

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

---

Кафедра «Охрана труда»

ОХРАНА ТРУДА

Лабораторный практикум

Электронное учебное издание

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
высших учебных заведений по образованию  
в области металлургического оборудования и технологий*

Минск  
БНТУ  
2023

Составители:

А.М. Лазаренков, Т.П. Кот, И.Н. Ушакова, И.А. Батяновская, О.В. Абметко, Г.Л. Автушко, Е.Г. Вершеня, Е.В. Мордик, Ю.Н. Фасевич, Т.П. Шрубенко

Рецензенты:

В.Г. Андруш, заведующий кафедрой «Управление охраной труда» УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат технических наук, доцент;

А.Н. Ростовцев, профессор кафедры «Информационные технологии» ГУО «Республиканский институт повышения квалификации и переподготовки работников Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь» кандидат технических наук, доцент

**Охрана труда:** лабораторный практикум / сост.: А. М. Лазаренков [и др.]. – Минск: БНТУ, 2023.

В лабораторном практикуме изложены общие сведения об основных производственных факторах условий труда; о средствах пожаротушения и оказании первой помощи пострадавшим. Рассмотрены принципы нормирования параметров производственной среды, методы их оценки и меры защиты работающих от их воздействия. Приведены описания и схемы измерительных приборов, экспериментальных лабораторных установок и стендов для исследования параметров условий труда, а также справочно-нормативные данные.

Белорусский национальный технический университет  
Пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел./факс (017) 292-75-61  
E-mail: [ohranatruda@bntu.by](mailto:ohranatruda@bntu.by)  
<http://www.bntu.by/mtf-ot/item/mtf-ot.html>

© Белорусский национальный  
технический университет, 2023

## ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум по дисциплине «Охрана труда» ориентирован на приобретение студентами знаний об основных производственных факторах условий труда, принципах нормирования параметров производственной среды, методах их оценки и мерах защиты работающих от их воздействия, получение практических навыков расчета защитного заземления, использования первичных средств пожаротушения и оказания первой помощи пострадавшим.

Практикум включает 9 лабораторных работ. Каждая работа содержит цель, краткие теоретические сведения по изучаемой теме, описание и схемы измерительных приборов, экспериментальных лабораторных установок и стендов для исследования параметров условий труда, методику проведения экспериментальных исследований.

На выполнение каждой работы отводится 2 аудиторных часа, в течение которых предусматривается изучение теоретической части, методики проведения экспериментальных исследований, оборудования и приборов, требований безопасности при работе с ними, проведение экспериментальной части работы, оформление отчета. Отчет должен содержать конкретные выводы, в которых в соответствии с поставленными целями дается оценка полученных результатов, сравнение их с теоретическими положениями, ожидаемыми результатами и т.д., проводится анализ причин, по которым цели лабораторной работы были достигнуты, возможно, не в полном объеме.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом по теоретической и практической части выполненной работы путем сдачи тестовых заданий на ПЭВМ либо в письменной форме.

## Содержание

<u>Лабораторная работа № 1. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАЩИТНЫХ ЗАЗЕМЛЕНИЙ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ...</u>	5
<u>РАСЧЕТ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....</u>	12
<u>Лабораторная работа № 2. ОСВЕЩЕНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ.....</u>	17
<u>Лабораторная работа № 3. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ.....</u>	28
<u>Лабораторная работа № 4. ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ.....</u>	43
<u>Лабораторная работа № 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШУМА И МЕТОДОВ ЕГО СНИЖЕНИЯ.....</u>	52
<u>Лабораторная работа № 6. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ И МЕТОДОВ ЕЕ СНИЖЕНИЯ.....</u>	64
<u>Лабораторная работа № 7. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРИ РАБОТЕ С ПЭВМ, ЭВМ И ВДТ.....</u>	79
<u>Лабораторная работа № 8. СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ.....</u>	91
<u>Лабораторная работа № 9. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ.....</u>	105
<u>ПРИЛОЖЕНИЕ.....</u>	122

## ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАЩИТНЫХ ЗАЕМЛЕНИЙ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

*Цель работы:* изучение условий электробезопасности, принципа действия, защитных свойств и требований к защитному заземлению и электрической изоляции; ознакомление с измерительной аппаратурой, выполнение измерений сопротивления защитного заземления, сопротивления изоляции.

### Общие сведения

Поражение человека электрическим током возможно как при случайном прикосновении его непосредственно к токоведущим частям, так и к металлическим нетоковедущим элементам электрооборудования (корпуса электрических машин, трансформаторов, светильников и т.д.), которые могут оказаться под напряжением в результате какой-либо аварийной ситуации (замыкание фазы на корпус, повреждение изоляции и т.п.).

На исход поражения электрическим током влияет целый ряд факторов: величина, род и частота тока, проходящего через тело человека; длительность прохождения и путь тока по телу человека; величина электрического сопротивления тела человека.

Основным фактором, определяющим тяжесть исхода поражения, является величина тока  $I_h$ , проходящего через тело человека. Она определяется напряжением прикосновения  $U_{\text{пр}}$  и сопротивлением тела человека  $R_h$ :

$$I_h = \frac{U_{\text{пр}}}{R_h},$$

где  $U_{\text{пр}}$  – напряжение прикосновения, В;

$R_h$  – сопротивление тела человека, Ом.

Воздействие электрического тока на организм человека характеризуется пороговыми значениями токов (табл. 1.1).

Таблица 1.1

## Пороговые значения тока

Название тока	Величина тока, мА		Характер воздействия	
	переменный 50 Гц	постоянный	переменный ток 50 Гц	постоянный ток
Пороговый осязаемый	0,5...1,5	5,0...7,0	легкое покалывание, тепло	ощущение нагрева, зуд
Пороговый неотпускающий	10...25	50...80	паралич рук, сильные боли, затрудненное дыхание	ощущение нагрева, судорожное сокращение мышц, затрудненное дыхание
Порог фибрилляции	100	300	остановка дыхания, фибрилляция сердца	остановка дыхания, фибрилляция, сердца

**Пороговый осязаемый ток** (порог ощущения тока) – минимальное значение осязаемого тока, вызывающего при прохождении через организм осязаемые раздражения.

**Пороговый неотпускающий ток** (порог неотпускающего тока) – минимальное значение неотпускающего тока, вызывающего при прохождении через организм человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник.

**Порог фибрилляции** (порог фибрилляционного тока) – минимальное значение электрического тока, вызывающего фибрилляцию сердца, т.е. неравномерное сокращение мышечных волокон сердечной мышцы, влекущее за собой нарушение сердечной деятельности.

Согласно ГОСТ 12.1.019-2017 электробезопасность и действие мер защиты от опасности поражения электрическим током обеспечиваются:

- конструкцией электроустановки;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Технические способы и средства применяются отдельно или в сочетании друг с другом исходя из соображений обеспечения оптимальной защиты.

Наиболее распространенным и эффективным техническим способом защиты от поражения электрическим током является защитное заземление.

**Защитное заземление** – преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством, выполняемое в целях электробезопасности.

*Назначение защитного заземления* – устранение опасности поражения электрическим током в случае прикосновения человека к корпусу электрооборудования или к другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением.

*Принцип действия защитного заземления* заключается в снижении до безопасных значений напряжения прикосновения  $U_{пр}$  и тока  $I_h$ , протекающего через тело человека. При возникновении аварийной ситуации, например, замыкании фазы на корпус, прикосновение человека к корпусу равносильно прикосновению к фазе. При этом через тело человека может пройти ток опасной величины. Необходимо учесть, что сопротивление тела человека  $R_h$  может достигать значений порядка  $10^4$ - $10^6$  Ом. Однако в расчетах для обеспечения большей надежности при выборе средств защиты и мероприятий, обеспечивающих электробезопасность, применяется *расчетное значение сопротивления тела человека  $R_h = 1\ 000$  Ом*. Опасность поражения человека электрическим током снижается при наличии надежного заземления. Это связано с тем, что для тока  $I_3$  создается цепь с малым сопротивлением через  $R_3$  ( $R_3 = 4$  Ом) по сравнению с величиной сопротивления тела человека. Опасность поражения снижается, поскольку стекание тока происходит по пути наименьшего сопротивления (рис.1.1).

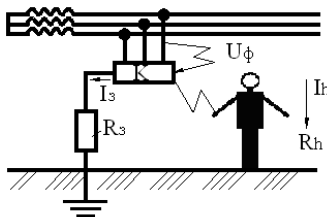


Рис. 1.1. Принципиальная схема защитного заземления:

К – корпус электрооборудования;  $R_3$  – сопротивление защитного заземления, Ом;  
 $R_h$  – электрическое сопротивление тела человека, Ом;  $I_h$  – ток, проходящий через  
тело человека, мА;  $I_3$  – ток, проходящий через заземление, мА;  
 $U_\phi$  – фазное напряжение сети, В

Конструктивно заземляющее устройство представляет собой совокупность вертикальных металлических стержней (заземлителей) и

полосового горизонтального заземлителя. Оно находится в земле (грунте) на глубине не менее 0,5 м (рис. 1.2). В качестве вертикальных металлических стержней (заземлителей) используются металлические элементы: стержень, труба, уголок, тавр и др. В качестве полосового заземлителя используется, как правило, металлическая полоса сечением 12×4; 14×4; 16×4 мм<sup>2</sup> и др. Вертикальные металлические стержни (заземлители) и горизонтальные металлические полосы соединяются только сваркой, другие виды соединений в соответствии с ТКП 339-2022 не допускаются.

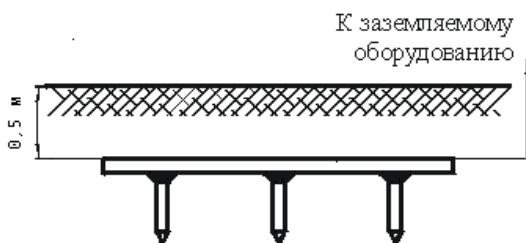


Рис.1.2. Схема расположения заземляющего устройства в грунте

Требования к конструкции, устройству и параметрам защитного заземления определяются ТКП 339-2022.

ТКП 339-2022 предписывает обязательное использование следующих видов заземляющих устройств:

- искусственные заземляющие устройства, предназначенные исключительно для целей заземления и обеспечения электробезопасности;

- естественные заземляющие устройства – это металлические предметы, находящиеся в земле и предназначенные для других целей. В качестве естественных заземлителей могут использоваться проложенные в земле трубопроводы, металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, имеющие соединение с землей; свинцовые оболочки кабелей.

Запрещено применять для целей заземления трубопроводы горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов и т.п.

Согласно ТКП 339-2022 для обеспечения электробезопасности **в сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1 кВ**



*сопротивление заземляющего устройства принимается не более 4 Ом. Если мощность генераторов или трансформаторов не превышает 100 кВ·А, допускается принимать сопротивление заземляющего устройства до 10 Ом.*

К частям, подлежащим заземлению, относятся:

1) корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;

2) приводы электрических аппаратов;

3) каркасы распределительных щитов, щитов управления и др.

Каждое заземляющее устройство должно иметь паспорт, содержащий схему устройства, основные технические и расчетные данные, сведения о проведенных ремонтах, контрольных исследованиях, внесенных изменениях в проект и др.

Важную роль в обеспечении электробезопасности играет изоляция токоведущих частей. Контроль изоляции заключается в измерении её активного сопротивления с целью обнаружения дефектов и предупреждения коротких замыканий. *Согласно ТКП 339-2022 сопротивление изоляции электрооборудования, силовых и осветительных электросетей напряжением до 1 кВ должно быть не менее 0,5 МОм.*

### **Экспериментальная часть**

**Внимание!** Не допускается производить никаких переключений и присоединений под напряжением.

При вращении ручек генераторов приборов запрещается касаться выводных полюсов приборов, а также присоединенных к ним неизолированных участков проводов.

#### ***Измерение сопротивления заземляющих устройств***

Измерение производится при помощи прибора М-1103.

1. Собрать схему (рис.1.3).

2. Для измерений установить переключатель  $\Pi_1$  в положение «X×1» или «X×5» в зависимости от предполагаемой величины сопротивления заземления; переключатель  $\Pi_2$  – в положение «Измерение».

3. Вращая рукоятку генератора со скоростью 2–3 об/с, установить рукояткой реохорда «Р» стрелку гальванометра «Г» на

нулевую отметку. Снять отсчет измеряемого сопротивления по шкале реохорда «Ш». Результаты измерений и нормативные требования внести в табл. 1.1.

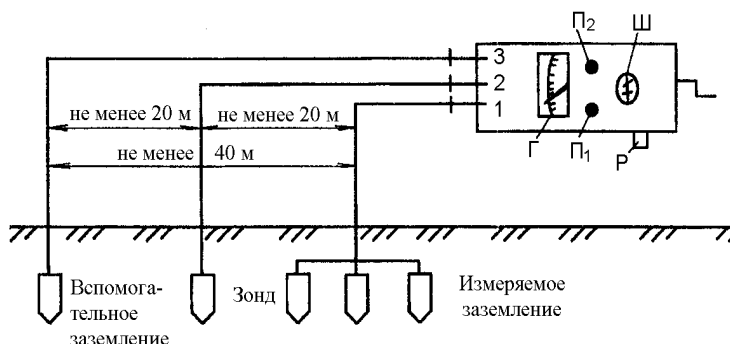


Рис. 1.3. Схема измерения сопротивления заземляющих устройств

Сравнив результаты измерений сопротивлений защитных заземлений с нормативными значениями, сделать вывод о пригодности их использования. Вывод необходимо записать в табл. 1.1.

Таблица 1.1

### Результаты измерений сопротивлений заземляющих устройств

№п/п	Название объекта измерений	Результаты измерения сопротивления защитного заземления, Ом	Нормативные требования, Ом	Вывод о пригодности заземления
1	$R_{x_1}$			
2	$R_{x_2}$			
3	$R_{x_3}$			

### *Измерение сопротивления изоляции*

Исправное состояние изоляции электроустановок – важное условие электробезопасности. Для обеспечения необходимых требований к параметрам изоляции согласно ТКП 339-2022 проводятся периодические измерения ее сопротивления.

В работе для измерения сопротивления изоляции используется переносной мегаомметр М-4100/4.

**Внимание!** Номинальное напряжение на клеммах прибора М-4100/4 при разомкнутой внешней цепи равно 1000 В. Поэтому по условиям электробезопасности запрещается касаться руками клемм при вращении рукоятки.

1. Собрать схему (рис. 1.4, а).
2. Выполнить измерения сопротивления изоляции электрооборудования между фазами (АВ, ВС, СА), а также между фазами и защитным проводником, присоединенным к заземляющему устройству (А0, В0, С0), (рис. 1.4). Зажим «Л» (линия) подсоединить к электрооборудованию. Вращая рукоятку генератора «Р», снять показания по шкале прибора «Ш» в МОм в соответствии с положением переключателя «П».
4. Результаты измерений величин сопротивления изоляции и нормативные требования необходимо записать в табл. 1.2. Сравнив их, сделать вывод о пригодности изоляции.

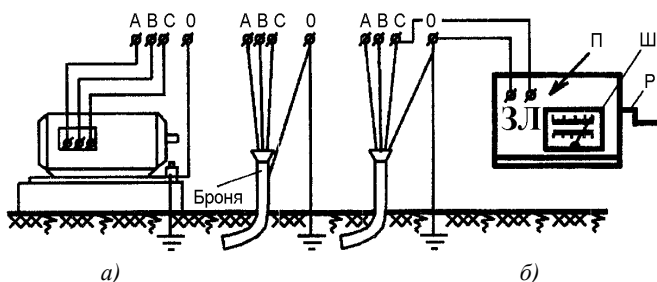


Рис. 1.4. Схема измерения сопротивления изоляции электроустановок

Выполнить измерение сопротивления изоляции жил кабеля.

1. Собрать схему (рис. 1.4, б).
2. Зажимы «З» и «Л» прибора подключить к жилам испытываемых кабелей. Произвести измерения.

Необходимо учесть, что согласно ТКП 339-2022 сопротивление изоляции электрооборудования, силовых и осветительных электросетей и др. напряжением до 1 кВ должно удовлетворять условию –  $R_{из} \geq 0,5 \text{ МОм}$ .

Результаты измерений величин сопротивления изоляции и нормативные требования необходимо записать в табл. 1.2. Сравнив их, сделать вывод о пригодности изоляции.

Сроки и объем контрольных испытаний изоляции в зависимости от напряжения и условий ее работы определяются ТКП 339-2022.

Таблица 1.2

**Результаты измерений сопротивления изоляции**

№п/п	Название объекта измерений	Результаты измерения сопротивления изоляции, МОм	Нормативные требования, МОм	Вывод о пригодности изоляции
1	АВ			
2	ВС			
3	СА			
4	А0			
5	В0			
6	С0			

**РАСЧЕТ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ  
МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Расчет защитного заземления заключается в определении типа вертикальных металлических стержней-заземлителей, количества, размеров и способа их размещения при условии соответствия расчетного значения сопротивления заземляющего устройства нормам. Для электроустановок напряжением до 1 кВ расчет выполняется методом коэффициентов использования.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 1.3. (вариант определяется преподавателем).

Таблица 1.3

**Исходные данные для расчета защитных заземляющих устройств**

Наименование, размерность	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
1. Напряжение электроустановок, В	400					
2. Грунт	Торф	Чернозем	Глина	Суглинок	Супесь	Песок
3. Удельное сопротивление грунта $\rho$ , Ом·м	30	53	70	150	400	700

Окончание таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6	7
4. Тип вертикального металлического стержня-заземлителя и размеры сечения, мм	Труба Ø 32	Труба Ø 40	Уголок 50×50×4	Уголок 60×60×4	Круг Ø12	Круг Ø14
5. Расстояние между стержнями $a$ , м	9	7	9	7	14	10
6. Длина стержня-заземлителя $l$ , м	3,0	3,5	3,0	3,5	7,0	10,0
7. Отношение расстояния между заземлителями к их длине $a/l$	3	2	3	2	2	1
8. Глубина заложения верхних концов, стержней и горизонтальных проводников $H_0$ , м	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
9. Размеры сечения заземляющих соединительных проводников (полоса, сталь), мм	12×4	12×4	12×4	12×4	12×4	12×4
10. Способ заложения заземлителей	В ряд			По контуру		

Допустимое сопротивление защитного заземляющего устройства  $R_{\text{доп}}$  принять 4 Ом.

**1. Расчет сопротивления растеканию тока одного стержня (заземлителя).**

Приближенная формула (погрешность 5–10 %):

$$R_{\text{одн.ст.}} = 0,366 \cdot \frac{\rho}{l} \cdot \lg \frac{4l}{d}, \text{ Ом,}$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление грунта, Ом·м;

$d$  – диаметр металлического стержня, трубы или круга, м (если в качестве одиночного металлического стержня (заземлителя) принят электрод с профилем в виде уголка, то  $d = 0,95b$ , где  $b$  – ширина полки уголка, м);

$l$  – длина металлического стержня (заземлителя), м.

**2. Расчет количества вертикальных металлических стержней-заземлителей:**

$$n = \frac{R_{\text{одн.ст.}}}{\eta_{\text{ст}} \cdot R_{\text{доп}}}, \text{ шт.},$$

где  $\eta_{\text{ст}}$  – коэффициент использования вертикальных металлических стержней-заземлителей (находится из табл. 1.4. по предварительному значению  $n$  при  $\eta_{\text{ст}} = 1$ );

$$R_{\text{доп}} = 4 \text{ Ом.}$$

**3. Расчет длины горизонтального полосового заземлителя** (рис. 1.5):

$$l_{\text{пол}} = 1,05a \cdot (n - 1), \text{ м (при расположении стержней в ряд);}$$

$$l_{\text{пол}} = 1,05a \cdot n, \text{ м (при расположении стержней по контуру),}$$

где  $n$  – количество вертикальных металлических стержней,

$a$  – расстояние между металлическими стержнями (см. табл. 1.3).

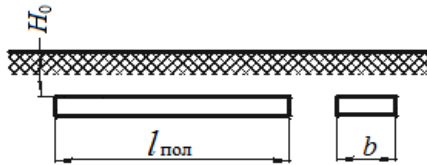


Рис. 1.5. Горизонтальный полосовой заземлитель

Таблица 1.4

Коэффициент использования  $\eta_{\text{ст}}$  вертикальных металлических стержней-заземлителей

Число стержней	Способ заложения заземлителей					
	в ряд			по контуру		
	Отношение расстояний между заземлителями к их длине $a/l$					
	1	2	3	1	2	3
2	0,85	0,91	0,94	–	–	–
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,80
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,55	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	–	–	–	0,41	0,58	0,66
60	–	–	–	0,39	0,55	0,64
100	–	–	–	0,36	0,52	0,62

**Примечание.**  $n$  следует округлить и принять несколько меньшим, чем вычисленное значение в п. 2, так как горизонтальная металлическая полоса одновременно работает как заземлитель.

**4. Расчет сопротивления растеканию тока горизонтального заземлителя (полосового заземлителя, соединяющего вертикальные заземлители между собой).**

Приближенная формула (погрешность 25%):

$$R_{\text{пол}} = 0,734 \cdot \frac{\rho}{l_{\text{пол}}} \cdot \lg \frac{4l_{\text{пол}}}{b},$$

где  $l_{\text{пол}}$  – длина горизонтального полосового заземлителя, м;

$b$  – ширина сечения полосового заземлителя (большая сторона сечения, см. рис. 1.5, табл. 1.3), м.

**5. Расчет сопротивления защитного заземления  $R_3$ , состоящего из вертикальных металлических стержней и горизонтальной металлической полосы:**

$$R_3 = \frac{R_{\text{пол}} \cdot R_{\text{одн.ст.}}}{R_{\text{пол}} \cdot \eta_{\text{ст}} \cdot n + R_{\text{одн.ст.}} \cdot \eta_{\text{пол}}},$$

где  $\eta_{\text{пол}}$  – коэффициент использования горизонтального полосового заземлителя (см. табл. 1.5).

Таблица 1.5

**Коэффициент использования горизонтального полосового заземлителя  $\eta_{\text{пол}}$ , соединяющего вертикальные металлические стержни**

Отношение расстояния между стержневыми заземлителями к их длине $a/l$	Число стержневых заземлителей							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Вертикальные металлические заземлители расположены в ряд								
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	–	–	–
2	0,94	0,89	0,84	0,75	0,56	–	–	–
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	–	–	–
Вертикальные металлические заземлители расположены по контуру								
1	–	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	–	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	–	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

**6. Проверка выполнения условия:** сопротивление защитного заземления должно быть равно допустимому сопротивлению или быть меньше него ( $R_3 \leq R_{\text{доп}}$ ).

Если  $R_3 > R_{\text{доп}}$ , необходимо выполнить перерасчет защитного заземления, перейдя на большее количество стержней.



## Лабораторная работа № 2

### ОСВЕЩЕНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ

*Цель работы:* освоение методики измерения освещенности на рабочих местах; приобретение практических навыков в оценке естественного, искусственного и совмещенного освещения.

#### Общие сведения

Восприятие света обусловлено действием световой энергии, поглощенной чувствительными элементами глаза. Поток лучистой энергии, оцениваемый зрительным ощущением, называется световым потоком. За единицу светового потока принят люмен (лм).

Полный световой поток характеризуется излучением, которое распространяется от источника по всем направлениям. Для практических целей более важно знать не полный световой поток, а тот поток, который идет в определенном направлении, например, на рабочее место. В соответствии с этим установлено понятие освещенности  $E$  с единицей измерения люкс (лк). *Люкс* – это освещенность поверхности площадью  $1 \text{ м}^2$  при световом потоке падающего на нее излучения, равном 1 лм.

Для оценки освещения рабочих мест также используются следующие понятия.

**Объект различения** – рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы. Учитывается наименьший (или эквивалентный) размер объекта различения, измеряемый в миллиметрах (мм).

**Фон** – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон может быть:

- светлым, если коэффициент отражения от поверхности более 0,4;
- средним – 0,2 – 0,4;
- темным – менее 0,2.

**Контраст объекта различения с фоном** ( $K$ ) – это отношение яркости между яркостью фона и объекта различения к яркости фона, взятое по абсолютной величине:

$$K = \left| \frac{L_{\text{фона}} - L_{\text{объекта}}}{L_{\text{фона}}} \right|, \quad (2.1)$$

где  $L_{\text{фона}}$  – яркость фона, кд/м<sup>2</sup>;

$L_{\text{объекта}}$  – яркость объекта различения, кд/м<sup>2</sup>.

Контраст объекта различения с фоном считается:

– большим – при  $K > 0,5$  (объект и фон резко отличаются по яркости);

– средним –  $0,2 \leq K \leq 0,5$  (объект и фон заметно отличаются по яркости);

– малым – при  $K < 0,2$  (объект и фон мало отличаются по яркости).

