



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

Л.А. МОССОУЛИНА

# **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

Учебное пособие

**Самара**  
**Самарский государственный технический университет**  
**2016**

Печатается по решению Редакционно-издательского совета СамГТУ

УДК 331.4:613.6

**Метрологическое обеспечение безопасности:** Учеб.пособ. / Сост. Л.А. Моссоулина; Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2016. 62 с.: ил. 14.

Настоящее учебное разработано в целях оказания практической помощи студентам для овладения практическими навыками по метрологической грамотности в области охраны труда, изучению вопросов организации и проведения метрологической экспертизы, Рассмотрены основные современные методы измерения и приборные средства контроля параметров в области обеспечения безопасности, а также методы статической обработки результатов метрологических измерений.

Предназначено для студентов специальности 280102 «Безопасность технологических процессов и производств» и слушателей ФПК.

ISBN 5 – 7964 – 0706 – 6

УДК

Составитель канд. пед. наук Л.А. Моссоулина

ISBN 5 – 7964 – 0706 – 6

© Л.А. Моссоулина, 2016

© Самарский государственный  
технический университет, 2016

# **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТРОЛОГИИ ОХРАНЫ ТРУДА**

## **1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ЦЕЛЬ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА, ЕЕ ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ**

Метрология – это область знаний и вид деятельности, связанные с измерениями.

Метрологическое обеспечение в области охраны труда – комплекс организационно-технических мероприятий, правил и норм, технических средств, направленных на обеспечение единства и требований точности измерений, выполняемых для контроля параметров опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах.

Меры по метрологическому обеспечению безопасности направлены на улучшение контроля условий труда, определение показателей безопасности производственного оборудования и технологических процессов, методов измерения, показателей качества средств индивидуальной защиты. Это необходимо для комфортного состояния и безопасности человека в процессе трудовой деятельности. Без должной организации метрологического обеспечения безопасности невозможно решить проблему по улучшению и оздоровлению условий труда на рабочем месте. Поэтому метрологическое обеспечение является важной составляющей аттестации рабочих мест и во многом определяет ее качество.

Задачами метрологического обеспечения являются:

- установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров и норм точности измерений;
- выбор наиболее совершенных и оптимальных методик выполнения измерений, гарантирующих необходимую точность измерений, аттестацию и стандартизацию этих методик;
- выбор средств измерений, средств обработки и представления информации о результатах измерений;
- метрологическое обеспечение и, прежде всего, поверки средств измерений;

- подготовку специалистов к выполнению измерений.

Метрологическое обеспечение аттестации рабочих мест имеет следующие особенности:

- номенклатура измеряемых параметров вредных и опасных факторов устанавливается гигиеническими критериями оценки и классификации условий труда, в т.ч. и для целей аттестации рабочих мест;

- нормативные документы, регламентирующие проведение аттестации, должны содержать данные о значении требуемой точности измерений для целей аттестации;

- помимо физических факторов, требуются измерения биологических и психофизиологических факторов, для которых нет достаточного метрологического обеспечения, поэтому в процессе аттестации рабочих мест приходится пользоваться не стандартизованными методами измерений;

- санитарные нормы должны включать значение нижней границы измеряемого параметра, поскольку эта граница определяет порог чувствительности измерительного средства, т.е. выбор средства измерения;

- если существует возможность прямого измерения параметров вредных и опасных факторов, то она должна быть реализована, так как это имеет неоспоримые преимущества перед расчетными методами;

- сложные и разнообразные условия производства затрудняют измерения и предъявляют дополнительные требования к средствам измерений.

## **1.2. НАУЧНЫЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ, ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ПРАВОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Научной основой метрологического обеспечения безопасности является метрология. Метрология – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности измерений.

К техническим основам метрологического обеспечения безопасности относится совокупность технических средств, приемов и спо-

собов, которые используются на производстве для достижения требований точности, достоверности и надежности измерительной информации. Организационной основой метрологического обеспечения безопасности является метрологическая служба, состоящая из государственной и ведомственной метрологических служб. Под метрологической службой подразумевается сеть учреждений и организаций возглавляемых Государственным комитетом Российской Федерации по стандартизации, деятельность которых направлена на метрологическое обеспечение.

Правовую основу метрологического обеспечения безопасности составляет Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ), представляющая собой комплекс нормативно-технических документов, устанавливающих единую номенклатуру стандартных правил и положений, требований и норм, относящихся к организации и методике оценивания и обеспечения точности измерений.

## **2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕРМИНЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

К основным терминам и определениям относятся следующие.

1. **Измерение** – это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Принципиальная особенность измерения заключается в отражении размера физической величины числом.

Результат измерения практически всегда отличается от истинного значения физической величины – значения, которое выражает размер величины абсолютно точно. Истинное значение физической величины определить невозможно.

Отличие результата измерения от истинного значения объясняется несовершенством средств измерений, несовершенством способа применения средства измерений, влиянием условий выполнения измерения, участием человека с его ограниченными возможностями и т.д.

Отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины называют погрешностью измерения.

Измерения, как экспериментальные процедуры весьма разнообразны и классифицируются по разным признакам.

По способу нахождения искомого значения измеряемой величины различают прямые, косвенные, совместные и совокупные измерения.

*Прямое измерение* – измерение, при котором искомое значение величины находят непосредственно по показаниям средства измерений (измерение тока амперметром, промежутка времени – секундомером).

*Косвенное измерение* – измерение, при котором искомое значение величины находят расчетом на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, функционально связанными с искомой и определяемыми посредством измерений. Другими словами, искомое значение физической величины рассчитывают по формуле, а значения величин, входящих в формулу, получают измерениями (измерения естественного освещения сможет быть выполнено расчетом по формуле  $k.e.o. = E_{вн.}/E_n \cdot 100\%$  на основании измерения  $E_{вн}$  и  $E_n$ ).

*Совместные измерения* – одновременные измерения двух или нескольких разнородных величин для установления зависимости между ними (ряд одновременных, прямых измерений электрического сопротивления проводника и его температуры для установления зависимости сопротивления от температуры).

*Совокупные измерения* – производимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин находят решением системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин (нахождение значений массы отдельных гирь набора по известному значению массы одной из гирь: сравнивая массы различных сочетаний гирь, получают систему уравнений, из решения которой находят массу каждой из гирь, входящих в набор).

Значение физической величины может быть найдено посред-

ством однократного ее измерения. В этом случае измерения называются однократными. Если значения физической величины может быть найдено путем нескольких, следующих друг за другом измерений с последующей статистической обработкой их результатов, то такие измерения называются измерениями с многократными наблюдениями или статистическими.

**2. Метод измерения** – это совокупность приемов использования принципов и средств измерений, выбранных для решения конкретной измерительной задачи. В понятие метода измерений входят как теоретическое обоснование принципов измерения, так и разработка приемов применения средств измерения.

**3. Средства измерения** – это технические средства, используемые при измерениях и имеющие характеристики, влияющие на результаты и на точность измерений.

Все измерения физических величин выполняют с помощью средств измерения.

По функциональному назначению все средства измерения разделяют на следующие группы: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные информационные системы и измерительные установки.

Средство измерений в простейшем случае производит две операции: обнаружение величины; сравнение неизвестного размера с известным.

По конструктивному исполнению средства измерения подразделяются на:

- меры величины – средства, предназначенные для произведения и (или) хранения величины одного или нескольких заданных размеров;
- измерительные преобразователи – средства, служащие для преобразования измеряемой величины в другую величину или сигнал измерительной информации, удобной для обработки, хранения и дальнейших преобразований;
- измерительные приборы – средства, предназначенные для получения значений измеряемой величины в установленном диапазоне;

- измерительные установки – совокупность функционально-объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенных для измерения одной или нескольких величин и расположенных в одном месте;

- измерительные системы – совокупность функционально объединенных мер, приборов, преобразователей и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого пространства с целью измерений величин, свойственных этому пространству.

Исходя из специфики измерений вредных и опасных факторов при аттестации рабочих мест, средства измерения должны обладать следующими характеристиками:

- оптимальная (как правило, невысокая) точность;
- небольшая масса и габаритные размеры, портативность;
- наличие автономного питания;
- повышенная надежность;
- необходимый уровень автоматизации и непрерывности работы;
- высокая степень унификации;
- удобная индикация непосредственно в единицах измеряемой величины;
- возможность работы в производственных условиях.

При аттестации рабочих мест необходимо использовать средства измерения, указанные в нормативных документах на методы измерений. Применяемые средства измерений должны быть метрологически аттестованы и проходить государственную поверку в установленные сроки.

**4. Класс точности** – это обобщенная характеристика точности средств измерений, определяемая пределами допускаемых погрешностей. Классы точности присваивают средствам измерений при их разработке на основании исследований и испытаний партии средств измерений данного типа. Обозначение классов точности наносится на шкалы щитки или корпуса приборов. Их обозначают условными знаками (буквами, цифрами).



## 2.2. ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

Процедура измерений состоит из следующих основных этапов: принятие модели объекта измерения, выбор метода измерений, выбор средств измерений, проведение эксперимента для получения численного значения результата измерения.

Точность измерения тем больше, чем меньше погрешность. Поэтому точность измерения целесообразнее всего характеризовать **погрешностью**. Погрешность измерения можно определять как в единицах измеряемой величины, так и в относительных единицах. В зависимости от этого различают:

**абсолютную погрешность**  $\Delta X$ , равную разности между измеренным значением  $X$  и ее действительным значением  $X_0$ :

$$\Delta X = X - X_0; \quad (1)$$

**относительную погрешность**  $\gamma$ , равную отношению абсолютной погрешности  $\Delta X$  к действительному значению измеряемой величины  $X_0$ :

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_0}, \text{ или } \gamma = \frac{\Delta X}{X_0} \cdot 100 \% \quad (2)$$

Действительное значение  $X_0$  измеренной величины принимается как математическое ожидание (среднее) измеренной величины (так как  $X_0$  практически неизвестно).

$$X_0 = M [X] = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (3)$$

где  $n$  – число проведенных измерений;

$X_1, X_2 \dots X_n$  – численные значения измеренной величины.

В зависимости от характера измерения различают:

1. **Систематические погрешности**, которые характеризуются тем, что они или постоянны или изменяются в известной зависимости от вызывающего их фактора. К ним относятся погрешности, вызываемые изменением внешних условий (температуры, напряжения и частоты источников питания, внешних магнитных и электрических полей и т.д.). Систематические погрешности по возможности должны

быть уменьшены правильной постановкой эксперимента, а также путем введения соответствующих поправок.

**2. Случайные погрешности**, которые имеют непостоянный характер и зависимость которых от вызывающих их факторов не может быть исследована в необходимой степени, вследствие сложности и нестационарности процессов, обуславливающих появление этих погрешностей. Наличие случайных погрешностей обнаруживается в том, что при многократном повторении измерения в одних и тех же условиях с одинаковой тщательностью получаются все таки несколько отличные числовые результаты.

Случайные погрешности не могут быть исключены опытным путем, но их влияние на результат измерения может быть учтено на основе теории вероятности путем соответствующей обработки экспериментальных данных.

**3. Промахи** – это погрешности, явно не соответствующие правильному результату измерений и вызванные несоблюдением надлежащих условий измерений или ошибками в отсчете показаний и вычислениях.

Наблюдения, содержащие промахи, должны быть отброшены как недостоверные.

Результат измерения всегда содержит как систематическую, так и случайную погрешности. Поэтому погрешность результата измерения  $\Delta X$  в общем случае нужно рассматривать как случайную величину, тогда систематическая погрешность  $\Delta X_c$  есть математическое ожидание этой величины, а случайная погрешность  $\Delta \dot{X}$  - центрированная случайная величина. При этом  $\Delta X = \Delta X_c + \Delta \dot{X}$ .

Полным описанием погрешности является ее закон распределения, которым определяется характер появления различных результатов отдельных измерений.

Одним из наиболее распространенных законов распределения погрешностей является нормальный закон распределения (закон Гаус-

са). Объясняется это тем, что во многих случаях погрешность измерения образуется под действием большой совокупности различных, независимых друг от друга, причин. Из теории вероятностей известно, что закон распределения можно охарактеризовать числовыми характеристиками (неслучайными числами), которые и используются для количественной оценки погрешности.

