

Министерство образования и науки Российской Федерации

Владивостокский государственный университет  
экономики и сервиса

---

**И.Ю. ГРИВАНОВ**  
**О.В. ГРИВАНОВА**  
**С.М. ГРИВАНОВА**

**БЕЗОПАСНОСТЬ**  
**ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Учебно-практическое пособие

Владивосток  
Издательство ВГУЭС  
2016

УДК 614.8  
ББК 68.9  
Г82

Рецензенты: Н.Г. Шкабарня, д-р техн. наук, профессор;  
Б.Е. Ламаш, д-р физ.-мат. наук, профессор

**Гриванов, И.Ю.**

Г82      **Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебно-практическое пособие / И.Ю. Гриванов, О.В. Гриванова, С.М. Гриванова. – 2-е изд., стереотип. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2016. – 92 с.**

В пособии к каждому практическому занятию даны теоретические материалы по теме, вопросы для самоконтроля. Учебные задания содержат адаптированные для студентов теоретические материалы и методики расчетных заданий.

Для всех студентов, изучающих дисциплины «Экология» и «Безопасность жизнедеятельности».

УДК 614.8  
ББК 68.9

© Владивостокский  
государственный университет  
экономики и сервиса, 2016

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» является федеральной компонентой общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин различных специальностей.

Цель практических занятий, проводимых по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», – углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения материала.

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» позволяет корректно подходить к созданию безопасных условий труда на производстве, которые гарантируют сохранение здоровья работающих, создают предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности и исключают воздействие неблагоприятных производственных факторов на организм работающих и его потомство, позволяют снизить воздействие на окружающую среду выбросами вредных веществ, имеющих место в производственных помещениях.

Анализ общественной практической деятельности, включающей многообразные формы человеческой активности, приводит к индуктивному умозаключению о потенциальной опасности любой трудовой деятельности. Потенциальность опасности заключается в скрытом, неявном характере проявления неблагоприятных производственных факторов при определенных, нередко трудно предсказуемых, условиях. Суть опасности заключается в том, что возможно такое воздействие на человека, которое приводит к травмам, заболеваниям, ухудшению самочувствия и другим нежелательным последствиям. Опасность – следствие действия некоторых факторов на человека. При несоответствии производственных факторов, воздействующих на человека, нормативным санитарно-гигиеническим требованиям появляется феномен опасности. Неоднородность систем «человек – среда» – объективная основа опасности. Материальными носителями опасных и вредных производственных факторов являются объекты, формирующие трудовой процесс и входящие в него: предметы труда, средства труда (машины, станки, инструменты, сооружения, здания, земля, дороги, энергия и т.п.); продукты труда; технология, операции, действия; природно-климатическая среда (грозы, наводнения, солнечная активность, чрезвычайные ситуации и т.д.); флора, фауна; люди.

Актуальность данной дисциплины обусловлена тем, что при анализе физиологии труда, особенностей психологического состояния в чрезвычайных ситуациях и выявлении опасностей необходимо выполнять детальную композицию происходящего процесса, что позволит определить вредные и опасные факторы, возникающие в чрезвычайных ситуациях.

Безопасность жизнедеятельности человека направлена на изучение влияния производственных факторов на здоровье человека, его работоспособность и установление таких нормативных параметров производственных факторов, которые способствуют созданию оптимальных и допустимых условий труда на производстве и позволяют снизить воздействие на окружающую среду, т.е. обеспечить экологическую безопасность.

Безопасность жизнедеятельности человека широко использует методы «материнских наук» – химии, физики, математики, демографии, биологии, гигиены, эпидемиологии и пр. Объединенные с помощью системного подхода в оригинальную совокупность они образуют методическую базу экологической безопасности жизнедеятельности.

Практические занятия расширяют фактическую базу знаний о производственных проблемах и путях их решения, способствуют развитию умений устанавливать причинно-следственные связи, помогают самостоятельно сформулировать выводы на основе фактов, проанализировать воздействие на окружающую среду в результате производственной деятельности.

Практические занятия позволяют также контролировать усвоение обучаемыми студентами учебного материала.

Студенты проходят лекционный курс – 34 часа аудиторных, 17 часов практических занятий, 51 час – самостоятельная работа.

В результате изучения дисциплины студенты приобретают компетенции в следующих областях:

- принципы создания безопасных условий труда;
- принципы нормирования вредных производственных факторов;
- как устанавливаются классы условий труда по гигиеническим производственным факторам и по травмобезопасности;
- обеспечение пожаробезопасности и электробезопасности на предприятиях;
- ответственность за нарушение условий труда;
- какие вредные вещества имеют место в воздухе рабочей зоны
- принципы нормирования выбросов вредных веществ в атмосферный воздух
- разработка мероприятий по созданию безопасных условий труда, исключающих возникновение вредных и опасных производственных факторов в производственных условиях;
- методика инженерных решений по соблюдению нормативных требований производственных факторов;
- методика расчета приземной концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы.
- возможности современных методов обеспечения безопасных условий труда и владеть ими на уровне, необходимом для решения задач,

обеспечивающих нормирование всех производственных факторов и влияние производственных факторов на здоровье работающих и их потомство;

– иметь целостное представление об организации безопасных условий труда;

– иметь целостное представление об экологической безопасности.

Предлагаемое пособие рассчитано на свободный выбор тематики практических занятий в пределах общей программы по безопасности жизнедеятельности, разработанной в соответствии с Государственными образовательным стандартом высшего профессионального образования для специальностей.

Особое внимание в пособии уделяется созданию безопасных производственных факторов и экологической безопасности окружающей среды. Студенты самостоятельно выбирают тип предприятия с учетом его производственной деятельности с учетом количества рабочих мест и, руководствуясь требованиями нормативных документов, разрабатывают для данного предприятия мероприятия, обеспечивающие безопасные условия труда и экологическую безопасность для окружающей среды.

# Практическое занятие № 1

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛОЩАДИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРИ РАБОТЕ С КОМПЬЮТЕРОМ С УЧЕТОМ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

**Цель работы:** Рассчитать необходимую площадь производственных помещений с учетом нормативных требований к производственным площадям рабочих мест и учета эвакуационных проходов.

### **Задачи работы:**

1. Указать использованный нормативный документ
2. Указать нормативные требования к площади рабочих мест, к расстановке оборудования и эвакуационного прохода
3. Выполнить планировку рабочих мест с учетом нормативных требований
4. Рассчитать фактическую площадь помещения и объем воздуха, приходящиеся на человека
5. Планировку в эскизном исполнении сделать на отдельном листе.

### **Методика выполнения работы**

Все требования при работе с компьютером приведены в *СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»*. Дата введения: 30 июня 2003 г.

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Рабочее место является основной подсистемой производственного процесса

*Площадь рабочего места* – это такая площадь, в пределах которой оборудование расставлено так, что его можно обойти вокруг в случае необходимости, не выходя за границы площади рабочего места и не создавать помехи другим рабочим местам. Площадь рабочего места может быть *минимальной, нормативной и фактической*. Фактическая площадь не должна быть меньше минимальной.

Согласно нормативных документов РФ, минимальная площадь рабочего места составляет  $4,5 \text{ м}^2$ .

Нормативная площадь устанавливается с учетом конкретного профессионального рабочего места и приводится в СНИПе отраслевого назначения.

Фактическая площадь – это та, которая установлена на предприятии, но она не может быть меньше минимальной.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (п.3.4) площадь рабочего места пользователей ПЭВМ должна быть  $S \geq 6 \text{ м}^2$ , а в помещениях культурно-развлекательных учреждений и с видеодисплейными терминалами (ВДТ) на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) –  $4,5 \text{ м}^2$ .

Выбрав тип ПЭВМ, устанавливается и площадь рабочего места. Площадь рабочего места может быть значительно больше  $6 \text{ м}^2$ . Размер площади рабочего места принимают студенты.

При размещении оборудования на рабочем месте необходимо добиваться выполнения нормативных требований при всех вариантах.

При размещении оборудования на конкретной площади рабочего места (стол с ВДТ и стул (кресло)), необходимо выбрать габаритные размеры устанавливаемого оборудования (рис. 1.1). Сначала нужно определить размеры стола и стула, посмотреть, выполняется ли требование к размеру выбранной площади и в случае необходимости откорректировать размеры либо оборудования, либо принять необходимый фактический размер площади рабочего места (рис. 1.1).

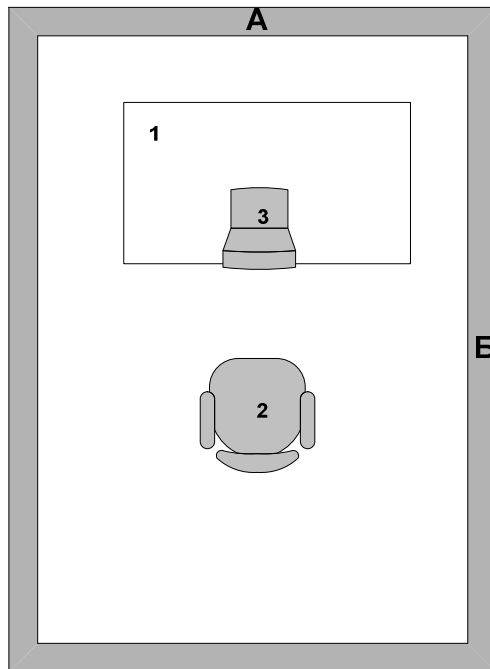


Рис. 1.1. Площадь рабочего места:  
1) стол; 2) стул; 3) ВДТ

В данном случае удобнее сначала определить сторону А, отталкиваясь от размеров стола. Затем исходя из того, что  $S = A \times B$ , определяем сторону Б.

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680–800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм.

Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400–550 мм и углом наклона вперед до 15 град, и назад до 5 град.;
- высоту опорной поверхности спинки  $300 \pm 20$  мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $\pm 30$  градусов;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260–400 мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной – 50–70 мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах  $230 \pm 30$  мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350–500 мм.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100–300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток.



Выполняя планировку рабочего места необходимо учитывать следующее:

1. Рекомендуемый проход слева, справа и спереди от стола 500 мм. Слева от стола допускается проход 300 мм;

2. Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5–2,0 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600–700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4–0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики;

3. Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ;

4. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию;

5. Стул не может располагаться непосредственно на границе площади рабочего места. Рекомендуемое расстояние от спинки стула до границы должно быть не менее 300 мм.

Планировку рабочего места студенты выполняют в тетради с указанием всех размеров.

При выполнении планировки необходимо учесть, что «крайний случай» в п. 3 – это тогда, когда монитор стоит на краю стола (см. рис. 1.1), и поэтому фактическое выполнение нормативного требования (600–700 мм) – это расстояние от края стола до стула. Но при этом нельзя забывать, что, садясь на стул, расстояние от экрана видеомонитора и глаз пользователя увеличивается на 100–200 мм.

Расчет фактической площади необходимо начинать с расстановки рабочих мест. Одно из требований к рабочим помещениям – помещение должно, быть компактным. Слово «компактным» (рис. 1.3) не означает «маленьким», а означает то, что помещения, так называемого «галерейного» типа, как изображено на рис. 1.2, для работы с компьютерами проектировать не допускается.

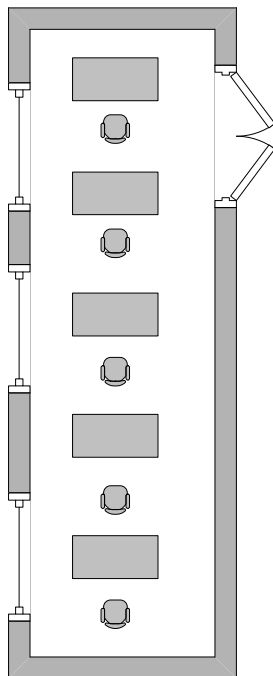


Рис. 1.2. Галерейное помещение

При расстановке рабочих мест при работе с компьютерами есть определенные особенности. Предусматривается *рекомендуемая* и *допустимая* компоновка рабочего места. Рекомендуемая компоновка рабочего места по отношению к оконным проемам – свет падает с *левой* стороны, допустимая – свет падает с *правой* стороны (рис. 1.4).

Выбор компоновки рабочего места зависит от расположения двери в помещении, что связано с эвакуационным выходом из помещения в случае чрезвычайных ситуаций. В случае чрезвычайных ситуаций человек, выходя с рабочего места должен двигаться только вперед к двери, не допускается делать никаких поворотов более, чем на  $90^\circ$ , тем более на  $180^\circ$ . Компоновки рабочих мест при различных расположениях дверей и направления эвакуационных проходов приведены на рис. 1.5–1.7.

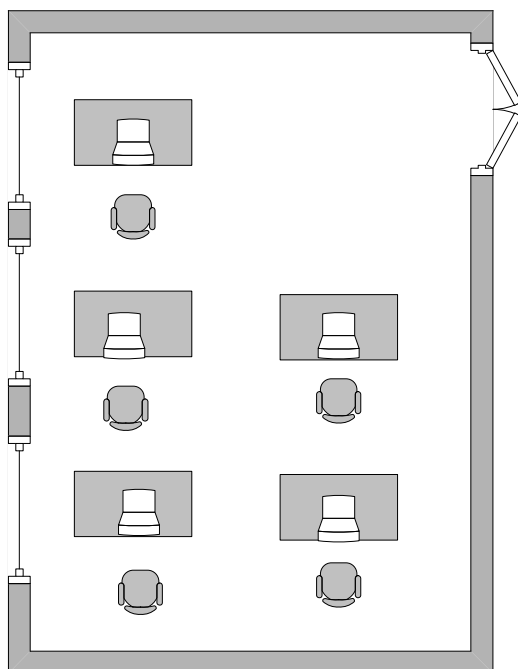


Рис. 1.3. Компактное помещение

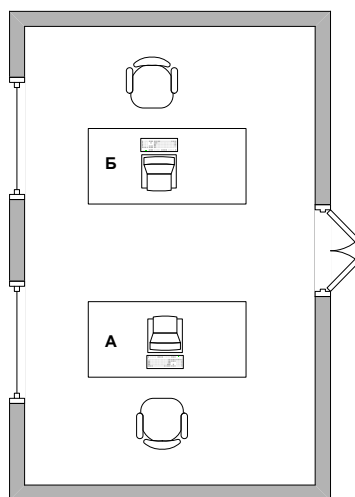


Рис. 1.4. Расстановка рабочего места:  
А – рекомендуемая; Б – допустимая

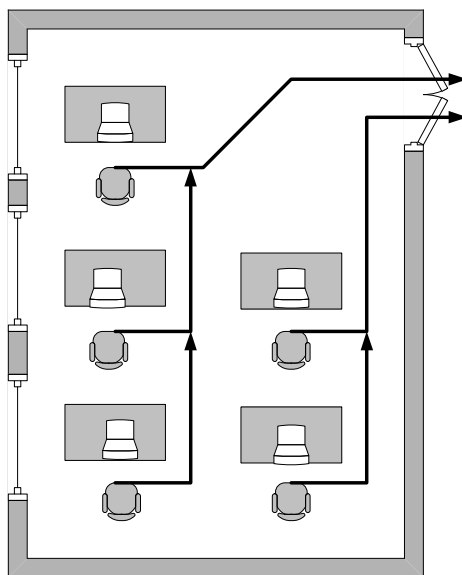


Рис. 1.5. Расстановка рабочих мест при расположении двери сбоку

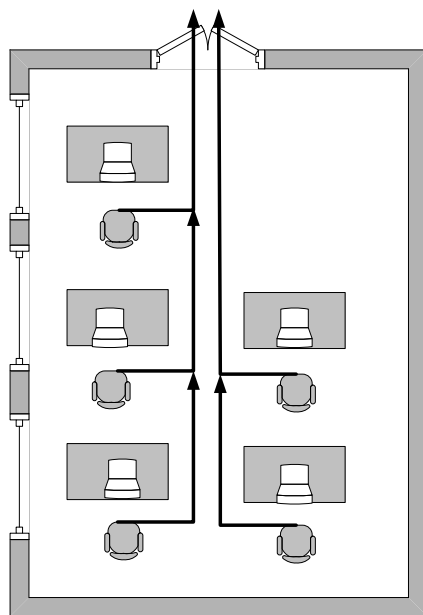


Рис. 1.6. Расстановка рабочих мест при расположении двери впереди

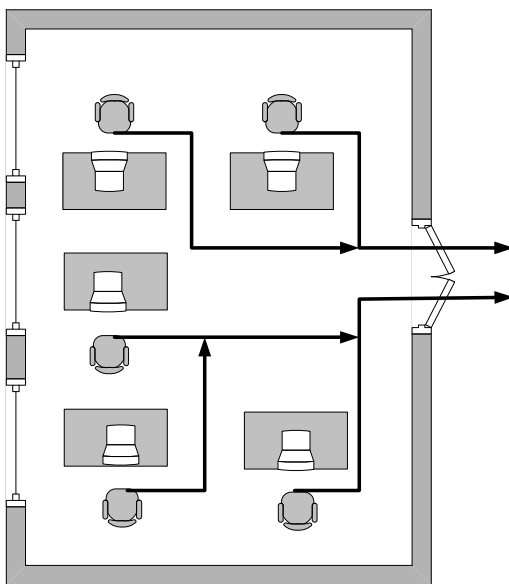


Рис. 1.7. Расстановка рабочих мест при расположении двери сбоку в центре

Как видно из рисунков, в первых двух случаях расстановка рабочих мест рекомендуемая, а в последнем, из-за требований к эвакуационному пути, расстановка для одних рабочих мест рекомендуемая, а для других – допустимая.

Для вновь проектируемого помещения целесообразно принимать рекомендуемую компоновку рабочего места и предусматривать эвакуационный проход на случай чрезвычайных ситуаций.

Требования к эвакуационному пути:

1. Ширина принимается 0,6 м при одностороннем выходе на эвакуационный путь. При двустороннем выходе ширина увеличивается в два раза и составляет 1,2 м.

2. В ширину эвакуационного пути не допускается включать другие свободные расстояния. Если применяются внутритранспортные средства, то движение его по эвакуационному пути не допускаются, необходимо увеличивать ширину прохода (эвакуационный путь + путь для движения внутритранспортного средства равный ширине внутритранспортного средства).