### Виды освещения

Все виды освещения, используемые в помещениях различного назначения, приведены в СН 2.04.03-2020 «Естественное и искусственное освещение».

В зависимости от источника света освещение подразделяется на:

- естественное,
- искусственное,
- совмещенное.

**Естественное освещение** – это освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

По конструктивному исполнению оно подразделяется на:

– боковое (одно- и двухстороннее) – через световые проемы в наружных стенах;

– верхнее – через светоаэрационные и зенитные фонари в кровле здания, а также через световые проемы в стенах в местах перепада высот здания;

– комбинированное – сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

**Искусственное освещение** по конструктивному исполнению подразделяется на:

- общее,
- комбинированное.

При общем освещении светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (*общее равномерное освещение*) или применительно к расположению оборудования (*общее локализованное освещение*).

При комбинированном освещении к общему освещению добавляется *местное*, концентрирующее световой поток преимущественно на рабочей поверхности.

Искусственное освещение по *функциональному назначению* подразделяется на:

- рабочее, обеспечивающее нормативные осветительные условия (освещенность и качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий;

- аварийное (освещение безопасности и эвакуационное). Освещение безопасности – это та часть аварийного освещения, которая позволяет продолжать работу в случае отключения рабочего освещения. Эвакуационное освещение обеспечивает освещение путей эвакуации и подсветку указателей направления эвакуации;

- охранное – предусматривается вдоль границ охраняемой территории;

- дежурное – энергосберегающее освещение, используемое в нерабочее время.

**Совмещенное освещение** – это освещение, при котором недостаточное естественное освещение дополняется искусственным.

## Нормирование освещения

Минимально допустимый уровень освещенности рабочего места определяется по СН 2.04.03-2020. Сначала необходимо определить разряд и подразряд зрительной работы с учетом ее общей характеристики. Для производственных помещений установлено восемь разрядов зрительной работы (I–VIII) и четыре подразряда (а, б, в, г).

При выборе разряда зрительной работы необходимо исходить из наименьшего (эквивалентного) размера объекта различения в миллиметрах (мм). Подразряд определяется сочетанием контраста объекта различения с фоном (малый, средний или большой) и

характеристики фона поверхности, на которой находится объект различения (светлый, средний или темный) (см. табл. П1 Приложения).

При определении минимальной освещенности рабочих поверхностей мест производства работ, расположенных вне зданий, установлено еще шесть разрядов зрительной работы (IX–XIV) (см. табл. П2 Приложения).

### *Нормирование естественного освещения*

Непостоянство естественного света, даже в течение короткого промежутка времени, вызвало необходимость нормировать естественное освещение с помощью относительного показателя – коэффициента естественной освещенности (КЕО).

**КЕО** – отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным и после отражений от внутренних поверхностей помещения), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:

$$\text{КЕО} = \frac{E_{\text{внутр}}}{E_{\text{нар}}} 100 \%, \quad (2.2)$$

где  $E_{\text{внутр}}$  – освещенность внутри помещения, лк;

$E_{\text{нар}}$  – освещенность от открытого небосвода (наружная освещенность), лк.

Для определения КЕО проводится одновременное измерение естественной освещенности внутри помещения  $E_{\text{внутр}}$  и наружной освещенности  $E_{\text{нар}}$  на горизонтальной площадке, незатененной строениями, под полностью открытым небосводом.

При боковом одностороннем естественном освещении в учебных и учебно-производственных помещениях  $E_{\text{внутр}}$  измеряется в точке, расположенной на расстоянии 1,2 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, на уровне условной рабочей поверхности. В производственных помещениях – на расстоянии 1,0 м от стены на уровне условной рабочей поверхности.

*Условная рабочая поверхность* – это условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

При боковом двустороннем естественном освещении помещений любого назначения нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в центре помещения.

При верхнем или комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕО, рассчитанное после измерения  $E_{\text{внутри}}$  в нескольких расчетных точках помещения.

### ***Нормирование искусственного освещения***

При искусственном освещении нормируемой характеристикой является освещенность  $E$  (лк) рабочей поверхности. СН 2.04.03-2020 устанавливает нормы освещенности для общего и комбинированного искусственного освещения.

Для I-IV разрядов зрительной работы рекомендуется использовать систему комбинированного освещения, а для V-VIII разрядов – систему общего освещения. Допускается предусматривать систему общего освещения для разрядов I-IV при технической невозможности или экономической нецелесообразности применения системы комбинированного освещения.

Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным. Общее локализованное освещение рекомендуется использовать в помещениях, где рабочие места расположены группами, сосредоточены на отдельных участках, или на участках выполняются работы различной точности, требующие разных уровней освещенности.

В темное время суток использовать только местное освещение (без общего) не допускается, так как это создает очень неблагоприятные зрительные условия, приводящие к быстрому утомлению, нарушению зрения, головным болям и т.п., то есть к снижению общей работоспособности человека.

Для искусственного освещения следует, как правило, использовать наиболее экономичные разрядные лампы. Использование ламп накаливания для общего освещения

допускается только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования разрядных ламп.

### ***Нормирование совмещенного освещения***

Совмещенное освещение предусматривается для:

- производственных помещений, в которых выполняются зрительные работы I-III разрядов;
- производственных помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, не позволяющие обеспечить нормативное значение КЕО;
- учебных и учебно-производственных помещений шириной более 6 метров.

Нормированное значение КЕО принимается для совмещенного освещения по табл. П1 (см. Приложение, графа 12 или 13), а норма освещенности от системы общего освещения – по графе 9. В любом случае освещенность от системы общего освещения должна составлять не менее 200 лк при разрядных лампах и 100 лк – при лампах накаливания.

## **Экспериментальная часть**

### **Измерение освещенности**

Для измерения освещенности  $E$  используются люксометры (например, люксометр Ю-116, люксометр «ТКА-ПКМ» (31)).

Люксометр Ю-116 (рис. 2.1) состоит из измерителя 1, фотоэлектрического датчика 5 и комплекта насадок 6 и 7. В качестве фотоэлектрического датчика используется селеновый фотоэлемент, у которого спектральная чувствительность наиболее близка к спектральной чувствительности глаза.

На передней панели измерителя имеются кнопки 3 переключения шкалы измерителя и таблица 2 со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок. Прибор имеет две шкалы (0-100 и 0-30), на которых точками отмечено начало диапазона измерений. На шкале 0-100 точка находится над отметкой (17), на шкале 0-30 – над отметкой (5) (показания до точек имеют большую погрешность). Прибор имеет корректор 4 для

установки стрелки в нулевое положение. На боковой стенке корпуса измерителя расположен разъем 8 для присоединения фотоэлектрического датчика.

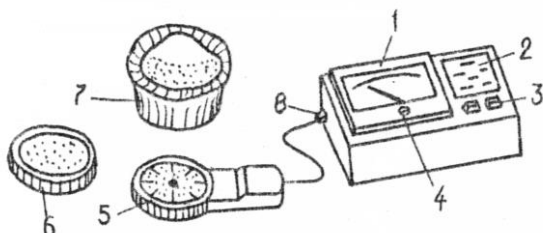


Рис. 2.1. Люксметр Ю-116:

- 1 – измеритель; 2 – таблица со схемой; 3 – кнопки; 4 – корректор;  
5 – фотоэлектрический датчик; 6, 7 – насадки;  
8 – разъем для присоединения фотоэлектрического датчика

Для уменьшения косинусной погрешности, возникающей при падении световых лучей на освещаемую поверхность под углом, применяется насадка 7 на фотоэлемент, выполненная в виде полусферы из белой светорассеивающей пластмассы. Эта насадка, обозначенная буквой К, применяется не самостоятельно, а совместно с одной из трех других насадок 6, обозначенных М (10), Р (100), Т (1 000).

Каждая из этих трех насадок совместно с насадкой К образует три поглотителя с коэффициентами ослабления 10, 100, 1000 и применяется для расширения диапазона измерений по нижней шкале от 30 до 300 лк, до 3 000 и до 30 000 лк соответственно; по верхней шкале от 100 до 1 000 лк, до 10 000 и до 100 000 лк соответственно. Насадка должна быть подобрана так, чтобы стрелка измерителя находилась в пределах шкалы, то есть справа от точек, обозначающих начало диапазона измерений.

Освещенность в контрольной точке измеряется в следующей последовательности. Фотоэлектрический датчик, подключенный к прибору-измерителю, располагают параллельно рабочей поверхности чувствительным фотоэлементом вверх. Нажатием кнопок выбирают шкалу, на которой стрелка люксметра находится в ее диапазоне. Если стрелка «зашкаливает» (то есть освещенность

больше градуировки шкалы), то необходимо расширить диапазон измерений, используя одну из насадок (М, Р или Т) совместно с насадкой К. Показания прибора умножают на коэффициент пересчета, указанный на насадке и в таблице схемы люксметра (для насадки М коэффициент составляет 10; для насадки Р – 100; для насадки Т – 1 000). Таким образом, если, например, нажата кнопка шкалы 30, на фотоэлемент установлены насадки Р + К, и стрелка на шкале люксметра показывает значение 27, то фактическая освещенность составит  $27 \cdot 100 = 2\,700$  лк.

Люксметр «ТКА-ПКМ» (31) состоит из двух функциональных блоков: блока обработки сигналов 1 и фотометрической головки 3, соединенных между собой кабелем связи 2 (рис. 2.2).

На лицевой стороне корпуса прибора расположены жидкокристаллический индикатор и переключатель каналов измерений. На обратной стороне корпуса расположена крышка батарейного отсека.



Рис. 2.2. Внешний вид люксметра «ТКА-ПКМ» (31):

1 – блок обработки сигналов; 2 – кабель связи; 3 – фотометрическая головка

Прибор предназначен для измерения освещенности в видимой области спектра (380-760 нм), создаваемой искусственными или естественными источниками.

Основные технические характеристики люксметра: диапазон измерения освещенности – 10-200 000 лк, предел допускаемой



основной относительной погрешности –  $\pm 8,0$  %, погрешность коррекции фотометрической головки – не более  $\pm 5,0$  %.

Включение прибора производится автоматически при выборе необходимого диапазона измерения с помощью поворотного переключателя. Появление на ЖКИ символа «1» информирует о том, что измеренное значение освещенности превышает установленный диапазон, и необходимо перейти на следующие пределы измерения.

Освещенность измеряется в следующей последовательности. Фотометрическая головка прибора располагается в контрольной точке. Необходимо следить за тем, чтобы на фотометрическую головку не падала тень от посторонних предметов и объектов. Включается прибор, выбирается необходимый диапазон измерений. На цифровом индикаторе фиксируется измеренное значение освещенности. После окончания работы прибор выключается поворотом переключателя в положение «Выкл.».

### **Порядок выполнения работы**

Если занятия проводятся в светлое время суток, оцениваются зрительные условия при естественном или совмещенном освещении, если в темное время – при искусственном освещении.

### ***Оценка зрительных условий при естественном освещении***

1. Указать конструктивное исполнение естественного освещения в помещении (боковое одностороннее, боковое двухстороннее, верхнее, комбинированное).

2. Определить размер минимального объекта различения на рабочем месте (мм), соотнести его с графой 2 табл. П1 Приложения. Выписать характеристику и разряд зрительной работы, нормативный коэффициент естественной освещенности ( $KEO_{\text{норм}}$ ) (графа 10 или 11 табл. П1 Приложения).

3. Измерить с помощью люксметра освещенность в помещении ( $E_{\text{внутр}}$ ) на расстояниях 1, 2, 3, 4, 5 м от поверхности стены, располагающейся напротив световых проемов, на высоте 0,8 м от пола, полученные данные занести в табл. 2.1.

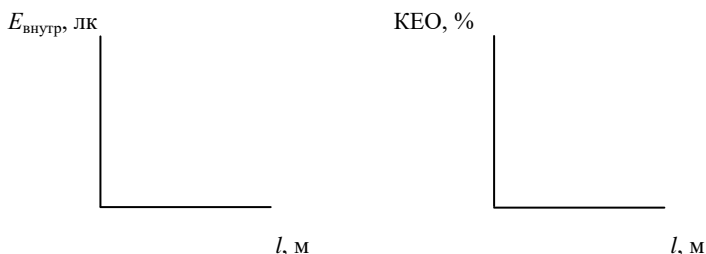
Одновременно с замером освещенности в помещении измерить освещенность на улице (при полностью открытом небосводе)  $E_{нар}$ , лк. Вычислить КЕО по формуле (2.2) и занести результаты в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Результаты измерений освещенности

Расстояние от поверхности стены $l$ , м	1	2	3	4	5
Освещенность $E_{внутр}$ , лк					
Освещенность $E_{нар}$ , лк					
КЕО, %					

4. Построить кривую светораспределения помещения.



5. Сравнив данные табл. 2.1 с нормативной величиной  $КЕО_{норм}$ , сделать вывод о соответствии естественного освещения требованиям СН 2.04.03-2020 (табл. П1 Приложения).

**Оценка зрительных условий при искусственном освещении**

1. Указать конструктивное исполнение искусственного освещения в помещении (общее, комбинированное).
2. Определить минимальный объект различения на рабочем месте и его размер (мм).
3. Визуально оценить контраст объекта различения с фоном (малый, средний или большой) и фон рабочей поверхности (светлый, средний или темный).
4. По табл. П1 Приложения определить характеристику выполняемой работы, разряд и подразряд зрительной работы, а также нормативное значение минимальной освещенности  $E_{норм}$ , лк.

5. С помощью люксметра измерить фактическую освещенность на рабочем месте  $E_{\text{факт}}$ , лк.

6. Сделать вывод о количественном соответствии  $E_{\text{факт}}$  требованиям СН 2.04.03-2020.

### ***Оценка зрительных условий при совмещенном освещении***

1. Указать вид конструктивного исполнения естественного освещения (боковое одностороннее, боковое двухстороннее, верхнее или комбинированное) и искусственного (общее или комбинированное) в помещении.

2. Определить минимальный объект различения на рабочем месте и его размер (мм).

3. Визуально оценить контраст объекта различения с фоном (малый, средний или большой) и характеристику фона (светлый, средний или темный).

4. Из табл. П1 Приложения выписать характеристику выполняемой работы, разряд, подразряд и нормативные значения освещенности  $E_{\text{норм}}$ , лк (графа 7, 8 или 9), коэффициента естественной освещенности КЕО<sub>норм</sub> для совмещенного освещения (графа 12 или 13).

5. Выключить искусственное освещение и с помощью люксметра измерить  $E_{\text{внутр}}$  в контрольной точке (на расстоянии 1,2 м от стены, наиболее удаленной от окна, на уровне 0,8 м от пола).

Одновременно измерить освещенность от открытого небосвода (на улице)  $E_{\text{нар}}$ , лк. Вычислить КЕО<sub>факт</sub> по формуле (2.2).

6. Включить искусственное освещение, с помощью люксметра произвести измерение фактической освещенности своего рабочего места  $E_{\text{факт}}$ , лк.

7. Сравнить КЕО<sub>факт</sub> и  $E_{\text{факт}}$  с нормативными величинами, выписанными из табл. П1 Приложения, и сделать вывод о соответствии совмещенного освещения требованиям СН 2.04.03-2020.

## ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

*Цель работы:* ознакомление с нормативными требованиями и методикой измерения показателей микроклимата в производственных и офисных помещениях.

### Общие сведения

Самочувствие, работоспособность и здоровье человека в значительной степени определяются показателями микроклимата производственной среды. Требования к показателям микроклимата в производственных и офисных помещениях устанавливают Санитарные правила и нормы «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 33 от 30.04.2013, Гигиенический норматив «Микроклиматические показатели безопасности и безвредности на рабочих местах», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 37 от 25.01.2021, ГОСТ 12.1.005 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

**Микроклимат** – комплекс физических факторов, воздействующих на тепловое состояние и теплообмен человека с окружающей средой и влияющих на самочувствие, здоровье, работоспособность.

Основными показателями, характеризующими микроклимат в производственных и офисных помещениях, являются:

- температура воздуха  $T$ , °С;
- относительная влажность воздуха  $\phi$ , %;
- скорость движения воздуха  $v$ , м/с;
- интенсивность теплового облучения  $J$ , Вт/м<sup>2</sup>;
- тепловая нагрузка среды.

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и др.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств.

**Производственные и офисные помещения** – замкнутые пространства в специально предназначенных сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически в течение рабочего дня осуществляется трудовая деятельность людей.

Между телом человека и окружающей средой происходит теплообмен. Несмотря на колебания среды, температура тела поддерживается на уровне  $36,6 \pm 0,5$  °С за счет реакции терморегуляции в организме. Однако длительное нарушение параметров микроклимата может привести к негативным последствиям для организма. Так, воздействие высоких температур, особенно в сочетании с повышенной влажностью воздуха, приводит к значительному накоплению тепла и перегреванию организма. При этом наблюдаются головная боль, общая слабость, тошнота, обильное потоотделение, происходят обезвоживание организма, потеря минеральных солей и водорастворимых витаминов, появляются стойкие изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы (увеличение частоты пульса, повышение кровяного давления).

Значительный перепад температур приводит к переохлаждению организма и возникновению простудных заболеваний, радикулита, функциональным изменениям сердечно-сосудистой системы. Особенно эти процессы усиливаются при повышенной влажности и скорости движения воздуха. Поэтому на рабочих местах производственных и офисных помещений должны поддерживаться оптимальные или допустимые значения параметров микроклимата, сохраняющие тепловой баланс человека с окружающей средой.

**Оптимальные значения параметров микроклимата** – это установленные по критериям оптимального теплового состояния человека значения показателей микроклимата, которые обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение восьмичасовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

**Допустимые значения параметров микроклимата** – это минимальные или максимальные значения микроклиматических показателей, установленных по критериям теплового состояния человека на период восьмичасовой рабочей смены и не

вызывающих повреждений или нарушений состояния здоровья, но способных приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности к концу смены.

Оптимальные значения параметров микроклимата необходимо соблюдать при выполнении работ с высоким уровнем ответственности за конечный результат, связанных с нервно-эмоциональным напряжением (кабины, пульты управления технологическими процессами, рабочие места, связанные с приёмом и обслуживанием пациентов, рабочие места с использованием видеодисплейных терминалов, электронно-вычислительных машин и (или) персональных электронно-вычислительных машин, когда такая работа является основной). Допустимые значения показателей микроклимата устанавливаются в тех случаях, когда по технологическим требованиям, технически и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные значения параметров микроклимата.

Оптимальные и допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха устанавливаются с учетом периода года и категории выполняемых работ по тяжести.

Периоды года условно разделены на холодный и теплый:

– *холодный* – промежуток времени, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха + 10 °С и ниже;

– *теплый* – промежуток времени, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше + 10 °С.

Разграничение работ по тяжести осуществляется по интенсивности общих энергозатрат организма в процессе труда, ккал/ч (Вт). Согласно ГОСТ 12.1.005 установлены три категории работ:

*категория I – легкие физические работы.* Выделяют категории Ia и Ib:

– к категории Ia относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением;

– к категории Ib относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), выполняемые сидя, стоя

или связанные с ходьбой, сопровождающиеся некоторым физическим напряжением;

*категория II – физические работы средней тяжести.* Выделяют категории IIa и IIб:

– к категории IIa относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/ч (175-232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя, требующие определенного физического напряжения;

– к категории IIб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (233-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением тяжестей до 10 кг, сопровождающиеся умеренным физическим напряжением;

*категория III – тяжелые физические работы.* К категории III относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей, требующие значительных физических усилий.

Оптимальные и допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для рабочих мест производственных и офисных помещений приведены в табл. 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1

Оптимальные значения параметров микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по интенсивности общих энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	Ia	22-24	60-40	0,1
	Iб	21-23	60-40	0,1
	IIa	19-21	60-40	0,2
	IIб	17-19	60-40	0,2
	III	16-18	60-40	0,3
Теплый	Ia	23-25	60-40	0,1
	Iб	22-24	60-40	0,1
	IIa	20-22	60-40	0,2
	IIб	19-21	60-40	0,2
	III	18-20	60-40	0,3

Таблица 3.2

## Допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по интенсивности общих энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин		Для диапазона температуры воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температуры воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia	20,0-21,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,1
	Iб	19,0-20,9	23,1-24,0	15-75	0,1	0,2
	IIa	17,0-18,9	21,1-23,0	15-75	0,1	0,4
	IIб	15,0-16,9	19,1-22,0	15-75	0,2	0,3
	III	13,0-15,9	18,1-21,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	Ia	21,0-22,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,2
	Iб	20,0-21,9	24,1-29,0	15-75	0,1	0,3
	IIa	18,0-19,9	22,1-27,0	15-75	0,1	0,4
	IIб	16,0-17,9	21,1-27,0	15-75	0,2	0,5
	III	15,0-16,9	20,1-26,0	15-75	0,2	0,5

Допустимые значения интенсивности теплового облучения работающих от различных производственных источников должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 3.3.

Таблица 3.3

## Допустимые значения интенсивности теплового облучения поверхности тела работников от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Допустимая интенсивность теплового облучения не более, Вт/м <sup>2</sup>
более 50	35
26-50	70
не более 25	100

При облучении не более 25% поверхности тела работающих от источников излучения, нагретых до красного и белого свечения (раскаленный и расплавленный металл, стекло, пламя и др.), допустимая величина интенсивности теплового облучения составляет 140 Вт/м<sup>2</sup>. При этом обязательным является использование средств индивидуальной защиты.



В целях профилактики тепловых травм температура наружных поверхностей технологического оборудования, ограждающих устройств, с которыми соприкасается в процессе труда человек, не должна превышать +45 °С.

Дополнительные требования к организации и ведению работ в условиях нагревающего микроклимата, то есть при функционировании на рабочих местах источников инфракрасного, теплового излучения (открытое пламя, плавильные печи, сушильные камеры, нагретые, расплавленные металл и стекломасса, а также другие виды сырья и т.д.), предъявляются в Санитарных нормах и правилах «Требования к организации и ведению работ в условиях нагревающего микроклимата», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 136 от 28.12.2015.

В производственных и офисных помещениях для обеспечения необходимых показателей микроклимата используются системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

## **Экспериментальная часть**

### **Измерение показателей микроклимата в помещении**

При работах, выполняемых сидя, температура, скорость движения воздуха измеряются на высоте 0,1 м и 1,0 м, а относительная влажность воздуха – на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки. При работах, выполняемых стоя, температура и скорость движения воздуха измеряются на высоте 0,1 м и 1,5 м, а относительная влажность воздуха – на высоте 1,5 м.

При наличии источника лучистого тепла измерения интенсивности теплового облучения проводят на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола или рабочей площадки, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку.

Измерения следует проводить на рабочем месте. Если рабочим местом являются несколько участков (зон) помещения, то измерения проводятся на каждом из них.

Для комплексной оценки микроклимата производственной среды используются метеометры типа МЭС-200А (рис. 3.1). Метеометр МЭС-200А предназначен для измерений относительной влажности воздуха, температуры воздуха, скорости движения воздуха, а также атмосферного давления и концентрации газов как внутри помещений, так и вне их. Измерение скорости движения воздуха возможно как на открытых пространствах, так и в вентиляционных трубопроводах.



Рис. 3.1. Внешний вид метеометра МЭС-200А

Состоит МЭС-200А из электронного блока и сменных измерительных щупов. Каждый из щупов измеряет определенный параметр. Щупы соединяются с блоком электроники, имеющим дисплей, на котором отображаются результаты измерений необходимых параметров.

### *Измерение температуры и относительной влажности воздуха*

Измерение температуры и относительной влажности воздуха осуществляется аспирационными психрометрами, гигрометрами.

Аспирационный психрометр Ассмана (рис. 3.2) состоит из двух ртутных термометров – сухого 3 и влажного 4, каждый из которых заключен в металлическую оправу 2, что исключает влияние на их показания внешних тепловых потоков от отдельных производственных источников.

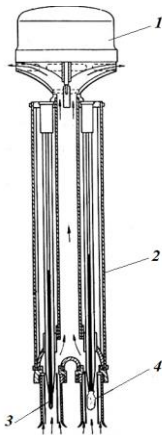


Рис. 3.2. Психрометр Ассмана:  
1 – аспирационная головка;  
2 – металлическая оправа;  
3 – сухой термометр;  
4 – влажный термометр

В верхней части прибора – аспирационной головке 1 – находится вентилятор, с помощью которого вдоль термометров с постоянной скоростью протягивается значительное количество воздуха. Резервуар одного из термометров 4 обернут тканью, которая перед началом измерений увлажняется водой. Принцип работы психрометра основан на оценке разности показаний сухого и влажного термометра. По этим показаниям с помощью психрометрического графика, прилагаемого к техническому паспорту прибора, определяется относительная влажность воздуха.