Основными числовыми характеристиками законов распределения являются математическое ожидание  $M$  и дисперсия  $D$ , которые определяются выражениями

$$M[\Delta X] = \frac{\Delta X_1 + \Delta X_2 + \dots + \Delta X_n}{n} = \overline{\Delta X}; \quad (4)$$

$$D[\Delta X] = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta X_i - \overline{\Delta X})^2}{n}. \quad (5)$$

**Математическое ожидание погрешности** измерений есть неслучайная величина, относительно которой рассеиваются другие значения погрешностей при повторных измерениях. Математическое ожидание характеризует систематическую составляющую погрешности измерения, т.е.  $M[\Delta X] = \Delta X_c$ . Как числовая характеристика погрешности  $M[\Delta X]$  показывает на смещенность результатов измерения относительно истинного значения измеряемой величины.

**Дисперсия погрешности**  $D[\Delta X]$  характеризует степень рассеивания (разброса) отдельных значений погрешности относительно математического ожидания. Так как рассеивание происходит за счет случайной составляющей погрешности, то  $D[\Delta X] = D[\Delta \dot{X}]$ . Чем меньше дисперсия, тем меньше разброс, тем точнее выполнены измерения. Следовательно, дисперсия может служить характеристикой точности проведенных измерений. Однако дисперсия выражается в единицах погрешности в квадрате. Поэтому в качестве числовой характеристики точности измерений используют **среднее квадратическое отклонение**  $\sigma[\Delta X] = \sqrt{D[\Delta X]}$  с положительным знаком и выражаемое в единицах погрешности.

Обычно при проведении измерений стремятся получить резуль-

тат измерения с погрешностью, не превышающей допустимое значение. Значение только среднего квадратического отклонения не позволяет найти максимальную погрешность.

Максимальные значения погрешности зависят не только от  $\sigma[\Delta X]$ , но и от вида закона распределения. Например, при нормальном законе распределения погрешность может быть любой по значению. В этом случае можно лишь говорить об интервале, за границы которого погрешность не выйдет с некоторой вероятностью. Этот интервал называют **доверительным интервалом**, характеризующую его вероятность – **доверительной вероятностью**, а границы этого интервала – доверительными значениями погрешности.

В практике измерений применяют различные значения доверительной вероятности, например: 0,90; 0,95; 0,98; 0,99; 0,9973 и 0,999. Доверительный интервал и доверительную вероятность выбирают в зависимости от конкретных условий измерений. Так, например, при нормальном законе распределения случайных погрешностей со средним квадратическим отклонением  $\sigma[\Delta X]$  часто пользуются доверительным интервалом от  $+3\sigma[\Delta X]$  до  $-3\sigma[\Delta X]$ , для которого доверительная вероятность равна 0,9973.

Правило «трех сигм» позволяет с достаточным основанием утверждать, что все возможные случайные погрешности измерения, распределенные по нормальному закону, практически не превышают по абсолютному значению  $3\sigma[\Delta X]$ .

Доверительный интервал является одной из основных характеристик точности измерений.

Форма представления результатов измерения допускает указывать отдельно характеристики систематической и случайной составляющих погрешности измерения. При этом для систематической погрешности измерений указывают её вероятностные характеристики:  $m[\Delta X]$ ,  $\sigma[\Delta X]$  и её доверительный интервал  $\delta$ .

### **3. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**

#### **3.1. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА**

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются следующие:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

При установлении параметров микроклимата учитываются интенсивность энергозатрат работающих, время выполнения работ и период года. Они должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

По критериям оптимального или допустимого теплового и функционального состояния человека устанавливаются оптимальные или допустимые микроклиматические условия.

Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонения в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Допустимые микроклиматические условия не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению ощущений теплового дискомфорта, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Период года делится на холодный период и теплый период.

Холодный период года – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной  $+10^{\circ}\text{C}$  и ниже.

Теплый период года – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше  $+10^{\circ}\text{C}$ .

На основе интенсивности энергозатрат работающих (ккал/ч) производится разграничение категорий работ по тяжести.

Все работы по тяжести подразделяются на 3 категории:

Iа, Iб – легкие;

IIа, IIб – средней тяжести;

III – тяжелые.

К категории Iа относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120Ккал/ч (до 139Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и т. п.).

К категории Iб относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 121-150Ккал/ч (до 140-174Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т. п.).

К категории IIа относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 151-200Ккал/ч (до 175-232Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т. п.).

К категории IIб относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 201-250Ккал/ч (до 233-290Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных ли-

тейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т. п.).

К категории III относятся работы с интенсивностью энергозатрат более-250Ккал/ч (более 290Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных тяжестей (свыше 10кг) и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и т. п.).

Измерения показателей микроклимата в целях контроля их соответствия гигиеническим требованиям должны проводиться в холодный период года – в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее холодного месяца зимы не более, чем на 5 °С, в теплый период года – в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней максимальной температуры наиболее жаркого месяца не более, чем на 5 °С.

При выборе участков и времени измерения необходимо учитывать все факторы, влияющие на микроклимат рабочих мест (фазы технологического процесса, функционирования систем вентиляции и отопления и др.). Измерения показателей микроклимата следует проводить не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце).

Измерение следует проводить на рабочих местах. Если рабочим местом является несколько участков производственного помещения, то измерения осуществляются на каждом из них.

При работах, выполняемых сидя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0.1 и 1.0 м, а относительную влажность воздуха – на высоте 1.0 м от пола или рабочей площадки. При работах, выполняемых стоя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0.1 и 1.5 м, а относительную влажность воздуха – на высоте 1.5 м.

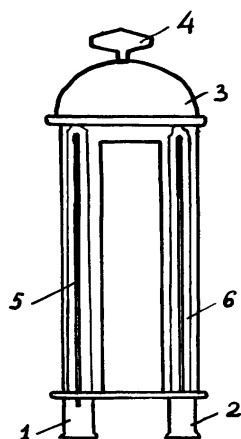
При наличии источников лучистого тепла тепловое облучение на рабочем месте необходимо измерять от каждого источника, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку. Измере-

ния следует проводить на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола или рабочей площадке.

Температуру и относительную влажность воздуха при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков на рабочем месте следует измерять аспирационными психрометрами. При отсутствии в местах измерения лучистого тепла и воздушных потоков температуру и относительную влажность воздуха можно измерять психрометрами, не защищенными от воздействия теплового излучения и скорости движения воздуха. Можно использовать также приборы, позволяющие раздельно измерять температуру и влажность воздуха.

Скорость движения воздуха следует измерять анемометрами вращательного действия (крыльчатые, чашечные и др.). Малые величины скорости движения воздуха (менее 0,5 м/с), особенно при наличии разнонаправленных потоков, можно измерять термоэлектроданемометрами, а также цилиндрическими и шаровыми кататермометрами при защищенности их от теплового излучения. Интенсивность теплового облучения измеряется актиметрами, радиометрами и т.д.

Определение температуры и влажности воздуха производится аспирационным психрометром Ассмана, состоящим из двух термометров,



Р и с. 3.1. Аспирационный психрометр

заклоченных своими шариками в металлические гильзы-тубусы. Это позволяет использовать прибор при наличии теплового излучения. В верхней части прибора (рис. 3.1) помещен заводной вентилятор с часовым механизмом, с помощью которого протягивается с постоянной скоростью воздух через нижнее отверстие тубусов мимо шариков термометров. Один из термометров снабжен батистовым колпачком, увлажняемым перед определением. Увлажнение производится с

помощью груши с водою. После этого заводят часовой механизм, и по установлении постоянного уровня показаний термометров, на что идет примерно 3-4 мин, производят подсчет. По показаниям термо-

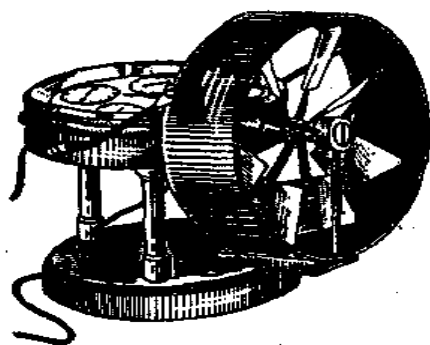


метров находят абсолютную и относительную влажность с помощью психрометрических таблиц (Приложение 1).

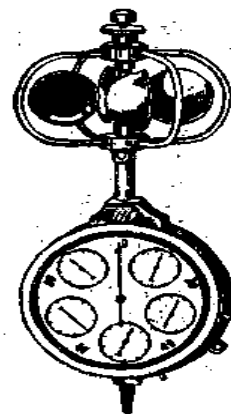
В тех случаях, когда необходимы длительные наблюдения, пользуются самопишущими приборами – термографами и гигрографами с суточным и недельным ходом. Температура и влажность (относительная) записываются на барабан. Приборы эти дают не менее точные данные, требуют частой проверки в специальных метеорологических учреждениях, однако для длительных наблюдений они незаменимы.

Иногда для определения температуры и влажности используют стационарный психрометр Августа, тоже состоящий из двух термометров, на один из которых надет батистовый колпачок, постоянно увлажняемый водой, в которую он погружен своим свободным концом. Прибор менее точен, чем психрометр Ассмана, так как показания его зависят от скорости движения воздуха и от наличия теплового излучения.

Скорость движения воздуха определяют анемометром. В зависимости от ее величины применяют крыльчатый (рис. 3.2) или чашечный (рис. 3.3) анемометр.



Р и с. 3.2. Крыльчатый анемометр



Р и с. 3.3. Чашечный анемометр

В крыльчатом анемометре имеется приемная часть – алюминиевые крылья с боковой защитой на коробке колеса и регистрирующая часть – циферблат со стрелками, указывающими на скорость движения воздуха. Под влиянием воздушного потока крылья приходят в

движение с быстротой, обусловленной скоростью движения воздуха. Прибор после записи его показаний включается одновременно с секундомером. Наблюдение ведется в течение 50-100 сек, после чего анемометр выключается так же как и секундомер. Разделив разность между показателями счетчика до измерения и после него, выраженную в метрах, на время наблюдения (в секундах), находят скорость воздушного потока в метр-секундах. Чашечный анемометр построен на таком же принципе, но крылья заменены чашечками. Прибор менее чувствителен, чем крыльчатый и применяется при больших скоростях движения воздуха. Диапазон измеряемых скоростей крыльчатым анемометром лежит в пределах 0,3-10 м/сек, а чашечным - 0,5-18 м/сек. Эти приборы применяются для измерения скорости движения воздуха в сечениях отверстий, решетках и патрубках вентиляционных каналов и воздухопроводов. Необходимо помнить, что анемометры портятся от загрязнения их пылью, химическими веществами и высокой влажностью. Поэтому их необходимо чистить, смазывать и от времени до времени тарировать.

Для защиты работающих от возможного перегревания рекомендуется использовать интегральный показатель тепловой нагрузки среды (так называемой ТНС-индекс).

Индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс) является эмпирическим показателем, характеризующим сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового облучения).

ТНС-индекс определяется на основе величин температуры смоченного термометра аспирационного психрометра ( $t_{\text{вл}}$ ) и температуры внутри зачерненного шара ( $t_{\text{ш}}$ ).

ТНС-индекс рассчитывается по уравнению

$$\text{ТНС} = 0,7 * t_{\text{вл}} + 0,3 * t_{\text{ш}}.$$

ТНС-индекс рекомендуется использовать для интегральной оценки тепловой нагрузки среды на рабочих местах, на которых скорость движения воздуха не превышает 0,6 м/с, а интенсивность теплового

облучения –  $1200 \text{ Вт/м}^2$ .

Для его измерения применяется прибор комбинированный «ТКА-ПКМ»/24 «Измеритель индекса тепловой нагрузки среды (ТНС-индекса). Внешний вид прибора представлен на рисунке 3.4.

Конструктивно прибор выполнен в виде единого блока. На лицевой стороне корпуса прибора расположены ЖК-индикатор и кнопки: вкл/выкл, режим подсветки. Зонды с датчиком измеряемых параметров установлены на верхней торцевой крышке корпуса. Черный шар устанавливается на зонд № 2. Прибор отображает вычисляемые параметры прибора

в режиме реального времени.

Принцип работы прибора заключается в преобразовании датчиками параметров микроклимата в электрические сигналы с обработкой и цифровой индикацией полученных числовых значений параметров на дисплее прибора. Для определения измеряемых параметров достаточно поместить прибор в зону измерения и считать с дисплея измеренное значение.