3. В рабочих помещениях дверь должна открываться наружу, и при двустороннем движении по эвакуационному пути, как показано на рисунках, дверь – двухстворчатая. Не допускается пересечение людских потоков.

Рабочие места не рекомендуется располагать вплотную к несущим конструкциям, поэтому при расстановке рабочих мест необходимо учитывать дополнительно следующие требования (рис. 1.8):

1) расстояние от стенки (окна) до границы площади рабочего места – не менее 0,3 м;

2) расстояние от передней стенки помещения до границы первого рабочего места – не менее 0,8 м;

3) расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м.

3) при размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние от задней стенки видеомониторами до спины впереди сидящего должно быть не менее 2,0 м.

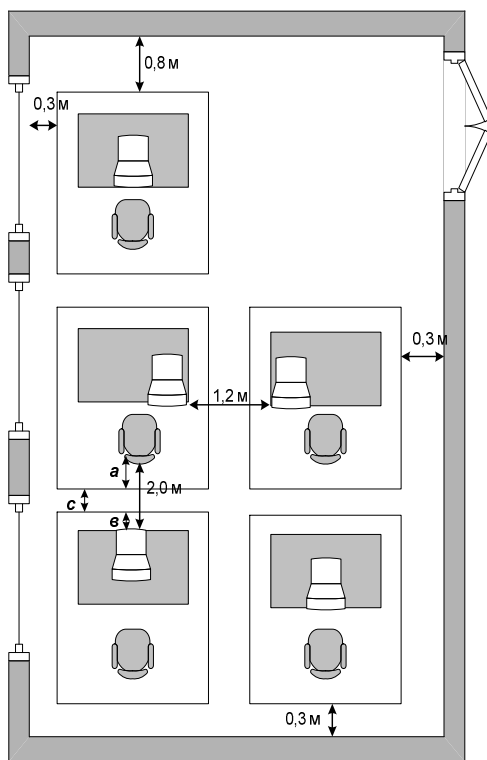


Рис. 1.8. Нормативные расстояния при расстановке рабочих мест

Далее студенты определяют величины сторон помещения, учитывая размеры площадей рабочих мест, нормативных расстояний и ширину эвакуационных проходов, и рассчитывают площадь помещения  $S$  ( $\text{м}^2$ ).

Рассчитав площадь помещения, определяется объем помещения ( $V_{пом}$ ) и объем воздуха, приходящийся на человека ( $V_{чел}$ ).

$$V_{пом} = S \times h; V_{чел} = \frac{V_{пом}}{n},$$

где  $h$  – высота помещения;

$n$  – количество работающих.

При расчете объема необходимо учитывать:

1. Высота помещения должна быть не менее 4 м для учебных заведений. Для производственных помещений – 3.4 м.

2. Минимальный объем воздуха на 1 человека при работе с компьютерами составляет:

– В учебных заведениях – 24 м<sup>3</sup>

– В офисах, административных помещениях – 20 м<sup>3</sup>

– На предприятиях промышленного назначения  
работа без участия компьютеров – 15 м<sup>3</sup>

3. Оптимальный объем воздуха на 1 человека при отсутствии вредных веществ в воздухе рабочей зоны – 40 м<sup>3</sup>.

Планировку помещения и одного рабочего места выполнить в эскизном исполнении на отдельном листе формата А4 с указанием всех размеров и выполненных расчетов сторон помещения и площади помещения.

### Контрольные вопросы

1. Какой размер рабочей площади, принимаемый при работе с компьютером?

2. Какой размер минимальной площади рабочего помещения?

3. Какие существуют требования к размещению рабочих мест при работе с компьютером?

4. Какие существуют требования к минимальному объему воздуха, приходящегося на человека, в зависимости где установлены рабочие места с компьютерами?

5. Какие существуют требования к эвакуационному пути?

6. Какие существуют требования к размеру дверей и открытию дверей на предприятиях и в жилых помещениях?

7. Какие существуют требования к персоналу при движении по эвакуационному пути?

8. Какие нормативные расстояния следует соблюдать при компоновке компьютеров?

## Практическое занятие № 2 САНИТАРНО-БЫТОВЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА

**Цель работы:** определить необходимые санитарно-бытовые помещения для персонала созданного предприятия

**Задачи работы:**

1. Указать использованный нормативный документ
2. Указать нормативные требования к санитарно-бытовым помещениям для персонала
3. Составить список необходимых санитарно-бытовых помещений

### Методика выполнения работы

Нормативные требования к санитарно-бытовым помещениям принимаются согласно СНиП 2.09.04.87 «Административные и бытовые здания».

Для персонала производственного объекта студент обязан только предложить санитарно бытовые помещения (СБП).

При выборе СБП помещений учитывается режим работы, технологического процесса, количество мужского и женского персонала.

Строго обязательными санитарно-бытовыми помещениями являются:

1. Туалет
2. Умывальник
3. Гардероб
4. Комната для приема пищи
5. Комната отдыха.

Необходимо помнить, что туалет, умывальник, гардероб для мужчин и женщин выполняется раздельно.

Таблица 2.1

### Нормативные требования

1	Туалет:	1 унитаз на 15 человек
2	Умывальник	1 умывальник на 7 человек
3	Гардероб	Используются крючки, вешалки и шкафы (одностворчатые при чистой работе, двухстворчатые при использовании спецодежды)
4	Комната для приема пищи	Площадь комнаты не менее 18 м <sup>2</sup> или на 1 человека 0,4 м <sup>2</sup> . Должно быть оборудование – стол, холодильник, умывальник, электроплита
5	Комната отдыха	Площадь комнаты не менее 12 м <sup>2</sup>



Сведения о выбранных СБП представить в таблице

Таблица

№ п/п	Наименование помещения	Нормативные требования	Количество по факту

### Контрольные вопросы

1. Какие санитарно-бытовые помещения для мужчин и женщин выполняются отдельно, от чего зависит выбор санитарно-бытовых помещений?
2. Какие санитарно-бытовые помещения должны быть строго обязательно на предприятии?
3. Кто отвечает за соблюдение наличия санитарно-бытовых помещений?
4. Какие гардеробы могут быть на предприятии?
5. Почему не разрешается установка гардероба в производственном помещении?

# Практическое занятие № 3

## МИКРОКЛИМАТ. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА ПО СТЕПЕНИ ВРЕДНОСТИ И ОПАСНОСТИ

**Цель работы:** рассчитать воздухообмен для поддержания нормативных оптимальных параметров микроклимата.

**Задачи работы:**

1. Выбрать оптимальные параметры микроклимата
2. Обосновать применение принципа нормирования параметров микроклимата при работе с компьютером.
3. Обосновать критерии тяжести работы
4. Указать источники избыточного тепла
5. Рассчитать теплоизбытки
6. Рассчитать воздухообмен для ассимиляции теплоизбытков
7. Предложить вытяжную систему вентиляции через коэффициент кратности
8. Предложить мероприятия по снижению теплоизбытков в помещении и пересчитать воздухообмен
9. Рассчитать заново коэффициент кратности воздухообмена и предложить систему вытяжной вентиляции
10. Составить уравнение баланса
11. Рассчитать количество приточного воздуха, необходимое для подачи кондиционером
12. Установить класс условий труда

### Методика выполнения работы

Выбор оптимальных параметров микроклимата осуществлять по СанПиН 22.2/2.4.1340 – 03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», Приложение 5.

Производственные факторы и классы условий труда принимаются согласно Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»

### Основные понятия, используемые в документе

**Гигиена труда** – раздел профилактической медицины, изучающий условия и характер труда, их влияние на здоровье и функциональное состояние человека и разрабатывающий научные основы и практические меры, направленные на профилактику вредного и опасного действия факторов производственной среды и трудового процесса на работающих и обеспечение благоприятных условий труда.

**Условия труда** – совокупность факторов производственной среды, в которой осуществляется деятельность человека, и его трудового процесса.

**Вредный производственный фактор** – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызывать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

Вредными производственными факторами могут быть:

– *физические факторы*:

- температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение;

- неионизирующие электромагнитные поля и излучения: электростатические поля, постоянные магнитные поля (в том числе и геомагнитное); электрические и магнитные поля промышленной частоты (50 Гц),

- электромагнитные излучения радиочастотного диапазона, электромагнитные излучения оптического диапазона (в т.ч. лазерное и ультрафиолетовое);

- ионизирующие излучения;

- производственный шум, ультразвук, инфразвук;

- вибрация (локальная, общая);

- аэрозоли (пыли) преимущественно фиброгенного действия;

- освещение: естественное (отсутствие или недостаточность), искусственное (недостаточная освещенность, прямая и отраженная слепящая блескость, пульсация освещенности);

- электрически заряженные частицы воздуха – аэроионы;

– *химические факторы*, в том числе некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), получаемые химическим синтезом и/или для контроля которых используют методы химического анализа;

– *биологические факторы*: микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в препаратах, патогенные микроорганизмы.

– *факторы трудового процесса*:

**Тяжесть труда** – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, 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, формой рабочей позы, степенью наклона корпуса, перемещениями в пространстве.

**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 и режим работы.

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

В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные производственные факторы могут стать опасными.

**Экспозиция** – количественная характеристика интенсивности и продолжительности действия вредного фактора.

**Защита временем** – уменьшение вредного действия неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса на работающих за счет снижения времени их действия: введение внутрисменных перерывов, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, ограничение стажа работы в данных условиях.

**Здоровье** – это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических дефектов (преамбула Устава Всемирной Организации Здравоохранения).

**Профессиональные заболевания** – заболевания, в возникновении которых решающая роль принадлежит воздействию неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса.

**Профессиональная заболеваемость** – показатель числа вновь выявленных в течении года больных с профессиональными заболеваниями и отравлениями, рассчитанное на 100, 1000, 10000, 100000 работающих, подвергающихся воздействию вредных факторов производственной среды и трудового процесса.

**Производственно-обусловленная заболеваемость** – заболеваемость (стандартизованная по возрасту) общими заболеваниями различной этиологии (преимущественно полиэтиологичных), имеющая тенденцию к повышению по мере увеличения стажа работы в неблагоприятных условиях труда и превышающая таковую в профессиональных группах, не контактирующих с вредными факторами.

**Трудоспособность** – состояние человека, при котором совокупность физических, умственных и эмоциональных возможностей позволяют трудящемуся выполнять работу определенного объема и качества (Руководство по врачебной и трудовой экспертизе).

**Работоспособность** – состояние человека, определяемое возможностью физиологических и психических функций организма, которое характеризует его способность выполнять определенное количество работы заданного качества за требуемый интервал времени.

**Рабочий день (смена)** – установленная законодательством продолжительность (в часах) работы в течение суток.

### **Общая градация условий труда**

Исходя из гигиенических критериев и принципов, классификации условия труда подразделяются на 4 класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные.

**Оптимальные** условия труда (1 класс) – такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих, и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы производственных факторов установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные понимаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы отсутствуют, либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

**Допустимые** условия труда (2 класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство

**Вредные** условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающие неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

*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 производственно обусловленной заболеваемости (что проявляется повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов), появлению начальных признаков или легких (без потери

профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет).

*3 степень 3 класса (3.3.)* – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (производственно – обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

*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.

**Гигиенические нормативы условий труда (ПДК, ПДУ)** – уровни вредных производственных факторов, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов 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 будущего поколений.

Соблюдение гигиенических нормативов не исключает нарушения состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью.

Гигиенические нормативы обоснованы с учетом 8-и часовой рабочей смены. При большей длительности смены в каждом конкретном случае возможность работы должна быть согласована с органами и организациями Госсанэпиднадзора.

**Экспозиция** – количественная характеристика интенсивности и продолжительности действия вредного фактора.

**Профессиональный риск** – это величина вероятности нарушения (повреждения) здоровья и при той или иной форме последствий в результате неблагоприятного влияния факторов производственной среды и трудового процесса. Оценка профессионального риска проводится с учетом величины экспозиции последних, показателей состояния здоровья и утраты трудоспособности работников.

### **Установка классов условий труда**

1. Дается характеристика производственному фактору, т.е. оптимальные факторы или допустимые, или превысили нормативные значения и стали вредными и вероятно опасными.

1 класс устанавливается для параметров микроклимата (температура, влажность, подвижность). Только в микроклимате есть физическое

понятие параметров оптимальные и допустимые, те и другие нормируются, но работать разрешается на оптимальных параметрах, а на допустимых в определенных ситуациях. Поэтому и условия труда называются оптимальными, если в помещении поддерживаются оптимальные параметры микроклимата. Все остальные факторы, которые отражены в группах: физические, химические, биологические, трудового процесса (напряженность труда) не имеют определения – оптимальные параметры. К ним одно требование быть нормативными, а в этом случае нормативные значения называются предельно – допустимыми. Поэтому и условия труда называются допустимыми, и устанавливается 2 класс, условно хороший. Если параметры микроклимата допустимые, то это уже вредные факторы и устанавливается для них 2 класс – допустимые условия труда нельзя. Если параметры микроклимата допустимые, то условия труда вредные и устанавливается определенная степень вредности 3 класса (3.1 – для допустимых параметров микроклимата). Допустимые условия труда 2 класс – микроклимату не устанавливается.

2. Если производственные факторы, кроме микроклимата, не превышают нормативных значений, то условия труда – допустимые, класс условий труда – 2 класс.

Чтобы определить производственные факторы, необходимо произвести замеры каждого производственного фактора. Значение фиксированного фактора сравнивается с нормативным. Если фактическое значение соответствует нормативному значению, то для микроклимата – 1 класс, для остальных факторов – 2 класс. Если значение фиксированного фактора отклоняется от нормативного значения (выше или ниже), то определяется разница в значениях и тоже фиксируется. По таблицам Руководства можно установить степень 3 класса или 4 класс (опасные условия труда). В Руководстве к каждому фактору приводится таблица, где приведены значения для установления 1 или 2 класса и приведены все степени 3 класса (3.1; 3.2; 3.3; 3.4 и 4 класс) в соответствии с фиксированным отклонением полученного замера.

Если уровень шума и вибрации ниже нормативных значений – то условия труда допустимые и класс условий труда – 2.

Оптимальные параметры:

$t = 19^{\circ}\text{C}$ ,  $\varphi = 62\%$

$t = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $\varphi = 58\%$

$t = 21^{\circ}\text{C}$ ,  $\varphi = 55\%$

$\omega = 0,1$  м/сек

$t$  – температура воздуха в рабочей зоне

$\varphi$  – относительная влажность воздуха

$\omega$  – скорость движения воздуха.

Рабочая зона – 2 м от пола.

Оптимальные параметры не зависят от сезона года и категории тяжести и могут поддерживаться только системой кондиционирования.

Следовательно, определена система приточной системы вентиляции – кондиционирования (т.е. механическая).

### Обоснование категории тяжести работы

При работе с компьютером категория тяжести работы определяются как «легкая» – 1 категория, которая подразделяется на 1а и 1б.

1а – категория – энергозатраты до 120 ккал/час

1б – связана с ходьбой – энергозатраты составляют от 120–150 ккал/час

Студент сам обосновывает выбранную категорию тяжести работы и принимает самостоятельно величину энергозатрат человеком. Оптимальный баланс ионизации воздуха в помещении определяется в соответствии с табл. 3.1.

Таблица 3.1

### Уровни ионизации воздуха в помещении при работе на ВДТ и ЭВМ

Уровни	Число ионов в 1 см <sup>3</sup> воздуха	
	п <sup>+</sup> см <sup>-3</sup>	п <sup>-</sup> см <sup>-3</sup>
Минимально необходимые	400	600
Оптимальное	1500–3000	3000–5000
Максимально допустимые	50000	50000

### Источники избыточного тепла

Источниками избыточного тепла являются

1. Тепло, излучаемое работающим персоналом (от людей)

$$Q_l = q \times n, \text{ Ккал/ч,}$$

где q – категория тяжести, Ккал/ч

n – количество людей

2. Тепло, излучаемое компьютерами

$$Q_k = \alpha \times F \times (t_{ст} - t_{раб зон}) \times n \times N, \text{ Ккал/ч,}$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи, Ккал/м<sup>2</sup>°С

$\alpha$  – для горизонтальных поверхностей 5,6–8,5

$\alpha$  – для вертикальных поверхностей 4,5–6,5

F – площадь соответственно горизонтальной и вертикальной поверхности, м<sup>2</sup>

t<sub>ст</sub> – температура стенки, °С

t<sub>раб зон</sub> – температура рабочей зоны, °С



$n$  – количество горизонтальных и вертикальных стенок

$N$  – количество установленных компьютеров

$F$  – площадь для горизонтальных и вертикальных стенок студент принимает самостоятельно исходя из средних значений различных модификаций компьютера.

Температуру стенки рекомендуется принять:

$$t_{ст} = 45 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$t_{\text{раб зон}}$  – принимается по выбранному значению оптимальных параметров микроклимата

Тепло, излучаемое компьютерами, рассчитывается отдельно от вертикальных и горизонтальных стенок, затем суммируются.

3. Тепло, поступающее от солнечной радиации:

$$Q_{\text{сл рад}} = \mu \times F \times q_{\text{cp}} \times n, \text{ Ккал/час,}$$

где  $\mu$  – коэффициент, зависящий от вида остекления и качества стекла

$\mu = 1$  при двойном остеклении  $\mu = 0,9 \div 1$

при зашторивании окон  $\mu = 0,4 \div 0,5$

$q_{\text{cp}}$  – количество тепла, проходящее через  $1\text{ м}^2$  поверхности окна в единицу времени. Зависит  $q_{\text{cp}}$  от ориентации помещения по отношению к румбам света, угла поворота к ним и материала переплета оконных проемов. Достигает максимального значения  $145 \text{ ккал/ч м}^2$  при расположении окон в южной стороне под углом  $65^\circ$

$$q_{\text{cp}} = 1 \text{ Ккал/ч м}^2$$

$F$  – площадь окна принимается условно:

$$F = 2 \times 1,8, \text{ м}^2$$

$n$  – количество окон

### Расчет воздухообмена для ассимиляции теплоизбытков

Воздухообмен по теплоизбыткам рассчитывается на вытяжку

$$V_{\text{выт}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} Q_i}{C \times \rho_{\text{выт}} (t_{\text{yx}} - t_{\text{np}})} \cdot \text{м}^3 / \text{ч},$$

где  $\sum Q_i = Q_{\text{л}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{сл рад}}$ , Ккал/час – суммарные теплоизбытки, от учетных источников.