В последнее время широкое применение находят гигрометры типа Testo 605 (рис. 3.3) для быстрого измерения относительной влажности и температуры воздуха рабочей зоны.



Рис. 3.3. Внешний вид гигрометра Testo 605

Датчик влажности и температуры защищен поворотной крышечкой. Он соединен с дисплеем, расположенным на поворотной головке, что создает дополнительные удобства при считывании информации. Эти приборы обладают точностью и стабильностью показаний.

#### *Порядок работы с аспирационным психрометром*

1. С помощью пипетки смочить водой ткань на влажном термометре, держа прибор вертикально головкой вверх.
2. Включить психрометр в электросеть (завести ключом вентилятор в аспирационной головке до упора для психрометра с механическим приводом вентилятора) и поместить его в исследуемую точку.
3. Через 4–5 минут снять показания по сухому и влажному термометрам.
4. По психрометрическому графику определить относительную влажность воздуха (рис. 3.4). Значение относительной влажности в процентах получают на пересечении двух линий: вертикальной, проведенной через значение сухого термометра, и наклонной, проведенной через значение влажного термометра.

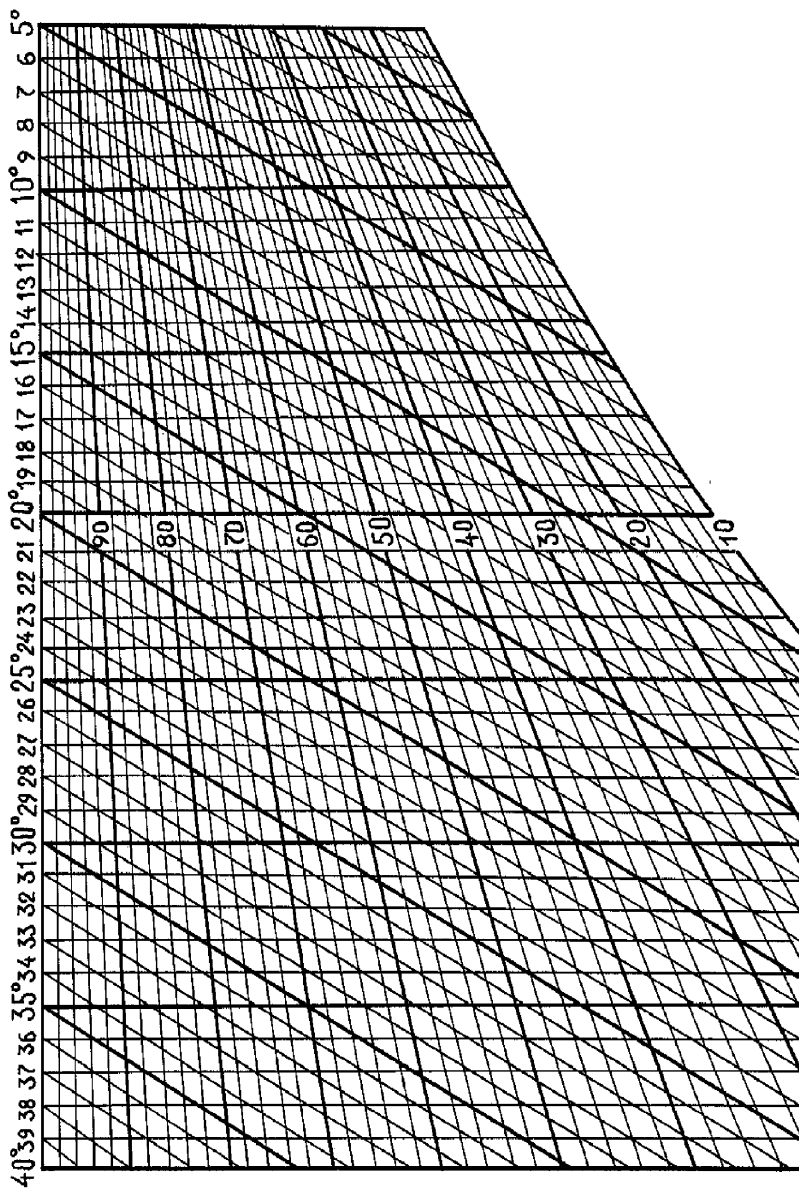


Рис. 3.4. Психрометрический график

### *Порядок работы с гигрометром Testo 605*

1. Открыть поворотную крышку на датчике влажности.
2. Поместить гигрометр в точку измерения на расстоянии вытянутой руки.
3. Нажать кнопку пуска измерения  $O_{II}$  на дисплее и снять показания относительной влажности воздуха, повторно нажать кнопку  $O_{II}$  и снять показания температуры воздуха.
4. Выключить питание прибора, нажав кнопку  $O_{II}$ , удерживая ее в течение трех секунд.
5. Закрыть поворотную крышку на датчике влажности.

### *Измерение скорости движения воздуха*

Скорость движения воздуха от 0,5 до 20 м/с измеряют чашечными анемометрами (рис. 3.5), от 0,5 до 10 м/с – крыльчатými анемометрами (рис. 3.6). В чашечном анемометре приемной частью служит четырехчашечная метеорологическая вертушка, в крыльчатом – крыльчатое колесо с пластинками.



Рис. 3.5. Внешний вид крыльчатого анемометра



Рис. 3.6. Внешний вид чашечного анемометра

В настоящее время для измерения скорости движения воздуха в диапазоне от 0 до 10 м/с используются термоанемометры Testo 405 (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Внешний вид термоанемометра Testo 405

Этот простой и удобный прибор позволяет одновременно измерять скорость и температуру воздуха как в рабочей зоне, так и в воздуховодах вентиляционных систем. Конструктивно прибор представляет собой дисплей, который через поворотный шарнир соединен с зондом. Зонд имеет длину 150 мм в сложенном состоянии и 300 мм в разложенном рабочем состоянии. Зонд заканчивается сенсорным датчиком, закрываемым поворотной крышкой.

Санитарные нормы допускают также измерение малых скоростей движения воздуха (до 0,5 м/с) с помощью цилиндрических и шаровых кататермометров (рис. 3.8, а, б), которые представляют собой спиртовые термометры с цилиндрическим или шаровым резервуаром в нижней и расширением капилляра в верхней его части. Шкала шарового кататермометра имеет деления от 33 до 40 °С. Охлаждение кататермометра наблюдают в диапазоне от 38 до 35 °С, то есть средняя температура составляет 36,5 °С.

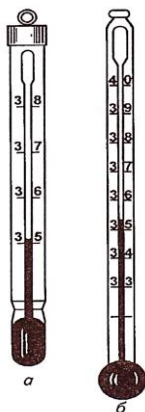


Рис. 3.8. Кататермометры:  
а – цилиндрический; б – шаровый

Количество тепла, теряемое кататермометром при его охлаждении, постоянное, а продолжительность охлаждения – различная в зависимости от совместного действия всех метеофакторов. Количество тепла, теряемое шаровым кататермометром с  $1 \text{ см}^2$  поверхности резервуара, называется его фактором и указывается непосредственно на приборе.

*Порядок работы с чашечным анемометром*  
(для измерения скорости движения воздуха  
от настольного вентилятора)

1. Записать показание счетчика прибора по всем трем шкалам при выключенном счетном механизме, для чего повернуть арретир, находящийся на корпусе анемометра, по часовой стрелке.
2. Включить вентилятор, установить анемометр вертикально в измеряемом воздушном потоке на расстоянии 0,5-1 м от вентилятора и включить одновременно счетный механизм прибора и секундомер.
3. По истечении одной минуты отключить счетный механизм анемометра, записать конечные показания счетчика и время экспозиции в секундах.
4. Определить число делений, приходящихся на одну секунду, разделив разность между конечным и начальным показаниями счетчика на время экспозиции в секундах.
5. Определить скорость движения воздушного потока по графику, приложенному к паспорту анемометра.

*Порядок работы с термоанемометром Testo 405*

1. Разложить зонд прибора на полную длину.
2. Открыть поворотную крышку на сенсорном датчике.
3. Держась за поворотный шарнир дисплея, поместить термоанемометр в точку измерения на расстояние вытянутой руки.
4. Нажать кнопку пуска  $O_{II}$  измерений на дисплее и снять показания скорости движения и температуры воздуха.
5. Повторно нажав кнопку  $O_{II}$  на дисплее и удерживая ее в течение трех секунд, выключить питание прибора, закрыть поворотную крышку на сенсорном датчике, сложить зонд.

### Порядок работы с шаровым кататермометром

1. Погрузить кататермометр в воду, температура которой 60-75 °С, и выдержать его там до тех пор, пока спирт не заполнит половину верхнего расширения капилляра.

2. Тщательно вытереть прибор досуха и подвесить вертикально в исследуемой точке так, чтобы он не качался.

3. Отметить по секундомеру время охлаждения прибора  $\tau$  с 38 до 35 °С.

4. Рассчитать скорость движения воздуха в следующем порядке.

а) Определить охлаждающую силы воздуха:

$$f = \frac{F}{\tau}, \text{ мкал/см}^2 \cdot \text{с}, \quad (3.3)$$

где  $F$  – фактор прибора (указан на кататермометре с обратной от шкалы стороны), мкал/см<sup>2</sup>.

б) Определить

$$\Delta T = T_{\text{ср.кат.}} - T_{\text{в}}, \text{ } ^\circ\text{С}, \quad (3.4)$$

где  $T_{\text{ср.кат.}}$  – средняя температура кататермометра (составляет 36,5 °С);

$T_{\text{в}}$  – температура воздуха в рабочей зоне, °С.

в) Рассчитать отношение  $\frac{f}{\Delta T}$ .

Если  $\frac{f}{\Delta T} < 0,6$ , то

$$v = \left( \frac{\frac{f}{\Delta T} - 0,20}{0,40} \right)^2, \text{ м/с.} \quad (3.5)$$

Если  $\frac{f}{\Delta T} > 0,6$ , то

$$v = \left( \frac{\frac{f}{\Delta T} - 0,13}{0,47} \right)^2, \text{ м/с.} \quad (3.6)$$



## *Измерение интенсивности теплового облучения*

Для измерения интенсивности теплового облучения используются радиометры. Радиометры измеряют интенсивность теплового облучения в широких диапазонах тепловых потоков. Принцип их работы основан на преобразовании потоков излучения в непрерывный электрический сигнал, который затем преобразуется в цифровой код, который выводится на табло прибора.

Диапазон измерения радиометра «АРГУС-03» (рис. 3.9) составляет 1,0-2 000 Вт/м<sup>2</sup>. Прибор может быть использован для измерения интенсивности потока теплового излучения от нагретых производственных источников.



Рис. 3.9. Внешний вид радиометра «АРГУС-03»

### *Порядок работы с радиометром «АРГУС-03»*

1. Расположить измерительный датчик прибора перпендикулярно направлению теплового потока.
2. Перевести переключатель прибора из положения «Off» в положение «Вт/м<sup>2</sup>» на один из диапазонов измерений.
3. Снять показания по цифровому табло.
4. Выключить прибор, вернув переключатель в положение «Off».

### **Порядок выполнения работы**

#### *Оценка показателей микроклимата*

Необходимо измерить показатели микроклимата на рабочих местах и оценить их соответствие санитарным правилам и гигиеническим нормативам.

Для этого следует:

- определить текущий период года (по среднесуточной температуре наружного воздуха);
- определить категорию выполняемых в аудитории работ по тяжести (энергозатратам);
- выбрать оптимальные и допустимые величины  $T$ ,  $\varphi$ ,  $v$  из табл. 3.1 и 3.2. Все данные занести в табл. 3.4;
- с помощью аспирационного психрометра или гигрометра Testo 605 измерить температуру и относительную влажность воздуха;
- измерить скорость движения воздуха с помощью кататермометра или термоанемометра Testo 405;
- измерить интенсивность теплового облучения с помощью радиометра «АРГУС-03»;
- занести полученные данные в табл. 3.4.

Сравнив фактические значения показателей микроклимата с нормативными величинами, сделать заключение о соответствии или несоответствии последних требованиям норм.

Таблица 3.4

### Результаты измерений

Период года	Категория работ	Наименование показателей микроклимата	Нормативные величины параметров по гигиеническому нормативу		Фактические значения показателя
			Оптимальные	Допустимые	
		Температура $T$ , °С			
		Относительная влажность $\varphi$ , %			
		Скорость движения воздуха $v$ , м/с			
		Интенсивность теплового облучения $J$ , Вт/м <sup>2</sup>			

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

*Цель работы:* ознакомление с нормативными требованиями к содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны и методами их контроля.

### Общие сведения

Санитарные нормы и правила «Требования к контролю воздуха рабочей зоны» и Гигиенический норматив «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 92 от 11.10.2017, устанавливают требования к контролю и допустимому содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

**Рабочая зона** – это пространство, ограниченное по высоте двумя метрами над уровнем пола или площадки, на котором находятся места постоянного или непостоянного (временного) пребывания работающих. Постоянным считается рабочее место, на котором работающий находится более 50 % рабочего времени за смену или более двух часов непрерывно.

**Вредные вещества** – химические вещества и пыли (аэрозоли), которые при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследований как в процессе воздействия вредного вещества, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Результатом воздействия вредных веществ могут быть острые и хронические отравления. *Острые* отравления являются следствием кратковременного воздействия вредных веществ, поступающих в организм в значительных количествах. *Хронические* развиваются в результате длительного воздействия вредных веществ, поступающих в организм малыми дозами. Наиболее опасными являются хронические отравления, отличающиеся стойкостью

симптомов отравления и приводящие к профессиональным заболеваниям.

Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – обязательные санитарные нормативы для использования их при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования и вентиляции, а также для текущего санитарного надзора.

**Предельно допустимая концентрация (ПДК)** – это концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов и не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Вредные вещества *по степени воздействия на организм человека* согласно ГОСТ 12.1.007 делятся на четыре класса опасности:

I класс – вещества чрезвычайно опасные (ПДК < 0,1 мг/м<sup>3</sup>);

II класс – вещества высокоопасные (ПДК = 0,1-1,0 мг/м<sup>3</sup>);

III класс – вещества умеренно опасные (ПДК = 1,1-10,0 мг/м<sup>3</sup>);

IV класс – вещества малоопасные (ПДК > 10,0 мг/м<sup>3</sup>).

Вредные вещества также подразделяются:

а) *по характеру воздействия на организм человека* на:

– общетоксические, приводящие к отравлению всего организма (оксид углерода, свинец, ртуть и др.);

– раздражающие, вызывающие раздражение слизистых оболочек и кожных покровов (хлор, аммиак, оксиды азота, озон, ацетон и др.);

– сенсibiliзирующие, вызывающие различные аллергические реакции в организме (формальдегид, различные растворители и лаки на основе нитросоединений и др.);

– канцерогенные, приводящие к возникновению новообразований, несвойственных здоровым тканям (окислы хрома, асбест и др.);

– мутагенные, приводящие к изменению наследственных свойств организма (свинец, радиоактивные вещества и др.);

– влияющие на репродуктивную функцию, то есть на способность иметь потомство (ртуть, свинец, радиоактивные вещества и др.);

б) по характеру (пути) проникновения в организм на проникающие через:

- дыхательные пути;
- желудочно-кишечный тракт;
- кожный покров;
- слизистые оболочки.

Фактическая концентрация вредного вещества  $C_{\text{ф}}$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) в воздухе рабочей зоны не должна превышать ПДК, то есть должно соблюдаться условие:

$$\frac{C_{\text{ф}}}{\text{ПДК}} \leq 1. \quad (4.1)$$

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких веществ разнонаправленного действия величины ПДК для каждого из них остаются такими же, как и при изолированном действии.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них в воздухе к ПДК не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1, \quad (4.2)$$

где  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – фактические концентрации веществ;

$\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$  – предельно допустимые концентрации для каждого вещества соответственно.

Многие технологические процессы характеризуются выделением в воздушную среду пыли – взвешенных в воздухе и медленно оседающих твердых частиц разных размеров. Пыль, способная некоторое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии, называется аэрозолем, осевшая – аэрогелем.

Вредное воздействие пыли на человека определяется ее концентрацией в воздухе рабочей зоны, происхождением, степенью дисперсности (размером частиц), способом образования и химическим составом.

Производственная пыль (аэрозоль) подразделяется:

а) по происхождению на:

– органическую естественную (древесная, костяная, шерстяная и др.) и искусственную (пыль пластмасс, резины и других синтетических продуктов);

– неорганическую минеральную (кварцевая, силикатная, цементная и др.) и металлическую (чугунная, железная, алюминиевая и др.);

б) по степени дисперсности на:

– крупнодисперсную (частицы размером более 10 мкм);

– среднедисперсную (частицы размером от 5 до 10 мкм);

– мелкодисперсную (частицы размером от 1 до 5 мкм);

– пылевой «туман», дым (частицы размером до 1 мкм);

в) по способу образования на:

– аэрозоли дезинтеграции (образуются при механическом измельчении твердых веществ, материалов);

– аэрозоли конденсации (образуются при термических процессах возгонки твердых материалов, например, при плавлении, электросварке, вследствие охлаждения и конденсации паров).

По степени воздействия на организм человека пыль делится на четыре класса опасности (чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренно опасные, малоопасные) и может оказывать фиброгенное, токсическое, раздражающее, сенсибилизирующее, канцерогенное действие.

Фактическая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны не должна превышать ПДК, приведенной в ГН «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Если фактическая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны превышает ПДК, то развиваются пылевые заболевания – одни из самых тяжелых и распространенных во всем мире. К таким заболеваниям относятся пневмокониозы, хронические бронхиты и заболевания верхних дыхательных путей.

Пневмокониозы – это хронические пылевые заболевания, при которых наблюдаются выраженные изменения легочной ткани, приводящие к нарушению функций дыхания. Наиболее часто встречаются следующие виды пневмокониозов:

– силикоз, обусловленный вдыханием пыли, содержащей свободную двуокись кремния ( $\text{SiO}_2$ ). Это наиболее тяжелая форма

пневмокониоза, причем тяжесть заболевания возрастает с увеличением содержания в пыли свободной  $\text{SiO}_2$ . Поэтому ПДК для таких видов пыли – 2-4  $\text{мг/м}^3$ , в то время как для остальных видов – 1-10  $\text{мг/м}^3$  с учетом их опасности для человека;

– силикатоз, развивающийся при вдыхании пыли, содержащей  $\text{SiO}_2$  в связанном с другими элементами состоянии (магнием, кальцием, алюминием и т.д.);

- электросварочный пневмокониоз;
- асбестоз.

## Экспериментальная часть

### *Оценка содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны*

Для определения содержания вредных веществ в воздухе пробы должны отбираться в зоне дыхания при характерных производственных условиях.

*Зона дыхания* – пространство в радиусе до 50 см от лица работника.

Отбор проб воздуха должен проводиться на высоте 1,5 м от пола либо рабочей площадки при работе стоя и 1 м – при работе сидя. Если рабочее место непостоянное, отбор проб должен проводиться в точках рабочей зоны, в которых работник находится в течение смены.

Производственный контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны организуется и проводится в соответствии с Санитарными нормами и правилами «Требования к контролю воздуха рабочей зоны».

Периодичность контроля устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества, характера технологического процесса, предыдущих результатов контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Так, контроль содержания в воздухе рабочей зоны веществ III и IV классов опасности проводится:

– один раз в год, если интенсивность их выделения в воздух рабочей зоны сохраняется без изменений на протяжении двух последних лет, и нет превышений ПДК;

– один раз в полгода в случаях выявления превышений ПДК.

Для веществ I и II классов опасности контроль осуществляется:

– один раз в полгода, если эти вещества регистрируются без превышений ПДК;

– один раз в квартал в случаях, когда регистрируются превышения ПДК.

Содержание вредных веществ в воздухе определяется различными методами: фотометрическим, спектрографическим, хроматографическим и экспресс-анализом.

Наиболее совершенным является метод газовой хроматографии, который позволяет проанализировать химические соединения, входящие в сложные композиции загрязненного воздуха. Сущность метода заключается в отборе пробы и последующем ее анализе в специальном приборе – хроматографе. На самописце прибора автоматически отображается хроматограмма, при расшифровке которой получают сведения о том, какие вещества и в каком количестве содержались в исследуемой пробе.

Хроматограф и дополнительное к нему оборудование дорогостоящие, а проведение самого анализа требует высокой квалификации специалистов-химиков. Поэтому на предприятиях используют экспрессные методы анализа воздушной среды с помощью газоанализаторов различной конструкции (например, универсальных газоанализаторов типа УГ-1, УГ-2).

Газоанализатор УГ-2 (рис. 4.1) имеет воздухозаборник 1, к которому присоединяется стеклянная трубка 2, наполненная индикаторным порошком, реагирующим на анализируемое вещество.

Когда сильфон 3, предварительно сжатый путем надавливания на шток 4, расправляется, воздух с анализируемым веществом протягивается через индикаторную трубку. Объем протягиваемого воздуха с анализируемым веществом определяется расстоянием между отверстиями на боковых поверхностях штока. Шток выбирается в зависимости от анализируемого вещества. Содержимое индикаторной трубки из-за реакции, возникающей между анализируемым веществом и реактивом (индикаторным порошком), меняет свою окраску. Длина окрашенного столбика индикаторного порошка соответствует определенной концентрации анализируемого вещества.



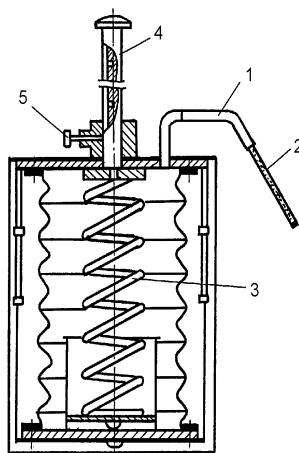


Рис. 4.1. Газоанализатор УГ-2:

1 – воздухозаборник; 2 – трубка с индикаторным порошком;  
3 – сиффон; 4 – шток; 5 – стопор

Для анализа содержания в воздухе какого-либо вещества (по указанию преподавателя) с помощью универсального газоанализатора необходимо (см. рис. 4.1):

- оттянуть стопор 5;
- вставить шток 4 в направляющую втулку так, чтобы стопор скользил по канавке штока;
- давлением руки на головку штока 4 сжать сиффон 3 так, чтобы наконечник стопора зашел в верхнее отверстие в канавке штока;
- вставить индикаторную трубку 2 в резиновую трубку воздухозаборника;
- поместить индикаторную трубку в исследуемую зону;
- одной рукой надавить на головку штока 4, а другой рукой отвести стопор 5 (как только шток начнет двигаться, стопор следует отпустить), затем дождаться, чтобы наконечник стопора зашел в нижнее отверстие в канавке штока;
- извлечь индикаторную трубку из резиновой трубки воздухозаборника и приложить ее к шкале исследуемого вещества таким образом, чтобы нижняя граница окрашенного столбика совпала с нулевым делением шкалы. Верхняя граница окрашенного

порошка определяет концентрацию вещества в воздухе рабочей зоны.

Затем необходимо сравнить концентрацию исследуемого вещества с ПДК (см. табл. ПЗ Приложения) и дать гигиеническую оценку.

### ***Оценка содержания пыли в воздухе рабочей зоны***

Основным методом определения содержания пыли в воздухе является весовой, основанный на просасывании запыленного воздуха через аналитические фильтры (АФА), эффективность пылезадержания которых составляет 99,5 %. Определив разницу в массе фильтра, взвешенного после отбора пробы пыли, и чистого фильтра, а затем, разделив полученный результат на объем воздуха, прошедшего через фильтр, получают концентрацию пыли в воздухе. Для просасывания воздуха через фильтр используют специальный прибор – аспиратор.

Для освоения методики определения концентрации пыли весовым методом используется установка (рис. 4.2), которая включает аспиратор 2 и пылевую камеру 1, имитирующую запыленное производственное помещение.