В настоящее время в качестве средства измерения применяется прибор контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС». Внешний вид МЭС приведен на рисунке 3.5.

МЭС предназначен для измерения атмосферного давления, относительной влажности воздуха, температуры воздуха и скорости воздушного потока внутри помещения.

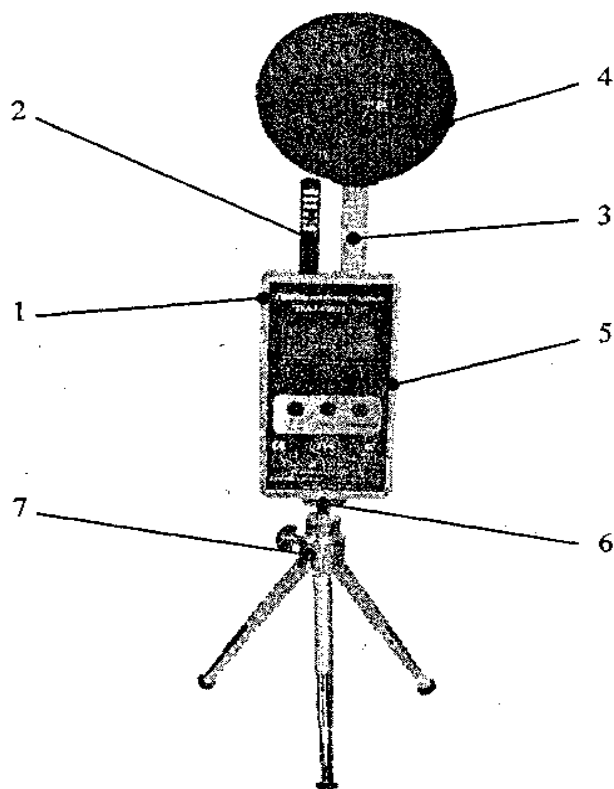
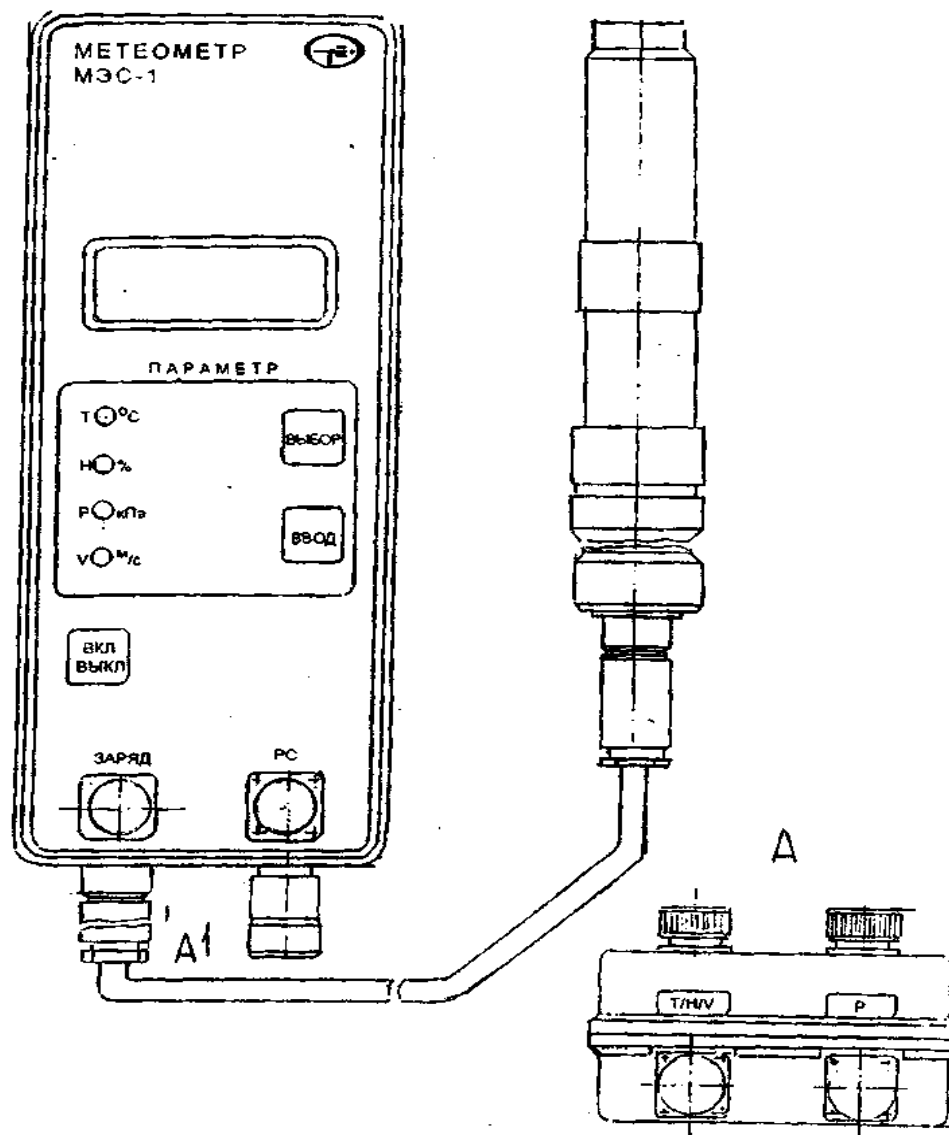


Рис. 3.4. Внешний вид

«ТКА-ПКМ» /24

- 1 - блок обработки сигналов; 2 - зонд №1;
- 3 - зонд №2; 4 - черный шар (сфера);
- 5 - разъем RS-232; 6 - резьбовой разъем;
- 7 - штатив

МЭС состоит из блока электроники и измерительного щупа с датчиками скорости воздушного потока, температуры и влажности, датчик давления установлен непосредственно на корпусе блока электроники.



Р и с. 3.5. Внешний вид МЭС

В качестве датчика скорости используется дифференциальная термопара, на один из спаев которого намотана обмотка нагревателя или подогреваемый термистор. Датчиком температуры служит полупроводниковый диод или термистор.

Датчиком влажности является конденсатор, емкость которого пропорциональна измеряемой влажности. Датчик давления выполнен на основе тензомоста сопротивления.

Результаты измерений выводятся на индикатор.

МЭС может использоваться как в качестве портативного прибора, так и в составе сбора данных в качестве датчика со стандартным каналом связи.

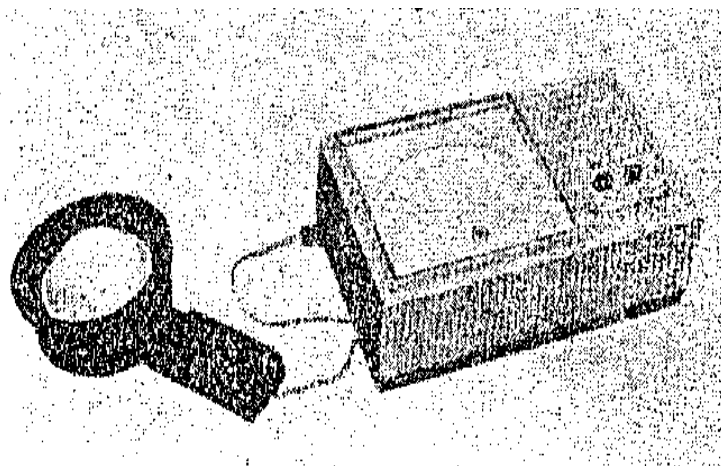
### 3.2. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ

Показателями, характеризующими световую среду на рабочих местах являются:

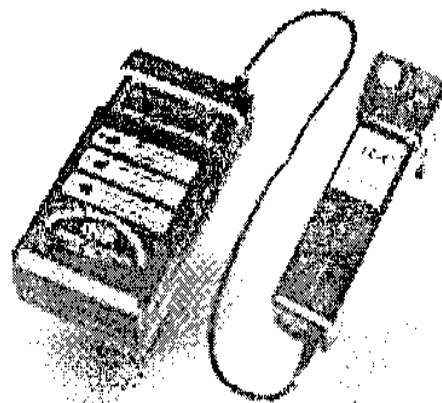
- коэффициент естественной освещенности (к.е.о.), %;
- освещенность рабочей поверхности, лк;
- коэффициент пульсации освещенности,  $K_p$ , %;
- показатель ослепленности  $P$ ;
- отраженная блескость, которая оценивается измерением яркости рабочей поверхности.

В настоящее время метрологически обеспеченными являются измерения только двух показателей освещения – освещенности и яркости.

Для измерения освещенности используют люксметры с измерительными преобразователями излучения, имеющими спектральную погрешность не более 10%. Наиболее часто используются люксметры типа Ю-116 и Ю-117 (рис. 3.6). Люксметры должны иметь свидетельства о метрологической аттестации и поверке.



Р и с. 3.6. Люксметр Ю-116



Р и с. 3.7. Люксметр «Аргус-01»

В настоящее время, применяется люксметр «Аргус-01», который предназначен для измерения освещенности, создаваемой естественным светом и различными источниками искусственного освещения в диапазоне от 1 до 200000 лк в спектральном диапазоне от 0,38 до 0,80 мкм (рис. 3.7).

При этом источники освещения могут быть расположены произвольно относительно измерительной головки люксметра.

Принцип работы прибора основан на преобразовании светового потока, создаваемого протяженными объектами, в непрерывный электрический сигнал,

пропорциональный освещенности светового потока, который затем преобразуется аналого-цифровым преобразователем в цифровой код, индицируемый на цифровом табло индикаторного блока.

В измерительной головке установлен первичный преобразователь излучения – полупроводниковый кремниевый фотодиод с системой светофильтров, формирующих спектральную чувствительность, соответствующую кривой видности.

На передней панели индикаторного блока прибора размещен переключатель пределов измерений и выход аналогового сигнала.

Перед измерением освещенности от искусственного освещения следует провести замену всех перегоревших ламп и чистку светильников. Измерение освещенности может также производиться без предварительной подготовки осветительной установки, что должно быть зафиксировано при оформлении результатов измерения.

Контрольные точки для измерения минимальной освещенности от рабочего освещения размещают в центре помещения, под светильниками, между светильниками и их рядами, у стен на расстоянии 0,15-0,25*l*, но не менее 1м, где *l*- расстояние между рядами светильников.

Измерение освещенности при рабочем освещении следует производить в темное время суток, когда отношение естественной освещенности к искусственной составляет не более 0,1.

В начале и в конце измерений следует измерить напряжение на

щитках распределительных сетей освещения. Результаты измерений заносят в протоколы.

При измерениях освещенности необходимо соблюдать следующие требования:

на измерительный фотометрический датчик не должна падать тень от человека;

измерительный прибор не должен располагаться вблизи сильных магнитных полей.

Освещенность на рабочем месте определяют прямыми измерениями в плоскости, указанной в нормах освещенности, или на рабочей плоскости оборудования.

При комбинированном освещении рабочих мест освещенность измеряют сначала от светильников общего освещения, затем включают светильники местного освещения в их рабочем положении и измеряют суммарную освещенность от светильников общего и местного освещения.

Измерение к.е.о. проводят в помещениях, свободных от мебели и оборудования, не затеняемых озеленением и деревьями, при вымытых окнах. Измерение к.е.о. может также производиться при наличии мебели, затенении деревьями и не вымытых окнах, что должно быть зафиксировано при оформлении результатов измерений. Для измерения к.е.о. выбирают дни со сплошной равномерной десятибалльной облачностью, покрывающей весь небосвод. Электрический свет в помещениях на период измерений выключается.

Контрольные точки для измерения коэффициента естественной освещенности размещают на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола). Первую и последнюю точки принимают на расстоянии 1 м от поверхности наружных стен и внутренних перегородок (или осей колонн).

Число контрольных точек должно быть не менее 5. В число контрольных точек должна входить точка, в которой нормируется освещенность согласно действующим нормам.

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

При верхнем и комбинированном естественном освещении должно быть измерено среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности или пола. Первая и последние точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен (перегородок).

Измерения производятся двумя наблюдателями с помощью двух люксметров, оснащенных светофильтрами для косинусной и спектральной коррекции фотоэлементов и предварительно градуированных. Для соблюдения одномоментности измерений освещенности наблюдатели должны быть оснащены хронометрами.