$C$  – теплоемкость удаляемого воздуха

$$C = 0,24 \text{ Ккал/кг } ^\circ\text{C}$$

$t_{\text{yx}}$  – температура уходящего воздуха

$$t_{\text{yx}} = ^\circ\text{C}$$

$t_{\text{np}}$  – температура приточного воздуха (равен принятой оптимальной температуре)

$$t_{\text{np}} = ^\circ\text{C}$$

$\rho_{\text{выт}}$  – плотность уходящего воздуха, принимается по справочнику

$$\rho_{\text{выт}} = 0.85 \text{ кг/м}^3$$

Температура уходящего воздуха на стадии проектирования помещения принимается через температурный градиент  $\Delta t$ .

Температурный градиент  $\Delta t$  – показывает изменение температуры на 1–2°C на каждый метр высоты выше рабочей зоны.

$$t_{\text{ух}} = t_{\text{пр}} + \Delta t, \text{ } ^\circ\text{C}$$

Определив объем вытяжки, необходимо выбрать систему вытяжной вентиляции.

Оптимальные параметры микроклимата могут быть выведены из равновесия за счет теплоизбытков в помещении. Источниками тепла могут быть различные источники, но наиболее характерные – люди, солнечная радиация, горячие поверхности, лампы накаливания. Никогда нельзя учитывать тепло от отопительных приборов, люминесцентных ламп. Поддерживать оптимальные параметры возможно только определенной системой вентиляции.

### **Вентиляция производственных помещений**

Под вентиляцией понимают систему мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения на постоянных рабочих местах, в рабочей и обслуживаемой зонах помещений, метеорологических условий и чистоты воздушной среды, соответствующих гигиеническим требованиям.

В зависимости от способа перемещения воздуха различают вентиляцию *естественную* и *механическую*.

*Естественную вентиляцию* подразделяют на:

1. Полуорганизованную

Вытяжка – естественная организованная (каналы проложены в стенах)

Приток – неорганизованный: через окна, двери.

2. Неорганизованную

Аэрация – приток и вытяжка неорганизованные через одностороннее расположение окон. Неорганизованная вентиляция – проветривание, сквозняк

По назначению различают вентиляцию:

- общеобменную
- локальную – как правило вытяжная система
- комбинированную – общеобменная + локальная.

При общеобменной вентиляции происходит равномерное поддержание необходимых параметров микроклимата, качество воздуха за счет расчетного воздухообмена по конкретному виду вредности во всем помещении.

Локальная вытяжная вентиляция предназначена для удаления загрязненного воздуха непосредственно по месту его образования. При-

точная локальная система вентиляции (встречается редко, как правило, в горячих цехах) — для подачи воздуха на определенные рабочие места или участки.

Поддержание однозначных параметров микроклимата в воздухе рабочей зоны производственного помещения обеспечивается кондиционированием. При кондиционировании в помещении поддерживаются необходимые температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в течение всего года. Технологическое кондиционирование воздуха обеспечивает создание параметров воздушной среды, удовлетворяющих требованиям технологического процесса.

*Аварийная вентиляция* предназначена для быстрого удаления из помещений значительных объемов воздуха с большим содержанием вредных и взрывоопасных веществ, поступающих в помещение при нарушении технологического режима и авариях. Аварийная вентиляция проектируется вытяжной.

Все системы вентиляции работают на определенном расчетном воздухообмене.

Выбор системы вентиляции осуществляется по объему воздуха, приходящегося на человека. Этот подход применяется при отсутствии вредностей в помещении.

Минимальный объем воздуха необходимый для человека  $15 \text{ м}^3$ . Воздух – основной продукт питания.

Если на человека приходится  $40 \text{ м}^3$  – система вентиляции естественная.

На человека приходится  $30 \text{ м}^3$  – система вентиляции – вытяжка механическая, приточная система – естественная.

На человека приходится  $20 \text{ м}^3$  – система вентиляции комбинированная приточно-вытяжная механическая система вентиляции. На минимуме работать не разрешается.

Второй подход к выбору системы вентиляции – через коэффициент кратности. Коэффициент кратности показывает сколько раз за час необходимо поменять объем воздуха равный объему. Коэффициент кратности устанавливается на вытяжку и на приток.

Воздухообмен рассчитывается для ассимиляции определенного вида загрязнения воздуха рабочей зоны.

В помещении может быть: тепловая загрязненность, загазованность, запыленность, влагоизбытки.

Расчет коэффициента кратности вытяжки:

$$n_{\text{выт}} = \frac{V_{\text{выт}}}{V_{\text{пом}}}$$

Этот коэффициент показывает сколько раз за час, удаляется воздух из помещения, поэтому его единица измерения:  $\text{ч}^{-1}$ .

Если коэффициент кратности больше 2, вытяжка – механическая, если меньше 2, то система вентиляции – естественная. Если коэффициент кратности на вытяжку значительно больше 2, то для снижения значения данного коэффициента необходимо предложить мероприятия по снижению теплоизбытков.

Предлагаются мероприятия по снижению теплоизбытков в помещении и пересчитывается воздухообмен на вытяжку и на приток.

Принять значение энергозатрат человеком более уточненными равные  $q = 120$  Ккал/ч

Температуру стенки компьютера принять  $t_{ст} = 40^\circ$

Применить зашторивание окон и тогда коэффициент остекления можно принять  $\mu = 0,4 \div 0,5$ .

С учетом принятых мероприятий произвести расчет воздухообмена и рассчитать заново коэффициент кратности, которые принимаются за основу.

По новому коэффициенту кратности окончательно предлагается вытяжная система вентиляции. Но для полной характеристики системы вентиляции необходимо рассчитать объем приходящего воздуха. Это можно сделать, зная количество приточного воздуха.

Количество приточного воздуха определяется через уравнение баланса:

$$G_{выт} = G_{пр},$$

где  $G_{выт}$  – это количество уходящего воздуха

$G_{пр}$  – это количество приходящего воздуха

Количество воздуха в общем виде рассчитывается следующим образом:

$$G = V \times \rho, \text{ кг/ч,}$$

где  $V$  – соответствующий объем воздуха (вытяжки, притока или помещения)

$\rho$  – плотность воздуха

Так как для поддержания оптимальных параметров необходима механическая система вентиляции, то уравнение баланса можно записать в виде:

$$G_{выт}^{мех} = G_{пр}^{мех} + G_{пр}^{ест}$$

Как мы видим, в правой части помимо механического притока добавился естественный приток, т.к. он всегда присутствует при работе механической приточно-вытяжной вентиляции.

$$G_{пр}^{ест} = V_{пом} \rho_{пр} \text{ кг}$$

$$G_{пр}^{мех} = G_{выт}^{мех} - G_{пр}^{ест} \text{ кг}$$

$$G_{\text{выт}}^{\text{мех}} = V'_{\text{выт}} \rho_{\text{выт}} \text{ кг}$$

$$\rho_{\text{пр}} = 0,95 \text{ кг/м}^3$$

$$V'_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{пр}}^{\text{мех}}}{\rho_{\text{пр}}}$$

Теперь нам известны все характеристики системы вентиляции, которую нужно установить для поддержания оптимальных параметров микроклимата. После этого необходимо установить класс условий труда по параметрам микроклимата и обосновать установленный класс условий труда.

### Контрольные вопросы

1. Какие параметры микроклимата принимаются в качестве оптимальных?
2. Что означает термин «оптимальные параметры микроклимата»?
3. В чем заключается принцип нормирования параметров микроклимата?
4. Применим ли принцип параметров микроклимата при работе с компьютерами?
5. Какие параметры микроклимата устанавливаются при работе с компьютерами?
6. Что может вывести параметры микроклимата из равновесия?
7. Назовите источники избыточного тепла.
8. Какой системой поддерживаются оптимальные параметры микроклимата, которые постоянные в течение года?
9. Что такое ассимиляция теплоизбытка?
10. Как определяется количество приточного воздуха?
11. Что показывает коэффициент кратности?
12. Какой класс условий труда устанавливается для оптимальных параметров микроклимата?
13. Когда применяется система кондиционирования?
14. Чем отличается кондиционер от системы кондиционирования?
15. Решает ли проблему поддержания заданных оптимальных параметров в производственных помещениях при работе с компьютерами установка кондиционера?
16. При установке кондиционера нужна ли вытяжная механическая система вентиляции?
17. Какие системы вентиляции применяются на предприятиях?

## Практическое занятие № 4 КАЧЕСТВО ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

**Цель работы:** Рассчитать концентрацию вредных веществ, выделяемых ПЭВМ, в воздухе помещений

**Задачи работы:**

1. Указать использованный нормативный документ
2. Указать нормативные требования к концентрации вредных веществ, выделяемых ПЭВМ, в воздухе помещений
3. Установить класс опасности веществ, выделяемых ПЭВМ
4. Рассчитать воздухообмен по загазованности
5. Определить коэффициент кратности на вытяжку и предложить систему вентиляции.

### Методика выполнения работы

Концентрации вредных веществ, выделяемых ПЭВМ в воздух помещений, не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для атмосферного воздуха, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

Качество воздуха рабочей зоны зависит от фактической концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны.

$$C_{\phi} = \frac{M}{V}, \text{ мг/м}^3,$$

где  $M$  – количество вредного вещества в воздухе рабочей зоны, в миллиграммах;

$V$  – объем помещения,  $\text{м}^3$ .

Фактическая концентрация вредного вещества строго контролируется, т.к. при определенных ее значениях может произойти острое отравление организма и возможен смертельный исход. Концентрация вредного вещества, безопасная для организма человека на протяжении всего рабочего стажа на производстве, называется предельно допустимой концентрацией (ПДК) ( $\text{мг/м}^3$ ). В каждой стране устанавливаются свои значения ПДК.

Значения ПДК приведены в ГН 2.2.51313–03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Не на все вещества установлены ПДК, но без установления критерия безопасности работать с веществами не разрешается. Ежегодно в промышленности выпускаются новые вещества, воздействие которых на здоровье человека до конца не изучено. В этом случае вводится критерий – ориентировочный безопасный уровень воздействия – ОБУВ, ( $\text{мг/м}^3$ ).

Значения ОБУВ приведены в ГН 2.2.51314–03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Основным критерием опасности вещества выступает класс опасности.

**Классы опасности вредных веществ** – вредные вещества по степени опасности воздействия на организм человека подразделяются на:

1 класс – чрезвычайно опасные

2 класс – особо опасные

3 класс – опасные

4 класс – мало опасные.

Неопасных веществ в природе нет. Степень поражающего воздействия на организм человека определяется его классом опасности и значением фактической концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны.

Согласно требованиям Р 2.2.2006–05, фактическая концентрация не должна превышать 0.8 ПДК соответствующего вещества.

Качество воздуха в рабочей зоне будет безопасным, при котором фактическая концентрация не будет превышать 0.8 ПДК.

Достигается такое качество воздуха за счет применения системы вентиляции.

### **Расчет воздухообмена по загазованности**

Расчет воздухообмена производится отдельно по каждому веществу:

$$V_i = \frac{G_i}{0,8ПДК_i}, \text{ м}^3/\text{час},$$

где  $G_i$  – количество вредного вещества поступившего в воздух рабочей зоны, кг/ч

$ПДК_i$  – ПДК конкретного вещества, мг/м<sup>3</sup>

Необходимо следить за размерностью  $G_i$  и  $ПДК_i$  и приводить к единым единицам размерности.

Рассчитывая воздухообмен по веществам, необходимо учитывать класс опасности.

Если в воздухе рабочей зоны присутствуют вещества 3 и 4 классов опасности, то за расчетный воздухообмен принимается наибольший полученный расчетом.

Если в воздухе рабочей зоны присутствуют вещества 1 и 2 класса опасности, то полученные воздухообмены суммируются.

Если в воздухе рабочей зоны присутствуют вещества 1, 2, 3 и 4 классов опасности, то полученные воздухообмены сравниваются с выбранным расчетным воздухообменом по 3 и 4 классам опасности. Если он превышает воздухообмен по 3 и 4 классам опасности, то он принимается за расчетный, если меньше то воздухообмены суммируются. Полученный результат воздухообмена принимается за расчетный.

## Определение коэффициента кратности на вытяжку и выбор системы вентиляции

При работе с компьютером в воздух рабочей зоны выделяются вредные вещества – диоксид азота  $\text{NO}_2$ , оксид углерода, аммиак.

ПДК  $\text{NO}_2$  для атмосферного воздуха равно  $0.2 \text{ мг/м}^3$  (3 класс опасности);

СО – ПДК –  $5 \text{ мг/м}^3$  (4 класс опасности);

аммиак – ПДК  $0.2 \text{ мг/м}^3$  (4 класс опасности).

Фактическая концентрация в воздухе рабочей зоны  $C_{\text{ф}} \leq 0.8$  ПДК, согласно, Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Очень серьезная особенность к качеству воздуха в рабочей зоне при работе с компьютером установлена СанПиН 2.2.2./2.4.1340–03: Концентрации вредных веществ, выделяемых ПЭВМ в воздух помещений, не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для атмосферного воздуха населенных мест.

ПДК, установленные для атмосферного воздуха населенных мест, на порядок ниже, чем ПДК в рабочей зоне. С 1 апреля 2006 года ПДК  $\text{NO}_2$  для атмосферного воздуха равно  $0.2 \text{ мг/м}^3$ , а в рабочей зоне ПДК  $\text{NO}_2$  равно  $2,0 \text{ мг/м}^3$ . Однако при работе с компьютерами, несмотря на то работа происходит в производственном помещении, необходимо соблюдать требования именно для атмосферного воздуха, а не для рабочей зоны. Такое жесткое требование к качеству воздуха в рабочей зоне на предприятиях установлено только для предприятий, где работают с компьютерами. Это подчеркивает особую повышенную опасность при работе с компьютерами.

Для поддержания нормативной концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны необходимо рассчитать воздухообмен для ассимиляции вредных веществ.

Расчет воздухообмена производится на вытяжку и определяется по формуле:

$$V = \frac{M}{0,8 \text{ ПДК}},$$

где  $M$  – количество загрязняющего вещества, поступающего в воздух рабочей зоны. В настоящее время не разработана методика расчета вредных веществ, поступающих в воздух рабочей зоны при работе с компьютерами. Условно принимаем, что в воздух рабочей зоны поступает:

2 г/с –  $\text{NO}_2$ .

4 г/с – СО

1.5 г/с – аммиак.

Необходимо привести к единой размерности  $M$  и ПДК.



После расчета объема воздуха, определяется коэффициент кратности воздухообмена и определяется система вентиляции.

Количество приточного воздуха определяется из уравнения баланса, которое приведено в практическом занятии № 3.

Определив количество приточного воздуха, коэффициент кратности, уточняется система приточной системы вентиляции.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое фактическая концентрация и какова ее размерность?
2. Перечислите критерии безопасности.
3. Что такое ПДК и ОБУВ и какова их размерность?
4. На какие классы опасности подразделяются вещества?
5. Какая концентрация вредного вещества опасна для здоровья человека и какая концентрация опасна для жизни?
6. Какому требованию отвечает фактическая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
7. Как рассчитывается воздухообмен по загазованности если в воздухе рабочей зоны присутствуют вещества всех классов опасности?
8. Влияют ли выбросы вредных веществ на загрязнение атмосферного воздуха?
9. Как составляется баланс воздухообмена?

## Практическое занятие № 5

### ОСВЕЩЕННОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

**Цель работы:** Обеспечить поддержание нормативной освещенности в помещении.

**Задачи работы:**

1. Указать использованный нормативный документ
2. Установить разряд зрительных работ
3. Обосновать систему освещения и принять нормативные значения освещенности
4. Выбрать светильник с его геометрическими размерами
5. Принять систему общего освещения
6. Обосновать метод расчета освещенности
7. Расчет выполнить для общего равномерного освещения
8. Выполнить компоновку светильников и определить количество ламп. Предложить способ крепления. Для этого указать, какая схема компоновки применяется. Определить высоту подвеса. Планировку светильников выполнить на отдельном листе
9. Подобрать стандартную лампу
10. При необходимости произвести перерасчет с целью определения фактической освещенности
11. Произвести расчет затрат электроэнергии на освещение
12. Установить класс условий труда и обосновать предлагаемый класс условий труда

#### Методика выполнения работы

При проектировании естественного и искусственного освещения в производственных и вспомогательных помещениях необходимо руководствоваться требованиями СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» Часть II гл. 4.

#### Основные понятия, используемые в работе

*Свет.* Рабочие зоны освещаются в такой мере, чтобы рабочий имел возможность хорошо видеть процесс работы, не напрягая зрения и не наклоняясь к обрабатываемому изделию, расположенному на расстоянии не далее 0,5 м от глаза. Освещение не должно создавать резких теней или бликов, оказывающих слепящее действие. Необходимо также защищать глаза рабочего от прямых лучей источников света. При недостаточной или значительно часто изменяющейся освещенности или условий видимости органам зрения приходится приспосабливаться, это возможно благодаря свойствам глаз – аккомодации и адаптации.

*Аккомодация* – это способность глаза приспособливаться к ясному видению предметов, находящихся от него на различных расстояниях.

*Адаптация* – это способность глаза изменять чувствительность при изменении условий освещения.

Ослепление слишком ярким источником света, частая переадаптация утомляют глаза. Адаптация длится несколько минут, при этом в первый момент человек практически ничего не видит, что представляет большую опасность. Сильное ослепление вызывает раздражение и резь в глазах, головные боли и может привести к повреждению органов зрения.

Требуемый уровень освещенности определяется степенью точностью зрительных работ. Для рациональной организации освещения необходимо не только обеспечить достаточную освещенность рабочих поверхностей, но и создать соответствующие качественные показатели освещения. К качественным характеристикам освещения относятся равномерность распределения светового потока, блескость, контраст объекта с фоном и т.д.

### **Нормирование освещения**

Выбор параметров производственного освещения должен основываться на учете требований, предъявляемых конкретным производственным процессом, в соответствии с действующими нормами и правилами.

СНиП устанавливает минимальные уровни освещенности рабочих поверхностей в зависимости от точности зрительной работы, контраста объекта и фона, яркости фона, системы освещения и типа используемых ламп.