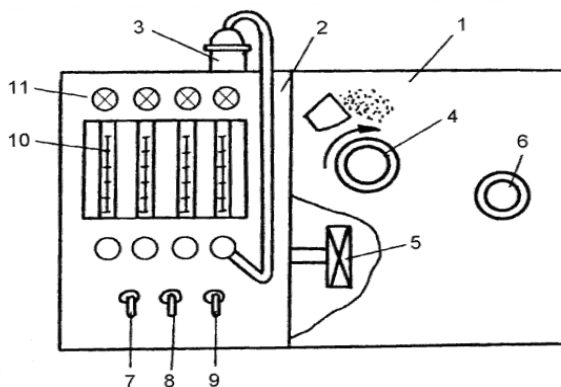


Рис. 4.2. Экспериментальная установка:

1 – пылевая камера; 2 – аспиратор; 3 – аллонж; 4 – ручка дозатора; 5 – вентилятор; 6 – отверстие для взятия пробы; 7, 8, 9 – тумблеры для включения-отключения сети, аспиратора и вентилятора соответственно; 10 – реометры; 11 – ручки, регулирующие расход воздуха

Для определения концентрации пыли в пылевой камере необходимо:  
– взвесить фильтр на аналитических весах с точностью до 0,01 мг и вложить его в аллонж 3;

– подсоединить аллонж к аспиратору 2;

– включить сеть тумблером 7 и аспиратор тумблером 8;

– отрегулировать расход воздуха, отсасываемого из камеры аспиратором, ручкой 11, соответствующей тому реометру 10, к которому подсоединен аллонж с фильтром (расход воздуха устанавливается по верхней границе поплавка реометра), и отключить тумблер 8;

– в отверстие 6 для взятия пробы вставить аллонж с фильтром и поворотом ручки дозатора 4 по часовой стрелке (на 1-2 щелчка) подать в пылевую камеру порцию пыли;

– тумблером 9 включить вентилятор 5 в пылевой камере;

– включить аспиратор на 4-5 мин тумблером 8;

– отключить вентилятор, аспиратор и сеть тумблерами 9, 8, 7 соответственно;

– извлечь фильтр из аллонжа и взвесить его.

Затем необходимо рассчитать фактическую концентрацию пыли в воздухе пылевой камеры по формуле:

$$C = \frac{m_2 - m_1}{qt}, \quad (4.3)$$

где  $m_1$ ,  $m_2$  – масса чистого фильтра и фильтра с пылью соответственно, мг;

$q$  – расход воздуха, м<sup>3</sup>/мин;

$t$  – время отбора пробы, мин.

Сравнив концентрацию пыли с ПДК (см. табл. ПЗ Приложения), дать гигиеническую оценку воздушной среды в пылевой камере.

## Лабораторная работа № 5

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШУМА И МЕТОДОВ ЕГО СНИЖЕНИЯ

*Цель работы:* ознакомление с нормативными требованиями, методикой и средствами измерения параметров шума в производственных помещениях; измерение характеристик постоянного шума в акустической камере, оценка эффективности мероприятий по снижению шума.

#### Общие сведения

**Шум** – упругие колебания в частотном диапазоне, воспринимаемом органом слуха человека, распространяющиеся в виде волн в газообразных средах или образующие в ограниченных областях этих сред стоячие волны. Шум возникает при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. С физической стороны он характеризуется:

- частотой колебаний ( $f$ , Гц);
- звуковым давлением ( $P$ , Па);
- интенсивностью или силой звука ( $I$ , Вт/м<sup>2</sup>).

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

*Интенсивность звука* – количество звуковой энергии, проходящей в единицу времени через единицу поверхности, перпендикулярную направлению распространения звуковой волны:

$$I = \frac{P^2}{\rho c}, \text{ Вт/м}^2, \quad (5.1)$$

где  $I$  – интенсивность звука, Вт/м<sup>2</sup>;

$P$  – значение звукового давления, Па;

$\rho$  – акустическая плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – скорость звука в данной среде, м/с.

Ухо человека способно воспринимать звуковые колебания воздуха с частотой от 16 до 20 000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 Гц называются инфразвуковыми, а свыше 20 000 Гц – ультразвуковыми. Инфразвук и ультразвук не вызывают слуховых

52

ощущений, но оказывают биологическое действие на организм человека.

Шум является общебиологическим раздражителем. Воздействуя на нервную систему, он оказывает влияние на весь организм человека.

Шум вызывает головные боли, повышение кровяного давления, снижает концентрацию внимания и остроту зрения, ослабляет память, замедляет психические реакции, приводит к расстройству нервной системы, понижает работоспособность и производительность труда, способствует возникновению условий, которые приводят к несчастным случаям.

Интенсивный шум вызывает нарушение секреторной и моторной деятельности желудка, изменения в сердечно-сосудистой системе, приводит к развитию заболеваний органов слуха (неврит слухового нерва, тугоухость, глухота и т. д.).

Слуховой аппарат человека обладает неодинаковой чувствительностью к звукам различной частоты. Минимальное звуковое давление и минимальная интенсивность звуков, воспринимаемых слуховым аппаратом человека, определяют порог слышимости. Максимальные значения звукового давления и интенсивности звуков, при превышении которых возникает болевое ощущение, называют порогом болевого ощущения. Между порогом слышимости и порогом болевого ощущения лежит область слухового восприятия (рис. 5.1).

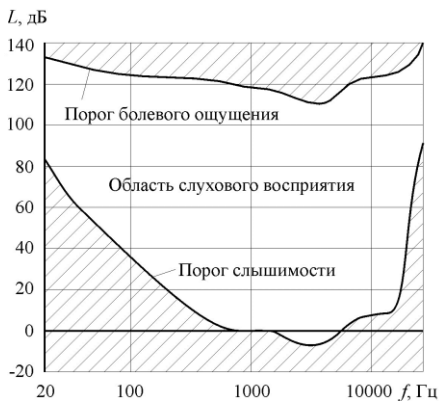


Рис. 5.1. Область слухового восприятия человека

За эталонный принят звук с частотой 1 000 Гц. При этой частоте порог слышимости по интенсивности составляет  $I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>, а по звуковому давлению –  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па, порог болевого ощущения возникает при  $I_0 = 10$  Вт/м<sup>2</sup> и  $P_0 = 2 \cdot 10^2$  Па. Так как человек способен воспринимать звуки в широком диапазоне, то пользоваться абсолютными значениями  $I$  и  $P$  неудобно. Ухо человека реагирует не на абсолютное, а на относительное изменение этих характеристик. При этом ощущения человека пропорциональны логарифму количества энергии шума или другого раздражителя. По закону Вебера-Фехнера раздражающее действие шума на человека пропорционально не квадрату звукового давления, а логарифму от него, поэтому для характеристики воздействия шума на человека используют две логарифмические величины:

1) уровень интенсивности звука:

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дБ}, \quad (5.2)$$

где  $I$  – интенсивность звука в данной точке, Вт/м<sup>2</sup>;

$I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup> – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости при частоте 1 000 Гц;

2) уровень звукового давления:

$$L_P = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ}, \quad (5.3)$$

где  $P$  – звуковое давление в данной точке, Па;

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па – звуковое давление, соответствующее порогу слышимости при частоте 1 000 Гц.

**1 дБ** – едва заметное на слух изменение громкости, которое соответствует изменению интенсивности звука на 26 % или звукового давления на 12 %.

Вся область слухового восприятия звуков входит в логарифмическую шкалу от 0 до 140 дБ по уровню звукового давления (рис. 5.1). Логарифмическая шкала в децибелах (0-140) позволяет определить чисто физическую характеристику шума независимо от частоты. Наибольшая чувствительность слухового аппарата человека характерна для средних и высоких частот

(800-1 000 Гц), наименьшая – для низких (20-100 Гц). Поэтому, чтобы приблизить результаты объективных измерений к субъективному восприятию, введено понятие скорректированного уровня звукового давления. Суть коррекции – введение зависящих от частоты звука поправок к уровню соответствующей величины. Наиболее употребительна коррекция  $A$ . Скорректированный уровень звукового давления ( $L_A = L_p - \Delta L_A$ ) называется уровнем звука и измеряется в дБА.

При исследовании шумов весь диапазон частот разбивают на полосы частот и определяют уровни звукового давления, приходящиеся на каждую полосу. Чаще всего используют октавные ( $f_2/f_1 = 2$ ) полосы частот, где  $f_2$  и  $f_1$  – верхняя и нижняя граничные частоты соответственно. При этом в качестве частоты, характеризующей полосу в целом, берется среднегеометрическая частота  $f$ :

$$f = \sqrt{f_1 f_2} \quad (5.4)$$

Октавную полосу 22,5-45 Гц выражает среднегеометрическая частота 31,5 Гц; 45-90 Гц – 63 Гц; 90-180 Гц – 125 Гц; 180-355 Гц – 250 Гц; 355-710 Гц – 500 Гц; 710-1 400 – 1 000 Гц; 1 400-2 800 Гц – 2 000 Гц; 2 800-5 600 Гц – 4 000 Гц; 5 600-11 200 Гц – 8 000 Гц.

В результате сформирован стандартный ряд из девяти октавных полос со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1 000; 2 000; 4 000; 8 000 Гц.

Шумы классифицируются:

*по характеру спектра* на:

– широкополосный – шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы;

– тональный – шум, в спектре которого имеются выраженные (тональные) составляющие (тональность шума устанавливается измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня звукового давления в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ);

*по временным характеристикам* на:

– постоянный – шум, для которого разность между наибольшим и наименьшим значениями уровня звука за временной интервал измерения не превышает 5 дБА;

– непостоянный – шум, для которого разность между наибольшим и наименьшим значениями уровня звука за временной интервал измерения превышает 5 дБА.

Непостоянный шум подразделяется на:

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

– прерывистый – шум, уровень звука которого ступенчато изменяется за временной интервал измерения более чем на 5 дБА, при этом длительность интервалов, в течение которых уровень звука остается постоянным, составляет не менее 1 с;

– импульсный – шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов (импульсов), каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука, измеренные на временных характеристиках средства измерения «импульс» и «медленно», отличаются на 7 дБА и более.

### **Нормирование шума**

Нормирование шума осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.003, Санитарными нормами и правилами «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 115 от 16.11.2011 и Гигиеническим нормативом «Показатели безопасности и безвредности шумового воздействия на человека», утверждённым постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 37 от 25.01.2021.

Нормируемыми параметрами постоянного шума на рабочих местах являются:

– уровни звукового давления ( $L_p$ , дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1 000; 2 000; 4 000; 8 000 Гц;

– уровень звука ( $L_A$ , дБА).

Нормируемыми параметрами непостоянного шума на рабочих местах являются:

– эквивалентный (по энергии) уровень звука ( $L_{Aэкв}$ , дБА) – это уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный шум в заданном (опорном) временном интервале;



– максимальный уровень звука ( $L_{Amax}$ , дБА (дБАИ)) – это наибольший уровень звука в заданном (опорном) временном интервале, измеренный на соответствующих частотной коррекции («А», «С», «линейная» или др.) и временной характеристике («медленно», «импульс») средства измерения.

Максимальный уровень звука для колеблющегося и прерывистого шума не должен превышать 110 дБА, а для импульсного – 125 дБАИ (импульсный шум измеряется на временной характеристике «импульс»).

Оценка постоянного и непостоянного шума на соответствие предельно допустимым уровням (ПДУ) должна проводиться по всем нормируемым параметрам. Превышение хотя бы одного из показателей должно квалифицироваться как несоответствие нормативным требованиям.

Не допускается пребывание людей в зонах с уровнем звука или уровнем звукового давления в любой октавной полосе свыше 135 дБА (дБ).

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот и уровни звука постоянного шума, а также эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест с учетом условий по тяжести и напряженности труда приведены в табл. П4, П5 Приложения.

### **Меры борьбы с шумом**

Защита от шума в помещениях производственных зданий должна обеспечиваться:

- архитектурно-планировочными решениями зданий, при которых проникающие в помещения и исходящие из помещений зданий шумы не создают угрозы здоровью людей и окружающей среде и обеспечивают акустический комфорт в период работы;
- применением ограждающих конструкций зданий, обеспечивающих звукоизоляцию;
- использованием звукопоглощающей отделки в помещениях зданий.

Защита от шума непосредственно на рабочих местах должна обеспечиваться:

- применением малошумного технологического оборудования;

– использованием звукопоглощающих конструкций и акустических экранов в помещениях предприятий, установкой звукоизолирующих кабин наблюдения и дистанционного управления;

– применением звукоизолирующих кожухов на шумном оборудовании;

– использованием средств снижения уровней шума в системах принудительной вентиляции, кондиционирования воздуха и аэрогазодинамических установках;

– применением виброизоляции технологического и инженерного оборудования зданий.

Наиболее эффективным методом защиты человека от производственных шумов является дистанционное управление технологическим оборудованием. В этом случае обслуживающий персонал располагается в специальных изолированных кабинках наблюдения, находящихся в производственном помещении или за его пределами.

Существенного снижения шума можно достичь за счет применения звукоизоляции, звукопоглощения, применения глушителей шума.

Сущность звукоизоляции состоит в том, что большая часть звуковой энергии отражается от преграды, часть энергии поглощается самой преградой и лишь незначительная ее часть проникает за ограждение. В качестве звукоизолирующих преград используются звукоизолирующие перегородки, акустические экраны, кожухи, кабины.

Одним из методов строительной акустики является использование звукопоглощающих конструкций или материалов, которыми облицовывают потолки и стены помещений. Процесс поглощения звука в материале происходит за счет перехода звуковой энергии в тепловую в результате вязкого трения воздуха в порах материала. Звукопоглощающие материалы по своей структуре являются пористыми. К ним относятся пенопласт, поролон, технический войлок, минеральная вата, керамзит, гипсовые плиты и др.

На рабочих местах зоны с уровнем звука выше 80 дБА, где снизить его до допустимых значений за счет технических мероприятий невозможно, должны быть обозначены знаками безопасности, а обслуживающий персонал должен применять средства индивидуальной защиты: вкладыши, наушники и шлемофоны.

К вкладышам, которые также называются «беруши» (от сокращения «берегите уши»), относятся различные варианты заглушек в виде

тампонов из волокнистых материалов с пропиткой маслом или воскообразными мастиками, органические волокна в виде шариков, конусов, а также различной конструкции колпачки из мягкой резины, силикона и других пластичных материалов. Наушники могут быть с жидкостным, вязким или сухим наполнителем из пористого материала.

Шлемофоны используются при высоком уровне шума, превышающем 120 дБА.

## Экспериментальная часть

### Применяемые приборы и оборудование

Акустическая камера (рис. 5.2), моделирующая производственное помещение, представляет собой деревянный ящик, состоящий из двух отсеков, один из которых (левый) облицован поролоном. Передняя стенка обоих отсеков откидная.

Источником шума является динамик 1, который вместе с микрофоном 2 крепится на выдвижном основании. В правом отсеке камеры можно установить звукоизолирующую перегородку 3 между источником шума (динамиком) и микрофоном, которая позволяет разделить отсек на две части, имитируя размещение источника шума и микрофона шумомера в соседних помещениях.

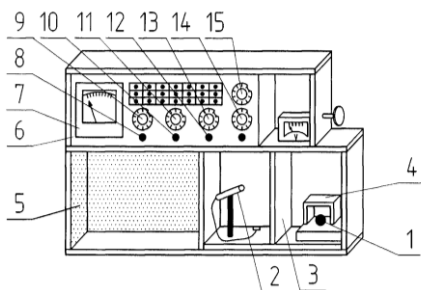


Рис. 5.2. Схема экспериментальной установки:

- 1 – источник шума; 2 – микрофон; 3 – звукоизолирующая перегородка;
- 4 – звукоизолирующий кожух; 5 – звукоизолирующая облицовка; 6 – измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2; 7 – стрелочный прибор; 8 – кнопка для включения измерения виброскорости; 9 – делитель ДЛТ1 для выбора предела измерения;
- 10 – кнопка для ограничения частотного диапазона при измерении вибрации;
- 11 – делитель ДЛТ2 для выбора предела измерения; 12 – кнопка для включения одного из октавных фильтров; 13 – переключатель для включения корректирующих фильтров А, В, С; 14 – переключатель ФЛТ ДКТ для включения октавных фильтров; 15 – переключатель «Род работы»

Звукоизоляция источника шума может быть достигнута и с помощью кожуха 4, внутренняя поверхность которого облицована слоем поролона.

*Измерение уровней звука и звукового давления  
прибором ВШВ-003-М2*

Для измерения шума используется измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2, принцип работы которого основан на преобразовании звуковых и механических колебаний исследуемых объектов в электрический сигнал.

В качестве преобразователя звуковых колебаний в электрический сигнал используется капсуль микрофонный конденсаторный М-101. Электрический сигнал через усилитель прибора поступает на стрелочный прибор, проградуированный в децибелах.

Для измерения уровня звука по характеристике «А» переключатели на панели прибора устанавливаются в следующие положения: переключатель «Род работы» 15 в положение «S»; переключатель для переключения фильтров 13 – в положение «А»; делитель ДЛТ1 9 – в положение «60»; делитель ДЛТ2 11 – в положение «20». Отсчет по измерительному прибору производится сложением показаний делителей ДЛТ1, ДЛТ2 и стрелочного прибора.

Если при измерении стрелка прибора окажется в левой части шкалы, то она выводится в правую часть изменением положения делителей ДЛТ1 и ДЛТ2.

Измерение уровней звукового давления в октавных полосах частот производится при установке переключателей в следующие положения: переключатель «Род работы» 15 – в положение «S»; переключатель ФЛТ ДКТ 14 – в положение «окт»; делитель ДЛТ1 9 – в положение «60»; делитель ДЛТ2 11 – в положение «20». Замеры на частотах 31,5 и 63 Гц проводятся при нажатой кнопке для включения октавного фильтра 12; замеры на частотах 125 – 8 000 Гц проводятся при отжатой кнопке 12.

*Измерение уровней звука и звукового давления  
прибором «Октава-101А»*

Шумомер «Октава-101А» предназначен для измерения уровней звука и уровней звукового давления в октавных полосах частот.

Шумомер (рис. 5.3) состоит из измерительного индикаторного блока и предусилителя микрофонного с микрофонным капсюлем.

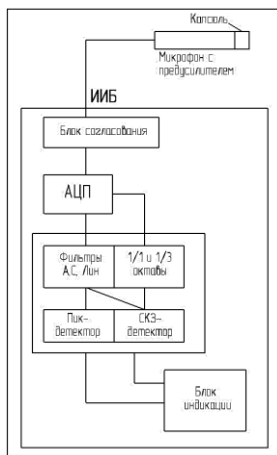


Рис. 5.3. Схема шумомера «Октава-101А»

Подготовка прибора к работе:

- вставить микрофонный капсюль во входящий разъем (пятиштырьковый) при выключенном приборе;
- функционирование прибора осуществляется при напряжении от 4,2 В до 5,2 В;
- если напряжение менее 4,2 В и экран шумомера гаснет, то необходимо нажать клавишу «ВЫКЛ» и только после этого подсоединить прибор к блоку питания для зарядки.

Проведение измерений:

- включить шумомер клавишей «ВКЛ». Подождать 1 минуту и нажать клавишу «РЕЖИМ». Микрофон должен быть направлен на источник звука, находящийся на расстоянии 40 см;
- клавишами  $\uparrow\downarrow$  установить на дисплее значение «СПЕКТР ДА» для измерения уровня звукового давления в октавных полосах частот, дБ; уровня звука, дБА. Нажать клавишу «ДА»;
- нажать клавишу «РЕЖИМ»;
- выбрать октаву 1/1 клавишами  $\leftarrow \rightarrow \downarrow\uparrow$ . Перейти клавишей  $\downarrow$  на значение частот (31,5 Гц);

- первое измерение уровня звукового давления выполняется на частоте 31,5 Гц. Далее клавишей → установить последовательно все остальные частоты: 63; 125; 250; 500; 1 000; 2 000; 4 000; 8 000 Гц и на каждой частоте измерить уровень звукового давления;
- нажать клавишу «СТАРТ» для начала проведения замеров;
- снять показания внизу дисплея – уровень звукового давления (дБ) для установленной частоты;
- сняв показания уровней звукового давления для частотного ряда, снять вверху дисплея показания уровня звука (дБА).

### ***Порядок выполнения работы***

1. Измерение уровней звука и звукового давления в акустической камере без использования средств снижения шума:

- включить источник шума в отсеке акустической камеры без звукопоглощающей облицовки, измерить уровень звука по характеристике «А» шумомера и уровни звукового давления во всех нормируемых октавных полосах частот;

- выключить шумомер и источник шума;

- полученные данные занести в табл. 5.1.

2. Определение эффективности использования звукоизолирующей перегородки:

- открыть крышку правого отсека, установить между источником шума и микрофоном звукоизолирующую перегородку, закрыть крышку камеры;

- включить источник шума и шумомер, измерить уровень звука по характеристике «А» шумомера и уровни звукового давления во всех октавных полосах частот;

- выключить шумомер и источник шума, вынуть звукоизолирующую перегородку, закрыть крышку камеры, результаты измерений занести в табл. 5.1.

3. Определение эффективности применения звукоизолирующего кожуха:

- открыть крышку правого отсека камеры и накрыть источник шума звукоизолирующим кожухом таким образом, чтобы он не касался динамика;

- закрыть крышку камеры;

– включить источник шума и шумомер, измерить уровень звука по характеристике «А» шумомера и уровни звукового давления в октавных полосах частот, результаты измерений занести в табл. 5.1;

– выключить шумомер и источник шума, снять кожух, закрыть крышку камеры.

4. Определение эффективности применения звукопоглощающей облицовки:

– открыть крышку правого отсека камеры, извлечь оттуда и перенести источник шума и микрофон в левый отсек камеры, облицованный поролоном, закрыть крышку камеры;

– включить источник шума, шумомер, измерить уровень звука по характеристике «А» шумомера и уровни звукового давления в октавных полосах частот, результаты измерений занести в табл. 5.1;

– выключить источник шума и шумомер, перенести микрофон и источник шума в правое отделение акустической камеры, закрыть крышку камеры.

5. Выбрать из табл. П4 Приложения допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука для рабочих мест в производственных помещениях и внести их в табл. 5.1.

Таблица 5.1

### Результаты измерений

Параметры	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Измеренные характеристики шума: в камере без средств снижения шума $L$										
со звукоизолирующей перегородкой $L_{пер}$										
со звукоизолирующим кожухом $L_{кож}$										
со звукопоглощающей облицовкой $L_{обл}$										
Допустимые значения (см. табл. П4 Приложения)										

6. Сделать вывод об эффективности средств, используемых для снижения шума в акустической камере, сравнив результаты измерений с допустимыми значениями.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ И МЕТОДОВ ЕЕ СНИЖЕНИЯ

*Цель работы:* ознакомление с основными сведениями о вибрации, её воздействии на организм человека, нормировании и гигиенической оценке; изучение методики измерения параметров вибрации, а также методов и средств вибрационной защиты.

### Общие сведения

**Вибрация** – механические колебания и волны в твердых телах.

Причиной появления вибраций являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия. Это возвратно-поступательно движущиеся системы, удары деталей, неуравновешенные вращающиеся массы, дисбаланс, причиной которого являются неоднородность материала, несовпадение центра массы тела и оси вращения, деформация деталей от неравномерного нагрева.

*По направлению действия* вибрация подразделяется на локальную и общую.

*Локальная* вибрация передается через руки человека, воздействует на ноги сидящего человека или предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями. Действует локальная вибрация вдоль осей ортогональной системы координат  $X_{л}$ ,  $Y_{л}$ ,  $Z_{л}$ , где ось  $X_{л}$  совпадает или параллельна оси места охвата источника вибрации (рукоятки, рулевого колеса, рычага управления, удерживаемого в руках обрабатываемого изделия), ось  $Z_{л}$  совпадает с местом направления подачи или приложения силы нажатия, а ось  $Y_{л}$  перпендикулярна первым двум направлениям (рис. 6.1).

Источниками локальной вибрации, передающейся на работающих, могут быть:

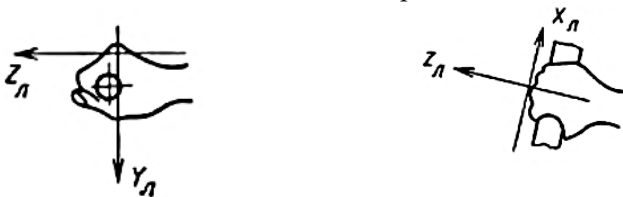
- ручные машины с двигателем или ручной механизированный инструмент;
- органы управления машинами и оборудованием;
- ручной инструмент и обрабатываемые детали.

*Общая* вибрация передается через опорные поверхности на тело стоящего или сидящего человека. Действует общая вибрация вдоль



осей ортогональной системы координат  $X_0, Y_0, Z_0$ , где  $X_0$  (от спины к груди) и  $Y_0$  (от правого плеча к левому) – горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям;  $Z_0$  – вертикальная ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом (рис. 6.1).