При определении коэффициента естественной освещенности проводят одновременные измерения освещенности внутри помещений  $E_{вн}$  и наружной освещенности  $E_{нар}$  на горизонтальной площадке, освещаемой всем светом небосвода. Коэффициент естественной освещенности  $e$ , %, определяют по формуле

$$e = ( E_{вн} / E_{нар} ) \cdot 100 \% ,$$

где  $E_{вн}$  – значение естественной освещенности внутри помещения, лк;

$E_{нар}$  – значение естественной освещенности вне помещения, лк.

Измерение в каждой точке для исключения случайных ошибок следует проводить не менее двух раз, полученные результаты необходимо усреднять.

Для измерений яркости должны применяться яркомеры, относительная спектральная чувствительность которых должна соответствовать относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения.

Измерение яркости можно производить одним из следующих трех методов:



- прямой метод измерения средней яркости рабочей поверхности посредством фотоэлектрического яркомера, имеющего отсчет показаний непосредственно в единицах яркости;

- косвенный метод измерения средней яркости рабочей поверхности измерения яркости отдельных элементарных площадок этой поверхности фотоэлектрическим яркомером с последующим усреднением;

- косвенный метод измерения средней яркости поверхности посредством измерения освещенности отдельных ее элементарных площадок с последующим усреднением и пересчетом.

Измерения яркости производятся в темное время суток при включенном рабочем освещении.

При выполнении измерений необходимо соблюдать следующие условия:

- объектив яркомера должен быть экранирован от попадания в него постороннего света;

- на поверхность, средняя яркость которой измеряется, не должна падать тень от яркомера и человека, производящего измерения; если рабочее место затеняется в процессе работы самим рабочим или выступающими частями оборудования, то яркость следует измерять в этих реальных условиях;

- в начале и в конце измерений следует проводить контроль напряжения по показаниям электроизмерительных приборов, установленных в распределительных щитах электрических сетей освещения.

Перед измерением яркости следует произвести замену всех перегоревших ламп и чистку светильников контролируемой осветительной установки. Яркость может также измеряться без предварительной подготовки осветительной установки, что должно быть зафиксировано при оформлении результатов.

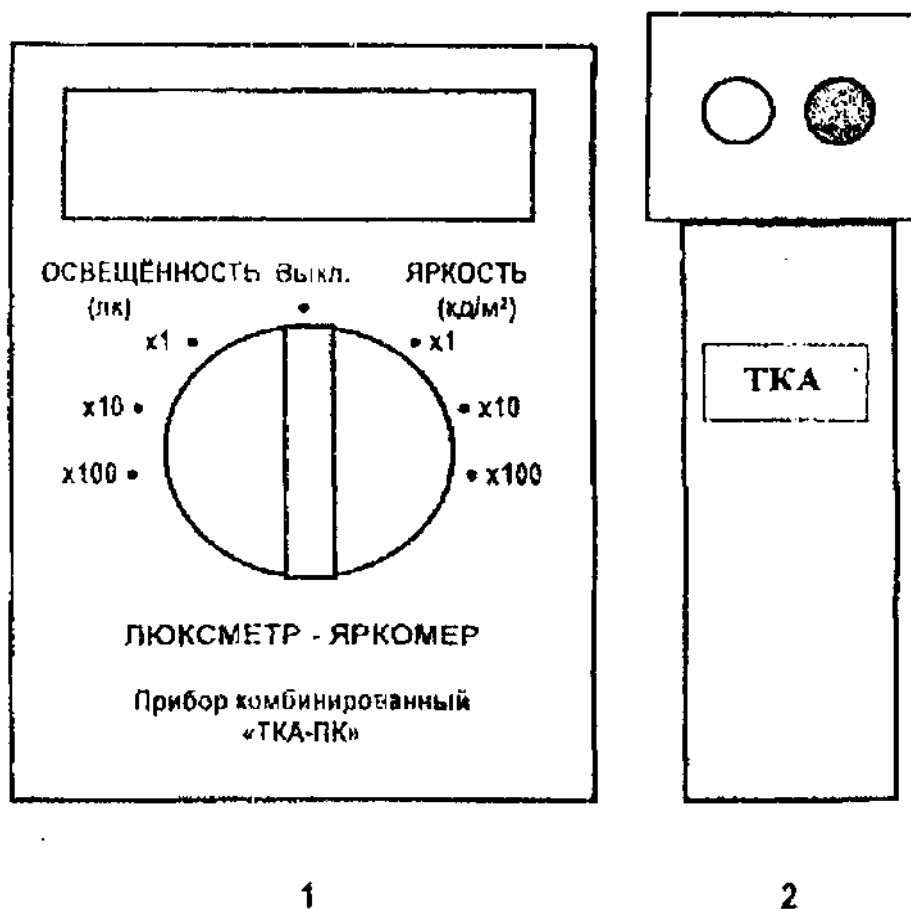
Перед измерением яркости рабочих поверхностей выбирают и наносят на план помещения (или исполнительный чертеж осветительной установки) контрольные точки – центры элементарных площадок, яркость которых измеряют с указанием размещения оборудо-

вания и светильников.

Объектив яркомера устанавливают на уровне глаз работающего так, чтобы оптическая ось совпадала с линией зрения.

При прямом измерении средней яркости яркомером полевая диафрагма яркомера должна вписываться в изображение контрольного участка.

В настоящее время в качестве прибора для измерения параметров световой среды используют прибор комбинированный «ТКА-ПК «Люксметр-яркомер». Внешний вид прибора представлен на рисунке 3.8.



Р и с. 3.8. Люксметр-яркомер «ТКА-ПК»

1 - блок обработки сигналов; 2 – измерительная головка

### 3.3. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ШУМА

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

При воздействии шума устанавливаются следующие измеряемые или рассчитываемые величины в зависимости от временных характеристик шума.

1. **Постоянный шум** – шум, уровень звука которого в течение смены изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерении на характеристике шумомера «медленно»:

- уровень звука, дБА;
- октавные уровни звуковых давлений, дБ.

2. **Непостоянный шум** – шум, уровень звука которого в течение рабочего дня (смены) изменяется во времени более чем на 5 дБА при измерении на характеристике шумомера «медленно»:

- эквивалентный уровень звука, дБА.

Результаты измерений должны характеризовать шумовое воздействие за время рабочей смены (рабочего дня).

Устанавливается следующая продолжительность измерения непостоянного шума:

30 мин. состоящая из трех циклов каждый продолжительностью 10 мин. – для колеблющегося времени;

30 мин – для импульсного;

полный цикл характерного действия шума – для прерывистого.

Измерения проводятся при работе не менее 2/3 установленных в данном помещении единиц технологического оборудования в наиболее часто реализуемом (характерном) режиме его работы.

Во время проведения измерений должно быть включено оборудование вентиляции, кондиционирования воздуха и др.

При проведении измерений микрофон следует располагать на высоте 1,5 м над уровнем пола или рабочей площадки (если работа выполняется стоя) или на высоте уха человека, подвергающегося воздействию шума (если работа выполняется сидя).

Микрофон должен быть ориентирован в направлении максимального уровня шума и удален не менее чем на 0,5 м от оператора.

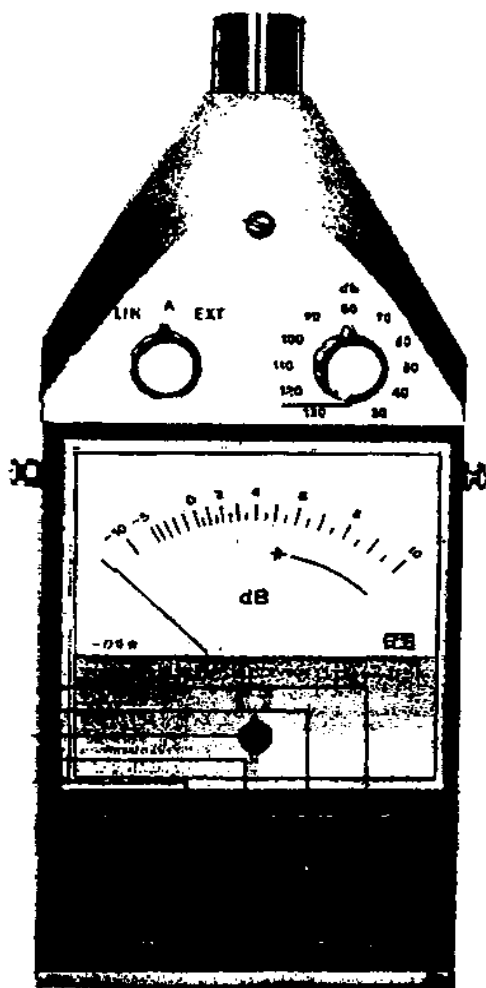
Для оценки шума на непостоянных рабочих местах измерения следует проводить в рабочей зоне в точке наиболее частого пребывания

ния рабочего.

Все измерения следует считывать с прибора с точностью до 1дБА. Измерения уровней звука и октавных уровней звукового давления постоянного шума должны быть проведены в каждой точке не менее трех раз.

Проведение обработки результатов измерения приведено в Приложении 1.

Для измерения уровня шума используется шумомер. Внешний вид, которого представлен на рисунке 3.9. В нем звук, воспринимаемый микрофоном, преобразуется в электрические колебания, которые усиливаются, пропускаются через фильтры, выпрямляются и регистрируются стрелочным прибором. Современные приборы имеют три шкалы с частотными характеристиками А, В, С. Характеристика А имитирует кривую чувствительности уха человека, измеряется в дБА (замер без фильтров); В - большая чувствительность к низким частотам; С - линейная во всем диапазоне частот. Кроме того, имеется режим «медленно» и «быстро».



Современные приборы имеют три шкалы с частотными характеристиками А, В, С. Характеристика А имитирует кривую чувствительности уха человека, измеряется в дБА (замер без фильтров); В - большая чувствительность к низким частотам; С - линейная во всем диапазоне частот. Кроме того, имеется режим «медленно» и «быстро».

Уровни звука измеряют шумомерами 1-го или 2-го класса точности.

Октавные уровни звукового давления измеряют шумомерами с подключенными к ним октавными электрическими фильтрами или комбинированными измерительными системами соответствующего класса точности.

Измерение эквивалентных уровней звука следует проводить интегрирующим шумомером. В случае его отсутствия эквивалентный уровень звука можно рассчитать в соответствии с приведенными методами (Приложение 1).

### 3.4. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИИ

Под вибрацией понимается движение точки или механической системы, при котором происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений, по крайней мере, одной координаты. Вибрация характеризуется частотой (Гц), амплитудой вибро смещения (мм), амплитудой вибро скорости (мм/с). По способу передачи на человека различают *общую вибрацию* и *локальную вибрацию*.

Общая вибрация вызывает сотрясение всего организма, локальная – вовлекает в колебательные движения отдельные части тела (в основном руки).

По источнику возникновения различают следующие виды общей вибрации:

- общую вибрацию 1-й категории – транспортную, к которой относят тракторы промышленные, автомобили грузовые (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и т.д.);

- общую вибрацию 2-й категории – транспортно – технологическую, к которой относят экскаваторы, краны, путевые машины, бетоноукладчики, напольный производственный транспорт;

- общую вибрацию 3-й категории – технологическую, к которой относят кузнечно-прессовое оборудование, электрические машины, насосные агрегаты и вентиляторы, установки химической и нефтехимической промышленности и др.

Общую вибрацию по категории 3 по месту действия подразделяют следующим образом:

- а) на постоянных рабочих местах;

- б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещениях;

- в) на рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораториях, учебных пунктах, вычислительных центрах, здравпунктах, конторских помещениях.

По временным характеристикам различают постоянные вибрации, (не более 6 дБ) и непостоянные вибрации, (не менее 6 дБ), в том

числе колеблющиеся во времени; прерывистые вибрации, (более 1 с); импульсные вибрации, (менее 1 с).

При воздействии вибрации измеряемыми параметрами являются:

- для постоянной вибрации – скорректированное по частоте среднее квадратическое значение виброускорения (виброскорости) и его логарифмический уровень или спектр вибрации; при выражении вибрационной нагрузки через спектр вибрации нормируемыми показателями являются средние квадратические значения виброускорения (виброскорости) или их логарифмические уровни в октавных и треть-октавных полосах частот;

- для непостоянной вибрации - эквивалентное скорректированное значение виброускорения (виброскорости) или его логарифмический уровень.

Время воздействия вибрации принимается равным длительности непрерывного или суммарного воздействия, измеряемого в минутах или часах.