Принцип нормирования освещенности – устанавливается минимальная, но необходимая освещенность исходя из разряда зрительных работ, фона и контраста, системы освещения, источников света.

Установлено 8 разрядов зрительных работ (табл. 5.1)

- Все разряды зрительных работ подразделяются на 4 подразряда: а, б, в, г.

- Подразряды представляют собой определенные сочетания комбинаций фона и контраста.

- Система освещения – это общее освещение или комбинированное (общее + локальное).

- Нормируется освещенность для общего и комбинированного освещения.

Комбинированная система освещения применяется для всех подразрядов (а, б, в, г) разрядов работ I, II, III, IV и в разряде V в подразряде «а». В V «б» устанавливается общая система освещения.

Точность зрительной работы характеризуется размером объекта различения. Объект различения – это элемент рассматриваемого объекта минимального размера, который нужно узнавать и различать (элемент буквы или толщина её начертания, размер отдельных деталей или расстояние между ними при пайке и монтаже и т. п.).

**Точность зрительных работ**

Разряд зрительной работы	Наименьший размер объекта различения ( $d$ ), мм	Пределы отношения $d/l$
I	Менее 0,15	Менее $0,3 \times 10^{-5}$
II	0,15–0,30	$0,3 \times 10^{-3}$ — $0,6 \times 10^{-3}$
III	0,3–0,5	$0,6 \times 10^{-3}$ — $1 \times 10^{-3}$
IV	0,5–1,0	$1 \times 10^{-3}$ — $2 \times 10^{-3}$
V	1,0–5,0	$2 \times 10^{-3}$ — $1 \times 10^{-2}$
VI	Более 5,0	Свыше $1 \times 10^{-2}$
VII	Более 0,5 (работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах)	—
VIII	Общее наблюдение за ходом производственного процесса	—

Если рабочая поверхность расположена на расстоянии менее 0,5 м от глаз, разряд зрительной работы определяется размерами объекта различения; при расстоянии до рабочей поверхности, превышающем 0,5 м, – отношением размера объекта различения к расстоянию от объекта до глаз работающего.

Поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается, называется фоном. Фон считается светлым при коэффициенте отражения поверхности более 0,4, средним – при коэффициенте отражения от 0,2 до 0,4 и темным – при коэффициенте отражения менее 0,2.

Для искусственного освещения нормируемым параметром является освещенность.

Необходимый уровень освещенности тем выше, чем темнее фон, меньше объект различения и контраст объекта с фоном.

**Виды газоразрядных ламп**

Самые распространенные – люминесцентные. Они имеют форму цилиндрической трубки. Внутри трубка покрыта тонким слоем люминофора, который служит для преобразования в видимый свет ультрафиолетового излучения, возникающего при электрическом разряде в парах ртути.

В зависимости от распределения светового потока по спектру путем применения различных люминофоров различают несколько типов ламп:

- 1 – дневного света – ЛД
- 2 – дневного света с улучшенной светопередачей – ЛДЦ
- 3 – холодного белого – ЛХБ

4 – тепло-белого света – ЛТБ

5 – белого света – ЛБ

Лампы ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные) – это ртутные лампы высокого давления с направленной цветностью.

Ксеноновые лампы – новый вид газоразрядных ламп, основанных на излучении дугового разряда в ксеноне. Такое излучение характеризуется интенсивным спектром в видимой области, распределение энергии в котором почти полностью соответствует солнечному излучению. Но в этих лампах очень большая доля УФО; поэтому применяют только при согласии с органами санитарной инспекции.

Галогидные и натриевые лампы – разряд происходит в парах галогидных или натриевых солей. Светоотдача 110–130 лм/Вт. Высоко экономичны и обладают хорошей светопередачей. Люминесцентные лампы чувствительны к температуре окружающей среды, оптимальной величиной которой является 20–25°C. Отклонение температуры от оптимальной вызывает уменьшение светового потока. При температурах близких к 0°C зажигание ламп затруднено.

### Светильники

Под светильником понимается комплект лампы (источника света) и осветительной арматуры. Светильник обеспечивает крепление лампы, подсоединение к ней электрического питания, предохранения ее от загрязнения и механического повреждения.

Наиболее важной функцией осветительной арматуры является перераспределение светового потока, которое повышает экономичность установки. Такая осветительная арматура предохраняет глаза работающих от воздействия чрезмерно больших яркостей источников света. Применяющиеся источники имеют яркость колбы в десятки, сотен раз превышающую допустимую яркость в поле зрения.

Степень ограничения слепящего действия источника света определяется защитным углом светильника ( $\alpha$ ).

Защитный угол – угол между горизонталью и линией, соединяющей нить накала (поверхность лампы) с противоположным краем отражателя (рис. 5.1).

Важная характеристика светильника – *коэффициент полезного действия светильника*. Осветительная арматура поглощает часть светового потока излучаемого источником света.

Отношение фактического светового потока светильника ( $F_{\phi}$ ) к световому потоку помещенной в него лампы ( $F$ ) называется К.П.Д. ( $k$ )

$$k = \frac{F_{\phi}}{F}$$

По распределению светового потока различают светильники:

1 – прямого

2 – преимущественно прямого

- 3 – рассеянного
- 4 – отраженного
- 5 – преимущественно отраженного света.

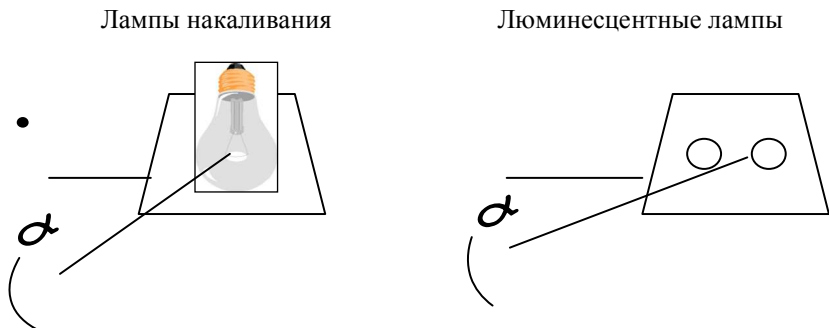


Рис. 5.1. Защитный угол на различных типах ламп

Выбор светильников по светораспределению зависит от характера выполняемых в помещении работ, возможности запыления воздушной среды, коэффициентов отражения окружающих поверхностей и т.д.

*По конструктивному исполнению:*

- Открытые
- Защищенные
- Закрытые
- Пыленепроницаемые
- Влагозащитные
- Взрывозащищенные

При работе за компьютером особое внимание уделяется освещенности, т.к. имеет место влияние монитора на состояние здоровья оператора.

Визуальные параметры и световой климат определяют *зрительный дискомфорт*, который может проявляться при использовании любых типов экранов дисплеев — на электроннолучевых трубках, жидкокристаллических, газоразрядных, электролюминесцентных панелях или на других физических принципах.

В новых Государственных стандартах России (ГОСТ Р 50948-96. «Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности» и ГОСТ Р50949-96. «Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности») и в утвержденных и введенных в действие санитарных правилах и нормах (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»), гармонизированных с международными и

европейскими стандартами, установлены требования к двум группам визуальных параметров:

Первая группа:

- яркость, контраст, освещенность, угловой размер знака и угол наблюдения;

Вторая группа:

- неравномерность яркости, блики, мелькание, расстояние между знаками, словами, строками, геометрические и нелинейные искажения, дрожание изображения и т. д. (всего более 20 параметров).

Однако не только конкретное значение каждого из перечисленных параметров определяет эргономическую безопасность. Главное, совокупность определенных сочетаний значений основных визуальных параметров, отнесенных к первой группе. Можно утверждать, что каждому значению рабочей яркости соответствуют определенные значения освещенности, углового размера знака (расстояния наблюдения), угла наблюдения, обеспечивающие оптимальные условия работы и так для каждого из этих визуальных параметров.

Существенно влияет на зрительный дискомфорт выбор сочетаний цветов знака и фона, причем некоторые пары цветов не только утомляют зрение, но и могут привести к стрессу (например, зеленые буквы на красном фоне).

Визуальные параметры дисплеев могут быть также улучшены путем установки специальных антибликовых контрастирующих фильтров.

От значения коэффициента пропускания фильтра и коэффициента зеркального отражения зависит контрастность изображения, интенсивность бликов от внешних источников света и заметность мельканий, т.е. в конечном счете, зрительное утомление. В электронно-лучевых трубках передовые фирмы мира начали использовать с теми же целями темные стекла, чернение зазоров между ячейками люминофоров, антибликовые покрытия.

### **Компьютерный зрительный синдром**

Человеческое зрение формировалось в течение тысячелетий, и оно мало приспособлено к зрительной работе с изображением на компьютере. Экранное изображение отличается от естественного. Оно выделяет свет, а не отражает его, имеет меньший контраст по сравнению с печатным, изображение мелькающее, а не статичное. С тех пор, как появились ВДТ (видеодисплейные терминалы), операторы ЭВМ, а с появлением персональных компьютеров – и все пользователи ПК, стали жаловаться на головную боль, быстро наступающую усталость, и даже на появление симптомов сердечно-сосудистых, нервных, желудочно-кишечных и прочих заболеваний. В медицинских изданиях появились сообщения о компьютерных шейных радикулитах, заболеваниях суставов

кистей рук, дерматитах кожи лица. Описывались и более грозные явления, якобы связанные с работой на компьютере: эпилептические припадки, а у беременных женщин – самопроизвольные выкидыши. Как это не парадоксально, во всем виновато наше зрение. Когда оно работает с большими нагрузками, это равносильно получению стресса, а если стресс длительный, то это приводит к общему ослаблению организма.

Можно считать установленным, что основное влияние на оператора оказывает не электромагнитное излучение, а зрительно-напряженная работа с монитором. Большое число пользователей (по некоторым данным до 60%) жалуется на усталость, резь и боль в глазах. При обследовании болгарскими специалистами большого числа пользователей ВДТ (5703 чел.) были отмечены следующие симптомы: покраснения глаз (48,44%), зуд (41,16%), боли (9,17%), «мурашки» в глазах (36,11%), неприятные ощущения (5,6%), чувство тяжести (3,94%), общий дискомфорт (10,48%), головные боли (9,55%), слабость (3,23%), потемнение в глазах (2,59%), головокружение (2,22%), двоение (0,16%). При этом отмечались и объективные изменения в зрительной системе: снижение остроты зрения (34,2%), нарушение аккомодации (44,73%), конвергенции (52,02%), бинокулярного зрения (49,42%), стереозрения (в 46,8%). В офтальмологической литературе даже появился термин «Компьютерный зрительный синдром» (КЗС, CVS – Computer Vision Syndrome).

Хотя требования к мониторам стали гораздо жестче, мы до сих пор испытываем те же синдромы.

КЗС проявляется в виде:

- жжения в глазах;
- чувства «песка» под веками;
- боли в области глазниц и лба;
- боли при движении глаз;
- покраснение глазных яблок;
- боли в области шейных позвонков;
- быстрого утомления при работе.

Несоблюдение простых правил может привести к более тяжелым последствиям: снижению остроты зрения, замедленной перефокусировке, двоению предметов, развитию близорукости. Эти явления объединяются одним термином «астенопия» — отсутствием силы зрения. Практически у всех пользователей при непрерывной работе за компьютером в течение шести часов наступает КЗС. У многих пользователей синдром может наступить и гораздо раньше — через 4 или 2 часа. При несоблюдении элементарных правил оборудования своего рабочего места КЗС наступает буквально через час.

Наиболее утомляемая работа происходит при вводе информации, поэтому необходимо научиться печатать слепым методом. А наибольшее утомление глаз замечено у художников и проектировщиков черте-



жей. Им приходится очень пристально всматриваться в свои работы, требующие большой точности при вводе информации.

Из-за необходимости перемещения взгляда с экрана монитора на клавиатуру и бумажный текст нагрузка на глаза возрастает. Статичная поза при работе за компьютером и повторяющиеся движения могут привести к расстройству скелетно-мышечного аппарата. Еще одна болезнь – шейный остеохондроз также способствует развитию КЗС.

*Для профилактики КЗС* нужно соблюдать следующие правила:

Желательно иметь специальную мебель. Стол, на котором стоит монитор, должен быть достаточно длинным и расстояние от глаз до монитора должно быть не меньше 60–70 сантиметров. Монитор должен стоять примерно на 10 градусов ниже горизонта уровня глаз и не давать бликов. То есть, экран монитора не должен отражать посторонний свет. Лучше всего, если экран стоит перпендикулярно к источнику света. В сумерках нужно зажечь дополнительный мягкий свет над рабочим местом. Нельзя садиться сзади работающего монитора, все электромагнитное излучение бьет именно с тыльной стороны. Также можно приобрести так называемые компьютерные очки для операторов ЭВМ, если ситуация уже критическая.

*Нормы освещенности* приведены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» без учета разряда и подразряда зрительных работ. Освещенность при работе с компьютерами должна составлять от 300 до 500 Лк. С инженерной точки зрения это означает, что при работе с компьютерами должна применяться комбинированная система освещения (общее + локальное). Именно поэтому, устанавливая разряд зрительных работ необходимо опираться именно на комбинированное освещение.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 рекомендует использовать люминесцентные лампы.

### **Расчет освещенности и выбор светильников**

Условно принять светильник ПВЛМ максимальной длины  $l=1514,2$  мм

С технической точки зрения предполагается, что одновременно работают лампы, работающие от сети с напряжением 220 В и от локальных источников с напряжением 36 В. Но с медицинской точки зрения подразумевается, что если человек работает на компьютере без считывающих документов, т.е. использует только клавиатуру и экран монитора, то должно обеспечиваться освещение 300 Лк. А если при работе используются считывающие документы (книги, листы бумаги и т.д.), то освещение должно быть 500 Лк, т.е. использоваться дополнительное освещение в виде настольных светильников. Большинство таких све-

тильников питается от общей сети. Общее освещение подразделяется на общее равномерное и общее локализованное. При общем равномерном освещении нормативная освещенность обеспечивается во всех точках производственного помещения, а при общем локализованном – только над рабочей поверхностью. Поэтому принимаем систему общего равномерного освещения, как наиболее оптимальную и в нашем случае должна поддерживаться нормативная освещенность 300 Лк. Расчет освещенности по методу светового потока:

$$F = \frac{k \cdot E_n \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \text{ лм,}$$

где F – световой поток одной лампы лм,

$E_n$  – нормативное значение общей освещенности, лк,

S – площадь помещения, м<sup>2</sup>,

k – коэффициент запаса, 1.1–1.5,

z – коэффициент неравномерности, 1.1–1.5,

N – количество ламп, шт.,

$\eta$  – К.П.Д.

К.П.Д. светильника математически можно записать следующим образом:

$$\eta = f(i),$$

где  $i = \frac{a \cdot b}{H_0(a+b)}$  – индекс помещения,

a и b – размеры помещения (длина и ширина сторона помещения, соответственно).

$H_0$  – высота подвеса светильника – это расстояние от рабочей поверхности до светильника (min=1.8 м, max=3.5 м).

К.П.Д. светильника  $\eta$  определяется в зависимости от значения индекса помещения.

Размеры помещения, его площадь должны быть основаны на выполненном практическом задании № 1.

При компоновке светильников с люминесцентными лампами следует учитывать, что:

- от светильника до окна необходимо выдерживать расстояние не менее 0.3 м,

- от передней стены до первого светильника не менее 0,8 м,

- шаг между светильниками принимается:  $S_{\text{оптим.}}=2,5$  м,  $S_{\text{макс}}=3,5$  м,

$S_{\text{миним.}}=2$  м

Расположение светильников принять самостоятельно – поперечное или продольное. Компоновка светильников может быть двух видов: нитевая – светильники идут торец в торец друг другу и с разрывами. Первоначально целесообразно принять нитевую компоновку светильника (рис. 5.2).

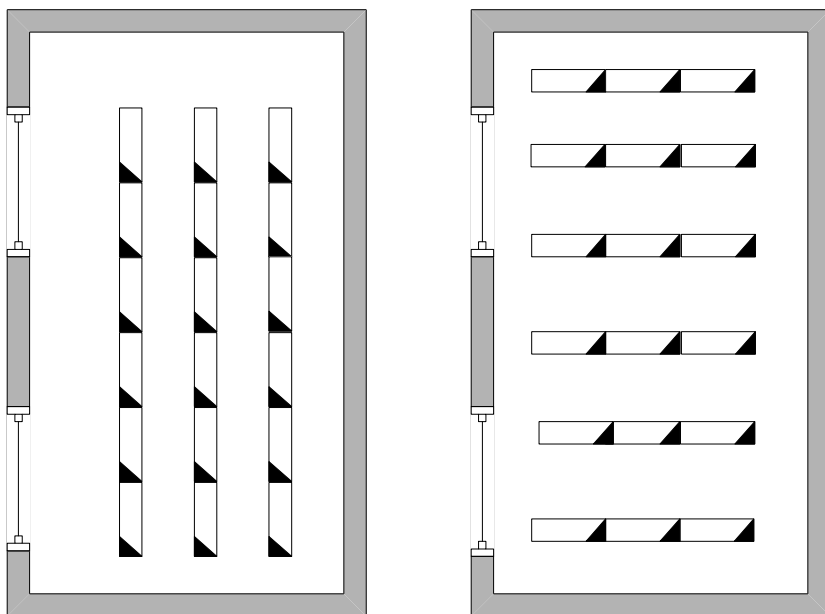


Рис. 5.2. Нитевая компоновка светильников:  
 А – продольное расположение; Б – поперечное расположение

Рассчитав значение светового потока  $F$  – лм, подобрать стандартную лампу по световому потоку (табл. 5.2). Необходимо учитывать, что световой поток стандартной лампы не может быть меньше расчетного и не более 10–15% от расчетного.