### Локальная вибрация

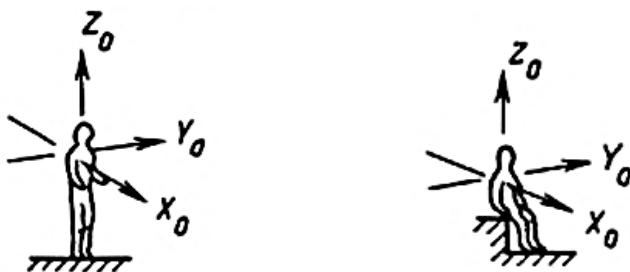


При охвате цилиндрических, торцовых и близких к ним поверхностей



При охвате сферических поверхностей

### Общая вибрация



положение стоя

положение сидя

Рис. 6.1. Направление координатных осей при действии вибрации

Общая производственная вибрация в зависимости от источника её возникновения подразделяется на:

– общую вибрацию 1-й категории – *транспортную*, воздействующую на человека на рабочих местах самоходных машин, машин с прицепами и навесными приспособлениями, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам (в том числе при их строительстве), подвижного состава железнодорожного транспорта, метрополитена и трамваев. К источникам транспортной вибрации относятся тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины (в том числе комбайны), грузовые автомобили (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и др.), снегоочистители, самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт, землеройное, подъемное и другое подвижное погрузочно-разгрузочное оборудование;

– общую вибрацию 2-й категории – *транспортно-технологическую*, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок. К источникам транспортно-технологической вибрации относятся 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, легковые автомобили, автобусы и др.;

– общую вибрацию 3-й категории – *технологическую*, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относятся станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические установки, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование для бурения скважин, буровые станки, оборудование промышленности строительных материалов (кроме бетоноукладчиков), установки химической и нефтехимической промышленности и др.

Общая производственная вибрация 3-й категории *по месту действия* на подразделяется на следующие типы:

3а – на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

3б – на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

3в – на рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников интеллектуального труда.

Общая вибрация в помещениях административных и общественных зданий подразделяется на вибрацию от:

– внешних источников городского рельсового транспорта (линии метрополитена мелкого заложения и открытые линии метрополитена, трамваи, железнодорожный транспорт) и автомобильного транспорта, от 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.);

– внутренних источников инженерно-технического оборудования зданий и бытовых приборов (лифты, вентиляционные системы, насосные и др.), оборудования торговых организаций и предприятий коммунально-бытового обслуживания, котельных и др.

*По характеру спектра* вибрация подразделяется на:

– узкополосную, для которой уровень контролируемого параметра в одной третьоктавной полосе частот более чем на 15 дБ превышает уровень в соседних третьоктавных полосах;

– широкополосную с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

*По частотному составу* вибрация подразделяется на:

– низкочастотную (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц – для общей вибрации, 8-16 Гц – для локальной вибрации);

– среднечастотную (8-16 Гц – для общей вибрации, 31,5-63 Гц – для локальной вибрации);

– высокочастотную (31,5-63 Гц – для общей вибрации, 125-1 000 Гц – для локальной вибрации).

*По временным характеристикам* вибрация подразделяется на:

– постоянную, для которой величина нормируемых параметров за время наблюдения изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ) при измерении с постоянной времени 1 с;

– непостоянную, для которой величина нормируемых параметров за время наблюдения изменяется более чем в 2 раза (6 дБ) при измерении с постоянной времени 1 с.

Непостоянная вибрация подразделяется на:

– колеблющуюся во времени, для которой величина нормируемых параметров непрерывно изменяется во времени;

– прерывистую, когда контакт человека с вибрацией прерывается, причем длительность интервалов, в течение которых имеет место контакт, составляет более 1 с;

– импульсную, состоящую из одного или нескольких вибрационных воздействий (например, ударов), каждый длительностью менее 1 с при частоте их следования менее 5,6 Гц.

Как общая, так и локальная вибрация оказывают неблагоприятное воздействие на организм человека, вызывают изменения в функциональном состоянии вестибулярного анализатора, опорно-двигательного аппарата, центральной нервной, сердечно-сосудистой и других систем, приводят к утомлению, снижению работоспособности, ухудшению самочувствия, развитию профзаболеваний, в том числе вибрационной болезни, сопровождающейся стойкими патологическими нарушениями в организме работающего человека (поражение мышц, изменения в костях и суставах, смещение органов брюшной полости и др.).

Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов, ухудшение снабжения кровью конечностей и сердца, воздействует на нервные окончания, мышечные и костные ткани, приводит к нарушению чувствительности кожи, окостенению сухожилий мышц, отложению солей в суставах и нарушению их подвижности.

Активное лечение виброболести возможно на ранних стадиях. Восстановление нарушенных функций протекает очень медленно, а в особо тяжелых случаях в организме наступают необратимые изменения, приводящие к инвалидности.

Неблагоприятное воздействие вибрации зависит от способа передачи ее на человека, длительности воздействия, индивидуальной чувствительности организма, а также от сопутствующих факторов (шума, охлаждения, статических нагрузок и др.).

Когда частота колебаний рабочего места приближается к собственной частоте колебаний человеческого тела, резонирующее действие ее становится весьма опасным, так как возможно повреждение отдельных частей тела. Особенно опасны вибрации для отдельных органов с частотой 6-9 Гц, а для рук – 30-80 Гц. Пределы частот 16-200 Гц являются критическими, когда чаще всего развивается вибрационная болезнь.

### Параметры вибрации

Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются частота ( $f$ , Гц), амплитуда ( $A$ , м), виброскорость ( $v$ , м/с) и виброускорение ( $a$ , м/с<sup>2</sup>), находящиеся в следующей зависимости:

$$v = 2\pi f A, \text{ м/с}, \quad (6.1)$$

$$a = (2\pi f)^2 \cdot A, \text{ м/с}^2. \quad (6.2)$$

Вибрация оценивается также логарифмическими уровнями виброскорости  $L_v$  и виброускорения  $L_a$ :

$$L_v = 20 \lg \frac{v}{v_0}, \text{ дБ}, \quad (6.3)$$

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0}, \text{ дБ}, \quad (6.4)$$

где  $v$  – среднее квадратическое значение виброскорости в октавных или третьоктавных полосах частот, м/с;

$v_0$  – исходное (пороговое) значение виброскорости, равное  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с;

$a$  – среднее квадратическое значение виброускорения в октавных или третьоктавных полосах частот, м/с<sup>2</sup>;

$a_0$  – исходное (пороговое) значение виброускорения, равное  $3 \cdot 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>.

## Нормирование вибрации

В соответствии с Санитарными нормами и правилами «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 132 от 26.12.2013 и Гигиеническим нормативом «Показатели безопасности и безвредности вибрационного воздействия на человека», утверждённым постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 37 от 25.01.2021, гигиеническая оценка постоянной и непостоянной вибрации, воздействующей на человека, проводится следующими методами:

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

Нормируемый диапазон частот измерения устанавливается для:

- локальной вибрации в виде октавных полос со среднегеометрическими частотами: 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1 000 Гц;

- общей вибрации в производственных помещениях:

- в виде октавных ( $f_2 / f_1 = 2$ ) (широкополосная вибрация) полос со среднегеометрическими частотами ( $f = \sqrt{f_1 f_2}$ , где  $f_1$  и  $f_2$  – нижние и верхние значения частот): 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 31,5; 63,0 Гц;
- в виде третьоктавных полос ( $f_2 / f_1 = \sqrt[3]{2}$ ) (узкополосная вибрация) со среднегеометрическими частотами: 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц;

- общей вибрации в помещениях административных и общественных зданий в виде октавных полос со среднегеометрическими частотами: 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц.

*Нормируемыми параметрами постоянной производственной вибрации являются:*

- средние квадратические значения виброускорения и виброскорости, измеряемые в октавных или третьоктавных полосах частот, или их логарифмические уровни;

– скорректированные по частоте значения виброускорения или их логарифмические уровни.

*Нормируемыми параметрами непостоянной производственной вибрации* являются эквивалентные по энергии скорректированные по частоте значения виброускорения или их логарифмические уровни.

*Нормируемыми параметрами импульсной локальной вибрации* являются пиковый уровень виброускорения и соответствующее ему допустимое количество вибрационных импульсов за рабочую смену и 1 ч работы.

Предельно допустимые значения виброскорости, виброускорения и их логарифмических уровней для локальной вибрации приведены в табл. 6.1, а для общей вибрации категории За на постоянных рабочих местах в производственных помещениях в табл. 6.2.

Таблица 6.1

Предельно допустимые значения нормируемых параметров локальной производственной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_z, Y_z, Z_z$			
	Виброускорение		Виброскорость	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	м/с · 10 <sup>-2</sup>	дБ
8	1,4	73	2,8	115
16	1,4	73	1,4	109
31,5	2,7	79	1,4	109
63	5,4	85	1,4	109
125	10,7	91	1,4	109
250	21,3	97	1,4	109
500	42,5	103	1,4	109
1000	85,0	109	1,4	109
Корректированные и эквивалентные скорректированные уровни и их абсолютные значения	2,0	76	–	–

Таблица 6.2

Предельно допустимые значения нормируемых параметров  
общей вибрации 3-й категории – технологической типа «а»

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_0, Y_0, Z_0$							
	Виброускорение				Виброскорость			
	м/с <sup>2</sup>		дБ		м/с·10 <sup>-2</sup>		дБ	
	1/3 октава	1/1 октава	1/3 октава	1/1 октава	1/3 октава	1/1 октава	1/3 октава	1/1 октава
1,6	0,090		49		0,90		105	
2,0	0,080	0,14	48	53	0,63	1,30	102	108
2,5	0,071		47		0,45		99	
3,15	0,063		46		0,32		96	
4,0	0,056	0,10	45	50	0,22	0,45	93	99
5,0	0,056		45		0,18		91	
6,3	0,056		45		0,14		87	
8,0	0,056	0,10	45	50	0,11	0,22	87	93
10,0	0,071		47		0,11		87	
12,5	0,090		49		0,11		87	
16,0	0,112	0,20	51	56	0,11	0,20	87	92
20,0	0,140		53		0,11		87	
25,0	0,180		55		0,11		87	
31,5	0,224	0,40	57	62	0,11	0,20	87	92
40,0	0,280		59		0,11		87	
50,0	0,355		61		0,11		87	
63,0	0,450	0,80	63	68	0,11	0,20	87	92
80,0	0,560		65		0,11		87	
Корректированные и эквивалентные корректированные уровни и их абсолютные значения	–	0,10	–	50	–	–	–	–

Предельно допустимые значения нормируемых параметров  
вибрации установлены для длительности вибрационного  
воздействия 480 мин (8 часов).



## Меры защиты от вибрации

Борьба с вибрацией ведется одновременно с решением основной задачи – комплексной механизации и автоматизации производства. Только с введением дистанционного управления полностью решаются проблемы воздействия вибрации на человека.

При проектировании технологических процессов, производственных зданий, сооружений должны быть выбраны машины с наименьшей вибрацией; разработаны схемы размещения машин с учетом создания минимальных уровней вибрации на рабочих местах; выполнена оценка ожидаемой вибрационной нагрузки на оператора; выбраны строительные решения оснований и перекрытий зданий и сооружений, обеспечивающие выполнение требований вибрационной безопасности труда.

В неавтоматизированных производствах для уменьшения вибрации используются различные методы.

**Уменьшение вибрации в источнике возникновения** проводится посредством реализации следующих технических мероприятий:

- замена ударных процессов на безударные;
- оптимизация рабочих режимов;
- балансировка вращающихся деталей;
- своевременная подтяжка креплений, устранение люфтов, зазоров;
- качественная смазка трущихся поверхностей и регулировка рабочих органов.

**Уменьшение вибрации на пути ее распространения** осуществляется вибродемпфированием, отстройкой от режима резонанса, динамическим гашением колебаний и виброизоляцией.

При *вибродемпфировании* снижение вибрации обеспечивается путем превращения энергии механических колебаний в тепловую энергию. Для этого в системе используются конструкционные материалы с большим внутренним трением, наносимые на вибрирующие поверхности (мастики, резина, войлок, пластмассы).

*Отстройка от режима резонанса* при работе технологического оборудования осуществляется двумя путями: изменением характеристик системы (массы и жесткости) или установлением нового рабочего режима. Жесткость системы изменяют введением в конструкцию ребер жесткости или изменением ее упругих характеристик.

*Динамическое гашение колебаний* (виброгашение) достигается путем установки агрегатов на фундаменты. Массу фундамента подбирают таким образом, чтобы амплитуда колебаний подошвы фундамента не превышала 0,1-0,2 мм, для особо ответственных сооружений – 0,005 мм. Для небольших объектов между основанием и агрегатом устанавливают массивную опорную плиту.

*Виброизоляция* заключается в уменьшении передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту с помощью устройств, помещаемых между ними. Для стационарных машин с вертикальной вынуждающей силой чаще всего применяют виброизолирующие опоры типа упругих прокладок или пружин.

**Организация труда** рабочих виброопасных профессий заключается в ограничении времени контакта с вибрацией. При превышении вибрационной нагрузки на оператора не менее 1 дБ (в 1,12 раза), но не более 12 дБ (в 4 раза) устанавливается специальный режим труда. При таком режиме труда рекомендуется устанавливать обеденный перерыв не менее 40 мин и два регламентированных перерыва (для отдыха, проведения производственной гимнастики и физиопрофилактических процедур): 20 мин через 1-2 ч после начала смены и 30 мин через 2 ч после обеденного перерыва.

При использовании виброопасных ручных инструментов суммарное время контакта с вибрацией в течение рабочей смены устанавливается в зависимости от величины превышения нормативных значений. Допустимое суммарное за смену время действия локальной вибрации указано в таблице 6.3.

Таблица 6.3

Допустимое суммарное время воздействия локальной вибрации за смену в зависимости от величины превышения предельно допустимого уровня вибрации

Превышение ПДУ локальной вибрации		Допустимое суммарное время воздействия локальной вибрации за смену, мин
дБ	Раз	
1	2	3
1	1,1	381
2	1,25	302
3	1,4	240

Окончание таблицы 6.3

1	2	3
4	1,6	191
5	1,8	151
6	2,0	120
7	2,25	95
8	2,5	76
9	2,8	60
10	3,2	48
11	3,6	38
12	4	30

При превышении вибрационной нагрузки более чем на 12 дБ запрещается проводить работы и применять машины, генерирующие такую вибрацию.

При работе с ручным механизированным, электрическим и пневматическим инструментом применяются **средства индивидуальной виброзащиты**. По месту контакта оператора с вибрирующим объектом они подразделяются на СИЗ рук (рукавицы или перчатки с демпфирующими вкладышами), СИЗ ног (специальная обувь, наколенники), СИЗ тела (нагрудники с вкладышами, пояса, специальные костюмы). Средства индивидуальной виброзащиты выполняются из упругодемпфирующих материалов.

Снижение неблагоприятного воздействия вибрации обеспечивается также **лечебно-профилактическими мероприятиями**, к которым относятся гидропроцедуры (специальные ванны для рук и ног), витаминизация. Лица, занятые на работах с виброопасными условиями труда, ежегодно проходят периодические медицинские осмотры.

### Экспериментальная часть

Параметры вибрации измеряются с помощью механических, оптических или электрических приборов. Для гигиенической оценки вибрации рабочих мест применяются наиболее чувствительные электрические приборы, в которых с помощью специальных датчиков механическое колебание преобразуется в электрический сигнал с последующей обработкой его и измерением или регистрацией самопишущим устройством. К таким приборам относятся измерители шума и вибрации: ШВК, ИШВ, ВИП-2, ЭВМ-БП2, аппаратура фирм «RFT» (Германия), «Брюль и Кьер» (Дания), «ОКТАВА-101» и др.

*Порядок измерения параметров вибрации  
на стенде с виброплощадкой*

Схема экспериментальной установки (вибростенда) представлена на рис. 6.2.

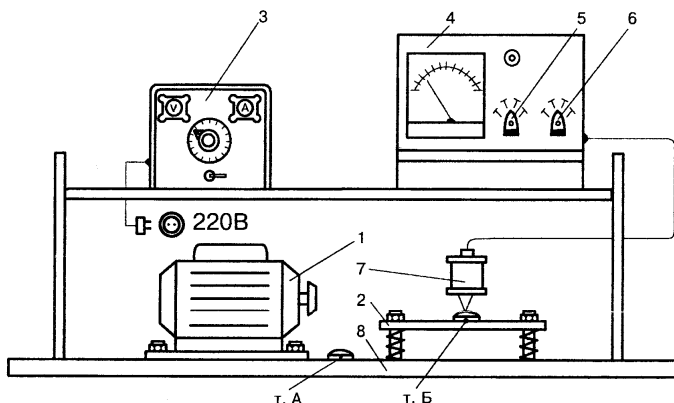


Рис. 6.2. Экспериментальная установка:

- 1 – электродвигатель (источник вибрации); 2 – платформа на виброизоляторах;
- 3 – автотрансформатор; 4 – измерительный прибор; 5 – переключатель «Пределы измерения  $\mu\text{m}$ »;
- 6 – переключатель «Род работы»; 7 – вибропреобразователь;
- 8 – основание

Виброметр ЭВМ-БП2 (в дальнейшем виброметр) предназначен для измерения вибрации работающего оборудования и машин в лабораторных условиях.

Диапазон измерения амплитуды – от 0 до 3 000 мкм.

Виброметр состоит из вибропреобразователя, прибора измерительного и соединительного кабеля.

Допустимый наклон вибропреобразователя относительно вертикального рабочего положения –  $30^\circ$ .

Принцип работы вибропреобразователя состоит в следующем: при контактировании штыря с вибрирующим объектом происходит смещение подвижной системы (инертная масса) относительно корпуса магнитопровода, при этом на концах обмотки катушки подвесной системы возникает ЭДС, величина которой пропорциональна скорости смещения.

Измерительный прибор конструктивно выполнен в виде отдельного блока. На лицевой панели расположены стрелочный индикатор и

переключатели «Род работы» и «Пределы измерения  $\mu\text{m}$ ». На корпусе также установлен входной разъем для подключения вибропреобразователя.

Переключатель «Род работы» имеет положения: «ФАЗА», «КОМПЕНСАЦИЯ», «АМПЛИТУДА».

Переключатель «Пределы измерения  $\mu\text{m}$ » имеет положения: «100», «300», «1 000».

### *Подготовка вибростенда к работе*

При подготовке к работе переключатели следует установить в следующие положения:

«Пределы измерения  $\mu\text{m}$ » – положение «100»;

«Род работы» – «АМПЛИТУДА».

### *Порядок проведения измерений*

Для приведения вибростенда (рис. 6.2) в рабочее состояние:

– подать напряжение на автотрансформатор  $Z$  и электродвигатель  $I$ , включив вилку в розетку 230 В и тумблер на панели (при этом на панели загорается красная лампочка);

– установить регулятор автотрансформатора в положение, соответствующее 480 об/мин (8 Гц).

Штырем вибропреобразователя прикоснуться к вибрирующей поверхности. Измерения амплитуды провести в точке А на основании и в точке Б платформы, расположенной на виброизоляторах. Снимать показания следует по верхней шкале стрелочного индикатора, умножив измеренные значения на коэффициент 10. Полученные значения занести в графу 4 таблицы 6.4.

Затем установить регулятор автотрансформатора в положение, соответствующее 960 об/мин (16 Гц). Аналогично измерить амплитуду в вышеуказанных точках, результаты измерений занести в табл. 6.4.

Таблица 6.4

## Результаты измерений

№ п/п	$n$ , об/мин	$f$ , Гц	$A \cdot 10^{-6}$ , м	$a$ , м/с <sup>2</sup>	$L_a$ , дБ	$a_{\text{доп}}$ , м/с <sup>2</sup>	$L_{a \text{ доп}}$ , дБ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	А						
	Б						
2	А						
	Б						

Рассчитать значения виброускорения  $a$  по формуле (6.2) и логарифмического уровня виброускорения  $L_a$  по формуле (6.4). Для определения логарифмического уровня виброускорения  $L_a$  можно также воспользоваться табл. П6 Приложения.

Допустимые значения  $a_{\text{доп}}$  и  $L_{a \text{ доп}}$  установить по табл. 6.2.

Сравнив измеренные и допустимые значения, оценить эффективность виброизоляторов.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРИ РАБОТЕ С ПЭВМ, ЭВМ И ВДТ**

*Цель работы:* ознакомление с нормативными требованиями и методикой измерения напряженностей электромагнитного и электростатического полей, плотности магнитного потока на рабочем месте пользователя ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ, а также с требованиями к помещениям для их эксплуатации.

### **Общие сведения**

#### **Основные термины**

Персональная электронно-вычислительная машина (ПЭВМ) – техническое средство, предназначенное для индивидуального использования в целях автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных и информационных задач, средство коммуникации с помощью телекоммуникационных сетей (компьютеры, ноутбуки, нетбуки и др.).

Электронно-вычислительная машина (ЭВМ) – комплекс технических средств, предназначенных для автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных и информационных задач.

Видеодисплейный терминал (ВДТ) – электронное устройство ввода-вывода информации, предназначенное для ее визуального отображения (в том числе планшеты, электронные книги и др.).

Периферийные устройства – принтеры, сканеры, клавиатура, модемы внешние, электрические компьютерные сетевые устройства, внешние устройства хранения информации, источники бесперебойного питания и др.

#### **Требования к помещениям для работы с ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ и режиму работы пользователей**

Требования к работе с ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ определены Санитарными нормами и правилами «Требования при работе с

видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 59 от 28.06.2013, Гигиеническим нормативом «Показатели безопасности и безвредности факторов производственной среды и трудового процесса при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами», утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 37 от 25.01.2021, Постановлением Совета Министров Республики Беларусь №360 от 03.04.2019 «О специфических санитарно-эпидемиологических требованиях к содержанию и эксплуатации объектов, являющихся источниками неионизирующего излучения».

В помещениях для эксплуатации ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ должно быть естественное и искусственное освещение. Естественное освещение на рабочих местах с ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ должно осуществляться через световые проемы, ориентированные преимущественно на север, северо-восток, восток, запад или северо-запад, обеспечивая КЕО не ниже 1,5 %. Искусственное освещение на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк.

Площадь одного рабочего места для пользователей ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ на базе плоских дискретных экранов (ЖК, плазменные и др.) должна составлять не менее 4,5 м<sup>2</sup>. При возведении и реконструкции зданий помещения для ПЭВМ, ЭВМ следует проектировать высотой не менее трех метров. Эти помещения должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением). Запрещается размещать рабочие места с ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ на расстоянии менее 10 м от силовых кабелей и высоковольтных трансформаторов.

В помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ является основной, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, которые представлены в табл. 7.1.



Таблица 7.1

Оптимальные параметры микроклимата для помещений  
с ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более, м/с
Холодный	Легкая – Ia	22-24	40-60	0,1
	Легкая – Ib	21-23	40-60	0,1
Теплый	Легкая – Ia	23-25	40-60	0,1
	Легкая – Ib	22-24	40-60	0,2

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ, должна проводиться ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы.

Уровни физических факторов (уровни звукового давления, уровни звука), создаваемые ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ и периферийными устройствами, не должны превышать ПДУ, представленные в табл. 7.2. Они устанавливаются в зависимости от следующих категорий выполняемых работ:

– категория I – выполнение основной работы на ВДТ, ЭВМ, ПЭВМ в диспетчерских, операторских, расчетных кабинетах и постах управления, залах вычислительной техники и др.;

– категория II – выполнение работы на ВДТ, ЭВМ, ПЭВМ в помещениях, где работают инженерно-технические работники, осуществляющие лабораторный, аналитический или измерительный контроль;

– категория III – выполнение работы в помещениях операторов ЭВМ (без дисплеев);

– категория IV – выполнение работы на ВДТ, ЭВМ, ПЭВМ в помещениях для размещения шумных агрегатов (алфавитно-цифровые печатающие устройства, копировально-множительная техника, многофункциональные устройства, принтеры и др.).

В производственных помещениях, в которых работа на ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ является вспомогательной, уровни шума на рабочих местах не должны превышать значений, установленных для видов трудовой деятельности, осуществляемых в этих помещениях в соответствии с

санитарными нормами и правилами, устанавливающими ПДУ шума на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий.

Таблица 7.2

Предельно допустимые уровни звука, эквивалентные уровни звука и уровни звукового давления в октавных полосах частот при работе с ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ и периферийными устройствами

Категория нормы шума	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
I	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
II	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
III	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
IV	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Расстояние между тылом одного видеомонитора и экраном другого должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов при расположении их в ряд – не менее 1,2 м.

Экран монитора должен находиться на расстоянии 60-70 см от глаз пользователя.

Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным, должны регулироваться высота и угол наклона сиденья и спинки.

Лица, работающие с ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ более 50 % рабочего времени, должны проходить обязательные медицинские осмотры.

Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ должен определяться видом трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности делятся на три группы:

- группа А – работа по считыванию информации с экрана ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ с предварительным запросом;
- группа Б – работа по вводу информации;
- группа В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ, ЭВМ.

Время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности рабочего дня (смены) и вида трудовой деятельности устанавливается согласно табл. 7.3.

Таблица 7.3

Время регламентированных перерывов при работе с ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ

Уровень нагрузки за рабочий день			Суммарное время регламентированных перерывов, мин	
Группа А, суммарное число считываемых знаков за рабочий день (смену)	Группа Б, суммарное число считываемых или вводимых знаков за рабочий день (смену)	Группа В, суммарное время непосредственной работы с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ за рабочий день (смену), ч	При 8-часовом рабочем дне	При 12-часовом рабочем дне
До 20 000	До 15 000	До 2,0	30	70
До 40 000	До 30 000	До 4,0	50	90
До 60 000	До 40 000	До 6,0	70	120

Продолжительность непрерывной работы с ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ без перерыва не должна превышать двух часов.

При работе с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ в ночную смену (с 22.00 до 6.00 часов) независимо от вида трудовой деятельности суммарная продолжительность регламентированных перерывов должна увеличиваться на 60 мин.

### **Нормирование электромагнитных и электростатических полей**

При нормировании электромагнитных полей нормируемыми величинами являются как параметры электрической составляющей, так и магнитной составляющей электромагнитного поля (ЭМП).

В диапазоне частот 30 кГц–300 МГц нормируемыми параметрами являются:

- напряженность электрической составляющей ЭМП ( $E$ , В/м);
- напряженность магнитной составляющей ЭМП ( $H$ , А/м);
- энергетическая экспозиция электрической составляющей ЭМП:

$$\mathcal{E}E = E^2 T, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}; \quad (7.1)$$

– энергетическая экспозиция магнитной составляющей ЭМП:

$$\text{ЭЭ}_H = H^2 T, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}, \quad (7.2)$$

где  $T$  – время воздействия ЭМП, ч.

В диапазоне частот 300 МГц–300 ГГц нормируются:

- плотность потока энергии (ППЭ, Вт/м<sup>2</sup>);
- энергетическая экспозиция плотности потока энергии:

$$\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ} \cdot T, \text{ Вт} \cdot \text{ч/м}^2. \quad (7.3)$$

Плотность потока энергии показывает, какое количество энергии протекает сквозь площадку в 1 м<sup>2</sup>, расположенную перпендикулярно распространению волн, за 1 с.

При нормировании электростатического поля нормируемым параметром является напряженность электростатического поля.

Нормируемыми параметрами при нормировании ЭМП у видеомонитора являются напряженность электрической составляющей ЭМП ( $E$ , В/м) и плотность магнитного потока ( $B$ , нТл) для двух частотных диапазонов: 5 Гц–2 кГц и 2–400 кГц, а у клавиатуры, системного блока и манипулятора «мышь» еще и плотность потока энергии.

Допустимые уровни этих параметров представлены в табл. 7.4 и 7.5.

Таблица 7.4

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей  
от экранов ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ

Наименование параметра	Предельно допустимые уровни
Напряженность электрического поля в диапазоне частот: 5 Гц–2 кГц	25 В/м
2–400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока магнитного поля в диапазоне частот: 5 Гц–2 кГц	250 нТл
2–400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля	15 кВ/м

Таблица 7.5

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей при работе с периферийными устройствами

Диапазоны частот	0,3–300 кГц	0,3–3 МГц	3–30 МГц	30–300 МГц	0,3–300 ГГц
ПДУ	25 В/м	15 В/м	10 В/м	3 В/м	10 мкВт/см <sup>2</sup>

### **Требования к инструментальному контролю и гигиенической оценке уровней электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ**

Инструментальный контроль электромагнитной обстановки, создаваемой ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ, осуществляется:

- при комплексной гигиенической оценке условий труда работников;
- при вводе ПЭВМ, ЭВМ, ВДТ в эксплуатацию, а также организации новых рабочих мест;
- проведении производственного контроля;
- после проведения организационно-технических мероприятий, направленных на нормализацию электромагнитной обстановки.

Измерения проводятся не ранее чем через 20 минут после включения питания.

Измерения параметров ЭМП и напряженности электростатического поля проводятся для видеомониторов:

- в первой точке, расположенной по нормали к центру экрана, на расстоянии 0,5 м от экрана дисплея;
- во второй точке, расположенной по нормали к центру левой боковой поверхности дисплея, на расстоянии 0,5 м;
- в третьей точке, расположенной по нормали к центру правой боковой поверхности дисплея, на расстоянии 0,5 м;
- в четвертой точке, расположенной по нормали к центру тыльной поверхности дисплея, на расстоянии 0,5 м.

Для дисплеев портативных компьютеров:

- в первой точке, расположенной по нормали к центру экрана, на расстоянии 0,4 м от центра клавиатуры;
- во второй точке, расположенной по нормали к центру левой боковой поверхности дисплея, на расстоянии 0,5 м;
- в третьей точке, расположенной по нормали к центру правой боковой поверхности дисплея, на расстоянии 0,5 м;
- в четвертой точке, расположенной по нормали к центру тыльной поверхности дисплея, на расстоянии 0,5 м.

Для периферийного оборудования, расположенного на расстоянии менее 0,1 м до пользователя, измерения уровней ЭМП и ЭСП проводятся на расстоянии 0,05 м от корпуса такого оборудования; при размещении на расстоянии 0,1 м и более – на расстоянии 0,5 м от корпуса.

В каждой точке необходимо проводить не менее трех измерений. Для гигиенической оценки выбираются максимальные показатели из измеренных.

## Экспериментальная часть

### *Измерение параметров электромагнитного поля*

В лабораторной работе для измерений параметров ЭМП используется измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ-метр-АТ-002 (рис.7.1). Этим прибором измеряются напряженность электрической составляющей ЭМП (Е, В/м) и плотность магнитного потока магнитной составляющей ЭМП, (В, нТл).



Рис. 7.1. Внешний вид измерителя электрического и магнитного полей  
ВЕ-метр-АТ-002

Общий диапазон частот, в котором измеряются напряженность электрической составляющей ЭМП и плотность магнитного потока, – 5 Гц-400 кГц.

Питание прибора осуществляется от аккумуляторной батареи. При падении напряжения ниже критического уровня на дисплее в левом нижнем углу индикатора результатов высвечивается символ «Р».

### *Порядок работы с прибором ВЕ-метр-АТ-002*

Нажатием на кнопку «Питание» включить измеритель, дождаться результатов самотестирования.

Установить режим непрерывного измерения значений напряженности электрической составляющей ЭМП и плотности магнитного потока (режим «НЕПРЕРЫВНО») кнопкой «ВЫБОР». Кнопкой «ВВОД» включить режим измерений.

Во время измерений следует закрепить прибор на электроизолирующей штанге и держать его только с ее помощью.

Результаты измерений параметров электрической составляющей ЭМП выдаются в вольтах на метр (В/м), результаты измерений параметров магнитной составляющей в диапазоне 1 – в микротеслах (мкТл), в диапазоне 2 – в нанотеслах (нТл).

Далее измеритель следует разместить передней торцовой частью в точке измерения и считать показания индикатора. Перемещая измеритель в различные точки, определяют величину значений напряженности электрической составляющей ЭМП и плотности магнитного потока в этих точках. Результат измерения относится к точке, в которой находится геометрический центр передней торцовой панели прибора.

После окончания измерений записать результаты в протокол измерений (табл. 7.6) и, нажав на кнопку «ПИТАНИЕ», выключить прибор. Затем необходимо сделать выводы о соответствии измеренных значений  $E$  и  $B$  предельно допустимым уровням (см. табл. 7.4).

Таблица 7.6

Результаты измерений напряженности электрической составляющей ЭМП ( $E$ , В/м) и плотности магнитного потока ( $B$ , нТл)

№ п/п	Место замера	Напряженность ЭМП электрической составляющей $E$ , В/м				Плотность магнитного потока $B$ , нТл			
		Диапазон частот 5 Гц–2 кГц		Диапазон частот 2–400 кГц		Диапазон частот 5 Гц–2 кГц		Диапазон частот 2–400 кГц	
		Факт. знач.	ПДУ	Факт. знач.	ПДУ	Факт. знач.	ПДУ	Факт. знач.	ПДУ
1	Экран монитора								
2	Правая поверхность монитора								
3	Левая поверхность монитора								
4	Тыльная поверхность монитора								

## *Измерение параметров электростатического поля*

Для измерения напряженности электростатического поля используется измеритель напряженности электростатического поля СТ-01 (рис.7.2.). Диапазон измерений напряженности электростатического поля – 0,3-180 кВ/м.

Измеритель представляет собой портативный прибор с автономным питанием. Он состоит из преобразователя напряженности электрического поля, блока управления и индикации, сетевого блока питания.



Рис. 7.2. Внешний вид измерителя напряженности электростатического поля СТ-01

Основным элементом блока преобразования является модулятор, представляющий собой металлическую пластинку (лепесток модулятора), закрепленную на оси вращения микроэлектродвигателя.

При вращении лепестка модулятора в однородном электростатическом поле потенциал лепестка модулятора относительно земли изменяется по синусоидальному закону с частотой, равной частоте вращения лепестка, а амплитуда этого переменного потенциала пропорциональна проекции напряженности электрического поля на плоскость вращения.

### *Порядок работы с прибором СТ-01*

Включить питание измерителя переключателем «ПИТАНИЕ». При этом на мониторе появится надпись «READY», сопровождаемая кратковременным звуковым сигналом.

Для выбора режима работы необходимо нажать одну из кнопок 1–9 на лицевой панели. Остановка соответствующего режима осуществляется при вторичном нажатии данной кнопки.



Контроль напряжения на аккумуляторной батарее осуществляется после нажатия кнопки 4. Рабочее напряжение должно находиться в пределах  $8,0 \pm 1,5$  В.

Контроль работы цифрового преобразователя осуществляется после нажатия кнопки 3. На мониторе выводятся показания тест-кода ( $28\ 000 \pm 500$ ).

Результаты измерений напряженности электростатического поля выдаются на мониторе в киловольтах на метр (кВ/м).

Для измерения напряженности электростатического поля необходимо нажать кнопку 1, после чего появляется надпись Mode 1, и начинается измерение напряженности электростатического поля. После вторичного нажатия кнопки 1 измерения прекращаются, и на мониторе появляется надпись, показанная на рис. 7.3.

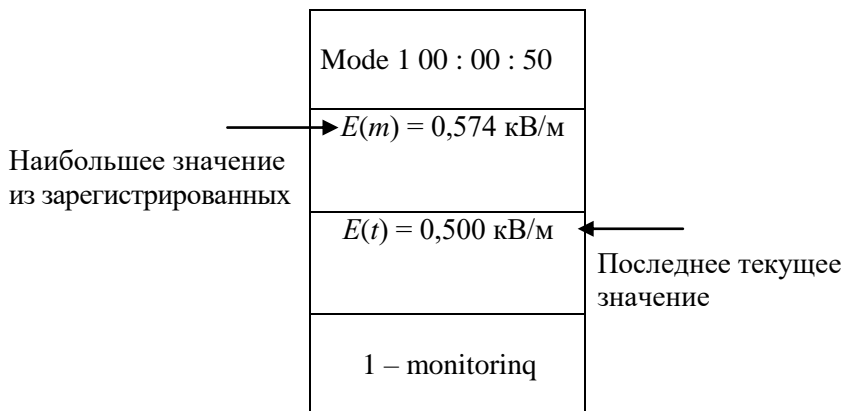


Рис. 7.3. Изображение экрана прибора СТ-01

После проведения измерения напряженности электростатического поля ( $E(m)$ , кВ/м) полученные значения в заданных точках необходимо занести в табл. 7.7. Затем сделать выводы о соответствии фактических значений  $E(m)$  предельно допустимому уровню (см. табл. 7.4, 7.5).

Таблица 7.7

Результаты измерений напряженности  
электростатического поля

№ п/п	Место замера	Напряженность электростатического поля $E(m)$ , кВ/м	
		Факт. знач.	ПДУ
1	Экран монитора		
2	Правая поверхность монитора		
3	Левая поверхность монитора		
4	Тыльная поверхность монитора		
5	Клавиатура		
6	Системный блок		
7	Манипулятор «мышь»		

## Лабораторная работа № 8

### СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

*Цель работы:* ознакомление с характеристиками огнетушащих веществ и средствами пожаротушения.

#### Общие сведения

#### Методы тушения загораний

Применяемые средства и методы пожаротушения должны максимально ограничивать размеры пожара и обеспечивать его тушение. К основным методам тушения загораний относятся:

- охлаждение поверхности горения;
- изоляция горючего вещества от зоны горения;
- понижение концентрации кислорода в зоне горения;
- замедление или полное прекращение реакции горения химическим путем (ингибирование);
- подавление горения взрывом.

#### Огнетушащие вещества

Наиболее эффективными огнетушащими веществами, используемыми в настоящее время, являются:

- вода, вода с добавками;
- водяной пар;
- пена;
- негорючие и инертные газы;
- порошковые составы.

Существующие огнетушащие вещества, как правило, комбинированно воздействуют на процесс горения. Однако каждому веществу присуще какое-то одно преобладающее свойство.

Выбор огнетушащего вещества зависит от класса пожара. Согласно ГОСТ 27331 «Пожарная техника. Классификация пожаров» все пожары делятся на пять классов – А, В, С, D, Е (табл. 8.1).

Таблица 8.1

## Классификация пожаров и выбор огнетушащих веществ

Класс пожара	Характеристика горючей среды или объекта	Огнетушащие вещества
А	Твердые горючие материалы (древесина, уголь, бумага, резина, текстиль)	Все виды огнетушащих веществ (прежде всего вода)
В	Горючие жидкости и плавящиеся при нагревании материалы	Тонкораспылённая вода с добавками фторированного ПАВ, CO <sub>2</sub> , все виды пен, порошки
С	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составы: инертные разбавители (CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> ), галоидоуглеводороды, порошки, вода (для охлаждения)
Д	Легкие и щелочные металлы (алюминий, магний, калий, натрий и др.)	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
Е	Электроустановки, находящиеся под напряжением	Галоидоуглеводороды, углекислый газ, порошки

**Вода**

Вода является наиболее дешевым и распространенным огнетушащим веществом. Тушение происходит за счет действия следующих факторов:

- вода охлаждает горящую поверхность (зону горения);
- образующийся водяной пар снижает концентрацию горючих газов и кислорода вокруг горящего вещества, изолирует горящее вещество от зоны горения (из 1 л воды образуется 1725 л пара).

Как средство пожаротушения вода применяется:

- в виде компактных струй;
- в виде распыленных струй;
- в смеси со смачивателями;
- в виде водяных эмульсий и др.

В виде компактных и распыленных струй вода используется для тушения большинства твердых горючих веществ и материалов, тяжелых нефтепродуктов, создания водяных завес и охлаждения объектов вблизи очага пожара.

Вода используется для тушения загораний электроустановок и кабельных линий напряжением до 110 кВ. Однако следует соблюдать следующие меры безопасности:

- тушение могут производить ствольщики из числа специально обученного персонала, имеющие квалификационную группу по электробезопасности (не ниже III);

- тушение может осуществляться только в открытых для обзора ствольщика местах;

- ствол должен быть заземлен при помощи гибких медных проводов с суммарным сечением не менее  $16 \text{ мм}^2$  (при напряжении более 1 кВ – сечение не менее  $25 \text{ мм}^2$ );

- ствольщик должен работать в электроизолирующих ботах и электроизолирующих перчатках;

- вода должна иметь удельное электрическое сопротивление не менее  $10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ;

- должны быть соблюдены необходимые расстояния до защищаемого объекта.

### ***Водяной пар***

Применение парового пожаротушения основано на действии следующих факторов:

- пар вытесняет кислород из объема помещения;

- уменьшает концентрацию кислорода в зоне горения. Обычно при концентрации кислорода менее 15 % горение невозможно;

- охлаждает зону горения;

- пламя отрывается от поверхности горящих материалов.

Огнегасительная эффективность пара невелика, поэтому рекомендуется его применять для тушения загораний в помещениях объемом до  $500 \text{ м}^3$  и небольших загораний на открытых установках. Для обеспечения эффективного тушения паром его количество должно составлять не менее 35 % объема помещения.

### ***Пена***

Пена представляет собой массу пузырьков газа (углекислый газ, воздух), заключенных в тонкие оболочки жидкости. Тушение происходит за счет действия следующих факторов:

- пена растекает по поверхности горящего вещества, изолирует его от пламени;
- ограничивает доступ кислорода в зону горения;
- охлаждает зону горения.

**Воздушно-механическая пена** – это смесь воздуха, воды и пенообразующих веществ.

Различают пены низкой (до 10), средней (от 10 до 200) и высокой (свыше 200) кратности.

Кратность – это отношение объема пены к объему исходного раствора.

Выпускается более 10 наименований порошков (пенообразователей), которые используются для пен различной кратности. Эффективными огнегасящими свойствами обладает высократная воздушно-механическая пена, полученная в пеногенераторах.

Схема получения воздушно-механической пены в пеногенераторе приведена на рис. 7.1.

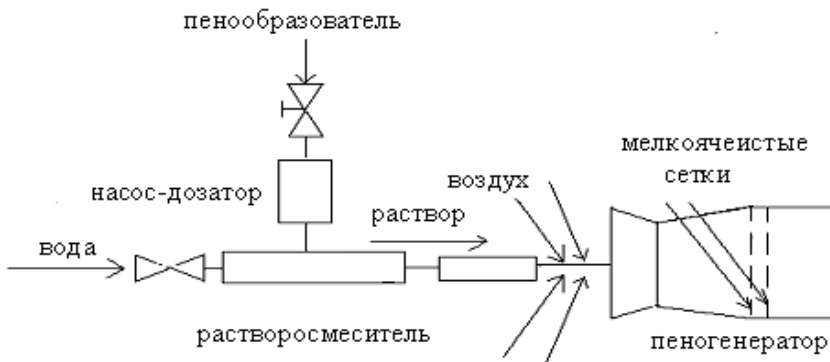


Рис. 8.1. Схема получения воздушно-механической пены

### ***Порошковые составы***

Огнетушащие порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли с различными добавками. Они обладают

хорошей огнетушащей способностью и универсальностью применения.

Порошковые составы неэлектропроводны, что дает возможность использовать их при тушении пожаров на электрооборудовании, находящемся под напряжением. Порошковые составы практически нетоксичны, не оказывают вредных воздействий на материалы.

Огнетушащие и эксплуатационные свойства порошков определяются их химическим составом.

При тушении пожаров порошковыми составами действуют следующие факторы:

- разбавление горючей среды газообразными продуктами разложения порошка или непосредственно порошковым облаком;
- охлаждение зоны горения в результате затрат тепла на нагрев частиц порошка;
- изоляция очага горения от кислорода воздуха (огнепреграждение);
- прекращение процесса горения химическим путем (ингибирование).

### ***Негорючие и инертные газы***

Негорючие и инертные газы (углекислый газ, азот, аргон, гелий) действуют следующим образом:

- понижают концентрацию кислорода в очаге горения;
- тормозят интенсивность горения;
- понижают температуру в зоне горения.

Углекислый газ применяют для быстрого тушения небольших очагов пожара, а также из-за его неэлектропроводности – для тушения электроустановок. Тушение происходит за счет действия следующих факторов:

- углекислый газ понижает температуру в зоне горения;
- уменьшает концентрацию кислорода в зоне горения.

Инертные газы обычно применяют в небольших по объему помещениях.

Содержание инертных газов для тушения загораний в закрытом помещении должно составлять 31–36 % объема помещения. Их целесообразно использовать в тех случаях, когда применение воды может вызвать взрыв или повреждение аппаратуры и т. п.

## Первичные средства пожаротушения

Первичные средства пожаротушения – это средства, которые используются в начальной стадии загорания. Они предназначены для ликвидации начинающихся очагов пожара силами персонала, обнаружившего загорание. Они просты в обращении, для приведения их в действие не требуется сложных операций, располагаются в открытых и доступных местах и должны постоянно находиться в готовности.

К первичным средствам пожаротушения относятся: огнетушители, немеханизированный ручной пожарный инструмент (совковые и штыковые лопаты, ведра, ломы, пожарные багры и крюки, инструмент для резки проводов, а также другой инвентарь, пригодный для тушения пожара на начальной стадии), емкости с запасом воды, ящики с песком, полотнища противопожарные. Оснащение объектов первичными средствами пожаротушения осуществляется в соответствии с нормами, определяемыми Министерством по чрезвычайным ситуациям, в зависимости от их огнетушащей способности, а также площади защищаемых помещений, открытых площадок и установок. В табл. П7 Приложения приведены нормы оснащения огнетушителями.

Для тушения пожаров на их начальной стадии используются противопожарные внутренние краны (ПК). Они подключаются к обычной или противопожарной водопроводной коммуникации.

Пожарный кран (рис. 8.2) включает в себя следующие элементы:

- запорная арматура, состоящая из клапана с регулятором;
- рукав пожарный;
- крепежный элемент;
- ствол пожарный;
- шкаф пожарный.





Рис.8.2. Пожарный кран

Песок – простейшее и доступное средство пожаротушения. Он применяется для тушения разлитой по полу или на земле горячей жидкости, электрооборудования, деревянных предметов, автомобилей и т. п.

Полотнище противопожарное изготавливается из термостойкой ткани, предназначено для прекращения дальнейшего распространения пожара, создания условий для его успешной ликвидации имеющимися силами и средствами, а также для тушения горячей одежды на пострадавшем, защиты горючих конструкций и оборудования при проведении огневых работ. Оно эффективно изолирует очаг загорания от кислорода воздуха. Применение полотнища весьма эффективно, однако оно может использоваться лишь при небольшом очаге горения (из-за малого размера ткани). Вместо полотнища можно использовать шерстяные или суконные одеяла и т.п. Горящий объект следует быстро накрыть полотнищем для изоляции его от доступа кислорода.

Огнетушители являются самым распространенным видом первичных средств пожаротушения. В настоящее время в

Республике Беларусь разрешены к использованию следующие основные типы огнетушителей:

- углекислотные (ОУ);
- воздушно-пенные (ОВП);
- порошковые (ОП).

### ***Огнетушители углекислотные (ОУ)***

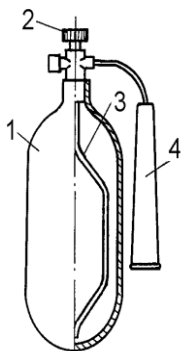
Огнетушители углекислотные (ОУ) получили наибольшее распространение из-за их универсальности, компактности и эффективности тушения. Они предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, а также электроустановок, кабелей и проводов, находящихся под напряжением до 10 кВ.

Углекислотные огнетушители бывают ручные, стационарные и передвижные. Широко применяются ручные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, ОУ-10.

Принцип действия углекислотных огнетушителей основан на свойстве углекислоты изменять свое агрегатное состояние.

В огнетушителе типа ОУ находится углекислота – углекислый газ в жидком состоянии. Конструкция огнетушителя ОУ показана на рис. 8.3. Для приведения огнетушителя в действие необходимо: сорвать пломбу, выдернуть чеку; направить раструб на очаг пожара; в запорно-пусковом устройстве нажимного типа нажать на рычаг, в устройстве вентильного типа повернуть маховичок против часовой стрелки до отказа, а в устройстве рычажного типа (применяется в передвижных огнетушителях) повернуть рычаг до отказа на 180°.

При открывании запорно-пускового устройства углекислота по сифонной трубке выходит наружу через раструб. При выходе углекислоты из раструба происходит увеличение ее объема в 400-500 раз, поглощается большое количество тепла и осуществляется ее переход в снегообразное состояние (твердая фаза). Углекислота превращается в «снег» при температуре минус 72 °С.



1 – стальной баллон; 2 – вентиль;  
3 – сифонная трубка; 4 – раструб

*а) вентильного типа*



*б) нажимного типа*

Рис. 8.3. Огнетушитель углекислотный

Эту снегообразную массу и применяют для локального тушения загораний. Тушение при этом происходит за счет действия двух факторов:

- углекислый газ уменьшает концентрацию кислорода в зоне горения;
- полученная снегообразная масса снижает температуру в очаге горения.

Используя огнетушители ОУ, необходимо иметь в виду, что углекислый газ в больших концентрациях к объему помещения (более 10 %) может вызвать отравление персонала, поэтому после применения углекислотных огнетушителей небольшие помещения следует проветрить.

### ***Огнетушители воздушно-пенные (ОВП)***

Воздушно-пенные огнетушители предназначены для тушения пожаров и загораний твердых веществ и горючих жидкостей. Этими огнетушителями запрещается тушить электроустановки, находящиеся под напряжением, а также щелочные металлы.