Измерение вибрации должно проводиться на исправных машинах, отвечающих правилам проведения работ. Машины или оборудование должны работать в паспортном или типовом технологическом режиме и при проведении реальных технологических операций.

При контроле общей вибрации должны быть включены все источники, передающие вибрации на рабочее место.

При измерении вибрации машина или оборудование должны работать в установившемся режиме. Рекомендуется (по возможности) выбирать постоянный продолжительный режим работы без лишних рывков, ударов для получения устойчивого показания прибора и надежного их отсчета.

Контроль вибрации проводят в точках контакта работника с вибрирующей поверхностью.

Допускается соединять вибропреобразователь с объектом измерения с помощью магнита, жесткого хомута или кронштейна, металлического щупа, воска, резьбовой шпильки и пр. Способ и устройство крепления вибропреобразователя не должны оказывать влияния на

характер контролируемой вибрации и вносить погрешности в измерения. Предпочтительным креплением вибропреобразователя является резьбовая шпилька.

При измерении локальной вибрации вибропреобразователь устанавливают на переходном элементе-адаптере.

Если оператор работает стоя, то при измерении общей вибрации вибропреобразователь устанавливают около ног оператора на промежуточной платформе.

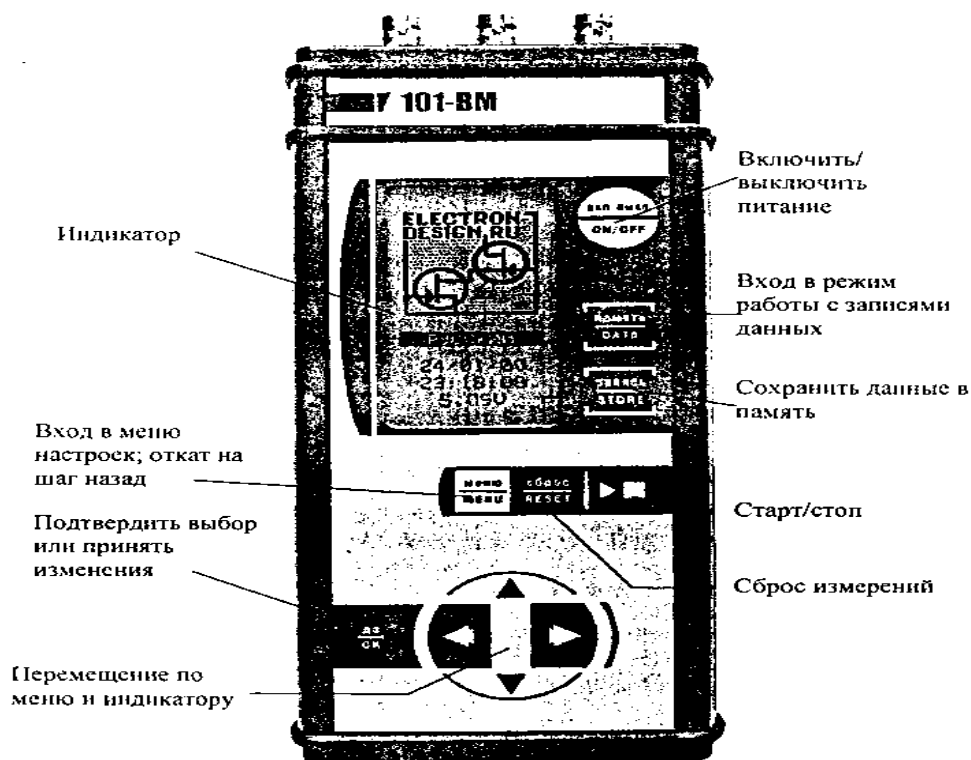
Если оператор работает сидя, то при измерении общей вибрации вибропреобразователь устанавливают на промежуточном диске, размещаемом на сиденье под опорными поверхностями оператора.

При обработке результатов измерений определяют:

- среднее значение уровня вибрации;
- скорректированный уровень вибрации.

Проведение обработки результатов измерений в Приложении 2.

Для измерения вибрации используют виброметры различных типов, например типа SM-211, M1300, ОКТАВА 101В. Внешний вид прибора представлен на рисунке 3.10.



Р и с. 3.10. Измеритель общей и локальной вибрации  
ОКТАВА – 110 В (101 ВМ)

Принцип действия и порядок работы описаны в Руководстве по эксплуатации на соответствующие приборы.

### **3.5. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ИЗЛУЧЕНИЙ.**

Показателями, характеризующими электромагнитные излучения, являются:

- напряженность электрического поля,  $E$ , В/м;
- напряженность магнитного поля,  $H$ , А/м, или магнитная индукция,  $B$ , Тл;
- плотность потока электромагнитной энергии (ППЭ) – энергия, проходящая через  $1 \text{ см}^2$  поверхности, перпендикулярной к направлению распространения электромагнитной волны, за 1 с,  $S$ , Вт/м<sup>2</sup>.

Выбор регистрируемых параметров электромагнитного поля определяется с учетом особенностей формирования электромагнитного поля в зависимости от частоты электромагнитного излучения и расстояния до источника излучения.

В так называемой «ближней» зоне, или зоне индукции, на расстоянии от источника  $r < \lambda$  электромагнитная волна еще не сформирована, соотношение между электрической и магнитной составляющими в этой зоне может быть самым различным. Измерения переменного электрического поля и переменного магнитного поля производятся отдельно. На практике при частотах ниже 300 МГц электромагнитное поле следует определить как «ближнее поле» электрическую и магнитную составляющие поля рассматривать отдельно.

В так называемой «дальней» зоне, или волновой зоне, начинающейся с расстояния начинающейся с расстояния  $r > 3\lambda$ , электрическая и магнитная составляющие изменяются в фазе, и между их средними значениями за период существует постоянное соотношение  $E = 377 \times H$ , где 377 – волновое сопротивление вакуума. В российской практике в волновой зоне излучения, на частотах излучения выше 300 МГц, обычно измеряется плотность потока электромагнитной энергии (ППЭ).



Между зонами индукции и волновой зоной располагается промежуточная зона или зона интерференции. Для зоны интерференции характерно наличие как поля индукции, так и распространяющейся электромагнитной волны.

Для оценки интенсивности электромагнитных полей в указанных зонах используются различные методы и средства измерения.

Источниками электромагнитного излучения могут быть любые элементы, включенные в высокочастотную цепь.

Примером источника неионизирующих электромагнитных излучений может служить компьютер, а именно видеомонитор. Он создает вокруг себя электромагнитное поле как низкой, так и высокой частоты, что способствует появлению электростатического поля.

При проведении измерений электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах, необходимо установить на экране видеодисплейного терминала типичное для данного вида работы изображение (текст, графики и др.).

При проведении измерений должна быть включена вся вычислительная техника, ВДТ и другое используемое для работы электрооборудование, размещенное в данном помещении.

Измерения параметров электростатического поля проводить не ранее чем через 20 мин. после включения ПЭВМ.

Измерение уровней переменных электрических и магнитных полей, статических электрических полей на рабочем месте, оборудованном ПЭВМ, производится на расстоянии 50 см от экрана на трех уровнях на высоте 0,5; 1 и 1,5 м.

Если на обследуемом рабочем месте, оборудованном ПЭВМ, интенсивность электрического и/или магнитного поля в диапазоне 5-2000 Гц превышает нормируемые значения, следует проводить измерения фоновых уровней ЭМП промышленной частоты (при включенном оборудовании). Фоновый уровень электрического поля частотой 50 Гц не должен превышать 500 В/м. Фоновые уровни индукции магнитного поля не должны вызывать нарушения установленных требований к визуальным параметрам видеодисплейного терминала.

Измерение энергетических параметров ЭМП включает в себя прием энергии поля и детектирование, т.е. преобразование выходного сигнала датчика в форму, удобную для его дальнейшей регистрации и обработки. Для контроля уровней электромагнитного излучения используются измерители напряженности поля и измерители плотности потока энергии (величина, пропорциональная квадрату напряженности поля).

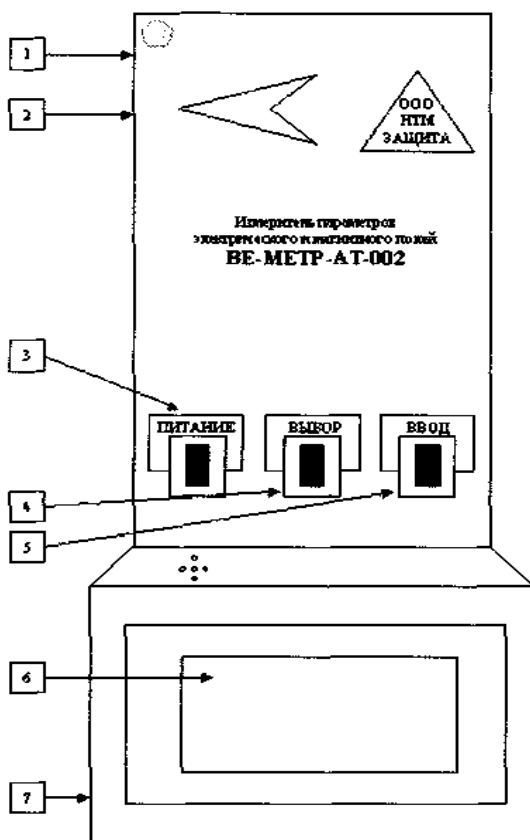
В качестве датчиков поля в зависимости от типа прибора используются антенны как изотропные, так и требующие ориентации в зависимости от поляризации поля.

Для измерений используются различные измерители напряженности поля (электрического и магнитного), например типа ИЭМП. Этот прибор предназначен для измерения эффективного значения напряженности электрического поля в пределах от 4 до 1500 В/м в диапазоне частот от 100 кГц до 30 МГц и от 1 до 600 В/м в диапазоне 20-300 МГц, а также напряженности магнитного поля в пределах от 0,5 до 300 А/м в диапазоне частот от 100 кГц до 1,5 МГц в производственных помещениях в непосредственной близости от высокочастотных установок (в зоне индукции), работающих в режиме непрерывного излучения.

Для измерения плотности потока мощности электромагнитных полей в диапазоне частот от 150 до 16,7 ГГц может быть использован прибор ПО-1. В этом приборе в качестве чувствительного элемента используется термистор, представляющий собой датчик, сопротивление которого заметно изменяется при изменении температуры. Термистор поглощает высокочастотную энергию, нагревается, и изменение его сопротивления фиксируется измерительной системой.

Прибор позволяет измерять плотность потока мощности в  $\text{мкВт/см}^2$ . При этом рупор приемной антенны измерителя должен быть направлен на источник электромагнитных излучений.

В настоящее время в качестве измерителя параметров электрического и магнитного полей используется прибор «ВЕ-МЕТР - АТ002». Внешний вид прибора представлен на рисунке 3.11.



Р и с. 3.11. Внешний вид прибора «ВЕ-МЕТР-АТ002»

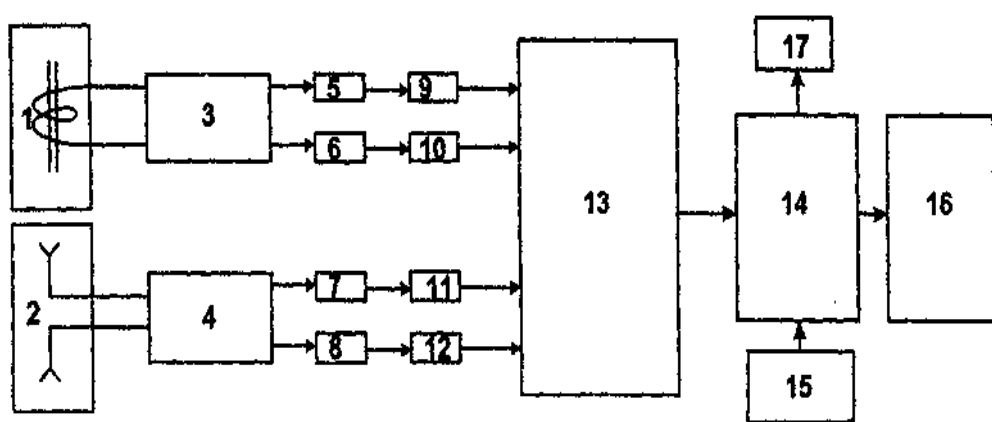
1 - корпус прибора; 2- гнездо включения внешней антенны; 3- выключатель питания; 4 - кнопка выбора режимов измерения; 5 - кнопка запуска измерений и ввода результатов в память процессора; 6 - жидкокристаллический строчный дисплей; 7 - гнездо подключения зарядного устройства

Данный прибор предназначен для контроля норм по электромагнитной безопасности видеодисплейных терминалов в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Принцип действия измерителя параметров электрического и магнитного полей состоит в преобразовании колебаний электрического и магнитного полей в колебания электрического напряжения, частотной фильтрации и усиления этих колебаний с последующим их детектированием. Продетектированный сигнал поступает на аналогово-цифровой преобразователь, результирующие числовые значения величин зарегистрированных колебаний электрического и магнитного полей анализируются встроенным в измеритель микропроцессором, результат измерений индицируется на матричном жидкокристаллическом индикаторе.

