покрытия; герметизирующие устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; устройства дистанционного управления; знаки безопасности.

К средствам защиты от повышенной *напряженности магнитных и электрических полей* относятся: оградительные устройства; защитные заземления; изолирующие устройства и покрытия; знаки безопасности.

К средствам защиты от повышенного уровня *лазерного излучения* относятся: оградительные устройства; предохранительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; устройства дистанционного управления; знаки безопасности.

К средствам защиты от повышенного уровня *шума* относятся устройства: оградительные; звукоизолирующие, звукопоглощающие; глушители шума; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления.

К средствам защиты от повышенного уровня *вибрации* относятся устройства: оградительные; виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления.

К средствам защиты от повышенного уровня *ультразвука* относятся устройства: оградительные; звукоизолирующие, звукопоглощающие; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления.

К средствам защиты от повышенного уровня *инфразвуковых колебаний* относятся: оградительные устройства; знаки безопасности.

К средствам защиты от поражения *электрическим током* относятся: оградительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления и зануления; устройства автоматического отключения; устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения; устройства дистанционного управления; предохранительные устройства; молниеотводы и разрядники; знаки безопасности.

К средствам защиты от повышенного уровня *статического электричества* относятся: заземляющие устройства; нейтрализаторы; увлажняющие устройства; антиэлектростатические вещества; экранирующие устройства.

К средствам защиты от пониженных или повышенных *температур поверхностей оборудования*, материалов и заготовок относятся устройства: оградительные; автоматического контроля и сигнализации; термоизолирующие; дистанционного управления.

К средствам защиты от повышенных или пониженных *температур воздуха* и температурных *перепадов* относятся устройства: оградительные; автоматического контроля и сигнализации; термоизолирующие; дистанционного управления; для радиационного обогрева и охлаждения.

К средствам защиты от воздействия *механических факторов* относятся устройства: оградительные; автоматического контроля и сигнализации; предохранительные; дистанционного управления; тормозные; знаки безопасности.

К средствам защиты от воздействия *химических факторов* относятся устройства: оградительные; автоматического контроля и сигнализации;

герметизирующие; для вентиляции и очистки воздуха; для удаления токсичных веществ; дистанционного управления; знаки безопасности.

К средствам защиты от воздействия *биологических факторов* относятся: оборудование и препараты для дезинфекции, дезинсекции, стерилизации, дератизации; оградительные устройства; герметизирующие устройства; устройства для вентиляции и очистки воздуха; знаки безопасности [41].

К средствам защиты от *падения с высоты* относятся: ограждения; защитные сетки; знаки безопасности [41].

#### **6.4. Виды средств индивидуальной защиты**

Средствами индивидуальной защиты являются:

1. Костюмы изолирующие: пневмокостюмы; гидроизолирующие костюмы; скафандры.
2. Средства защиты органов дыхания: противогазы; респираторы; самоспасатели; пневмошлемы; пневмомаски; пневмокуртки.
3. Одежда специальная защитная: тулупы, пальто; полупальто, полушубки; накидки; плащи, полуплащи; халаты; костюмы; куртки, рубашки; брюки, шорты; комбинезоны, полукombineзоны; жилеты; платья, сарафаны; блузы, юбки; фартуки; наплечники.
4. Средства защиты ног: сапоги; сапоги с удлиненным голенищем; сапоги с укороченным голенищем; полусапоги; ботинки; полуботинки; туфли; бахилы; галоши; боты; тапочки (сандалии); унты, чувяки; щитки, ботфорты, наколенники, портянки.
5. Средства защиты рук: рукавицы; перчатки; полуперчатки; напальчники; наладонники; напульсники; нарукавники, налокотники.
6. Средства защиты головы: каски защитные; шлемы, подшлемники; шапки, береты, шляпы, колпаки, косынки, накомарники.
7. Средства защиты глаз: очки защитные.
8. Средства защиты лица: щитки защитные лицевые.

9. Средства защиты органа слуха: противошумные шлемы; противошумные вкладыши; противошумные наушники.
10. Средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства: предохранительные пояса, тросы; ручные захваты, манипуляторы; наколенники, налокотники, наплечники.
11. Средства дерматологические защитные: защитные; очистители кожи; репаративные средства;
12. Средства защиты комплексные.

### ***6.5. Основные принципы проектирования промышленной вентиляции***

Обмен воздуха в помещении для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других загрязняющих веществ с целью обеспечения допустимых микроклиматических условий и чистоты воздуха обеспечивается *вентиляцией* [39, 46].

Вентиляция подразделяется на следующие системы:

- 1) по способу перемещения воздуха: естественная и механическая;
- 2) по форме организации воздухообмена: местная и общеобменная;
- 3) по типу: вытяжная (для удаления воздуха) – местные и общие; приточная (осуществляют подачу воздуха) – местные (воздушные души, завесы, оазисы) и общие (рассеянный или сосредоточенный приток).

К системам вентиляции предъявляются различные требования [38].