Таблица 5.2

**Световые параметры люминесцентных ламп**

Тип ламп	Световой поток, лм	Длина, мм
1	2	3
ЛБ-20	980	604,0
ЛДЦ-20	620	604,0
ЛД-20	760	604,0
ЛДЦ-30	1110	908,8
ЛД-30	1380	908,8
ЛБ-30	1740	908,8
ЛДЦ-40	1520	1213,6

Окончание табл. 5.2

1	2	3
ЛД-40	1960	1213,6
ЛБ-40	2480	1213,6
ЛДЦ-80	2720	1514,2
ЛД-80	3440	1514,2
ЛБ-80	4320	1514,2
ЛБ-18-1	1250	604,0
ЛДЦ-18	850	604,0
ЛЕЦ-18	850	604,0
ЛБ-36	3050	1213,6
ЛДЦ-36	2200	1213,6
ЛЕЦ-36	2150	1213,6
ЛБ-58	4800	1514,2
ЛЕЦ-58	3330	1514,2
ЛД-20-4	920	920,0
ЛХБ-20-4	935	604,0
ЛБ-20-4	1180	1180,0
ЛД-30-4	1640	908,8
ЛХБ-40-4	1720	908,8
ЛБ-30-4	2100	908,8
ЛД-40-4	2340	1213,6
ЛХБ-40-4	2600	1213,6
ЛБ-40-4	3000	1213,6
ЛХБЦ-40-1	2000	1213,6
ЛД-65-4	3570	1514,2
ЛХБ-64-4	3820	1500,0
ЛБ-65-4	4550	1514,2
ЛД-60-4	4070	1514,2
ЛХБ-80-4	4440	1514,2
ЛБ-80-4	5220	1514,2
ЛХБ-150	8000	1524,2
ЛБР-40-1	2250	1213,6
ЛХБР-40	2080	1213,6
ЛБР-80-1	4160	1514,2
ЛХБР-80	3460	1514,2

Подобрав стандартную лампу, указывается марка лампы, световой поток, мощность – Вт и длина лампы – мм. После подбора стандартной лампы проверяется соответствие предварительно выполненной компоновки светильников. Если размер стандартной лампы не соответствует предварительно установленной, то необходимо выполнить новую планировку светильников.

После этого рассчитать затраты электроэнергии на систему освещения:

$$P = Q \cdot N \cdot t \cdot n \cdot 10^{-3}, \text{ кВт},$$

где Q – мощность одной лампы, Вт,

N – количество ламп,

t – среднее годовое время работы в день, ч,

n – количество рабочих дней в году.

Решение заканчивается установлением класса условий труда по освещенности.

### Контрольные вопросы

1. Что вы понимаете под термином «свет»?
2. Какие вы знаете системы производственного освещения?
3. Что такое совмещенное освещение?
4. Что такое общее равномерное и общее локализованное освещение?
5. Чем отличается локализованное освещение от локального?
6. Почему локальное освещение нельзя применять без общего?
7. Какие вы знаете количественные и качественные параметры освещенности?
8. Как устанавливается разряд зрительных работ?
9. В чем заключается принцип нормирования освещенности?
10. Какой пояс является нормативным при расчете естественного освещения?
11. Какие единицы измерения естественного освещения вы знаете?
12. Какие методы расчета освещенности существуют?
13. Какие существуют единицы измерения количественных параметров освещенности?
14. Какие классы условий труда устанавливаются для освещенности?

## Практическое занятие № 6 ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ РАБОЧЕГО ПОМЕЩЕНИЯ

**Цель работы:** предложить мероприятия, обеспечивающие достижение ПДУ эквивалентного звукового давления.

**Задачи работы:**

1. Указать использованный нормативный документ
2. Установить какой шум имеет место в данном помещении.
3. Установить источники шума
4. Указать какой нормативный документ устанавливает требования к уровням звукового давления при работе с компьютером.
5. Изучить, как нормируется шум для оборудования и для человека
6. Предложить мероприятия для достижения ПДУ эквивалентного звукового давления.
7. Установить класс условий труда по шумовому фактору.

### Методика выполнения работы

Шум должен отвечать требованиям, приведенным в СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» и не должен превышать значений, установленных для данных видов работ.

Воздействие шума на организм человека зависит от физических параметров самого шума (громкости, спектра, изменения во времени) и может выражаться как в ухудшении физического самочувствия человека, так и в появлении психических расстройств. Длительное воздействие определенных видов шумов, связанное со спецификой работы, может привести к развитию профессиональных заболеваний.

Соблюдение эквивалентного допустимого уровня звукового давления, воздействующий на человека на конкретном рабочем месте, есть гарантия сохранения здоровья работающих. Исключения могут составлять лица с повышенной чувствительностью к шумам. Звуковая шкала эквивалентного звукового давления поделена на интервалы от 0 до 140 дБА.

Источниками шума является оборудование, воздуховоды, а также шум проникающий снаружи. Уровень шума, проникающий снаружи, можно снизить путем использования для отделки помещения звукопоглощающих материалов (разрешенных органами и учреждениями Госсанэпиднадзора России) с максимальными коэффициентами звукопоглощения в интервалах частот от 63 до 8000 Гц, подтвержденных специальными акустическими расчетами. Для снижения шума от оборудования, установленного внутри помещения, оборудование устанавливается на шумопоглощающие основания. В настоящее время выпус-

каются шумопоглощающие обои, линолеум, декоративные облицовочные материалы.

### **Основные понятия, используемые в работе**

*Звуковое давление* – переменная составляющая давления воздуха или газа, возникающая в результате звуковых колебаний, Па.

*Эквивалентный /по энергии/ уровень звука,  $L_A$  дБА, непостоянного шума* – уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднеквадратичное звуковое давление, что и данный не постоянный шум в течении определенного интервала времени.

*Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума* – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течении всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдения ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

*Допустимый уровень шума* – это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму.

*Максимальный уровень звука,  $L_{Amax}$  дВА* – уровень звука, соответствующий максимальному показателю измерительного, прямопоказывающего прибора (шумомера) при визуальном отсчете, или значение уровня звука, превышаемое в течение 1% времени измерения при регистрации автоматическим устройством.

Звуковые давления зависят от частоты (Гц) излучения.

Инфразвук, шум, ультразвук имеют одну природу – звуковые волны.

В интервале частот от 0,1 до 16,5 Гц – инфразвук (не слышимый), очень опасен по воздействию, может привести к полной потере памяти – амнезии.

В интервале частот от 16,5 Гц до 20000 Гц – это шум (звуковые волны создают слышимое давление).

Выше 20000 Гц – ультразвук (неслышимые звуки).

### **Классификация шумов, воздействующих на человека**

По характеру спектра шума выделяют:

- широкополосный шум с непрерывным спектром шириной более октавы;

- тональный шум, в спектре которого имеются выраженные тоны. Тональный характер шума для практических целей устанавливается измерением 1/3 октавных полос частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шума выделяют:

- постоянный шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике шумомера «медленно».

- непостоянный шум, уровень которого за 8-часовой рабочий день, рабочую смену или во время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике шумомера «медленно».

Непостоянные шумы подразделяются на:

- колеблющийся во времени шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;

- прерывистый шум, уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5 дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;

- импульсный шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью не менее 1 с, при этом уровни звука в дБА и дБА, измеренные соответственно на временных характеристиках «импульс» и «медленно», отличаются не менее чем на 7 дБ.

### **Особенности нормирования шума**

Источником шума является оборудование. Шум для оборудования нормируется по октавам частотного диапазона. Шум измеряется в децибелах и для оборудования звуковое давление записывается – дБ. Для человека также нормируется звуковое давление, которое называется эквивалентным звуковым давлением – это однозначное числовое значение, также измеряется в децибелах, записывается дБА.

Особенностью нормирования шума является то, что оно конкретно привязано к рабочему месту.

С 1973 года в СССР и теперь в России и во всех странах мира на каждое оборудование прилагается паспорт по шуму по октавным полосам и эквивалентное звуковое давление.

Октавные полосы, в которых устанавливаются нормативные значения для оборудования в конкретных рабочих местах:

31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Как правило, оборудование работает в частотах до 8000 Гц. Поэтому в санитарных нормах приведены предельно допустимые значения звукового давления в указанных октавах, хотя шум возникает и при 16000 Гц. Видно, что октавы изменяются в геометрической прогрессии и следующая октава – 32000 Гц – ультразвук.



## Нормируемые параметры и предельно допустимые уровни шума на рабочих местах

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле:

$$L=20\lg P/P_0,$$

где  $P$  – среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

$P_0$  – исходное значение звукового давления в воздухе, равное  $2 \times 10^{-5}$  Па.

Допускается в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принимать уровень звука в дБА, измеренный на временной характеристике «медленно» шумометра, определяемой по формуле:

$$L=20\lg P_A/P_0,$$

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

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах являются эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

### Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности в разных категориях тяжести и напряженности, дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60			
Напряженный труд 2 степени	50	50			

#### Примечания:

• для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления – на 5 дБА

меньше фактических уровней шума в помещениях (измеренных или рассчитанных), если последние не превышают значений табл. 6.1 (поправка для тонального и импульсного шума при этом не учитывается), в противном случае – на 5 дБА меньше значений, указанных в табл. 6.1;

- дополнительно для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума – 125 дБА.

Количественную оценку тяжести и напряженности трудового процесса следует проводить в соответствии с Руководством Р2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест, разработанные с учетом категорий тяжести и напряженности труда, представлены в табл. 6.2.

### **Нормируемые параметры и допустимые уровни шума в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки**

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления  $L$ , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Для ориентировочной оценки допускается использовать уровни звука  $L_A$ , дБА.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентные (по энергии) уровни звука  $L_{A_{эв}}$ , дБА, и максимальные уровни звука  $L_{A_{макс}}$ , дБА.

Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням должна проводиться одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука. Превышение одного из показателей должно рассматриваться как несоответствие настоящим санитарным нормам.

На территориях жилых массивов, на дорогах шум нормируется как для дневного времени с 7 до 23 часов, так и для ночного с 23 часов до 7 часов, табл. 6.3.

Измерение уровня звука и уровней звукового давления проводится на расстоянии 50 см от поверхности оборудования и на высоте расположения источника(ков) звука.

Таблица 6.2

**Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука  
для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест**

№ п/п	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для технических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы и лаборатории; рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, в лабораториях	93	79	70	68	58	55	52	52	49	60

Продолжение табл. 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику инструкций; диспетчерская работа. Рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах помещений наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону; машинописное бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4	Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами. Рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5	Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в п.п. 1 4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Продолжение табл. 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Подвижной состав железнодорожного транспорта											
6	Рабочие места в кабинах машинистов тепловозов, электровозов, поездов метрополитена, дизель-поездов автомотрис	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
7	Рабочие места в кабинах скоростных и пригородных электропоездов	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
8	Помещения для персонала вагонов поездов дальнего следования, служебных помещений, рефрижераторных секций, вагонов электростанций, помещений для отдыха багажных и почтовых отделений	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
9	Служебные помещения багажных и почтовых вагонов, вагонов-ресторанов	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
Морские, речные, рыбопромысловые и др. суда											
10	Рабочая зона в помещениях энергетического отделения судов с постоянной вахтой (помещение, в которых установлена главная энергетическая установка, котлы, двигатели и механизмы, вырабатывающие энергию и обеспечивающие работу различных систем и устройств)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Продолжение табл. 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	Рабочие зоны в центральных постах управления (ЦПУ) судов (звукоизолированные), помещениях, выделенных из энергетического отделения, в которых установлены контрольные приборы, средства индикации, органы управления главной энергетической установкой и вспомогательными механизмами	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
12	Рабочие зоны в служебных помещениях судов (рулевые, штурманские, багермейстерские рубки, радиорубки и др.)	89	75	66	59	54	50	47	45	44	55
13	Производственно-технологические помещения на судах рыбной промышленности (помещения для переработки объектов промысла рыбы, морепродуктов и пр.)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Автобусы, грузовые, легковые и специальные машины											
14	Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
15	Рабочие места водителей и обслуживающего персонала (пассажиров) легковых автомобилей и автобусов	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Окончание табл. 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сельскохозяйственные машины и оборудование, строительно-дорожные и др. аналогичные машины											
16	Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и др. аналогичных машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Пассажирские и транспортные самолеты и вертолеты											
17	Рабочие места в кабинах и салонах самолетов и вертолетов:										
	допустимые	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
	оптимальные	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

*Примечания:*

1. Допускается в отраслевой документации устанавливать более жесткие нормы для отдельных видов трудовой деятельности с учетом напряженности и тяжести труда в соответствии с табл. 6.1.

2. Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с уровнями звукового давления свыше 135 дБ и любой активной полосе.

Таблица 6.3

**Допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных здания и шума на территории жилой застройки**

№ п/п	Назначение помещений или территорий	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука $L_A$ и эквивалентные уровни звука $L_{A_{экв}}$ дБА	Максимальные уровни звука $L_{A_{макс}}$ дБА
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Палаты больниц и санаториев	с 7 до 23 ч.	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
		с 23 до 7 ч.	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
2	Кабинеты врачей поликлиник, амбулаторий, диспансеров, больниц, санаториев		76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
3	Классные помещения, учебные кабинеты, учительские комнаты, аудитории школ и других учебных заведений, конференцзалы, читательские залы		79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55



Продолжение табл. 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	Жилые комнаты квартир, жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения в детских дошкольн. учрежд. и школах интернатах	с 7 до 23 ч. с 23 до 7 ч.	79 72	63 55	52 44	45 35	39 29	35 25	32 22	30 20	28 18	40 30	55 45
5	Номера гостиниц и жилые комнаты общежитий	с 7 до 23 ч. с 23 до 7 ч.	83 76	67 39	57 48	49 40	44 34	40 30	37 27	35 25	33 23	45 35	
6	Залы кафе, ресторанов, столовых		90	75	70	63	59	55	53	51	49	60	75
7	Торговые залы магазинов, пассажирские залы аэропортов и вокзалов, приемные пункты предприятий бытового обслуживания												
8	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	с 7 до 23 ч. с 23 до 7 ч.	83 76	67 59	57 48	49 40	44 34	40 30	37 27	35 25	33 23	45 35	60 50

Продолжение табл. 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, зданиям амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений, библиотеках	с 7 до 23 ч. с 23 до 7 ч.	90 83	75 67	66 57	59 49	54 44	50 40	47 37	45 35	44 33	55 45	70 60
10	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и санаториев	с 7 до 23 ч. с 23 до 7 ч.	93 86	79 71	70 61	63 54	59 49	55 45	53 42	51 40	49 39	60 50	75 65
11	Площадки отдыха на территории больниц и санаториев		76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50

Окончание табл. 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	Площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки детских дошкольных учреждений, школ и других учебных		83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

*Примечания:*

1. Допустимые уровни шума от внешних источников в помещениях устанавливаются при условии обеспечения нормативной вентиляции помещений (для жилых помещений, палат, классов – при открытых форточках, фрамугах, узких створках окон).

2. Эквивалентные и максимальные уровни звука в дБА для шума, создаваемого на территории средствами автомобильного, железнодорожного транспорта, в 2 м от ограждающих конструкций первого эшелона шумозащитных типов жилых зданий, зданий гостиниц, общежитий, обращенных в стороны магистральных улиц общегородского и районного значения, железных дорог, допускается принимать на 10 дБА выше (поправка  $\Delta = + 10$  дБА), указанных в позициях 9 и 10 табл. 6.3.

3. Уровни звукового давления в октавных полосах частот в дБ, уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА для шума, создаваемого в помещениях и на территориях, прилегающих к зданиям, системами кондиционирования воздуха, воздушного отопления и др. инженерно технологическим оборудованием, следует принимать на 5 дБА ниже (поправка  $\Delta = - 5$  дБА), указанных в табл.6.3 (поправка для тонального и импульсного шума в этом случае принимать не следует).

4. Для тонального и импульсного шума следует принимать поправку – 5 дБА.

Таблица 6.4

**Допустимые значения уровней звукового давления  
в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПЭВМ**

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уров- ни звука в дБА
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	50

**Контрольные вопросы**

1. Что является источниками шума в помещении?
2. Каков частотный диапазон шума?
3. Какие существуют октавные полосы частот звукового давления?
4. Какой шум постоянный, какой шум непостоянный?
5. В чем заключается принцип нормирования шума?
6. Что вы знаете о классификация шумов?
7. Как воздействует шум на человека?
8. Какой шум наиболее опасен?
9. Какой шум нормируется для человека?
10. Какие существуют единицы измерения шума для оборудования и для человека?

## Практическое занятие № 7 ВИБРАЦИЯ В ПОМЕЩЕНИИ

**Цель работы:** обеспечить нормативные требования по вибрации в производственном помещении.

**Задачи работы:**

1. Указать использованный нормативный документ
2. Установить тип вибрации для рассматриваемого производственного помещения.
3. Указать источники общей и локальной вибрации
4. Привести нормативные значения вибрации.
5. Указать какими мероприятиями удастся поддержать нормативные значения конкретного вида вибрации.
6. Установить класс условий труда по локальной и общей вибрации.
7. Указать какими конструктивными решениями могут быть обеспечены нормативные значения вибраций.

### Методика выполнения работы

Требования к вибрации устанавливаются СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»

Основными параметрами вибрации являются частота и амплитуда колебаний, скорость и ускорение.

*Вибрация* – это сложный колебательный процесс, возникающий при периодическом смещении центра тяжести какого-либо тела от положения равновесия, а также при периодическом изменении формы тела, которую оно имело в статическом состоянии.

В настоящее время технологическое оборудование, электрооборудование, механическое оборудование и транспорт являются источниками вибрации, неблагоприятно действующими на человека. Вибрация приводит к тяжелому профессиональному заболеванию – вибрационной болезни.

*Классификация вибраций*, воздействующих на человека

- общая вибрация, передающаяся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;
- локальная вибрация, передающаяся через руки человека
- Примечание: вибрация, передающаяся на ноги сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, относится к локальной вибрации.

По источнику возникновения вибраций различают:

- локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием;

- локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного немеханизированного инструмента (без двигателей), например, рихтовочных молотков разных моделей и обрабатываемых деталей;

- 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, бетоноукладчики, напольный производственный транспорт;

- 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, кузнечно-прессовое 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 подразделяют на следующие типы:

- на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

- на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

- 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.