Регистрация электрического и магнитного полей проводится одновременно во всей частотной полосе измерения. Зарегистрированный сигнал после предварительного усиления разделяется активными частотными фильтрами и в дальнейшем усиливается в независимых каналах регистрации. Прибор, таким образом, объединяет в одной конструкции два отдельных измерителя напряженности электрического поля, два отдельных измерителя плотности магнитного потока и макропроцессорный блок обработки и анализа результатов измерений.

Функциональная блок-схема измерителя приведена на рисунке 3.12.



Р и с. 3.12. Функциональная блок-схема измерителя «ВЕ-метр-АТ002»

На рисунке введены следующие обозначения:

1. Датчик-измеритель плотности магнитного потока.
2. Датчик-измеритель напряженности электрического поля.
3. Предварительный усилитель сигналов датчика плотности магнитного потока.
4. Предварительный усилитель сигналов датчика напряженности электрического поля.
5. Активный полосовой фильтр высоких частот (АПФВЧ) для сигналов датчика (1).
6. Активный полосовой фильтр низких частот (АПФНЧ) для сигналов датчика (1).
7. АПФВЧ для сигналов датчика напряженности электрического поля.

8. АПФНЧ для сигналов датчика напряженности электрического поля.

9. Канал детектирования высоких частот сигналов датчика плотности магнитного потока.

10. Канал детектирования низких частот сигналов датчика плотности магнитного потока.

11. Канал детектирования высоких частот сигналов датчика напряженности электрического поля.

12. Канал детектирования низких частот сигналов датчика напряженности электрического поля.

13. Аналогово-цифровой преобразователь.

Измеритель применяется при проведении комплексного санитарно-гигиенического обследования помещений и рабочих мест, а также для аттестации рабочих мест.

### **3.6. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ**

Ряд производственных процессов сопровождается выделением в воздух тепла и различных вредных веществ (пары, газы и т.п.), например при сварке, пайке и гальванических процессах. При размалывании, дроблении и шлифовке твердых тел образуется мелкая пыль.

Под вредным понимается вещество, которое при контакте с организмом человека вызывает производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

Контроль содержания вредных веществ проводится при сравнении измеренных концентраций с их предельно допустимыми значениями.

Различают несколько видов ПДК:

- среднесменная предельно допустимая концентрация (ПДК<sub>СС</sub>) – предельная концентрация, усредненная за 8-часовую рабочую смену;
- максимальная предельно допустимая концентрация (ПДК<sub>М</sub>) –

максимальная концентрация, возникающая при ведении технологического процесса, усредненная при отборе проб за промежуток времени, равный 15 мин.

Отбор проб осуществляется на тех рабочих местах и с учетом технологических операций, при которых возможно выделение в воздушную среду наибольшего количества вредного вещества. Например, у аппаратуры и агрегатов в период наиболее активных химических и термических процессов (электрохимических, пиролитических и др.): в местах наиболее вероятных источников выделения при движении жидкостей и газов (насосные, компрессорные и др.); на участках при загрузке, выгрузке, транспортировке, затаривании химических веществ, а также на участках размолла, сушки сыпучих материалов; при отборе проб на технологические анализы; в трудно-вентилируемых участках.

Для веществ, имеющих два норматива ( $\text{ПДК}_{\text{cc}}$  и  $\text{ПДК}_{\text{м}}$ ), контролируют и не допускают превышения как средней за смену, так и максимальной концентраций. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД) следует контролировать по среднесменным концентрациям, так как их ПДК являются среднесменными.

Для осуществления контроля вредных веществ на предприятии для каждого рабочего места составляется перечень веществ, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны при ведении технологического процесса. С этой целью работодатель предоставляет следующую информацию:

- сведения об используемых в производстве химических веществах (химический состав, молекулярная масса, летучесть и др.), их соответствии сертификатам, ТУ, ГОСТам;

- о химических реакциях на всех этапах технологического процесса, возможности образования промежуточных и побочных продуктов, качественном составе продуктов деструкции, гидролиза, пиролиза и других возможных превращений;

- сведения о возможности сорбции химических веществ на частичках пыли, строительных конструкциях, оборудовании и после-

дующей десорбции.

На основании полученных материалов, с учетом технологического регламента, выявляют операции технологического процесса, при которых в воздушную среду производственных помещений (участков с открытым размещением оборудования) могут выделяться вредные вещества (пары, газы, аэрозоли).

Контроль воздуха осуществляется при ведении производственного процесса в соответствии с технологическим регламентом с учетом следующих моментов:

- особенностей технологического процесса (непрерывный, периодический), температурного режима, количества выделяющихся вредных веществ и др.;

- физико-химических свойств контролируемых веществ (агрегатное состояние, плотность, давление пара, летучесть и др.) и возможности превращения последних в результате окисления, деструкции, гидролиза и других процессов;

- класса опасности и биологического действия вещества;

- планировки помещений (этажность здания, наличие межэтажных проемов, связь со смежными помещениями и др.);

- количества и вида рабочих мест (постоянные и непостоянные);

- реального времени пребывания работающих на производственном участке в течение рабочей смены.

Контроль воздушной среды на производственном участке, характеризующемся постоянством технологического процесса, значительным количеством идентичного оборудования или одинаковых рабочих мест, на которых выполняются одни и те же операции, осуществляется выборочно на отдельных рабочих местах (но не менее 20%), расположенных в центре и по периферии помещения.

Нарушение технологического процесса, неисправное состояние или неправильная эксплуатация оборудования и всех предусмотренных средств защиты производственной среды (вентиляция, укрытия) должны быть устранены либо отмечены в протоколе измерения. После устранения нарушения или неисправности вновь проводят изме-

рение концентраций.

Отбор проб воздуха проводят в зоне дыхания работника либо с максимальным приближением к ней воздухозаборного устройства (на высоте 1,5 м от пола). В каждой точке, как правило, следует отобрать не менее трех проб.

Длительность отбора одной пробы воздуха определяется методом анализа и зависит от концентрации вещества в воздухе рабочей зоны.

Существуют различные методы контроля воздушной среды на содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны: индикаторные, лабораторные, экспрессные, инструментальные.

Индикаторные методы отличаются простотой и позволяют быстро производить качественные определения, однако количество токсичных веществ в воздухе индикаторными методами определяется весьма приближенно.

В практической деятельности для проведения химических экспресс-анализов широко используются переносные универсальные газоанализаторы.

Лабораторные методы позволяют точно определить количество токсичных веществ в воздухе, однако они требуют значительного времени.

Наиболее совершенными являются инструментальные методы определения содержания вредных веществ в воздухе, выполняемые с помощью газоанализаторов и газосигнализаторов.

Запыленность воздуха определяется количеством пыли в миллиграммах на 1 м<sup>3</sup> воздуха. Измеряют концентрацию пыли, ее дисперсность и состав. В производственных условиях для оценки запыленности чаще всего используется весовой способ (рис. 3.13). Выделение пыли из воздуха проводится следующими методами:

- аспирационным методом, который основан на протягивании воздуха через фильтры (из стеклянной или хлопчатобумажной ваты, из ткани и др.) или через жидкости (воду, масла);

- седиментационным методом, который основан на естественном оседании пыли на стеклянные пластинки или банки, после чего рас-



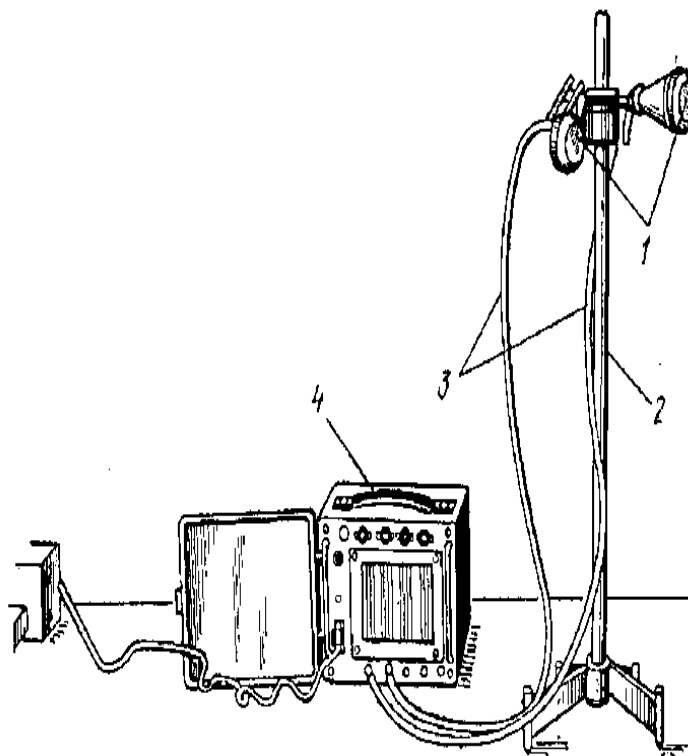
считывают массу осевшей пыли на  $1 \text{ м}^2$  поверхности;

- электроосаждением пыли, которое заключается в создании поля высокого напряжения, в котором пылевые частицы электризуются, а затем притягиваются к электродам.

В закрытых помещениях чаще всего используется аспирационный метод. Для протягивания воздуха используются различные аспираторы. Количественный анализ загрязнений производится определением массы фильтра до и после просасывания воздуха, затем рассчитывается запыленность в миллиграммах на  $1 \text{ м}^3$ . Объем воздуха при этом определяется как произведение времени отбора на скорость аспирации.

В качестве прибора для определения загазованности

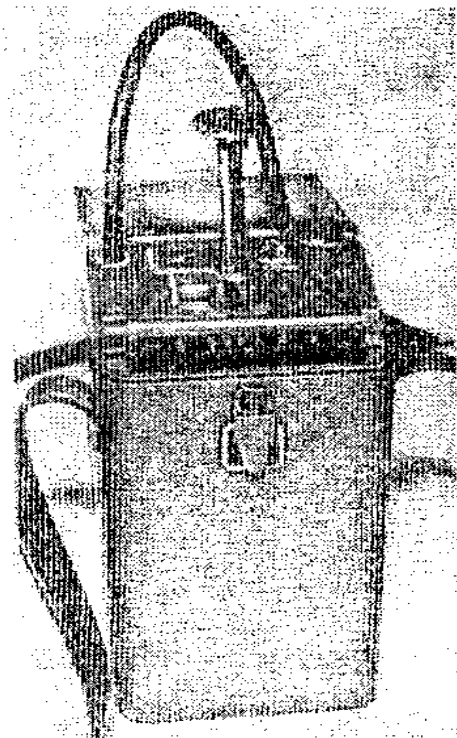
воздуха используется газоанализатор УГ-2 (рис. 3.14). Принцип его работы основан на линейно-колористическом методе. Он состоит в аспирировании исследуемого воздуха с помощью воздухозаборного устройства через индикаторную трубку, заполненную зерненным сорбентом с нанесенным на него цветообразующим реагентом. При этом индикаторный порошок в трубке изменяет свой цвет на определенную длину, функционально зависящую от концентрации определенного вещества.



Р и с. 3.13. Установка для забора воздуха  
1 - аллонж с фильтром; 2 - штатив; 3 – резиновая трубка; 4 - аспирационный прибор с реометрами

Газоанализатор УГ-2 состоит из воздухозаборного устройства и спецкомплектов ЗИП для изготовления потребителем индикаторных трубок, фильтрующих или окислительных патронов.

Воздухозаборное устройство представляет собой резиновый сильфон с расположенным внутри него металлическим стаканом, в



котором находится пружина в сжатом состоянии. Для придания сильфону жесткости и сохранения постоянного объема в его внутренних гофрах установлены распорные кольца.