При *естественной вентиляции* воздухообмен происходит за счет разности температур, а, следовательно, и удельного веса воздуха внутри производственного помещения и вне его - под влиянием теплового напора, а также за счет воздействия ветра (ветрового напора). Действие этих факторов тем больше, чем больше разница температур в верхней и нижней зоне помещения и чем больше высота помещения.

При *неорганизованной естественной вентиляции* (проветривании) поступление и удаление воздуха происходит через окна, форточки, специальные проемы, неплотности наружных ограждений (при инфильтрации).

*Организованная (регулируемая) естественная вентиляция* или *аэрация* осуществляется за счет конструктивных элементов здания – аэрационных фонарей. Она может быть улучшена за счет каналов, шахт, функционирующих под действием теплового напора. Для эффективности ветрового напора шахты снабжаются специальными насадками – дефлекторами [46].

*Механическая вентиляция* – позволяет производить предварительную обработку приточного воздуха – увлажнение, нагрев, или охлаждение, очистку от пыли, газов и других примесей. Элементами *механической вентиляции* являются устройство отсоса и раздачи воздуха, фильтры, вентиляторы.

К установкам *местной механической вентиляции* относятся:

- местные отсосы открытого типа, включающие защитные обеспыливающие кожухи;
- вытяжные шкафы;
- бортовые и шарнирно-телескопические (встроенные в рабочие места, инструменты) перемещаемые отсосы;
- вытяжные зонты (рис. 6.1);
- укрытия-боксы;
- камеры и кабины.

*Общеобменная вентиляция* применяется в тех случаях, когда вредные вещества, избыточное тепло или влага выделяются по всему рабочему помещению и удалить их с помощью местных отсосов технически не предоставляется возможным. Принцип ее действия основан на разбавлении загрязненного, перегретого или переувлажненного воздуха чистым воздухом до уровней не превышающих ПДК [46].

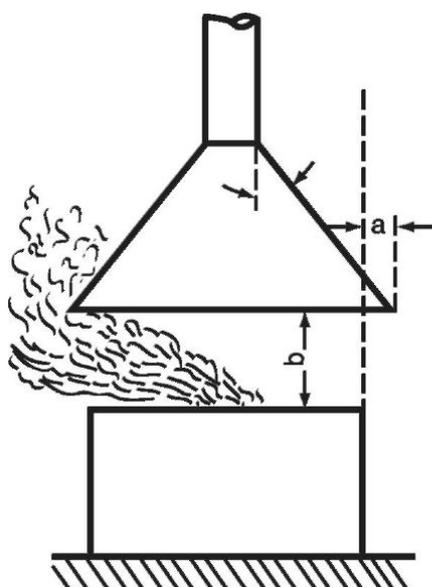


Рис. 6.1 Открытый вытяжной зонт

Приточный воздух, как правило, подвергается обработке: подогреву, охлаждению, очистке от пыли, иногда увлажнению. При рециркуляции часть воздуха, удаляемого из помещения после очистки от вредных веществ, снова возвращается в помещение.

*Кондиционирование воздуха* – создание и автоматическое регулирование в помещении заданных параметров микроклимата (санитарно-гигиенических) по температуре, влажности, подвижности воздуха. Иногда в совокупности с ним осуществляется ионизация, дезадорация, ароматизация, очистка от бактерий.

Баланс приточного и удаляемого воздуха должен отвечать назначению и конкретным условиям применения. Как правило, приток воздуха и удаляемое его количество должны быть равны или разница между ними должна быть минимальной. В помещениях цехов изготовления электровакуумных приборов (в чистых помещениях) необходимо создавать положительный воздушный баланс – выдавливать избыточный воздух из помещения.

К *элементам механической вентиляции* относятся устройства для отсоса и раздачи воздуха, фильтры, вентиляторы, воздуховоды и т.д.

Таким образом, к основным требованиям к вентиляции можно отнести наличие следующих составляющих:

- баланс притока и вытяжки воздуха;

- системы вентиляции должны быть правильно размещены (удаление загрязненного воздуха осуществляется из зон с наибольшими концентрациями, а приток – в зоны с минимальными концентрациями);

- системы вентиляции должны обеспечивать необходимую частоту (кратность) обмена воздуха;

- система должна состоять из вентилятора, воздуховодов, фильтров для очистки воздуха, воздухозаборных камер, пылесадочных камер;

- установки кондиционирования должны включать в себя комплекс технических средств, отвечающих за фильтрацию, подогрев, охлаждение, осушку, увлажнение воздуха;

- система должна включать воздушные и водяные завесы;

- система должна осуществлять аспирацию пылевоздушного потока.

Кроме вентиляции, *способами защиты* от вредных производственных факторов в воздухе рабочей зоны при запыленности, загазованности являются: герметизация процессов, установка водяных и воздушных завес, автоматизация и роботизация процессов, замена токсичных веществ менее токсичными, защита расстоянием, временем, использование СИЗ органов дыхания.