- общую вибрацию в жилых помещениях и общественных зданиях от внешних источников: городского рельсового транспорта (мелкого залегания и открытые линии метрополитена, трамвай, железнодорожный транспорт) и автотранспорта; промышленных предприятий и передвижных промышленных установок (при эксплуатации гидравлических и механических прессов, строгальных, вырубных и других металлообрабатывающих механизмов, поршневых компрессоров, бетономешалок, дробилок, строительных машин и др.);

- общую вибрацию в жилых помещениях и общественных зданиях от внутренних источников: инженерно-технического оборудования зданий и бытовых приборов (лифты, вентиляционные системы, насосные, пылесосы, холодильники, стиральные машины и т. п.), а также встроенных предприятий торговли (холодильное оборудование), предприятий торговли (холодильное оборудование), предприятий коммунально-бытового обслуживания, котельных и т. д.

Значения общей вибрация 3-й категории технологической, типа «в» приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

**Общая вибрация 3-й категории технологическая, типа «в»**

Средне-геометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_o$ , $Y_o$ , $Z_o$							
	Виброускорения				Виброскорости			
	м/с <sup>2</sup>		дБ		м/с·10 <sup>-2</sup>		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,6	0,0130		82		0,130		88	
2,0	0,0110	0,020	81	86	0,089	0,180	85	91
2,5	0,0100		80		0,063		82	
3,15	0,0089		79		0,045		79	
4,0	0,0079	0,014	78	83	0,032	0,063	76	82
5,0	0,0079		78		0,025		74	
6,3	0,0079		78		0,020		72	
8,0	0,0079	0,014	78	83	0,016	0,032	70	76

Окончание табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,0	0,0100		80		0,016		70	
12,0	0,0130		82		0,016		70	
16,0	0,0160	0,028	84	89	0,016	0,028	70	75
20,0	0,0200		86		0,016		70	
25,0	0,0250		88		0,016		70	
31,5	0,0320	0,056	90	95	0,016	0,028	70	75
40,0	0,0400		92		0,016		70	
50,0	0,0500		94		0,016		70	
63,0	0,0630	0,110	96	101	0,016	0,028	70	75
80,0	0,0790		98		0,106		70	
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни		0,014		83		0,028		75

Нормативные значения корректированных и эквивалентных корректированных значений и их уровни достигаются за счет конструктивных особенностей здания.

Источником локальной вибрации является клавиатура. По частотному диапазону для локальной вибрации корректированные значения и их уровни приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

**Предельно допустимые значения производственной,  
локальной вибрации**

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_o$ , $Y_o$ , $Z_o$			
	виброускорения		виброскорости	
	$m/c^2$	$дБ$	$m/c \cdot 10^{-2}$	$дБ$
1	2	3	4	5
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109



Окончание табл. 7.2

1	2	3	4	5
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 корректированных значения, и их уровни	2,0	126	2,0	112

Нормативные значения корректированных и эквивалентных корректированных значений и их уровни по локальной вибрации достигаются за счет конструктивных особенностей клавиатуры.

### Контрольные вопросы

1. Как классифицируется вибрация по назначению?
2. В чем особенности нормирования вибрации?
3. Какая вибрация нормируется для человека?
4. Какие существуют единицы измерения вибрации?
5. Какие существуют источники локальной вибрации?
6. Какие существуют источники общей вибрации?
7. Почему вибрация опасна для здоровья человека?
8. Как можно локализовать воздействие вибрации на человека?

## Практическое занятие № 8 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ В ПОМЕЩЕНИИ ПРИ РАБОТЕ С КОМПЬЮТЕРАМИ

**Цель работы:** Обеспечить нормативные значения излучения электромагнитных полей (ЭМП).

**Задачи работы:**

1. Указать источник излучения ЭМП.
2. Привести нормативные значения ЭМП при работе с компьютерами.
3. Показать на каком расстоянии от монитора устанавливаются нормативные значения ЭМП.
4. Перечислить средства защиты от ЭМП.
5. Перечислить опасные воздействия ЭМП на здоровье человека
6. Перечислить излучения жидкокристаллическим монитором и с лучевой трубкой.
7. Установить класс условий труда по ЭМП.

### Методика выполнения работы

К числу неблагоприятных производственных факторов относится *электромагнитное излучение*. Опасное воздействие на работающих могут оказывать электромагнитные поля радиочастот (60 кГц-300 ГГц) и электрические поля промышленной частоты (50 Гц).

*Степень биологического воздействия электромагнитных полей* на организм человека зависит от частоты колебаний, напряженности и интенсивности поля, режима его генерации (импульсное, непрерывное), длительности воздействия. Биологическое воздействие полей разных диапазонов неодинаково. Чем короче длина волны, тем большей энергией она обладает. Высокочастотные излучения могут ионизировать атомы или молекулы в соматических клетках – и т.о. нарушать идущие в них процессы. Электромагнитные колебания длинноволнового спектра способны нагревать органику и приводить молекулы в тепловое движение.

Особенно чувствительны к неблагоприятному воздействию электромагнетизма эмбрионы и дети. Первичным проявлением действия электромагнитной энергии является нагрев, который может привести к изменениям и даже к повреждениям тканей и органов. Наиболее чувствительными к действию электромагнитных полей являются центральная нервная система (субъективные ощущения при этом – повышенная утомляемость, головные боли и т. п.) и нейроэндокринная система.

С нарушением нейроэндокринной регуляции связывают эффект со стороны сердечно-сосудистой системы, системы крови, иммунитета, обменных процессов, воспроизводительной функции и др. Влияние на иммунную систему выражается в снижении фагоцитарной активности

нейтрофилов, изменениях комплиментарной активности сыворотки крови, нарушении белкового обмена, угнетении Т-лимфоцитов. Описаны изменения кроветворения, нарушения со стороны эндокринной системы, метаболических процессов, заболевания органов зрения. Было установлено, что *клинические проявления воздействия радиоволн* наиболее часто характеризуются астеническими, астеновегетативными и гипоталамическими синдромами:

1. Астенический синдром – как правило, наблюдается на начальных стадиях заболевания и проявляется в виде головной боли, повышенной утомляемости, нарушении сна.

2. Астеновегетативный или синдром нейроциркулярной дистонии – характеризуется ваготонической направленностью реакций (гипотония, брадикардия и др.).

3. Гипоталамический синдром характеризуется повышенной возбудимостью, в отдельных случаях обнаруживаются признаки раннего атеросклероза, ишемической болезни сердца, гипертонической болезни.

Поля сверхвысоких частот (характерные при работе с компьютером) могут оказывать воздействие на глаза, приводящее к возникновению катаракты (помутнению хрусталика), а умеренных – к изменению сетчатки глаза по типу ангиопатии.

Аналогичное воздействие на организм человека оказывает электромагнитное поле промышленной частоты в электроустановках сверхвысокого напряжения. Интенсивные электромагнитные поля вызывают у работающих нарушение функционального состояния центральной нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной системы, страдает нейрогуморальная реакция, половая функция, ухудшается развитие эмбрионов (увеличивается вероятность развития врожденных уродств). Также наблюдаются повышенная утомляемость, вялость, снижение точности движений, изменение кровяного давления и пульса, возникновение болей в сердце (обычно сопровождается аритмией), головные боли. В условиях длительного профессионального облучения с периодическим превышением предельно допустимых уровней у части людей отмечали функциональные перемены в органах пищеварения, выражающиеся в изменении секреции и кислотности желудочного сока, а также в явлениях дискинезии кишечника. Также выявлены функциональные сдвиги со стороны эндокринной системы: повышение функциональной активности щитовидной железы, изменение характера сахарной кривой и т.д. Предполагается, что нарушение регуляции физиологических функций организма обусловлено воздействием поля на различные отделы нервной системы. При этом повышение возбудимости центральной нервной системы происходит за счет рефлекторного действия поля, а тормозной эффект – за счет прямого воздействия поля на структуры головного и спинного мозга. Считается, что кора головного мозга, а также промежуточный мозг особенно чувствительны к воздействию поля.

Для обеспечения безопасности работ с источниками электромагнитных волн производится систематический контроль фактических нормируемых параметров на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала. Контроль осуществляется измерением напряженности электрического и магнитного поля, а также измерением плотности потока энергии по утвержденным методикам.

При работе с компьютером в настоящее время установлены временные допустимые уровни ЭМП, которые регламентированы СанПиН 2.2.2./2.4. 1340–03.

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

**Временные допустимые уровни ЭМП,  
создаваемых ПЭВМ на рабочих местах**

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

Защита персонала от воздействия радиоволн применяется при всех видах работ, если условия работы не удовлетворяют требованиям норм. Эта защита осуществляется следующими способами и средствами:

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

Наиболее эффективно использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности (эквивалентов антенн) при изготовлении, настройке и проверке отдельных блоков и комплексов аппаратуры.

Эффективным средством защиты от воздействия электромагнитных излучений является экранирование источников излучения и рабочего места с помощью экранов, поглощающих или отражающих электромагнитную энергию. Выбор конструкции экранов зависит от характера технологического процесса, мощности источника, диапазона волн.

При повышенном уровне напряженности полей следует сократить время работы за компьютером делать пятнадцатиминутные перерывы в течение полутора часов работы и, конечно же, применять защитные экраны. Защитный экран, изготовляемый из мелкой сетки или стекла, собирает на себе электростатический разряд. Для снятия экран монитора заземляют.

Для обеспечения безопасности работ с источниками электромагнитных волн производится систематический контроль фактических нормируемых параметров на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала. Контроль осуществляется измерением напряженности электрического и магнитного поля, а также измерением плотности потока энергии по утвержденным методикам Министерства здравоохранения.

При работе с компьютерами защита человека обеспечивается за счет конструктивных особенностей.

### **Экранирующие материалы для изготовления средств защиты от ЭМИ РЧ в диапазоне частот 30 МГц – 40 ГГц**

Эффективность экранирующих устройств определяется электрическими и магнитными свойствами материала экрана, конструкцией экрана, его геометрическими размерами и частотой излучения.

Для уменьшения ЭМИ РЧ защитные устройства должны представлять собой электрически и магнитно замкнутый экран (табл. 8.2).

Таблица 8.2

### **Экранирующие материалы для изготовления средств защиты от ЭМИ РЧ**

Наименование материала	ГОСТ, ТУ	Толщина, мм	Диапазон частот, Гц	Ослабление, дБ
1	2	3	4	5
Листовая Ст3	ГОСТ 19903-74	1,4	30 МГц-40 ГГц	100
Фольга алюминиевая	ГОСТ 618-73	0,08	“ – “	80
Фольга медная	ГОСТ 5638-75	0,08	“ – “	80
Сетка стальная тканая	ГОСТ 5336-73	0,3–1,3	“ – “	30
Радиозащитное стекло с одно- или двухсторонним полупроводниковым покрытием	ТУ 21-54-41-73	6	30 МГц – 30ГГц	20-40
Ткань хлопчатобумажная с микропроводом	ОСТ 17-28-70	--	“ – “	20-40
Ткань металлизированная “Восход”	ГОСТ	--	10 кГц – 30 ГГц	40-65

1	2	3	4	5
Ткань трикотажная (полиамид+проволока)	ТУ 6-06-С202-90		300кГц 30МГц	15-40

*Примечание:* На основе экранирующих материалов изготовлены средства индивидуальной защиты: очки защитные с металлизированными стеклами ОРЗ-5, ТУ 64-1-2717-81; щитки защитные лицевые ГОСТ 15.4.023-84.

### Эмиссионные требования к мониторам

При работе монитор, как и любой телевизор, испускает ряд излучений:

Во-первых, от экрана трубки идет мягкое *рентгеновское излучение*, которое называется тормозным. Вызывается оно торможением электронного пучка. Убрать его полностью невозможно, но уменьшить различными поглощающими слоями, прозрачными для видимых лучей, можно. В настоящее время все электронно-лучевые трубки выпускаются с условно безопасным уровнем рентгеновского излучения.

Во-вторых, многочисленные катушки внутри монитора – катушки строчной и кадровой развертки, силовых трансформаторов и катушки коррекции – генерируют *переменное электромагнитное излучение низкой частоты* – поле с частотой 15–110 кГц, которое может вредно влиять на здоровье пользователя. Распространяется оно, в основном, в стороны и назад, поскольку экран ослабляет это излучение. Поэтому есть определенные правила организации рабочих мест: монитор соседа должен находиться на достаточном удалении. Уменьшение низкочастотного излучения – это сложная инженерная задача, она решается при помощи тщательного экранирования и специальных дополнительных катушек внутри монитора. Выражение *low radiation* относится и к попыткам изготовителя уменьшить эту составляющую излучения монитора.

В-третьих, используемое в электронно-лучевых трубках высокое напряжение приводит к появлению вне монитора *электростатического поля*, которое по своей природе аналогично создаваемому кинескопами телевизоров. Если в мониторе не применяются специальные технические решения (фильтры), обеспечивающие ослабление внешнего поля, то потенциал накопленного заряда достигает 10–30 кВ. Тело человека может зарядиться до напряжения в несколько киловольт. Уровень заряда зависит от одежды, материала покрытия кресла, волокон, из которых изготовлен ковер, относительной влажности воздуха в помещении и ряда других факторов. Под действием электростатического поля заряженные частицы в зависимости от их знака притягиваются или отталкиваются экраном, причем частицы с положительным зарядом могут попасть в пользователя.

Для снятия электростатического заряда на экран наносят специальное антистатическое покрытие.

В табл. 8.3 перечислены основные составляющие компоненты монитора, которые при его включении формируют сложную электромагнитную обстановку.

Таблица 8.3

**Основные компоненты монитора,  
создающие электромагнитные поля**

Источник	Диапазон частот
Сетевой трансформатор блока питания	50 Гц
статический преобразователь напряжения в импульсном блоке питания	20–100 кГц
блок кадровой развертки и синхронизации	48–160 Гц
блок строчной развертки и синхронизации	15–110 кГц
ускоряющее анодное напряжение монитора (только для мониторов с ЭЛТ)	0 Гц (электростатическое поле)

По данным российских и зарубежных (в основном шведских) специалистов излучения мониторов могут быть опасными для здоровья, поэтому санитарные нормы развитых стран устанавливают минимальное расстояние от экрана до оператора около 50–70 см (длина вытянутой руки), а ближайших рабочих мест от боковой и задней стенок монитора – не менее 1,5 м, клавиатура и руки оператора также должны быть расположены на максимально возможном расстоянии от монитора. Низко-частотные поля при продолжительном облучении сидящих у монитора людей могут привести к нарушениям самых различных физиологических процессов.

Излучения от 1 Гц до 2 кГц, включая электромагнитные, возникают вследствие работы трансформатора питания постоянного тока, а также из-за вертикальной развертки ЭЛТ. Поля от 2 кГц до 400 кГц возникают в основном из-за строчной развертки ЭЛТ. Процесс подавления электромагнитных полей, излучаемых монитором, реализуется путем экранирования таковых с использованием электропроводящих материалов.

В течение 1994–1996 годов сотрудниками Центра электромагнитной безопасности при участии сотрудников Лаборатории измерения параметров электромагнитной совместимости ВНИИФТРИ и Лаборатории электромагнитных волн НИИ медицины труда РАМН проводились измерения электромагнитного поля непосредственно на рабочих местах пользователей. Всего были проведены измерения на 474 рабочих местах, оснащенных мониторами 72-х типов 1990–1996 годов выпуска (табл. 8.4).

В 1998 году Северо-западным научным центром гигиены и общественного здоровья Министерства здравоохранения выполнена работа по контролю соответствия уровней электромагнитных полей на рабочем

месте пользователя требованиям гигиенических норм РФ. Данные о зафиксированных значениях поля при обследовании более 120 рабочих мест пользователей ПК приведены в табл. 8.5.

Таблица 8.4

**Максимальные зафиксированные на рабочем месте значения электромагнитных полей**

Вид поля, диапазон частот, единица измерения напряженности поля	Значение напряженности поля	
	по оси экрана	вокруг монитора
электрическое поле, 100 кГц — 300 МГц, В/м	17,0	24,0
электрическое поле, 0,02–2 кГц, В/м	150,0	155,0
электрическое поле, 2–400 кГц В/м	14,0	16,0
магнитное поле, 100 кГц — 300 МГц, мА/м	нчп	нчп
магнитное поле, 0,02–2 кГц, мА/м	550,0	600,0
магнитное поле, 2–400 кГц, мА/м	35,0	35,0
электростатическое поле, кВ/м	22,0	—

Примечание: нчп — ниже чувствительности прибора.

Таблица 8.5

Наименование измеряемых параметров	Диапазон частот 5 Гц – 2 кГц	Диапазон частот 2–400 кГц
Напряженность переменного электрического поля, (В/м)	1,0–35,0	0,1–1,1
Индукция переменного магнитного поля, (нТл)	6,0–770,0	1,0–32,0

**Контрольные вопросы**

1. В чем заключается опасность воздействия ЭМП?
2. Каким нормативным документом устанавливаются ВДУ ЭМП?
3. Какая защита предусмотрена для снижения воздействия ЭМП на человека при работе с компьютером?
4. Какие Экранирующие материалы рекомендуются для изготовления средств защиты от ЭМИ РЧ в диапазоне частот 30 МГц – 40 ГГц?
5. Какие классы условий труда могут быть установлены при несоблюдении нормативных требований?



## Практическое занятие № 9 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

**Цель работы:** Обеспечить поддержание электробезопасности в помещении.

**Задачи работы:**

1. Указать источник поражения электрическим током.
2. Рассчитать пороговый ток, поражающий человека.
3. Отметить категорию помещения по электробезопасности и доказать выбранную категорию.
4. Предложить мероприятия по защите от электропоражения.
5. Указать каким требованиям должно отвечать выбранное средство защиты от электропоражения.

### Методика выполнения работы

Окружающая среда или окружающая обстановка усиливает или ослабляет опасность поражения электрическим током. Поэтому правила делят все помещения по степени опасности поражения людей электрическим током на три класса.

1. Помещения без повышенной опасности – сухие с изолирующим полом, в которых отсутствуют условия, свойственные помещениям с повышенной опасностью или особо опасным (жилые комнаты или конторы, а также лаборатории сборочные цехи часовых или приборных заводов, размещенные в сухих помещениях с нормальной температурой).

2. Помещения с повышенной опасностью – характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости (относительная влажность воздуха превышает 75%, температура воздуха превышает +30%), токопроводящей пыли (технологическая пыль оседает на проводах и проникает внутрь оборудования), токопроводящих полов – металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.д.