Аспирирование исследуемого воздуха через индикаторную трубку осуществляется после растяжения пружины штоком; сильфон при этом сжимается. Для фиксации объема аспирируемого воздуха на цилиндрической поверхности штока имеются четыре продольных канавки, каждая с двумя углублениями. Расстояние между

Р и с. 3.14. Универсальный  
газоанализатор УГ-2

углублениями на канавках подобрано таким образом, чтобы при ходе штока от од-

ного углубления до другого сильфон забирал необходимое для анализа количество исследуемого воздуха. Резиновый сильфон с двумя фланцами и пружиной помещен в закрытой части корпуса.

На верхней плате прибора расположены неподвижная втулка для движения штока, стопор для фиксации штока, отверстие для его хранения, штуцер с надетой на него отводной резиновой трубкой, подстав для шкал и индикаторной трубки.

Для определения некоторых паров или газов к индикаторной трубке дополнительно присоединяется фильтрующий или окислительный патрон.

Более современным прибором для определения концентрации вредных веществ в воздухе является газоанализатор универсальный

ГАНК-4. Он предназначен для автоматического непрерывного контроля концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны, в промышленных выбросах и технологических процессах в целях охраны окружающей среды, обеспечения безопасности труда и оптимизации технологических процессов.

Работа газоанализатора осуществляется в автоматическом режиме. Насос подает через входной штуцер газоанализатора анализируемый воздух на датчик или ленту химкассеты.

При измерении с помощью электрохимического датчика измеряется величина тока, пропорциональная концентрации определяемого вещества.

При измерении с помощью термокatalитического датчика измеряется изменение проводимости на платино-палладиевом электроде при термокatalитической реакции, пропорциональной концентрации определяемого вещества.

При измерении с помощью полупроводникового датчика измеряется изменение электропроводимости полупроводникового газочувствительного слоя при химической адсорбции газа на его поверхности, пропорциональной концентрации определяемого вещества.

При измерении с помощью химкассеты измеряется скорость изменения потемнения (окраски) ленты, пропорциональной концентрации определяемого вещества.

При измерении концентраций, анализируемый воздух поступает через входной штуцер на датчик или химкассету. Через время, не более 20 с (при измерении датчиком) или время, не более 30 с (при измерении химкассетой), сигнал поступает в вычислительное устройство, которое преобразовывает его и выдает на ЖКИ в виде значения текущей ( $C_{\text{тек.}}$ ) и средней ( $C_{\text{ср.}}$ ) концентраций в  $\text{мг/м}^3$ .

Аппаратура и приборы, используемые при санитарно-химических исследованиях, подлежат проверке в установленном порядке.

### **3.7. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ**

## **ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ**

Трудовую деятельность человека можно рассматривать в двух аспектах: с толчки зрения трудовой нагрузки, выполняемой при данном виде работ и, с другой стороны, как функционального напряжения организма человека как интегрального ответа на нагрузку.

Трудовая нагрузка представляет собой совокупность факторов трудового процесса, выполняемого в определенных условиях производственной среды. В зависимости от особенностей факторов, трудовая нагрузка по разному влияет на организм человека, на те или иные функциональные системы, определяя величину и направленность их действия. При определенных условиях уровни психофизиологических факторов могут быть расценены как опасные и вредные. Они оказывают неблагоприятное воздействие на функциональное состояние организма человека, его самочувствие, эмоциональную и интеллектуальную сферу и приводят к стойкому снижению работоспособности и (или) нарушению состояния здоровья работающего.

### **Особенности измерения показателей тяжести трудового процесса**

Тяжесть физического труда оценивают на основе действующих технологических и производственных процессов. При этом учитываются все показатели тяжести трудового процесса. Основными показателями тяжести трудового процесса являются:

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса;
- перемещение в пространстве.

Уровни факторов тяжести труда выражают в эргономических величинах, характеризующих трудовой процесс, с учетом пола работающих (мужчина или женщина).

Каждый фактор трудового процесса для количественного измерения и оценки требует своего подхода.

1. Физическая динамическая нагрузка, выражается в единицах внешней механической работы за смену, кг·м.

Для подсчета физической динамической нагрузки определяется масса груза, перемещаемого вручную в каждой операции и путь его перемещения в метрах. Подсчитывается общее количество операций по переносу груза за смену и суммируется величина внешней механической работы (кг·м) за смену в целом.

2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг.

Для определения массы груза его взвешивают на товарных весах. Причем регистрируется только максимальная величина. Массу груза можно также определить по документам. Для определения суммарной массы груза, перемещаемого в течение каждого часа смены, вес всех грузов суммируется. Если переносимый груз одного веса, то этот вес умножается на число подъемов или перемещений в течение каждого часа.

3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену).

Работы, для которых характерны локальные движения, как правило, выполняются в быстром темпе (60-250 движений в минуту) и за смену количество движений может достигать нескольких десятков тысяч. Поскольку при этих работах темп, т.е. количество движений в единицу времени, практически не меняется, то, подсчитав, вручную или с применением какого-либо автоматического счетчика, число движений за 10-15 минут, рассчитываем число движений в 1 минуту, а затем умножаем на число минут, в течение которых выполняется эта работа. Время выполнения работы определяется путем хронометражных наблюдений или по фотографии рабочего дня. Число движений можно определить также по дневной выработке.

Региональные рабочие движения выполняются, как правило, в более медленном темпе и легко подсчитать их количество за 10-15 минут или за 1-2-е повторяемые операции, несколько раз за смену. После этого, зная общее количество операций или время выполнения работы, подсчитываем общее количество региональных движений за смену.

4. Статическая нагрузка (величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий, кгс · с).

Время удержания статического усилия определяется на основании хронометражных измерений.

Статические усилия в производственных условиях бывают двух видов:

- удержание обрабатываемого изделия;
- прижим обрабатываемого инструмента к обрабатываемому изделию.

В первом случае величина статического усилия определяется весом удерживаемого изделия (инструмента). Вес изделия определяется путем взвешивания на весах. Во втором случае величина усилия прижима может быть определена с помощью тензометрических, пьезокристаллических или каких-либо других датчиков, которые необходимо закрепить на инструменте или изделии.

#### 5. Рабочая поза

Рабочая поза работника может быть следующих видов:

- свободная;
- неудобная;
- фиксированная;
- вынужденная.

Характер рабочей позы определяется визуально. Время пребывания в той или иной позе определяется на основании хронометражных данных за смену.

Кроме того, при оценке показателя « рабочая поза » учитывается время нахождения работника в позе стоя за смену.

#### 6. Наклоны корпуса (количество за смену).

Число наклонов за смену определяется путем их прямого подсчета или определением их количества за одну операцию и умножается на число операций за смену. Глубина наклонов корпуса (в градусах) измеряется с помощью любого простого приспособления для измерения углов (например, транспортира).

#### 7. Перемещение в пространстве.

Переходы, обусловленные технологическим процессом в течение смены, могут производиться по горизонтали или вертикали (по лестницам, пандусам и др.)

Самый простой способ определения этой величины – с помощью шагомера, определить количество шагов за смену (во время регламентированных перерывов и обеденного перерыва шагомер снимать). Количество шагов за смену умножить на длину шага (мужской шаг в производственной обстановке в среднем равняется 0,6 м, а женский – 0,5 м), и полученную величину выразить в км.

В качестве методов измерений показателей тяжести трудового процесса используются хронометражные наблюдения, а также аналитические расчеты параметров на основе измерений.

Для количественного определения показателей параметров применяют такие средства измерения, как весы, шагомер, секундомер, линейка (класс точности 3), угловой шаблон (класс точности 3), динамометр. Для проведения хронометражных измерений используют кино-, фото- и видеоаппаратуру.

### **Особенности измерения напряженности трудового процесса**

Оценка напряженности труда, профессиональной группы работников основана на анализе трудовой деятельности и ее структуры, которые изучаются путем хронометражных наблюдений в динамике всего рабочего дня, в течение не менее одной недели. Анализ основан на учете всего комплекса производственных факторов, которые создают предпосылки для возникновения неблагоприятных нервно-

эмоциональных состояний, т.е. перенапряжений. Все показатели трудового процесса сгруппированы по видам нагрузок:

- интеллектуальные;
- сенсорные;
- эмоциональные;
- монотонные;
- режимные.

Они имеют качественную или количественную выраженность.

Рассмотрим показатели напряженности труда по видам нагрузок.

### 1. Нагрузки интеллектуального характера.

К ним относятся такие показатели как:

- содержание работы;
- восприятие сигналов (информации) и их оценка;
- распределение функций по степени сложности задания;
- характер выполняемой работы.

2. Сенсорные нагрузки. К этому виду нагрузок относятся следующие показатели:

- длительность сосредоточенного наблюдения (в % от времени смены);
- плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы;
- число производственных объектов одновременного наблюдения;
- размер объекта различения при длительности сосредоточенного внимания (% от времени смены);
- работа с оптическими приборами (микроскоп, лупа и т.п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% от времени смены);
- наблюдение за экраном видеотерминала (часы в смену);
- нагрузка на слуховой аппарат;
- нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов наговариваемых в неделю).

### 2. Эмоциональные нагрузки

К нагрузкам такого типа относятся следующие показатели:

- степень ответственности за результат собственной деятельности;



- значимость ошибки;
- степень риск для собственной жизни;
- степень ответственности за безопасность других лиц.

#### 4. Монотонность нагрузок

К ним относятся:

- число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций;
- продолжительность (в сек.) выполнения простых производственных заданий или повторяющихся операций;
- время активных действий (в % к продолжительности смены);
- монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса в % от времени смены).

#### 5. Режим работы.

К этому виду нагрузок относятся:

- фактическая продолжительность рабочего дня;
- сменность работы;
- наличие регламентированных перерывов и их продолжительность (без обеденного перерыва).

В качестве методов измерений показателей напряженности трудового процесса применяются хронометражные наблюдения, изучение технологического процесса и анализ документации, а также аналитические вычисления параметров по измеренным величинам. Для этого в качестве средств измерения используются: мерительная лупа, секундомер, линейка (класс точности 3). Проведение хронометражных наблюдений обеспечивается видео-, фото- и киноаппаратурой.

## **4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЗОР ЗА СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЙ**

### **4.1. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И НАДЗОР**

Государственный метрологический контроль и надзор, в том чис-

ле и в сфере обеспечения безопасности и производства, осуществляет Государственная метрологическая служба, находящаяся в ведении Госстандарта.

Государственный метрологический надзор осуществляется на предприятиях, в организациях и учреждениях независимо от их ведомственной подчиненности и форм собственности в виде проверок соблюдения метрологических правил и норм.

Государственный метрологический контроль включает:

- утверждение типов и средств измерений;
- поверку средств измерений;
- лицензирование деятельности физических и юридических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений.

Утверждение типа средства измерения необходимо для новых марок (типов) средств измерений, предназначенных для выпуска с производства или ввоза по импорту. Данная процедура предусматривает обязательные испытания средства измерения, принятие решения об утверждении, его государственную регистрацию (в Государственном реестре, который ведет Госстандарт), выдачу сертификата об утверждении типа.

Поверке подлежит каждый экземпляр средств измерений. Перечень групп средств измерений, подлежащих поверке, утверждается Госстандартом.

Поверка – это установление пригодности средств измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и контроля их соответствия установленным требованиям. Поверка бывает первичной (при выпуске средств измерения из производства или после ремонта) и периодической (через установленные межпроверочные интервалы времени для средств измерений, находящихся в эксплуатации или хранении). Если средство измерения признано пригодным, то на него выдается «Свидетельство о поверке». По решению Госстандарта, право поверки может быть предоставлено юридическому лицу, аккредитованному метрологической службой.

Осуществление всех видов метрологических услуг оплачивается владельцем приборов.

Средства измерения, применяемые при аттестации рабочих мест, должны быть метрологически аттестованы и проходить поверку в установленные сроки.