Они выпускаются трех типов: переносные (ОВП-10), передвижные (ОВП-100) и стационарные (ОВП-250).

В качестве огнетушащего средства в ОВП применяют водный раствор пенообразователя. Огнетушители выпускаются как закачного типа, так и с баллоном высокого давления для сжатого газа.

Баллон располагается внутри корпуса огнетушителя. Конструкция огнетушителя ОВП показана на рис. 8.4.

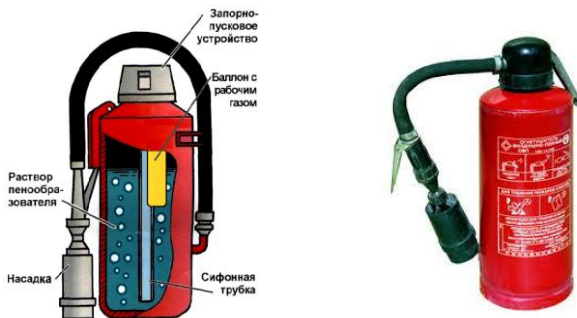


Рис. 8.4 Огнетушитель воздушно-пенный

Для приведения его в действие нажимают на пусковой рычаг запорно-пускового устройства, происходит прокалывание мембраны газового баллона. Рабочий газ выходит, создавая в корпусе огнетушителя давление. Под давлением газа раствор пенообразователя поступает по сифонной трубке в насадку, где распыляется, смешивается с воздухом и образует воздушно-механическую пену средней кратности. В рабочем положении огнетушитель следует держать вертикально.

### ***Огнетушители порошковые (ОП)***

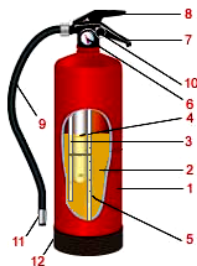
Порошковые огнетушители предназначены для тушения возгорания твердых, жидких и газообразных веществ (в зависимости от марки используемого огнетушащего порошка), а также электроустановок, находящихся под напряжением до 1 кВ.

Огнетушители выпускаются двух типов: закачного и газогенераторного. В первом порошок уже находится под необходимым для немедленного использования давлением инертного газа, как правило, азота; во втором газ находится в баллоне, открытие которого в считанные секунды приводит огнетушитель в работоспособное состояние.

В качестве огнетушащего вещества в огнетушителях используют порошковые составы, представляющие собой мелкодисперсную смесь карбонатов, фосфатов, неорганических солей, высокодисперсного

диоксида кремния и добавок для текучести нерастворимых в воде минералов и их смесей.

Конструкция огнетушителя ОП показана на рис. 8.5.



1 – корпус; 2 – порошок; 3 – сифонная трубка; 4 – баллон с газом, вытесняющим порошок; 5 – газовая трубка с аэратором; 6 – манометр; 7 – ручка для переноски; 8 – рычаг запорно-пускового устройства; 9 – шланг; 10 – предохранительная чека; 11 – насадка; 12 – аэроднище

Рис. 8.5. Огнетушитель порошоквый ОП-10

При нажатии на рычаг запорно-пускового устройства игольчатый шток прокалывает мембрану баллона с рабочим газом. Рабочий газ (углекислота, воздух, азот и т.п.), выходя из баллона через дозирующее отверстие в нишпеле, по газовой трубке с аэратором поступает к аэроднищу. В центре газовой трубки (по высоте) имеется ряд отверстий, через которые выходит часть рабочего газа и производит рыхление порошка. Газ, проходя через слой порошка, взрыхляет его, порошок под действием давления рабочего газа выдавливается по сифонной трубке и через насадку выбрасывается на очаг загорания. В рабочем положении огнетушитель следует держать строго вертикально.

## **Автоматические установки пожаротушения**

### ***Спринклерные и дренчерные установки***

Среди установок водяного тушения широко распространено спринклерное и дренчерное оборудование.

В зависимости от температуры воздуха в помещении применяются следующие виды спринклерных установок пожаротушения:

- заполненные – для помещений с температурой воздуха не ниже 5 °С;
- воздушные – для помещений с температурой воздуха ниже 5 °С.

Спринклерные оросители монтируются под потолком пожароопасного помещения (из условия орошения одним спринклером от 9 до 12 м<sup>2</sup> площади пола). Вода подается в сеть разветвленных трубопроводов, на которой размещены спринклерные оросители. В нормальном режиме в трубопроводах вода находится под давлением и удерживается спринклером (рис. 8.6 а, б), выходное отверстие которого закрыто специальным тепловым замком из легкоплавкого металла или термочувствительной колбой, рассчитанными на температуру 57, 68, 72, 74, 79, 93, 101, 138, 141, 182, 204, 260 и даже 343 °С.

Спринклерные оросители отличаются позиционным расположением при монтаже и формой розетки: СВВ – выпуклый для распределения водяного потока, направленного вверх; СВН – плоский или вогнутый, направленный вниз.

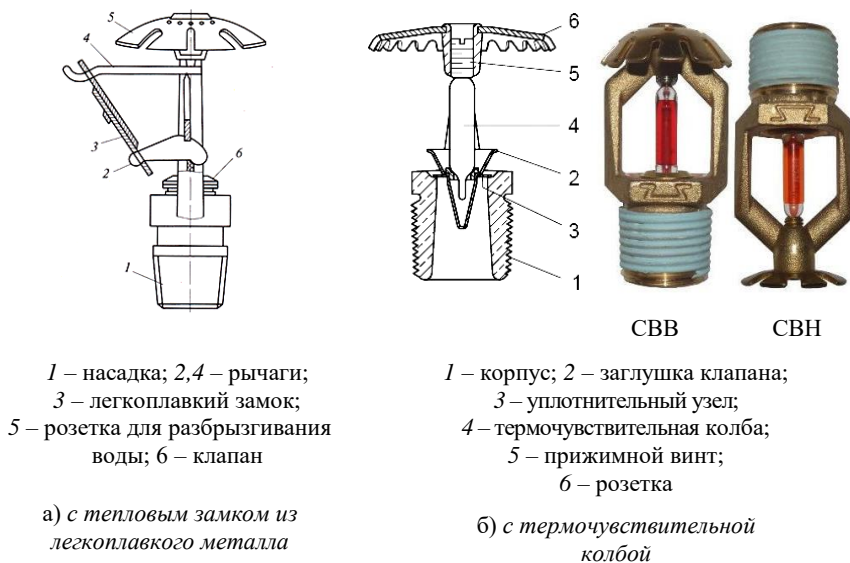


Рис. 8.6. Спринклерные оросители

При возникновении загорания и повышении температуры в помещении до определенной величины, замок спринклера плавится или ломается колба, и вода, имея свободный проход из трубопровода, разбрызгивается на защищаемую зону. По мере продвижения высокой температуры по помещению спринклеры

открываются поочередно, и происходит орошение помещения водой.

Как только при пожаре вскрылся хотя бы один спринклер, контрольно-сигнальная система подает световой или звуковой сигнал о пожаре. Спринклерная система совмещает в себе функции системы подачи сигнала и тушения загорания.

При защите неотопливаемых помещений применяют спринклерную установку воздушного типа, в которой трубопроводы заполнены не водой, а сжатым воздухом. При вскрытии головок в воздушной системе выходит вначале воздух и только после этого она начинает заполняться водой.

Как указывалось выше, в спринклерных установках вскрывается только такое количество оросителей, которое оказалось в зоне высокой температуры пожара. При этом спринклерные оросители обладают сравнительно большой инерционностью: они вскрываются через 2-3 минуты с момента повышения температуры в помещении. В пожароопасных помещениях такая инерционность не всегда приемлема.

Для защиты пожаро- и взрывоопасных объектов необходимо использовать дренчерные установки, которые подают воду сразу по всей площади помещения или его части. В этих установках на трубопровод, который монтируется под перекрытиями, устанавливаются дренчеры, имеющие вид спринклеров, но без замков, с открытыми выходными отверстиями для воды. В нормальных условиях подача воды в дренчерную систему трубопроводов закрыта клапаном группового действия (дренчеры группового действия).

Пуск воды в дренчерную систему осуществляется после срабатывания какого-либо датчика, реагирующего на повышение температуры, либо ручным включением. Вода поступает в трубопроводную сеть, находящуюся под потолком помещения, и имеет свободный выход через оросители дренчеров (рис.8.7).

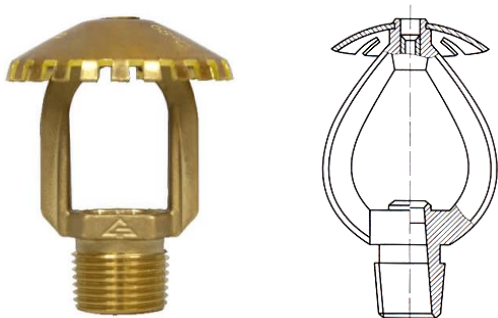


Рис. 8.7. Дренчерный ороситель

В отличие от спринклерной системы пожаротушения дренчерные оросители работают все одновременно независимо от распределения высокой температуры по помещению.



## **ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ**

### *Цель работы:*

- научиться быстро и квалифицированно оказывать первую помощь человеку при поражении электрическим током;
- приобрести практические навыки в оценке состояния пострадавшего и выведении человека из состояния клинической смерти методом искусственного дыхания и наружного массажа сердца с использованием манекена-тренажера.

### **Общие сведения**

**Первая помощь при поражениях электрическим током состоит из двух этапов: освобождение пострадавшего от действия тока и оказание ему первой доврачебной помощи.** При этом основными условиями успеха являются быстрота и правильность действий, что зависит от знания и умения, спокойствия и находчивости оказывающего помощь. Такие навыки вырабатываются специальной подготовкой.

Первую помощь следует оказывать немедленно и по возможности на месте происшествия. *Наилучший эффект достигается в тех случаях, когда с момента остановки сердца прошло менее четырех минут, промедление может привести к гибели пострадавшего.* При поражениях электрическим током смерть часто бывает клинической (мнимой), поэтому никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым, даже если у него отсутствует дыхание, сердцебиение, пульс. *Первую помощь следует оказывать пострадавшему всегда, а вынести заключение о его смерти имеет право только врач.*

При своевременном и правильном оказании первой помощи около 90% пораженных электрическим током с нарушением дыхания и кровообращения оживают. Однако, из-за промедлений и ошибочных действий, на практике только около одной трети пострадавших возвращают к жизни. Каждый работник предприятия должен уметь правильно оказывать первую помощь пострадавшим,

обучение которой наиболее эффективно с использованием манекенов-тренажеров.

### Освобождение пострадавшего от действия электрического тока

При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия тока, т.к. от продолжительности этого действия зависит тяжесть электротравмы. *При эксплуатации электроустановок снятие напряжения для освобождения пострадавшего должно быть произведено немедленно без предварительного разрешения.* Часть электрической установки, которой касается пострадавший, отключается с помощью выключателей, рубильника или другого отключающего аппарата (рис. 9.1). Напряжение также снимается путем снятия или вывертывания предохранителей (пробок), извлечения разъема штепсельного соединения.



Рис. 9.1. Освобождение пострадавшего от действия электрического тока путем отключения электроустановок

Если пострадавший находится на высоте, то следует принять меры, предупреждающие его падение при освобождении от электрического тока.

Следует предусмотреть меры по обеспечению освещения помещений без естественного света при отключении электроустановок с учетом взрыво- и пожароопасности помещений.

**Напряжение до 1 кВ.** При невозможности отключить электроустановку или привод напряжением до 1 кВ для освобождения пострадавшего следует воспользоваться сухим

канатом, палкой, доской или каким-либо другим предметом, не проводящим электрический ток (рис. 9.2).



Рис. 9.2. Освобождение пострадавшего от действия электрического тока в электроустановках до 1кВ отбрасыванием провода доской

Можно оттянуть пострадавшего от токоведущих частей, взявшись за его одежду, если она сухая и отстает от тела, например, за полы пиджака, пальто, за воротник. При этом необходимо избегать прикосновений к открытым участкам тела пострадавшего, обуви, которая может оказаться токопроводящей из-за загрязнений, наличия в ней гвоздей и т.п., а также к заземленным металлическим предметам (рис. 9.3). Действовать следует одной рукой.



Рис. 9.3. Освобождение пострадавшего от действия электрического тока в электроустановках до 1 кВ оттаскиванием за сухую одежду

Оказывающий помощь (особенно, если ему необходимо коснуться неприкрытого одеждой тела пострадавшего) для изоляции рук должен надеть электроизолирующие перчатки (рис. 9.4) или обмотать руку шарфом, натянуть на руку рукав пиджака или пальто, накинуть на пострадавшего резиновый коврик, прорезиненную материю (плащ) или просто сухую материю.



Рис. 9.4. Отделение пострадавшего от токоведущей части, находящейся под напряжением до 1 кВ

Можно во время оказания помощи изолировать себя, встав на резиновый коврик, сухую доску или другие предметы, не проводящие электрический ток.

Если пострадавший держится за оборванный электрический провод, касающийся земли, то следует прервать ток, отделив пострадавшего от земли (подсунуть под него сухую доску, либо оттянуть ноги пострадавшего от земли веревкой, либо оттащить за одежду), соблюдая при этом меры предосторожности как по отношению к самому себе, так и по отношению к пострадавшему.

Можно также перерубить провода топором с сухой деревянной рукояткой (рис. 9.5) или перекусить их инструментами с изолированными рукоятками. Перерубать или перекусывать провода необходимо пофазно, т.е. каждый провод в отдельности, при этом рекомендуется стоять на сухих досках, резиновом коврике, деревянной лестнице и т.п.



Рис. 9.5. Освобождение пострадавшего от действия электрического тока в электроустановках до 1 кВ перерубанием провода

**Напряжение выше 1 кВ.** Для отделения пострадавшего от токоведущих частей, находящихся под напряжением свыше 1 кВ, следует надеть электроизолирующие перчатки и боты и действовать штангой или изолирующими клещами, рассчитанными на соответствующее напряжение (рис. 9.6).



Рис. 9.6. Освобождение пострадавшего от действия электрического тока в электроустановках свыше 1кВ отбрасыванием провода изолирующей штангой

При этом надо помнить об опасности шагового напряжения, если токоведущая часть (провод и т.п.) лежит на земле. После освобождения от действия тока пострадавшего необходимо вынести из опасной зоны. Во избежание поражения шаговым напряжением передвигаться следует мелкими шажками (пятка шагающей ноги, не отрываясь от земли, приставляется к носку другой ноги) (рис.9.7).

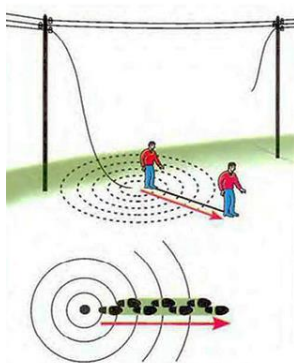


Рис. 9.7. Перемещение в зоне шагового напряжения

При отсутствии возможности быстро отключить линию электропередачи из пунктов питания производят (вызывают) автоматическое отключение созданием искусственного режима короткого замыкания путем наброса на провода гибкого неизолированного провода достаточного сечения, чтобы он не перегорел при прохождении через него тока короткого замыкания. Наименьшее сечение замыкающего провода (по меди) для линий до 1 кВ должно быть 16 мм<sup>2</sup>, для линий свыше 1 кВ – 25 мм<sup>2</sup>.

Перед набросом один конец провода заземляется путем присоединения к металлической опоре, заземляющему спуску и др., а на другой свободный конец провода для удобства заброса прикрепляется груз. Провод набрасывается так, чтобы он не коснулся людей. Если пострадавший касается одного провода, то часто достаточно заземлить только этот провод.

### **Оказание первой доврачебной помощи пострадавшему**

Первая доврачебная помощь оказывается немедленно после освобождения от действия электрического тока. *Во всех случаях поражения электрическим током, независимо от состояния пострадавшего, необходимо вызвать врача.*

Для определения состояния пострадавшего необходимо:

- уложить его на спину, окликнуть, потрясти за плечо;
- определить наличие дыхания визуально по подъему и опусканию грудной клетки. Если таким образом определить наличие дыхания не удалось, следует наклонить ухо ко рту пострадавшего и послушать, нет ли звука выходящего воздуха (может быть очень слабым), или, приблизив свою щеку к лицу пострадавшего, ощутить ею наличие слабого «дуновения» воздуха. Время на проверку дыхания – до 10 с. При отсутствии признаков дыхания первая доврачебная помощь оказывается методом искусственного дыхания «изо рта в рот» или «изо рта в нос»;

- проверить наличие пульса (кровообращения). Общее время на проверку состояния кровообращения – до 10 с. Пульс можно найти на артерии руки или на артерии шеи с правой и левой стороны адамова яблока. Прощупывать артерию следует кончиками (подушечками) сомкнутых второго – четвертого пальцев, осторожно продвигая их в глубину тканей и постепенно прижимая

по направлению к позвоночнику до появления ощущения артерии и толчков пульса;

– проверить состояние зрачков: необходимо положить кисть руки на лоб пострадавшему и одним пальцем поднять верхнее веко. При отсутствии кровообращения глазной зрачок расширен (0,5 см в диаметре и более);

– определить реакцию зрачка на свет: закрыть глаз ладонью, затем быстро снять ее. В норме зрачок на свету сужается.

При нарушении пульса (кровообращения) первая доврачебная помощь оказывается методом «непрямого массажа сердца».

Если пострадавший в сознании, с устойчивым дыханием и пульсом, но до этого был в обмороке, необходимо расстегнуть ему одежду, стесняющую дыхание, создать приток свежего воздуха, растереть и согреть тело и обеспечить полный покой, удалив лишних людей.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но с устойчивым дыханием и пульсом (кровообращением), его следует удобно уложить на подстилку, расстегнуть стесняющую одежду, обеспечить приток свежего воздуха, поднести к носу вату, смоченную нашатырным спиртом, и опрыскивать лицо холодной водой.

При возникновении у пострадавшего рвоты необходимо повернуть его голову и плечи набок для удаления рвотных масс.

Если пострадавший придет в сознание, то следует дать ему выпить 15-20 капель настойки валерьяны и горячего чая.

Пострадавшему нельзя позволять продолжать работу или двигаться, не следует его раздевать, т.к. это может привести к ухудшению состояния здоровья.

Если пострадавший дышит плохо, дыхание ухудшается, наблюдаются судорожные вдохи, находится в бессознательном состоянии, пульс слабый или отсутствует, нарушено кровообращение, то есть наблюдается фибрилляция сердца, клиническая смерть, необходимо приступить к немедленному оказанию первой помощи.

При фибрилляции сердце работает как бы вхолостую, прекращается выброс крови в сосуды, то есть происходит остановка кровообращения.

Клиническая смерть – это граничное состояние непосредственного перехода от гаснущей жизни к биологической

смерти. Возникает клиническая смерть непосредственно после остановки кровообращения. Она характеризуется прекращением внешних проявлений жизнедеятельности в коре головного мозга, однако при этом состоянии необратимые изменения еще не наступили.

Для диагностики клинической смерти достаточны следующие признаки:

- отсутствие сознания;
- отсутствие дыхания;
- отсутствие пульса на сонных (или бедренных) артериях;
- расширение зрачков;
- отсутствие реакции зрачков на свет.

Продолжительность состояния клинической смерти – 4-6 мин, в среднем 5 мин, а у детей – 3-4 мин. В течение этого времени человек еще жив и может быть возвращен к полноценной жизни.

По истечении периода клинической смерти наступает биологическая (или истинная) смерть, когда в первую очередь начинают погибать наиболее чувствительные к кислородному голоданию клетки коры головного мозга (нейроны), что является необратимым процессом. Достоверными признаками биологической смерти являются трупные пятна, окоченение, охлаждение тела до температуры окружающей среды.

Восстановить жизненные функции человека из состояния клинической смерти возможно путем искусственного дыхания и наружного массажа сердца. Чем раньше начать меры по оживлению, тем больше вероятность успеха.

### **Искусственное дыхание**

Искусственное дыхание проводится в тех случаях, когда пострадавший не дышит или дышит плохо (редко, судорожно, со всхлипыванием), а также если его дыхание постоянно ухудшается независимо от того, чем это вызвано: поражением электрическим током, отравлением, утоплением и т.д.

Искусственное дыхание осуществляется способами «изо рта в рот» и «изо рта в нос», позволяющими обеспечить поступление в легкие достаточного объема воздуха (за один вдох до 1000-1500 мл). Выдыхаемый человеком воздух физиологически пригоден



для дыхания пострадавшего. Вдувание воздуха производится через марлю, носовой платок, другую неплотную ткань или специальный «воздуховод».

Эти способы искусственного дыхания позволяют легко контролировать поступление воздуха в легкие пострадавшего по расширению грудной клетки после вдувания и спаданию ее в результате пассивного выдоха.

Для проведения искусственного дыхания пострадавшего следует уложить на спину, расстегнуть одежду, стесняющую дыхание, ремни и др.

Необходимо в первую очередь обеспечить проходимость верхних дыхательных путей, которые в положении на спине при бессознательном состоянии всегда закрыты запавшим языком, также в полости рта могут находиться рвотные массы, смещенные протезы и т.д., их необходимо удалить пальцем, обернутым платком или бинтом (рис. 9.8).



Рис. 9.8. Очищение рта и глотки

После этого оказывающий помощь располагается сбоку от головы пострадавшего, одну руку подсовывает ему под шею, а ладонью другой руки надавливает на его лоб, максимально запрокидывая голову (рис. 9.9). При этом корень языка поднимается и освобождает вход в гортань, а рот пострадавшего открывается.



Рис. 9.9. Положение головы пострадавшего при проведении искусственного дыхания

Оказывающий помощь наклоняется к лицу пострадавшего, делает глубокий вдох, полностью плотно охватывает губами открытый рот пострадавшего и делает энергичный выдох, с некоторым усилием вдувая воздух в его рот; одновременно он закрывает нос пострадавшего щекой или пальцами руки, находящейся на лбу (рис. 9.10). При этом нужно наблюдать за грудной клеткой пострадавшего.



Рис. 9.10. Проведение искусственного дыхания по способу «изо рта в рот»

После подъема грудной стенки нагнетание (вдувание) воздуха приостанавливают, оказывающий помощь поворачивает лицо в сторону, происходит пассивный выдох у пострадавшего.

Если у пострадавшего хорошо определяется пульс и необходимо проводить только искусственное дыхание, *интервал между искусственными вдохами должен составлять 5 с (12 дыхательных циклов в минуту)*. При эффективном искусственном дыхании, кроме расширения грудной клетки, может быть порозовение кожных и слизистых покровов, а также выход пострадавшего из бессознательного состояния и появление у него самостоятельного дыхания.

При проведении искусственного дыхания необходимо следить за тем, чтобы воздух не попал в желудок пострадавшего, о чем свидетельствует вздутие его живота. В таких случаях осторожно надавливают на живот между грудиной и пупком. При этом может возникнуть рвота, тогда следует повернуть голову и плечи пострадавшего набок, чтобы очистить его рот и глотку.

Если после вдувания воздуха грудная клетка не расправляется, необходимо выдвинуть нижнюю челюсть пострадавшего вперед. Для этого четырьмя пальцами обеих рук захватывают нижнюю челюсть сзади за углы и, опираясь большими пальцами в ее край

ниже углов рта, оттягивают и выдвигают челюсть вперед так, чтобы нижние зубы стояли впереди верхних (рис. 9.11).



Рис. 9.11. Выдвижение нижней челюсти двумя руками

Если челюсти пострадавшего плотно стиснуты и открыть рот не удастся, следует проводить искусственное дыхание «изо рта в нос»

В отдельных случаях, если отсутствует дыхание и прощупывается пульс, искусственное дыхание можно выполнять сидя или в вертикальном положении (в люльке, на опоре или на мачте). В этом случае как можно больше запрокидывают голову пострадавшего назад или выдвигают вперед нижнюю челюсть. Остальные приемы те же.

При появлении первых слабых вдохов следует приурочить проведение искусственного вдоха к моменту начала самостоятельного вдоха пострадавшего.

Искусственное дыхание прекращают после восстановления у пострадавшего достаточно глубокого и ритмичного самостоятельного дыхания.

### **Наружный (непрямой) массаж сердца**

У пострадавшего может наступить не только остановка дыхания, но и прекратиться кровообращение, которое необходимо возобновить искусственным путем. Комплекс мероприятий, представляющий собой сочетание искусственного дыхания с наружным массажем сердца, называется реанимацией, то есть оживлением. Признаком остановки сердечной деятельности (остановки сердца или его фибрилляции) является появление бледности или синюшности кожных покровов, потеря сознания, отсутствие пульса на сонных артериях, прекращение дыхания или судорожные неправильные вдохи. В этом случае необходимы

реанимационные мероприятия. Для этого пострадавшего немедленно необходимо уложить на ровное жесткое основание (никаких валиков под плечи и шею подкладывать нельзя) и при одновременном искусственном дыхании провести наружный (непрямой) массаж сердца, строго чередуя операции.