### Библиографический список

1. Пушенко С.Л., Нихаева А.В., Пушенко А.С., Руденко В.В., Стасева Е.В., Безопасность жизнедеятельности, часть 1 Организационные правовые основы охраны труда: учебное пособие. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2013. 97с.
2. Федеральный закон РФ от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».
3. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ.
4. Санитарно-эпидемиологические правила «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий. СП 2.2.1.1312-03», утв. пост. Минздравсоцразвития РФ от 30.04.2003 г №88.
5. СП 56.13330.2011. Свод правил. Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001.
6. СП 44.13330.2011. «СНиП 2.09.04-87\* Административные и бытовые здания».
7. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21).
8. ГОСТ Р 54578–2011 Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия.
9. ГН 2.2.5.1313–03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.
10. ГОСТ Р ИСО 15202-1–2007 Воздух рабочей зоны. Определение содержания металлов и металлоидов в твердых частицах аэрозоля методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. Часть 1. Отбор проб.

11. Р 2.2.2006–05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
12. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
13. СН 2.2.4/2.1.8.583-96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».
14. СН 2.2.4/2.1.8.582-96 «Гигиенические требования при работе с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения».
15. СН 2.2.4/2.1.8.566-96\*. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997.
16. ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
17. Фролов А.В., Лепихова В.А., Ляшенко Н.В., Пушенко С.Л., Чибинев Н.Н., Шевченко А.С. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве. – Ростов н/Д.: Феникс, 2010. – 704 с.
18. Вибрация в технике: Справочник. – Т. 4. Вибрационные процессы и машины/ Под ред. Р. Левендела. – М.: Машиностроение, 1981. – 509 с.
19. Вибрация в технике: Справочник. – Т.6. Защита от вибрации/ Под ред. К.В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1981. – 456 с.
20. СНиП 23-05-95\* «Естественное и искусственное освещение».
21. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».
22. СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях (ред. от 02.03.2009).
23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы с

- изменениями №1 (СанПиН 2.2.2/2.4.2198-07), №2 (СанПиН 2.2.2/2.4.2620-10), №3 (СанПиН 2.2.2/2.4.2732-10).
24. СанПиН 2.2.4.1329-03 Требования по защите персонала от воздействия импульсных электромагнитных полей.
  25. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»
  26. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009.
  27. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.
  28. ГН 2.2.5.1314-03. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
  29. ГОСТ 12.1.007-76\* (1999) ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
  30. Методические рекомендации №11-8/240-02. Гигиеническая оценка вредных производственных факторов и производственных процессов, опасных для репродуктивного здоровья человека.
  31. ГОСТ 12.1.005-88\* (2001) ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
  32. ГОСТ 12.4.011-89\*(2001) ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
  33. ГОСТ 12.0.003-74\* Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
  34. Интернет-ресурс: <http://ecouniver.com/6567-mikroorganizmy-producenty-na-rabochem-meste.html> EcoUniver
  35. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н "Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и

- периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда" (Зарегистрировано в Минюсте России 21.10.2011 N 22111) (ред. от 15.05.2013).
36. Фильев В.И. Нормирование труда на современном предприятии. Методическое пособие. - М.: ЗАО Бухгалтерский бюллетень. 1997 г.
  37. Рофе А.И. Экономика и социология труда: Учеб. пособие. М.: Изд-во МИК, 1996 г.
  38. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
  39. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
  40. ГОСТ 19433-88. Грузы опасные. Классификация и маркировка (с изменением И-1 ПХ-92).
  41. ГОСТ Р 12.4.026-2001 ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.
  42. Айзман Р.И. и др. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности. Новосибирск: 2011.
  43. Чулков Н.А. Безопасность жизнедеятельности, Томск: ТПУ; 2010.
  44. Вашко И.М. Охрана труда: ответы на экзаменационные вопросы, Минск: 2014.
  45. МДС 12-49.2009. Макеты инструкций по охране труда для работников строительства. Методическое пособие.
  46. СП 12-136-2002. Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ (утв. Постановлением Госстроя РФ от 17.09.2002 N 122).

Учебное издание

Доктор технических наук

**Сергей Леонардович ПУШЕНКО**

Кандидат технических наук

**Дмитрий Владимирович ДЕУНДЯК**

**Елена Владимировна ОМЕЛЬЧЕНКО**

**Алена Владимировна НИХАЕВА**

**Андрей Сергеевич ПУШЕНКО**

**Екатерина Алексеевна ТРУШКОВА**

**Елена Владимировна СТАСЕВА**

**Екатерина Вадимовна ФЕДИНА**

**Евгений Сергеевич ФИЛЬ**

**Безопасность жизнедеятельности**

**Часть 2**

**Производственная санитария и гигиена труда**

*Учебное пособие*

Редактор М.А. Матекина

Компьютерная верстка и макет С.Ф. Солдатовой

Темплан 2014 г., поз. 00

---

Подписано в печать 00.00.14. Формат 60x84/16.

Бумага писчая. Ризограф. Уч.-изд. л.10. Тираж 100 экз. Заказ 319/13

---

Редакционно-издательский центр

Ростовского государственного строительного университета

344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162