3. Помещения особо опасные – характеризуется наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости (влажность близка к 100%, стены, пол и предметы, покрыты влагой); химически активной среды (содержатся пары, действующие разрешающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования); одновременного наличия двух или более условий свойственных помещениям с повышенной опасностью.

### Опасность поражения электрическим током

*Электробезопасность* – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и

опасного воздействия электрического тела, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Опасность электрического тока усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно. Опасность обнаруживается поздно, когда человек ранен.

Анализ смертельных несчастных случаев на производстве показывает, что на долю поражения электрическим током приходится до 40%, а в энергетике до 60%. Большая часть смертельных электропоражений (до 80%) наблюдается в электроустановках напряжением до 1000 В.

Проходя через живые ткани электрический ток, оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Это приводит к различным нарушениям в организации, вызывая как местное поражение тканей органов, так и общее поражение организма.

### **Виды поражения электрическим током**

Действие электрического тока может привести к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам. В некоторых случаях оба вида поражения возникают одновременно.

*Электрическими травмами* называют местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги. Электрические травмы могут быть следующих видов: электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия и механические повреждения.

Наиболее распространенной электрической травмой является электрический ожог. В зависимости от условий возникновения ожоги могут быть двух видов: токовый (или контактный) и дуговой.

*Токовый ожог* обычно возникает в месте контакта тела человека с токоведущей частью. Так как кожа человека обладает во много раз большим электрическим сопротивлением, чем другие ткани тела, то при прохождении тока через тело человека электрическая энергия преобразуется в тепловую, выделяющуюся в основном в месте контакта, вызывая обычно сравнительно легкий ожог кожи.

*Дуговой ожог*, как правило, носит тяжелый характер и обусловлен воздействием на тело человека электрической дуги. Электрическая дуга, обладающая высокой температурой (свыше 3500 °С) и большой энергией, вызывает обширные ожоги тела и сгорание тканей на большую глубину.

Различают четыре степени электрических ожогов:

I – покраснение кожи;

II – образование пузырей;

III – обугливание кожи;

IV – обугливание подкожной клетчатки, мышц, сосудов, нервов, костей.

Токовые ожоги обычно приводят к I–II степеням, а дуговые к III–IV степеням ожога тела.

*Электрические знаки* (знаки тока, или электрические метки) проявляются в виде пятен серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи человека подвергнувшейся действию тока. Иногда форма знака повторяет форму токоведущей части, которой коснулся пострадавший, а также может напоминать молнию.

*Металлизация кожи* возникает от проникновения в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Пострадавший ощущает присутствие в коже инородного тела и часто боль от ожога из-за тепла, занесенного в тело металлом. Кожа в месте поражения становится жесткой и шероховатой. Окраска кожи при металлизации зависит от металла: зеленая при контакте с красной медью, сине-зеленая при контакте с латунью, серо-желтая при контакте со свинцом. С течением времени пораженный участок также приобретает нормальный вид.

*Электрическая дуга*, являющаяся источником интенсивного излучения света, а также ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, может вызвать электроофтальмию – воспаление наружных оболочек глаз под действием ультрафиолетовых лучей, которые поглощаются клетками организма и вызывают в них химические изменения. В тяжелых случаях воспаляется роговая оболочка глаза, что требует длительного лечения.

Под действием электрического тока происходит возбуждение живых тканей, сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц, электрический удар. При резких непроизвольных судорожных сокращениях мышц под действием тока, проходящего через тело человека, могут возникать механические повреждения: разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, вывихи суставов и переломы костей.

В зависимости от исхода воздействия тока на организм *электрические удары* условно делятся на следующие четыре степени:

I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимися дыханием и работой сердца;

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

IV – клиническая смерть, т. е. прекращение дыхания и кровообращения.

Воздействие электрического тока на организм человека может привести к летальному исходу вследствие электрического шока и прекращения работы сердца и дыхания; воздействие на мышцу сердца может вызвать остановку сердца или его фибрилляцию, т.е. – быстрые хаотические сокращения волокон (фибрилл) сердечной мышцы, при которых сердце перестает нормально работать, и нарушается кровообращение.

*Электрический шок* – тяжелая рефлекторная реакция организма при сильном раздражении электрическим током, которая приводит к опасным расстройствам дыхания, кровообращения, обмена веществ и т. п. Шоковое состояние может длиться от нескольких минут до суток, после чего может наступить либо гибель в результате полного угасания жизненно важных функций, либо полное выздоровление как результат активного лечебного вмешательства.

*Электрический ожог* возможен при прохождении через тело человека токов более 1А. При прохождении тока через ткани выделяется тепло, пропорциональное промышленному напряжению и току. Температура поражаемых тканей может нагреваться до температуры 60–70°C, а при этой температуре свертывается белок, возникает ожог. Такие ожоги могут привести к частичной или полной инвалидности.

В электроустройствах с напряжением 35 кВ и выше ожоги могут возникать и без непосредственного контакта с токоведущими частями, а даже при случайном приближении на опасное расстояние. Когда это расстояние меньше или равно разрядному, возникает сначала искровой разряд, который переходит в электро дугу. Температура дуги составляет 4000С, кроме того ткани человека нагреваются проходящим через них током. Это приводит к ожогу. Под действием тока происходит резкое сокращение мышц, которое приводит к разрыву мышц. Поскольку ток проходит через тело человека кратковременно, нарушений дыхания и кровообращения может не наступить, но полученные ожоги весьма серьезны, а порой и смертельны.

В электроустановках до 1000В возможны также ожоги электрической дугой. В этом случае дуга возникает между токоведущими частями, а человек попадает в зону действия дуги.

*Электрический удар* наблюдается при воздействии малых токов – обычно до нескольких сотен миллиампер и соответственно и при небольших напряжениях, как правило, до 1000В. При такой малой мощности выделение теплоты ничтожно и не вызывает ожогов.

Небольшие токи вызывают лишь неприятные ощущения. Если ток парализует мышцы рук, человек уже не сможет самостоятельно освободиться от тока, т.о. действие тока будет длительным: ток в несколько миллидесятков ампер при длительном воздействии (более 20 с) приводит к остановке дыхания.

Остановка сердца вызывается током в несколько сот миллиампер при большом времени воздействия (доли секунды), мышцы сердца расслабляются и остаются в таком состоянии. Как при остановке, так и при фибрилляции сердца работа его самостоятельно не восстанавливается.

Характерно, что большие токи (порядка нескольких ампер) не вызывают ни остановки ни фибрилляции сердца. Сердечные мышцы под действием тока обычно резко сокращаются и остаются в таком состоянии до отключения тока, после чего сердце продолжает работу. Более

того, если через сердце пострадавшего, у которого наблюдается паралич или фибрилляция сердца, пропустить ток приблизительно 4 – 6А, мышцы сердца сокращаются и после отключения тока сердце продолжает работать. На этом принципе основано действие дефибриллятора.

Т.о. наблюдается прямая зависимость между током через человека и опасностью поражения, при токах более 1А эта зависимость меняет характер, но остается прямой.

### **Электрическое сопротивление тела человека**

Электрическое сопротивление различных тканей тела человека неодинаково и непостоянно в течение суток. Кожа, кости, сухожилия, жировая ткань и хрящи имеют относительно большое сопротивление, а мышечная ткань, кровь, лимфа и особенно спиной и головной мозг – малое. Кожа обладает очень большим удельным сопротивлением, которое является главным фактором, определяющим сопротивление тела человека.

$R_h$  – сопротивление тела человека – максимально достигает 100000 Ом, но в расчеты закладывается минимальное сопротивление тела человека при котором еще происходит сопротивление воздействию электрического тока. В расчеты закладывают  $R_{h\text{мин.}} = 10000$  Ом.

Человека поражает ток. Величина этого тока зависит от напряжения.

$$I = \frac{U}{R_h}, A \text{ (ампер)},$$

где  $U$  – напряжение в сети, В (вольт)

$R_h$  – сопротивление тела человека

### **Классификация пороговых токов**

*Первый пороговый ток* – отпускающий – в среднем 1.1 мА – 6 мА (миллиампер). Человек ощущает, вздрагивает и освобождается самостоятельно от места воздействия тока.

*Второй пороговый ток* – неотпускающий 3 – 15 мА. Человек самостоятельно не может оторваться от места поражения. Для оказания помощи необходимо отключить источник питания, но ни в коем случае не пытаться самостоятельно оторвать человека от места поражения. Человеческое тело исключительный проводник тока и поэтому человек, пытающийся оторвать человека от места поражения, сам оказывается под воздействием этого тока.

Значения пороговых неотпускающих токов, как и отпускающих, у различных людей различны, все зависит от сопротивления тела человека.

Сопротивление тела человека значительно выше у толстых, здоровых, жизнерадостных людей. Сопротивление тела человека резко снижается при заболевании, плохом настроении, любых порезах на теле человека.

Необходимо следить за кожей человека и не допускать ран, загрязнений, потливости кожи.

*Третий пороговый ток* – смертельный – 100 мА.

Чтобы защитить человека от такого опасного фактора, применяют определенные схемы защиты – заземление или зануление. Каждый способ зависит от схемы проводки электросети в помещения, которая в свою очередь зависит от схемы подключения линии электропередач в трансформаторной.

Если подключение линии электропередач выполнено по Звезде то защита обеспечивается за счет зануления оборудования.

Если подключение линии электропередач выполнено по Треугольнику то защита обеспечивается за счет заземления оборудования.

Применение зануления или заземления также определяется схемой проводки на предприятии, которая зависит от схемы подключения линии электропередач в трансформаторной.

Все *требования по электробезопасности* устанавливаются ГОСТ Р 50571.3-94 ч.4 «Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током»

Сегодня, практически, везде применяется зануление, достаточно опасная схема. Это связано с тем, что линии электропередач у нас высоковольтные и их подсоединение в трансформаторной оказывается осуществляется только по звезде и это сразу определяет схему проводки в помещениях и диктует схему защиты.

### **Контрольные вопросы**

1. Какой документ регламентирует требования по электробезопасности?
2. Как действует на человека постоянный и переменный ток?
3. Дайте классификацию пороговых токов.
4. Какие бывают электротравмы?
5. От чего зависит сопротивление тела человека?
6. От чего зависят средства защиты от электропоражения?

# Практическое занятие № 10

## ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

**Цель работы:** Обеспечить поддержание пожаробезопасности в данном помещении.

**Задачи работы:**

1. Указать использованный нормативный документ.
2. Определить категорию пожаровзрывобезопасности.
3. Определить класс пожароопасности.
4. Принять меры для предотвращения пожара.
5. Установить необходимые огнетушители, рассчитать их количество, обосновать применяемые огнетушители.
6. Обеспечить эвакуацию людей.

### Методика выполнения работы

Классификация производств по пожарной и взрывной опасности устанавливается, согласно СНИП 21-01-97 «Противопожарные нормы. Пожарная безопасность зданий и сооружений».

В зависимости от характеристики участвующих в техническом процессе веществ и их количества все производства подразделяются по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности на шесть категорий А, Б, В, Г, Д и Е.

*Производства категории А* (взрыво- и пожароопасные) характеризуются применением или образованием в производственном процессе горючих газов, нижний предел взрывоопасности которых 10% к объему воздуха; жидкостей с температурой вспышки паров до 28°C.

*Производства категории Б* (взрыво- и пожароопасные) – нижний предел взрыва емкости газов более 10% к объему воздуха, производства, вырабатывающие горючие пыль и волокна, нижний предел взрываемости которых  $65 \text{ г/м}^3$ .

*Производства категории В* (пожароопасные) характеризуются наличием горючих жидкостей с температурой вспышки паров выше 61°C горючей пыли и волокон, нижний предел взрывоопасности которых более  $65 \text{ г/м}^3$  к объему воздуха.

*Производства категории Г* (пожароопасные) характеризуются наличием веществ и материалов в горячем, или раскаленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени.

*Производства категории Д* (пожароопасные) характеризуются наличием только негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

*Производства категории Е* (взрывоопасные) – возможен взрыв без дальнейшего горения.

Взрывоопасность зон определяют возможностью выделения газов, ЛВЖ (легковоспламеняющаяся жидкость) или горючей пыли с нижним пределом воспламенения  $65 \text{ г/м}^3$  и ниже. При образовании взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% объема помещения, последнее является полностью взрывоопасным, а при объеме смеси равном 5% объема помещения и меньше, взрывоопасной считается зона в пределах 5 м по вертикали и горизонтали от технологического аппарата, из которого выделяется горючее вещество. Для наружных установок *размер взрывоопасной зоны* устанавливаются в зависимости от условий, в которых может образовываться взрывоопасная смесь (0,5 – 20 м по вертикали и горизонтали от места выделения горючего вещества).

Зона класса Б-1. К ней относят помещения, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси паров и газов с воздухом при нормальных условиях работы (например, помещения, в которых производится слив ЛВЖ в открытые сосуды).

Зона класса Б-1а. В эту зону входят помещения, в которых взрывоопасные смеси не образуются при нормальных условиях эксплуатации оборудования, но могут образовываться при авариях или неисправностях.

Зона класса Б-1б. К этому классу относят:

– Помещения, в которых могут содержаться горючие пары и газы с высоким нижним пределом воспламенения (15% и более), обладающие резким запахом;

– Помещения, в которых возможно образование лишь локальных взрывоопасных смесей в объеме меньше 5% объема помещения.

Зона класса Б-1г. В эту зону входят наружные установки, в которых находятся взрывоопасные газы, пары и ЛВЖ.

Зона класса Б-2. К ней относят помещения, в которых производится обработка горючих пылей и волокон, способных образовывать взрывоопасные смеси с воздухом при нормальных режимах работы.

Зона класса Б-2а. В эту зону входят помещения, в которых взрывоопасные пылевоздушные смеси могут образовываться только в результате аварий и неисправностей.

Помещения и установки, в которых содержатся ГЖ (горючие жидкости) и горючие пыли, нижний концентрационный предел которых выше  $65 \text{ г/м}^3$ , относят к пожароопасным и классифицируют следующим образом.

Зона класса П-1. К ней относят помещения, в которых содержатся ГЖ (например, минеральные масла).

*Огнестойкость* – способность конструктивных элементов сохранять прочность в условиях пожара.

*Предел огнестойкости* строительных конструкций – время (час) в течение которого конструкция выполняет свои функции при испытаниях в условиях пожара до возникновения одного из признаков:



- образования в конструкции сквозных трещин, через которые огонь может проникнуть в другие помещения,
- нагрев необогреваемой поверхности конструкции до температуры выше 140°C.

Здания и сооружения по степени огнестойкости делятся на пять степеней, начиная от самых сложных (I степень), у которых все элементы выполнены из огнестойких материалов с максимальным пределом огнестойкости (от 0,5 до 2,5 часов), и кончая самыми простыми зданиями (V степень) все элементы которого являются сгораемыми.

### **Пожарная безопасность**

Горючие системы подразделяются на однородные и неоднородные.

*Однородными* являются системы, в которых горючее вещество и воздух равномерно перемешаны друг с другом (смеси горючих газов, паров с воздухом).

Горение таких систем называется кинетическим. При определенных условиях такое горение может носить характер взрыва или детонации.

*Неоднородными* являются системы, в которых горючее вещество и воздух не перемешаны друг с другом и имеют поверхности раздела (твердые горючие материалы и не распыленные жидкости). Такое горение называется диффузным.

Сгорание различают полное и неполное. При полном сгорании образуются продукты, которые неспособны больше гореть: углекислый газ, сернистый газ, пары воды. Неполное сгорание происходит когда к зоне горения затруднен доступ кислорода воздуха, в результате чего образуются продукты неполного сгорания: окись углерода, спирты, альдегиды и др.

Температура горения вещества определяется теоретическая и действительная. Теоретической температурой горения называется температура, до которой нагреваются продукты сгорания, в предположении, что все тепло, выделяющееся при горении, идет на их нагревание.

Действительная температура горения на 30–50% ниже теоретической, так как значительная часть тепла, выделяющегося при горении, рассеивается в окружающую среду. Тушение пожара при высокой температуре горения затрудняется.

При рассмотрении процессов горения следует различать следующие его виды: *вспышка, возгорание, воспламенение, самовоспламенение, самовозгорание, взрыв.*

Вспышка – это быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

Возгорание – возникновение горения под действием источника зажигания.

Воспламенение – возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Возгораемость – способность возгораться (воспламеняться) под действием источника зажигания.

Самовозгорание – это явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения веществ (материала, смеси) при отсутствии источника зажигания.

Самовоспламенение – это самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Взрывом называется чрезвычайно быстрое химическое (взрывчатое) превращение вещества, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

Температура самовоспламенения является важной характеристикой вещества.

*Температура самовоспламенения* – это самая низкая температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермической реакции, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

Помимо температуры самовоспламенения, горючие вещества характеризуются периодом индукции или временем запаздывания самовоспламенения.

Пожарная опасность веществ, склонных к самовозгоранию, очень велика, поскольку они могут возгораться без всякого подвода тепла при температуре окружающей среды ниже температуры самовоспламенения веществ.

Пожарные свойства газов определяются областью воспламенения в воздухе (концентрационными пределами воспламенения), энергией зажигания, температурой горения и скоростью распространения пламени.

*Минимальной энергией зажигания* называется наименьшая величина энергии искры электрического разряда, которая достаточна для воспламенения наиболее легко воспламеняемой смеси данного газа, пара или пыли с воздухом. Горючий газ (ГГ) – это газ, способный образовывать с воздухом воспламеняемые и взрывоопасные смеси при температурах не выше 55°C.

### **Классификация огнетушителей**

По виду огнегасительных веществ огнетушители подразделяют на *воздушно-пенные, химические пенные, жидкостные, углекислотные, аэрозольные и порошковые.*

В зависимости от объема огнетушители бывают: малолитражные (до 5 литров); промышленные ручные (до 10 литров); передвижные (более 10 литров).

Маркировка огнетушителей: буква, характеризующая вид огнетушителя и цифры, обозначающие вместимость.

Наиболее распространены *химические пенные* огнетушители ОП-10, ОП-М, ОП-9ММ.