При наружном массаже сердца ритмично надавливают на грудь, то есть на переднюю стенку грудной клетки пострадавшего, от этого сердце сжимается между грудиной и позвоночником и выталкивает из своих полостей кровь, а после прекращения надавливания грудная клетка и сердце распрямляются, и сердце заполняется кровью, поступающей из вен.

Если помощь оказывает один человек, он располагается сбоку от пострадавшего и, наклонившись, делает два быстрых энергичных вдувания («изо рта в рот» или «изо рта в нос»), затем поднимается, кладет ладонь одной руки на нижнюю половину грудины (на два пальца от ее нижнего края) и приподнимает пальцы, а ладонь второй руки кладет поверх первой. При надавливании на грудину помогает наклоном своего корпуса, руки при этом должны быть выпрямлены в локтевых суставах (рис. 9.12 – 9.15).



Рис. 9.12. Положение оказывающего помощь при проведении наружного массажа сердца

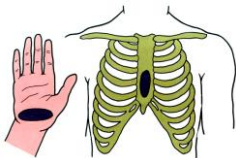


Рис. 9.13. Место надавливания на грудную клетку при проведении наружного массажа сердца



Рис. 9.14. Правильное положение рук при проведении наружного массажа сердца



Рис. 9.15. Проведение искусственного дыхания и наружного массажа сердца

Надавливание следует производить быстрыми толчками, таким образом, чтобы прогнуть грудину внутрь на 4-5 см с продолжительностью надавливания не более 0,5 с и интервалами между надавливаниями 0,5 с.

В паузах между надавливаниями руки с грудины не снимают, пальцы остаются прямыми, руки выпрямленными в локтевых суставах.

Если одновременно с наружным массажем сердца проводится искусственное дыхание, каждые два вдувания должны чередоваться с 30 надавливаниями на грудную клетку независимо от количества человек, оказывающих помощь. Также на практике широко применяется соотношение 30:2 (после 30 надавливаний два вдувания). Частота надавливаний в минуту 60-100.

Во время искусственного вдоха надавливание на грудину не производится. Для выполнения непрямого массажа сердца операции по реанимации необходимо строго чередовать.

При правильных действиях по реанимации кожные покровы розовеют, зрачки сужаются, самостоятельное дыхание восстанавливается. Пульс на сонных артериях во время массажа

должен хорошо прощупываться. После восстановления сердечной деятельности при хорошо определяемом собственном (без наружного массажа) пульсе массаж сердца немедленно прекращают, продолжая искусственное дыхание. Если самостоятельное дыхание пострадавшего слабое, стараются, чтобы естественный и искусственный вдохи совпадали. При восстановлении полноценного самостоятельного дыхания искусственное дыхание также прекращают.

## **Экспериментальная часть**

### **Сведения о манекене-тренажере**

Тренажер «Максим III-01» предназначен для обучения и отработки навыков первой доврачебной помощи. Реанимационные мероприятия включают:

- непрямой массаж сердца;
- искусственное дыхание.

Эти методы используются во многих неотложных состояниях человека (сердечных приступах, клинической смерти и т.п.), во время которых останавливается сердцебиение и прекращается дыхание. Проведенная реанимация позволяет спасти жизнь пострадавшему.

Тренажер позволяет выполнять следующие действия:

- определить состояние пострадавшего;
- выполнить непрямой массаж сердца;
- выполнить искусственное дыхание способами «изо рта в рот» и «изо рта в нос»;
- имитировать состояние пострадавшего (пульс, зрачки и т.д.).

Тренажер работает в следующих режимах:

- учебный режим используется для отработки отдельных элементов реанимации;
- режим реанимации одним спасателем;
- режим реанимации двумя спасателями.

Тренажер оснащен электронным пультом контроля и управления со световой индикацией и настенным демонстрационным табло. С помощью пульта контроля и управления выбирается режим работы, а также определяется:

- положение головы;

- состояние ремня на поясе;
- достаточность вдуваемого воздуха;
- достаточность усилия нажатия;
- наличие пульса;
- состояние зрачков;
- правильность положения рук спасателя при проведении непрямого массажа сердца;
- правильность проведения реанимации одним или двумя спасателями.

На табло изображен торс человека со световой индикацией, отображающей действия по реанимации пострадавшего.

### *Порядок действий*

1. Оценить состояние пострадавшего.
2. Обеспечить правильное положение головы тренажера (освободить дыхательные пути).
3. Выполнить искусственное дыхание методом «изо рта в рот» или «изо рта в нос».

При использовании метода «изо рта в рот»:

- спасатель должен положить кисть своей руки на лоб пострадавшего;
- подвести другую кисть под шею, охватить ее пальцами;
- запрокинуть голову пострадавшего, зафиксировать ее в правильном положении, движением первой кисти книзу, второй вверх запрокинуть голову назад (не прикладывая силу!). На пульте и табло включается ЗЕЛЕНЫЙ СИГНАЛ – «Правильное положение», при угле запрокидывания 15-20°;
- сделать глубокий вдох, прижать рот ко рту пострадавшего, обеспечить полную герметичность;
- большим и указательным пальцами зажать нос пострадавшего.

При использовании метода «изо рта в нос»: сделать глубокий вдох, охватить нос пострадавшего своим ртом так, чтобы не зажать носовые отверстия. Плотно прижать губы вокруг основания носа, обеспечить полную герметичность. Сделать сильный выдох воздуха в нос пострадавшему.

Количество выдохов в минуту – 12.

На пульте и табло при правильном выполнении действий кратковременно загорается ЗЕЛЕНЬЙ СИГНАЛ – «Нормальный объем воздуха».

#### 4. Выполнить непрямой массаж сердца.

Непрямой (закрытый, наружный) массаж сердца является наиболее простым и первоочередным реанимационным мероприятием экстренного искусственного поддержания кровообращения, независимо от причины и механизма клинической смерти. Если зрачки глаз тренажера будут расширены, пульс отсутствовать, «пострадавший» находится в состоянии клинической смерти. К закрытому массажу сердца необходимо приступить сразу, как только выявлена остановка кровообращения, без уточнения ее причин и механизмов. Для оказания помощи выполнить следующие действия:

- расстегнуть пояс манекена-тренажера (или другие элементы одежды, стесняющие дыхание). На пульте и табло включается ЗЕЛЕНЬЙ СИГНАЛ – «Пояс расстегнут»;

- проконтролировать наличие пульса на сонной артерии и состояние зрачков манекена-тренажера. Включить кнопку «Пульс» на пульте;

- подушечками пальцев определить пульсацию сонной артерии на передней поверхности шеи;

- оттянув верхнее веко, посмотреть состояние зрачка. Нормальное – зрачок сужен;

- расположить кисти рук на груди манекена-тренажера;

- выпрямить руки в локтевых суставах в положении «вертикально»;

- надавить на грудь, глубина продавливания 4-5 см, до 6 см (с учетом роста, массы тела). Частота толчков (сжатия грудины) допускается до 100 раз в минуту, то есть немного меньше двух толчков в секунду. Кисти рук располагаются под углом 90° пальцами вверх.

При правильном нажатии на грудь на пульте и табло кратковременно загорается ЗЕЛЕНЬЙ СИГНАЛ – «Положение рук».

**Внимание!** При недостаточном нажатии на грудь световых сигналов нет. При неправильном положении рук на груди или их смещении во время выполнения массажного нажатия на пульте и



табло мигает КРАСНЫЙ СИГНАЛ – «Положение рук» и включается звуковой сигнал. Если прикладывается чрезмерное усилие при нажатии на грудину, на пульте и табло мигают два КРАСНЫХ СИГНАЛА – «Перелом ребер» и включается звуковой сигнал.

Если функции «пострадавшего» восстановлены, на пульте и табло мигает ЗЕЛЕНЬЙ СИГНАЛ – «Наличие пульса». Выключить кнопку «Пульс», нажав кнопку «Сброс» на пульте.

5. При оказании помощи одновременно двумя методами режим реанимации может выполняться: в соотношении 30:2 в минуту (30 – непрямо́й массаж сердца, 2 – искусственное дыхание) или в соотношении 2:30 в минуту (2 – искусственное дыхание, 30 – непрямо́й массаж сердца).

*Примечание.* Нельзя выполнять искусственное дыхание одновременно с надавливаниями на грудину.

Порядок выполнения:

– расстегнуть пояс. На пульте и табло включается ЗЕЛЕНЬЙ СИГНАЛ – «Пояс расстегнут». Нажать кнопку на пульте и выбрать режим «30:2» или «2:30», мигает ЗЕЛЕНЬЙ СИГНАЛ над кнопкой, включается звуковой сигнал;

– выполнить в течение минуты реанимационные мероприятия по алгоритму: 30 массажных нажатий и два искусственных дыхания или два искусственных дыхания и 30 массажных нажатий.

Если действия выполнены правильно, в течение минуты манекен-тренажер «оживает», включается звуковой сигнал, зрачки сужаются, появляется пульс на сонной артерии. На пульте и табло мигает ЗЕЛЕНЬЙ СИГНАЛ – «Наличие пульса».

Если действия выполнены неправильно, на пульте и табло включается КРАСНЫЙ СИГНАЛ – «Сбой режима» и соответствующий месту ошибки световой сигнал.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П1

## Выписка из СН 2.04.03-2020

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение			Естественное Освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк			КЕО, %			
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наивысшей точности	До 0,15	I	а	Малый	Темный	5000 4500	500 500	– –	–	–	6,0	2,0
			б	Малый Средний	Средний Темный	4000 3500	400 400	1250 1000				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500 2000	300 200	750 600				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1500 1250	200 200	400 300				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30 включ.	II	а	Малый	Темный	4000 3500	400 400	– –	–	–	4,2	1,5
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 1500	200 200	500 400				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1000 750	200 200	300 200				
Высокой точности	Св. 0,30 до 0,50 включ.	III	а	Малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400	–	–	3,0	1,2
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750 600	200 200	300 200				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	400	200	200				

Продолжение табл. П1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0 включ.	IV	а	Малый	Темный	750	200	300	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	–	–	200				
Малой точности	Свыше 1,0 до 5,0 включ.	V	а	Малый	Темный	400	200	300	3	1	1,8	0,6
			б	Малый Средний	Средний Темный	–	–	200				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	–	–	200				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	–	–	200				
Грубая (очень малой точности)	Более 5,0	VI	–	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		–	–	200	3	1	1,8	0,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	–	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	–	–	200	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса:	–	VIII		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном							
постоянное			а		–	–	200	3	1	1,8	0,6
периодическое при постоянном пребывании людей в помещении			б		–	–	75	1	0,3	0,7	0,2
периодическое при периодическом пребывании людей в помещении			в		–	–	50	0,7	0,2	0,5	0,2
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г		–		20	0,3	0,1	0,2	0,1

**Примечание.**

1. Для зрительной работы подразряда от Ia до IIIв может приниматься один из наборов нормируемых показателей, приведенных для данного подразряда в графах 7–9.

2. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего.

3. При использовании ламп накаливания освещенность следует снижать по шкале освещенности:

– на одну ступень при системе комбинированного освещения, если нормируемая освещенность составляет 750 лк и более;

– на одну ступень при системе общего освещения для разрядов I–V, VI;

– на две ступени при системе общего освещения для разрядов VI и VIII.

4. Освещенность при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к подразряду «в».

Таблица П2

Выписка из СН 2.04.03-2020

Разряд зрительной работы	Отношение минимального размера объекта различения к расстоянию от этого объекта до глаз работающего	Минимальная освещенность в горизонтальной плоскости, лк
IX	До $0,5 \cdot 10^{-2}$ включ.	50
X	Свыше $0,5 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ включ.	30
XI	Свыше $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^{-2}$ включ.	20
XII	Свыше $2 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ включ.	10
XIII	Свыше $5 \cdot 10^{-2}$ до $10 \cdot 10^{-2}$ включ.	5
XIV	Свыше $10 \cdot 10^{-2}$	2

**Примечание.** Если возникает опасность травматизма, для зрительных работ XI – XIV разрядов освещенность следует принимать по смежному и более высокому разряду.

**Характеристика вредных веществ, выделяющихся  
в воздух рабочей зоны**

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК <sub>3</sub> мг/м <sup>3</sup>	Токсикологическая Характеристика
1	2	3	4
Оксид углерода	IV	20	Угнетает центральную нервную систему, вызывает головные боли, головокружение, тошноту, нарушение дыхания. При большой концентрации приводит к смерти от кислородного голодания
Ацетон	IV	200	Действует как наркотик, раздражает глаза и слизистые оболочки носа и гортани
Сернистый ангидрид	III	10	Вызывает расширение сосудов и снижает кровяное давление, поражает ткань легких, вызывая их отек
Метиловый спирт	III	5	Сильный нервный и сосудистый яд, раздражает слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз
Ксилол Толуол	III III	50 150	Раздражают нервную систему, при длительном воздействии влияют на кровеносные органы
Фурфурол	III	10	Нервный яд, вызывает паралич и судороги, раздражает слизистые оболочки и кожу
Хром шестивалентный	I	0,01	Вызывает местное раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки, поражает почки, печень, сердечно-сосудистую систему
Фенол	II	0,3	Сильный нервный яд, оказывает общетоксическое действие, всасывается через кожу

Продолжение табл. ПЗ

1	2	3	4
Формальдегид	II	0,5	Раздражающий газ, обладает общей ядовитостью, раздражает кожу и слизистые оболочки
Фуран	II	0,5	Приводит к падению кровяного давления, параличу дыхания, судорогам, при длительном воздействии вызывает дистрофию печени
Оксид азота	III	5	Оказывает действие на центральную нервную систему, вызывает расширение сосудов и снижает кровяное давление, приводит к отеку легких
Пыль растительного и животного происхождения с примесью диоксида кремния менее 2 % от 2 до 10 % более 10 %	IV	6 4 2	Раздражает слизистые оболочки, приводит к силикозу
Алюминиевая пыль (алюминий и его соединения)	IV	2,0	При вдыхании вызывает профзаболевание легких (алюминоз), раздражает слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей
Аммиак	IV	20,0	Раздражающе действует на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, вызывает кашель, удушье
Бора карбид	IV	6,0	Вызывает острые и хронические заболевания верхних дыхательных путей. Возможно развитие пневмокониоза



Продолжение табл. ПЗ

1	2	3	4
Калия гидроксид	II	0,5	Вызывает сильные ожоги кожи, глаз, что может привести к слепоте
Калия цианид	II	0,3	Сильный яд. При воздействии на кожу вызывает зуд, экзему. При вдыхании паров наступает внезапное резкое падение кровяного давления, паралич дыхания и сердца
Кислота азотная	III	2,0	Вызывает тяжелые ожоги, раздражает дыхательные пути, вызывает разрушение зубов, конъюнктивиты и поражения роговицы глаза
Кислота серная	II	1,0	Вызывает тяжелые ожоги кожи. Аэрозоль раздражает и обжигает слизистые верхних дыхательных путей, поражает легкие
Кислота соляная (водорода хлорид)	II	5,0	Вызывает ожоги, раздражение слизистых оболочек (носа), конъюнктивит и помутнение роговицы глаза, насморк, кашель, удушье
Кислота цианистоводородная (цианистый водород)	I	0,3	Сильный яд, в воздухе в виде паров, вдыхание которых вызывает резкое падение кровяного давления, паралич дыхания и сердца
Натрия гидроксид	II	0,5	Вызывает сильные ожоги кожи, глаз, что может привести к слепоте
Натрия нитрит	I	0,1	Вызывает головокружение, рвоту, бессознательное состояние, расширение сосудов
Свинец	I	0,005	Вызывает отравление и изменения в центральной нервной системе, крови и сосудах

1	2	3	4
<p>Силикатсодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– асбесты природные и синтетические, а также смешанные</li> <li>асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 20 %</li> <li>– асбестопородные пыли при содержании в них асбеста от 10 до 20 %</li> <li>– асбестопородные пыли при содержании в них асбеста менее 10 %</li> <li>– асбестоцемент неокрашенный и цветной при содержании в нем диоксида марганца не более 5 %, оксида хрома не более 7 %, оксида железа не более 10 %</li> <li>– искусственные минераловолокна силикатные стеклообразной структуры (стекловолокно, стекловата, вата минеральная и шлаковая</li> <li>– высокоглиноземистая огнеупорная глина, цемент, глина</li> <li>– пыль стекла и стеклянных строительных материалов</li> </ul>	III	2	Оказывает фиброгенное и канцерогенное действие
	III	2	Оказывает фиброгенное и канцерогенное действие
	III	4	Оказывает фиброгенное и канцерогенное действие
	III	6	Оказывает фиброгенное и канцерогенное действие
	III	4	Оказывает фиброгенное действие
	IV	8	Оказывает фиброгенное действие
III	6	Оказывает фиброгенное действие	

Таблица П4

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот и уровни звука постоянного шума, а также эквивалентные по энергии уровни звука непостоянного шума для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест с учетом условий тяжести и напряженности труда

№ п/п	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные по энергии уровни звука непостоянного шума, 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 деятельность с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, обучение и воспитание, врачебная деятельность (работники, имеющие высшее медицинское образование); рабочие места в проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, для приема пациентов в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории, врачебная деятельность в помещениях с шумным оборудованием (работники, имеющие высшее медицинское образование); рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, рабочих комнатах конторских помещений, лабораториях; рабочие места работников, имеющих среднее специальное медицинское образование, и работников организаций здравоохранения без медицинского образования	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3	Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля, в том числе операторская работа по точному графику с инструкцией, диспетчерская работа; рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, машинописных бюро, на участках точной сборки, телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, залах обработки информации на вычислительных машинах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Продолжение табл. П4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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 том числе работники, имеющие среднее специальное медицинское образование, и работники организаций здравоохранения без медицинского образования), в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5	Выполнение работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий (за исключением работ, перечисленных в пунктах 1–4 настоящей таблицы)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Подвижной состав железнодорожного и городского рельсового транспорта											
6	Рабочие места в кабинах машинистов тепловозов, электровозов, поездов метрополитена, дизель-поездов и автомотрис	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	Рабочие места в кабинах машинистов поездов дальнего следования и пригородных электропоездов, в кабинах водителей и обслуживающего персонала пассажирских помещений трамваев	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
8	Помещения для персонала вагонов поездов дальнего следования, служебные помещения рефрижераторных секций, вагонов-электростанций, помещения 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, межобластных вагонов	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
Морские, речные, рыбопромысловые и другие суда											
10	Рабочая зона в помещениях машинного (энергетического) отделения судов с постоянной вахтой	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
11	Рабочие зоны в центральных постах управления судов	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
12	Рабочие зоны в служебных помещениях судов	89	75	66	59	54	50	47	45	44	55
13	Производственно-технологические помещения на судах рыбной промышленности	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Продолжение табл. П4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	Служебные помещения: судов I группы	89	75	66	59	54	50	47	45	44	55
	судов II и III группы	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
15	Общественные помещения: столовые и буфеты	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
	пассажирские салоны судов III группы	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
	иные общественные помещения	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
16	Жилые помещения: судов I группы	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45
	судов II группы	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
	судов III группы	89	75	66	59	54	50	47	45	44	55
17	Помещения медицинского назначения	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Автобусы, троллейбусы, грузовые, легковые и специальные автомобили, а также грузопассажирские автомобили и другой автомобильный транспорт, предназначенный для перевозки пассажиров											
18	Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
19	Рабочие места водителей и обслуживающего персонала троллейбусов, а также грузопассажирских автомобилей и другого автомобильного транспорта, предназначенного для перевозки пассажиров	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сельскохозяйственные машины и оборудование, строительно-дорожные, мелиоративные и другие аналогичные виды машин											
20	Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Пассажирские и транспортные самолеты и вертолеты											
21	Рабочие места в кабинах и салонах самолетов и вертолетов	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80



Таблица П5

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные по энергии уровни звука непостоянного шума на рабочих местах с разными условиями тяжести и напряженности труда, не указанных в таб. П4

Классы условий по напряженности труда	Уровни звука и эквивалентные по энергии уровни звука на рабочих местах для разных условий тяжести труда, дБА
Класс условий труда по тяжести труда – оптимальный (1 класс) и допустимый (2 класс)	
Оптимальный (1 класс), допустимый (2 класс)	80
Вредный 1-й степени	70
Вредный 2-й степени	60
Вредный 3-й степени	50
Класс условий по тяжести труда – вредный (3 класс)	
Оптимальный (1 класс), допустимый (2 класс)	75
Вредный 1-й степени	65

Соотношение между логарифмическими уровнями виброускорения  $L_a$   
и ее абсолютными значениями  $a$  в  $\text{м/с}^2$

Десятки, дБ	Единицы, дБ									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$6,7 \cdot 10^{-3}$	$7,6 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-3}$
30	$9,5 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$
40	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$3,4 \cdot 10^{-2}$	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$4,8 \cdot 10^{-2}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$	$6,0 \cdot 10^{-2}$	$6,7 \cdot 10^{-2}$	$7,6 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$
50	$9,5 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$1,7 \cdot 10^{-1}$	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$2,4 \cdot 10^{-1}$	$2,7 \cdot 10^{-1}$
60	$3,0 \cdot 10^{-1}$	$3,4 \cdot 10^{-1}$	$3,8 \cdot 10^{-1}$	$4,2 \cdot 10^{-1}$	$4,8 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-1}$	$6,0 \cdot 10^{-1}$	$6,7 \cdot 10^{-1}$	$7,6 \cdot 10^{-1}$	$8,5 \cdot 10^{-1}$
70	$9,5 \cdot 10^{-1}$	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,7
80	3,0	3,4	3,8	4,2	4,8	5,3	6,0	6,7	7,6	8,5
90	9,5	$1,1 \cdot 10$	$1,2 \cdot 10$	$1,3 \cdot 10$	$1,5 \cdot 10$	$1,7 \cdot 10$	$1,9 \cdot 10$	$2,1 \cdot 10$	$2,4 \cdot 10$	$2,7 \cdot 10$
100	$3,0 \cdot 10$	$3,4 \cdot 10$	$3,8 \cdot 10$	$4,2 \cdot 10$	$4,8 \cdot 10$	$5,3 \cdot 10$	$6,0 \cdot 10$	$6,7 \cdot 10$	$7,6 \cdot 10$	$8,5 \cdot 10$
110	$9,5 \cdot 10$	$1,1 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$	$1,7 \cdot 10^2$	$1,9 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^2$	$2,7 \cdot 10^2$

Таблица П7

Выдержка из Инструкции о нормах оснащения объектов первичными средствами пожаротушения, утв. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 21.12.2021 № 82

№ п/п	Наименование объекта оснащения	Норма расчета, предельная защищаемая площадь	Вид первичных средств пожаротушения			
			Порошковые огнетушители (шт.) с массой огнетушащего вещества не менее, кг	Углекислотные огнетушители (шт.) с массой огнетушащего вещества не менее, кг	Воздушно-пенные огнетушители (шт.) с объемом огнетушащего вещества не менее, л	Полотнище противопожарное, шт.
1	2	3	4	5	6	7
Оснащение помещений производственных и складских зданий, зданий сельскохозяйственного назначения и иных помещений, категоризируемых по взрывопожарной и пожарной опасности						
1	Помещения производственных и складских зданий, зданий сельскохозяйственного назначения, иные помещения категории А, Б, В1–В4 (горючие газы и жидкости)	200 м <sup>2</sup>	1 ОП-8	2 ОУ-5	1 ОВП-10	–
2	Помещения производственных и складских зданий, зданий сельскохозяйственного назначения, иные помещения категории Б, В1–В4 (кроме горючих газов и жидкостей)	200 м <sup>2</sup>	1 ОП-4	1 ОУ-5	1 ОВП-10	–

1	2	3	4	5	6	7
3	Помещения производственных и складских зданий, зданий сельскохозяйственного назначения, иные помещения категории Г1, Г2	400 м <sup>2</sup>	1 ОП-4	–	1 ОВП-10	–
4	Помещения производственных и складских зданий, зданий сельскохозяйственного назначения, иные помещения категории Г1, Г2, Д	900 м <sup>2</sup>	1 ОП-4	1 ОУ-5	1 ОВП-10	–

Учебное издание

**ОХРАНА ТРУДА**

Лабораторный практикум

Составители:

**ЛАЗАРЕНКОВ** Александр Михайлович  
и др.