Например ОХП-10 представляет стальной сосуд объемом около 10 л. с горловиной, закрытой крышкой с запорным устройством. Запорное устройство, имеющее шток, пружину и резиновый клапан, предназначен для того, чтобы закрывать вставленный внутрь огнетушителя полиэтиленовый стакан для кислотной части. На горловине сосуда имеется насадка с отверстием (спрыск). Отверстие закрыто мембраной, которая не позволяет вытекать жидкости. Мембрана разрывается при давлении 0,08–0,14 МПа. В корпусе огнетушителя находится щелочная часть заряда – водный раствор двууглекислой соды (бикарбоната натрия) с небольшой добавкой пенообразователя. Кислотная часть является смесью серной кислоты с сульфатом железа и сульфатом алюминия. Для приведения огнетушителя в действие поворачивают ручку запорного устройства на 180°С, переворачивают огнетушитель вверх дном и направляют спрыском в очаг загорания. При смешивании кислотной и щелочной части образуется углекислый газ (диоксид углерода), который интенсивно перемешивает жидкость, образуя пену. Давление в корпусе огнетушителя повышается и пена выбрасывается через спрыск наружу. Перед использованием огнетушителя необходимо прочистить спрыск прикрепленной к огнетушителю шпилькой.

*Воздушно-пенные* огнетушители бывают ручные (ОВП – 5), (ОВП – 10), стационарные – (ОВП – 100 и ОВП-250). Зарядом в них является 6%-ный водный раствор пенообразователя ПО-1. Воздушно-механическая пена образуется в раструбе, где раствор, выходящий из корпуса, перемешивается с воздухом.

*СО<sub>2</sub> – огнетушители* служат для тушения загораний диоксидом углерода в газообразном или твердом (снегообразном) виде. (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) – ручные огнетушители. (ОУ-25, ОУ-80, ОУ-400) – транспортно-го варианта.

Эти огнетушители предназначены для тушения различных веществ (кроме способных гореть без допуска воздуха), а также электроустановок под напряжением до 10кВ. Ручные огнетушители этого вида нельзя держать в горизонтальном положении и переворачивать вверх дном.

Диоксид углерода находится в баллоне в жидком виде под давлением 6МПа (ручные) и 15МПа (передвижные).

*Углеродно-бромэтиловые* огнетушители ОУБ-3 и ОУБ-7 содержат заряд, состоящий из 97% бромистого этила, 3% сжиженного диоксида углерода и сжатого воздуха, вводимого в огнетушители для создания давления 0,9МПа.

*Порошковые огнетушители* получают все большее распространение. Они выпускаются: ОП-1 «Момент», ОП-2А, ОП-10А, ОПС-10, ОП-100, ОППС-10, ОП-250, СП-120.

Порошковый ручной ОП-1 служит для тушения небольших загораний щелочных металлов (натрия, калия), древесины, пластмассы и др. Для создания давления в корпусе и выталкивания порошка служит сжа-

тый газ (азот, диоксид углерода, воздух), находящийся в небольшом специальном баллончике под давлением 15МПа.

ОПС-10 отличается только составом порошка, служащего для тушения металлоорганических соединений и гидридов металлов, и приспособлением для подачи порошка.

ОАХ-0,5 – аэрозольный хладоновый, (ОХ-3 и ОХ-7) – огнетушители хладоновые, огнетушители жидкостные (ОЖ-5, ОЖ-10), огнетушители автоматические (УАП-А5, УАП-АХ, УАП-А16) и другие.

### **Огнегасительные вещества**

Основными огнегасительными веществами являются вода, химическая и воздушно-механическая пены, водные растворы солей, инертные и негорючие газы, водяной пар, галоидноуглеводородные огнегасительные составы и сухие огнетушащие порошки.

*Вода* является наиболее распространенным средством тушения пожаров. Попадая в зону горения, вода нагревается и испаряется, поглощая большое количество теплоты. Из одного литра воды образуется более 1700 литров пара, который затрудняет доступ воздуха к очагу горения. Кроме того, сильная струя воды может сбить пламя, что облегчает тушение пожара.

Для тушения легко воспламеняющихся жидкостей широко применяют огнегасительную пену. Растекаясь по поверхности жидкости, пена изолирует очаг горения. На практике применяют два вида пены: химическую и воздушно механическую.

*Химическая пена* получается при взаимодействии щелочного и кислотного растворов в присутствии пенообразователей. При этом образуется газ (диоксид углерода). Воздушно-механическая пена представляет собой смесь воздуха (~90%), воды (~9,7%) и пенообразователя (~0,3%).

*Водяной пар* применяют для тушения пожаров в помещениях объемом до 500 м<sup>3</sup> и небольших пожаров на открытых площадках и установках. Огнегасительная концентрация водяного пара в воздухе составляет примерно 35% по объему.

*Инертные и негорючие газы*, главным образом диоксид углерода и азот, понижают концентрацию кислорода в очаге горения и тормозят интенсивность горения. Инертные газы обычно применяют в сравнительно небольших по объему помещениях. Огнегасительная концентрация инертных газов при тушении в закрытом помещении составляет 31–36% к объему помещения.

*Диоксид углерода* является незаменимым средством для быстрого тушения небольших очагов пожара, а также благодаря своей электропроводности. Он хранится в стальных баллонах в сжиженном состоянии под давлением. При выпуске диоксида углерода из баллона происходит сильное охлаждение и образуются белые хлопья твердого диоксида уг-

лерода. В очаге горения диоксид углерода испаряется, понижая температуру горящего вещества и уменьшая концентрацию кислорода.

*Водные растворы солей* относятся к числу жидких огнегасительных средств. Применяются растворы бикарбоната натрия, хлоридов кальция и аммония, глауберовой соли, аммиачно-фосфорной солей и др. Соли, выпадая из водного раствора, образуют на поверхности горящего вещества изолирующие пленки, отнимающие теплоту. При разложении солей выделяются негорючие газы.

*Галоидоуглеводородные составы* имеют большую кислотность, что повышает эффективность пожаротушения, а низкие температуры замерзания позволяют использовать их при низких температурах воздуха.

Огнетушащие порошки – мелко измельченные минеральные соли с различными добавками, препятствующие их слеживанию и комкованию, они обладают хорошей огнетушащей способностью, в несколько раз превышающей галоидоуглеводороды, а также универсальностью применения, так как подавляют горение материалов, которые нельзя потушить водой и другими средствами (например, металлов и некоторых металлосодержащих соединений).

Выбор огнегасительного вещества зависит от класса пожара. В настоящее время все пожары делят на 5 классов – А, В, С, D, Е (табл. 10.1).

Таблица 10.1

### Классы пожаров

Класс пожара	Характеристика горючей среды или объекта	Огнетушащие средства
А	Обычные твердые горючие материалы (дерево, уголь, бумага, резина, текстиль и др.)	Все виды огнетушащих средств (прежде всего вода)
В	Горючие жидкости и плавящиеся при нагревании материалы (мазут, бензин, лаки, масла, спирты, каучук, синт. метериалы)	Распыленная вода, все виды пен, составы на основе галоидолкилов, порошки
С	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составы: инерт. разбавители (СО <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> ), галоидоулеводороды, порошки, вода (для охлаждения)
Д	Металлы и их сплавы (калий, натрий, алюминий, магний и др.)	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
Е	Электроустановки, находящиеся под напряжением	Галоидоуглеводороды, диоксид углерода, порошки

## Спринклерные установки

Спринклерные установки являются стационарными установками пожаротушения. Применяются на производствах категории А, Б, В.

Под стационарными средствами пожаротушения подразумеваются такие, в которых все элементы смонтированы и постоянно находятся в готовности к действию.

В соответствии со строительными нормами и правилами СНиП II-90-81 производства подразделяются на:

1. Производства категории А: (взрыво- и пожароопасные производства) включают производства имеющие горючие газы с нижним концентрационным пределом воспламенения в воздухе 10% (объемных) и менее, жидкостей с температурой вспышки паров до 28°C включительно.

2. Производства категории Б: (взрывопожароопасные производства) – производства, имеющие горючие газы с нижним концентрационным пределом воспламенения в воздухе более 10% (объемных) жидкости с температурой свыше 28 до 61°C, горючие пыли и волокна с нижним пределом воспламенения  $65 \text{ г/м}^3$ .

3. Производства категории В: (пожароопасные производства) – производства, имеющие жидкости с температурой вспышки паров свыше 61°C, горючие пыли или волокна с пределом воспламенения более  $65 \text{ г/м}^3$ , твердые вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, воздухом или друг с другом только гореть.

Автоматические установки при возникновении пожара приводятся в действие и при отсутствии в здании людей.

Наибольшее распространение в настоящее время приобрели спринклерные установки, являющиеся автоматическими установками пожаротушения распыленной водой

## Пожарная сигнализация

Применение автоматических средств обнаружения пожаров является одним из основных условий обеспечения пожарной безопасности, т.к. позволяет оповестить персонал о пожаре и месте его возникновения.

*Пожарные извещатели* преобразуют неэлектрические физические величины (излучение теневой и световой энергии) в электрические, которые в виде сигнала определенной формы направляются по проводам на приемную станцию. По способу преобразования пожарные извещатели подразделяются на параметрические, преобразующие неэлектрические величины в электрические с помощью вспомогательного источника тока, и генераторные в которых изменение неэлектрической величины вызывает появление собственной ЭДС.

В зависимости от того, какой из параметров газо-воздушной среды вызывает срабатывание пожарного извещателя, они бывают тепловые,

световые, дымовые, комбинированные, ультразвуковые. По исполнению пожарные извещатели делят на извещатели нормального исполнения, взрывобезопасные, искробезопасные, герметичные. По принципу действия – максимальные и дифференциальные.

Максимальные пожарные извещатели реагируют на абсолютные величины контролируемого параметра и срабатывают при определенном его значении. Дифференциальные только на скорость изменения контролируемого параметра и срабатывают при определенном ее значении. Пожарные извещатели характеризуются чувствительностью, инерционностью, конструктивным исполнением.

*Тепловые извещатели* (ДТЛ) максимального действия срабатывают при определенной температуре. Недостатком этих извещателей является зависимость от окружающей среды. Дифференциальные тепловые извещатели имеют достаточную чувствительность, но малопригодны в помещениях, где возможны резкие колебания температуры.

*Дымовые извещатели* делят на фотоэлектрические и ионизационные. Фотоэлектрические извещатели (ИДФ-1М, ДИПА-1) работают на принципе рассеяния частиц дыма теплового излучения. Ионизационные излучатели (РИД-1) используют эффект ослабления ионизации воздушного межэлектродного промежутка дымом.

В помещениях с ровным потолком дымовые извещатели РИД-1, ИДФ-1М, ДИП-1 устанавливают при высоте потолка 3,5–6,5 м по 1 извещателю на каждые 70 м<sup>2</sup>.

*Ультразвуковой извещатель* ФИКУС-МП предназначен для пространственного обнаружения очага загорания и подачи сигнала тревоги.

### **Обеспечение безопасной эвакуации людей**

Для того чтобы предотвратить воздействие на людей опасных факторов пожара, необходимо при проектировании зданий обеспечить людям возможность быстро покинуть здание.

В начальной стадии развития пожара опасность для человека создают высокие температуры, снижение концентрации кислорода и появление токсичных веществ в воздухе помещения, а также плохая видимость вследствие задымленности. Время от начала пожара до возникновения опасной для человека ситуации именуется критической продолжительностью пожара. Это время зависит от многих факторов.

На основе данных о критической продолжительности пожара с учетом коэффициента безопасности СНиП П-2–80 устанавливают необходимое время эвакуации людей  $t_{\text{нб}}$  из помещений зданий различного назначения.

Необходимое *время эвакуации людей* из помещений производственных зданий I, II и III степеней огнестойкости в зависимости от кате-

гории производства по пожарной опасности и объема помещения приведено в табл. 10.2.

Если здание имеет другой объем, то  $t_{нб}$  находят интерполяцией. Для зданий IV степени огнестойкости приведенное в таблице время уменьшается на 30%, а для зданий V степени огнестойкости – на 50%.

Таблица 10.2

Категория производства	Необходимое время эвакуации $t_{нб}$ , мин при объеме помещения, тыс. м <sup>3</sup>				
	до 15	30	40	50	60 и более
А, Б, Е	0,50	0,75	1,00	1,50	1,75
В	1,25	2,00	2,00	2,50	3,00
Г, Д	Не ограничивается				

*Устройство путей эвакуации* должно обеспечивать возможность всем людям покинуть здание через эвакуационные выходы за так называемое расчетное время эвакуации  $t_p$ , которое не должно превышать необходимое время эвакуации  $t_{нб}$ . Расчетное время эвакуации устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей. Методика расчета приведена в СНиП II-2-80.

Выходы считаются эвакуационными, если они ведут:

- из помещений первого этажа непосредственно наружу или через вестибюль, коридор, лестничную клетку;
- из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор, ведущий на лестничную клетку, или на лестничную клетку, имеющую выход непосредственно наружу, или через вестибюль, отделенный от примыкающих коридоров перегородками с дверьми;
- из помещения в соседнее помещение на том же этаже, обеспеченное выходами, указанными выше.

Требования к устройству путей эвакуации и эвакуационных выходов из производственных зданий и помещений содержатся в СНиП II-2-80 и II-90-81. Количество эвакуационных выходов из зданий, помещений и с каждого этажа зданий принимается по расчету, но обычно должно быть не менее двух. Они должны располагаться рассредоточенно. Лифты и другие механические средства транспортирования людей не относятся к путям эвакуации.

Обычно в производственных зданиях протяженность путей эвакуации измеряют от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода. Протяженность путей эвакуации для производственных зданий промышленных предприятий регламентируется СНиП



П-90–81 в зависимости от степени огнестойкости здания, его объема, категории пожарной опасности производства и плотности людского потока в общем проходе. Например, для производств категорий А, Б и Е, размещенных в зданиях I и II степеней огнестойкости объемом 15 тыс. м<sup>3</sup>, расстояние от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода не должно превышать 40 м при плотности людского потока до 1 чел/м<sup>2</sup> и соответственно 15 м – при плотности свыше 3 до 5 чел/м<sup>2</sup>. Для производств категорий Г и Д, размещаемых в зданиях I, II, III степеней огнестойкости любого объема, это расстояние не ограничивается. Если же здание имеет, например, V степень огнестойкости, то расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода зависит от плотности людского потока в общем проходе, составляя при плотности до 1 чел/м<sup>2</sup> – 120 м, свыше 1 до 3 чел/м<sup>2</sup> – 70 м и свыше 3 до 5 чел/м<sup>2</sup> – 50 м.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите классификацию производств в пожаробезопасности.
2. Что такое огнестойкость зданий и сооружений?
3. Для чего применяются огнетушители?
4. Классификация огнетушителей.
5. Перечислите автоматические средства пожаротушения.
6. Что такое пожарные извещатели?
7. Какие огнегасительные вещества применяются по классам пожара?
8. Какими должны быть эвакуационные пути?
9. Как определяются размеры дверей? Как открываются двери в помещениях предприятий и как открываются в бытовых условиях?

# СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

## Основная

1. Масленникова, И.С. Безопасность жизнедеятельности: учебник для студентов вузов / И.С. Масленникова, О.Н. Еронько. – 4-е изд., перераб. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 304 с.
2. Графкина, М.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для студ. вузов / М.В. Графкина, Б.Н. Нюнин, В.А. Михайлов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 416 с.: ил.
3. Татаренко, В.И. Основы безопасности труда в техносфере: учебник для студентов вузов / В.И. Татаренко, В.Л. Ромейко, О.П. Ляпина; под ред. В.Л. Ромейко. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 351 с.
4. Волобуева, Н.А. Опасные ситуации природного характера и защита от них: учеб. пособие для студентов вузов / Н.А. Волобуева, Р.И. Айзман, С.В. Петров; под ред. Р.И. Айзмана, С.В. Петрова. – М.: Академия, 2014. – 272 с.
5. Микрюков, В.Ю. Безопасность в техносфере: учебник для студентов вузов / В.Ю. Микрюков. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2014. – 251 с.: ил.
6. Оноприенко, М.Г. Безопасность жизнедеятельности. Защита территорий и объектов экономики в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие для студентов, обуч. по всем направл. высш. проф. образования (уровень подготовки – бакалавриат), учащихся колледжей / М.Г. Оноприенко. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. – 400 с.
7. Юртушкин, В.И. Чрезвычайные ситуации: защита населения и территорий [Электронный ресурс]: электронный учебник [для студентов вузов] / В.И. Юртушкин. – Электрон. дан. и прог. – М.: КНОРУС, 2013.

## Дополнительная

1. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
2. СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания»
3. СанПиН 2.2.4.723-98 «Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях»
4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055–96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (эми рч)
5. «Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц)» № 5802-91.
6. ГОСТ Р 50948-96 «Дисплеи. Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности»
7. ГОСТ Р 50571.3-94 ч.4 «Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током»
8. Безопасность жизнедеятельности / под ред. д-ра техн. наук, проф. С.В. Белова. – М.: Высш. шк., 1999.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Практическое занятие № 1. Проектирование площади производственных помещений при работе с компьютером с учетом нормативных требований.....	6
Практическое занятие № 2. Санитарно-бытовые помещения для персонала.....	16
Практическое занятие № 3. Микроклимат. Гигиенические критерии и классификация условий труда по степени вредности и опасности.....	18
Практическое занятие № 4. Качество воздуха рабочей зоны .....	30
Практическое занятие № 5. Освещенность производственного помещения .....	34
Практическое занятие № 6. Шумовое загрязнение рабочего помещения .....	46
Практическое занятие № 7. Вибрация в помещении.....	61
Практическое занятие № 8. Электромагнитные поля в помещении при работе с компьютерами .....	66
Практическое занятие № 9. Электробезопасность .....	73
Практическое занятие № 10. Пожаробезопасность зданий и сооружений.....	79
Список рекомендуемой литературы .....	90

Учебное издание

**Гриванов Игорь Юрьевич  
Гриванова Ольга Владимировна  
Гриванова Светлана Михайловна**

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Учебно-практическое пособие

В авторской редакции  
Компьютерная верстка М.А. Портновой

Подписано в печать 25.01.2016. Формат 60×84/16.  
Бумага писчая. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,4.  
Уч.-изд. л. 4,2. Тираж 200 экз. Заказ

---

Издательство Владивостокского государственного университета  
экономики и сервиса

690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41  
Отпечатано в множительном участке ВГУЭС  
690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41