Метрологическая аттестация средства измерения – признание узаконенным для измерения (с указанием его метрологического назначения и метрологических характеристик) на основании тщательных исследований метрологических свойств этого средства. Метрологическая аттестация выполняется органами государственной метрологической службы. Метрологической аттестации обычно подвергают средства измерений, не подлежащие государственным испытаниям или же утвержденные органами государственной метрологической службы. На основании метрологической аттестации выдается соответствующее свидетельство.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### 1. Определение среднего уровня звука

Средний уровень звука по результатам нескольких измерений определяется как среднее арифметическое по формуле (1), если измеренные уровни отличаются не более чем на 7дБА, и по формуле (2), если они отличаются более чем на 7 дБА:

$$L_{\text{ср.}} = 1/n (L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n), \text{ дБА} \quad (1)$$

$$L_{\text{ср.}} = 10 \lg (10^{0,11 L_1} + 10^{0,11 L_2} + 10^{0,11 L_3} + \dots + 10^{0,11 L_n}) - 10 \lg n, \text{ дБА} \quad (2)$$

где  $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$  – измеренные уровни, дБА,

$n$  - число измерений

Для вычисления среднего значения уровней звука по формуле (2) измеренные уровни необходимо просуммировать с использованием табл.1 и вычесть из этой суммы  $10 \lg n$ , значение которых определяется по табл.2. при этом формула (2) принимает вид:

$$L_{\text{ср.}} = L_{\text{сум}} - 10 \lg n \quad (3)$$

Суммирование измеренных уровней  $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$  производят попарно последовательно следующим образом. По разности двух уровней  $L_1$  и  $L_2$  по табл.1 определяют добавку  $\Delta L$ , которую прибавляют к большему уровню  $L_1$ , в результате чего получают уровень  $L_{1,2} = L_1 + \Delta L$ . Уровень  $L_{1,2}$  суммируется таким же образом с уровнем  $L_3$  и получают уровень  $L_{1,2,3}$  и т.д. Окончательный результат  $L_{\text{сум}}$  округляют до целого числа децибел.

При равных слагаемых уровнях, т.е. при  $L_1 = L_2 = L_3 = \dots = L_n = L$ ,  $L_{\text{сум}}$  можно определять по формуле:

$$L_{\text{сум}} = L + 10 \lg n$$

Таблица 1

Разность слагаемых уровней $L_1 - L_3$ , дБ ( $L_1 \geq L_3$ )	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Добавка $\Delta L$ , прибавляемая к большему из уровней $L_1$ , дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

В табл. 2 приведены значения  $10 \lg n$  в зависимости от  $n$ .

Таблица 2

Число уровней или источников $n$	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	50	100
$10 \lg n$ , дБ	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	17	20

### Пример расчета среднего значения уровня звука

Необходимо определить среднее значение для измеренных уровней звука 84, 90, и 92 дБА.

Складываем первые два уровня 84 и 90 дБА; их разности 6 дБ соответствует добавка по табл. 1, равная 1 дБ, т.е. их сумма равна  $90+1=91$  дБА. Затем складываем полученный уровень 91 дБА с оставшимся уровнем 92 дБА; их разности 1 дБ соответствует добавка 2,5 дБ, т.е. суммарный уровень равен  $92+2,5=94,5$  дБА или округленно получаем 95 дБА.

По табл. 2 величина  $10 \lg n$  для трех уровней равна 5 дБ, поэтому получаем окончательный результат для среднего значения, равный  $95-5=90$  дБА.

## 2. Расчет эквивалентного уровня звука упрощенным методом

Метод расчета эквивалентного уровня звука основан на использовании поправок на время действия каждого уровня звука. Он при-

меним в тех случаях, когда имеются данные об уровнях и продолжительности воздействия шума на рабочем месте, в рабочей зоне или различных помещениях.

Расчет производится следующим образом. К каждому измеренному уровню звука добавляется (с учетом знака) поправка по таблице 3, соответствующая его времени действия (в часах или % от общего времени действия). Затем полученные уровни звука складываются тем же образом как и при определении среднего уровня звука.

Таблица 3

время	в часах	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5	15 мин	5 мин
	в %	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка в дБ		0	-0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	-20

### **Пример расчета эквивалентного уровня звука упрощенным методом**

Уровни шума за 8-часовую рабочую смену составляли 80, 86 и 94дБА в течение 5,2 и 1 часа соответственно. Этим временам соответствуют поправки по таблице 3, равные – 2,-6, - 9 дБ. Складывая их с уровнями шума, получаем 78, 80, 85 дБА. Теперь, используя табл.1 настоящего приложения, складываем эти уровни попарно: сумма первого и второго дает 82 дБА, а их сумма с третьим – 86,7 дБА. Округляя, получаем окончательное значение эквивалентного уровня шума 87 дБА. Таким образом, воздействие этих шумов равносильно действию шума с постоянным уровнем 87 дБА в течение 8 часов.

**1. Расчет скорректированного уровня вибрации**

Расчет скорректированного уровня вибрации будем проводить путем энергетического суммирования логарифмических уровней вибрации (в дБ) с использованием табличных значений поправок к разности слагаемых уровней.

В таблице 4 показан пример расчета скорректированного уровня производственной локальной вибрации путем энергетического суммирования уровней виброскорости, измеренных в октавных полосах частот. В таблице 6 приведены значения весовых коэффициентов  $K_i$ ,  $L_{ki}$  (дБ) для локальной вибрации.

Энергетическое суммирование уровней виброскорости производят попарно, последовательно: 102 и 112 (разность - 10дБ), поправка (табл. 5), равная 0,4 дБ, прибавляется к большему уровню 112дБ, что дает 112,4дБ; 120 и 116 (разность - 4дБ), поправка -1,5дБ, сумма - 121,5дБ и т.д. Аналогичное сложение полученных сумм дает окончательный результат в виде скорректированного уровня виброскорости, равного 123дБ.

*Таблица 4*

**Пример расчета скорректированного уровня виброскорости путем энергетического суммирования**

Средне-геометрические частоты октавных полос, Гц	Уровни виброскорости, дБ	Значение весовых коэффициентов, $L_{ki}$	Скорректированные октавные уровни виброскорости, дБ	Данные попарного энергетического суммирования уровней виброскорости с учетом поправок по табл.5		
8	108	-6	102			
				112,4		
16	112	0	112			
					121,9	
31,5	120	0	120			
				121,5		

Окончание табл. 4

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Уровни виброскорости, дБ	Значение весовых коэффициентов, $L_{ki}$	Корректированные октавные уровни виброскорости, дБ	Данные попарного энергетического суммирования уровней виброскорости с учетом поправок по табл.5		
63	116	0	116			
						123
125	111	0	111			
				112,5		
250	107	0	107			
					113,5	
500	104	0	104			
				106,5		
1000	103	0	103			

Таблица 5

**Значения добавок,  $\Delta L$ , в зависимости от разности слагаемых уровней**

Разность слагаемых уровней $L_1-L_2$ , дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Добавка, $\Delta L$ , дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4

Таблица 6

**Значения весовых коэффициентов  $K_i$ ,  $L_{ki}$  ( дБ ) для локальной вибрации**

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Значения весовых коэффициентов	
	Для виброскорости	
	$K_i$	$L_{ki}$
8	0,5	-6
16	1,0	0
31,5	1,0	0
63	1,0	0
125	1,0	0
250	1,0	0
500	1,0	0
1000	1,0	0



## 2. Расчет эквивалентного скорректированного уровня вибрации

Эквивалентный по энергии скорректированный уровень является одночисловой характеристикой непостоянной вибрации. Расчет основан на использовании поправок на время действия каждого скорректированного уровня виброскорости (дБ). Производится он следующим образом. К каждому измеренному скорректированному уровню виброскорости (дБ) добавляется (с учетом знака) поправка по таблице 7, соответствующая его времени действия (в часах или % от общего времени действия).

Затем полученные уровни виброскорости складываются путем парного энергетического суммирования с учетом поправок по таблице 5.

Таблица 7

### Значения поправок к скорректированному уровню на время действия вибрации для расчета эквивалентного уровня

Время действия, ч	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5	15 мин	5 мин
Время в % от 8-часовой смены	100	88	75	62	60	38	25	12	6	3	1
Поправка, дБ	0	-0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	-20

Таблица 8

### Пример расчета эквивалентного уровня вибрации

Скорректированные уровни виброскорости, дБ	Время действия вибрации данного уровня в течение смены согласно технологическому регламенту, ч	Поправка на время действия вибрации данного уровня по табл. 8	Уровни виброскорости с учетом поправок на время действия фактора, дБ	Эквивалентный скорректированный уровень виброскорости, полученный путем парного энергетического суммирования уровней по табл.5
108	1	-9	99	
107	2	-6	101	103,2
115	0,5	-12	103	106
110	1	-9	101	107,2
104	3	-4,2	100	108

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### Психометрическая таблица

Показ. вл. терм. в °С	Разность показаний сухого и влажного термометров																
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
0	100	90	81	73	64	57	50	43	36	31	26	20	16	11	7	3	
1	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	19	16	11	7	
2	100	90	83	75	67	61	54	47	42	35	31	26	23	18	14	10	
3	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	26	21	17	13	10
4	100	91	84	77	70	64	57	51	46	41	36	32	28	24	20	16	14
5	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23	19	17
6	100	92	85	78	72	66	61	56	50	45	41	35	33	29	26	22	19
7	100	92	86	79	73	67	62	57	52	47	43	39	35	31	28	25	22
8	100	92	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37	33	30	27	25
9	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39	35	32	29	27
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	38	34	31	28
11	100	94	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43	40	36	33	30
12	100	94	88	82	78	73	68	63	59	56	52	48	44	42	38	35	32
13	100	94	88	83	78	73	69	64	61	57	53	50	46	43	40	37	34
14	100	94	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	41	30	36
15	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49	46	43	41	37
16	100	95	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50	48	44	42	39
17	100	95	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	46	44	40
18	100	95	90	85	81	76	74	69	66	62	59	56	53	50	47	45	42
19	100	95	91	85	82	77	74	70	66	63	60	57	54	51	48	46	43
20	100	95	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55	53	49	47	44
21	100	95	91	86	83	79	75	71	68	65	62	59	56	54	51	49	46
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52	50	47
23	100	96	91	87	83	80	76	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53	52	49
25	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	59	58	54	52	50
26	100	96	92	88	85	81	78	74	71	68	65	63	60	58	55	53	51
27	100	96	92	89	85	81	78	75	72	69	66	64	61	59	56	54	51
28	100	96	92	88	85	82	79	75	72	69	67	65	62	60	57	54	52
29	100	96	92	89	85	82	79	75	73	71	67	65	62	60	57	55	53
30	100	96	93	89	86	82	79	77	73	71	68	66	63	61	58	56	55
31	100	96	93	89	85	83	80	77	74	72	69	67	64	61	59	57	55
32	100	96	93	89	87	83	80	77	75	72	70	67	65	62	60	58	56
33	100	96	93	89	86	83	80	78	75	72	70	68	66	63	61	59	57
34	100	96	93	90	86	83	81	78	76	73	71	69	66	64	62	59	57
35	100	96	93	89	87	83	81	79	76	74	71	69	67	65	62	60	58
36	100	96	93	89	87	84	82	79	77	74	72	70	67	65	63	60	59
37	100	96	93	90	87	85	82	79	77	75	72	70	68	65	63	61	59
38	100	97	94	91	88	85	82	80	77	75	73	70	68	66	64	61	59
39	100	96	94	91	88	85	82	80	77	75	73	71	69	66	64	62	59
40	100	97	94	91	88	85	82	80	78	76	73	71	68	66	64	62	60
41	100	97	94	91	88	85	83	80	78	75	73	71	68	66	65	63	61
42	100	97	94	91	88	85	83	80	78	76	73	71	69	67	65	63	61
43	100	97	94	91	88	85	83	81	78	76	73	72	69	67	65	64	62
44	100	97	94	91	89	86	83	81	78	76	74	72	70	68	66	64	63
45	100	97	94	91	89	86	84	81	79	77	75	72	70	68	66	65	63

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Положение о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденных Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 14 марта 1997г. №12.

2. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, утвержденные Госкомсанэпиднадзором России 12 июля 1994 г., Руководство Р2.2.013 – 94.

3. Аттестация рабочих мест по условиям труда: Учебн. пособ. / Сост. А.В.Беляев, Л.А.Моссоулина; Самар. гос.техн. ун-т. Самара, 2005. 87с.

4. Аттестация рабочих мест по условиям труда. Учебн. пособие / Коллектив авторов. Серия: Охрана труда – М. 2005 – 368с.

5. Основы метрологии и электрические измерения: Учебник для вузов / Б.Я. Авдеев, Е.М.Антонюк, Е.М.Душин и др.; Под ред. Е.М.Душина – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. от-ние. 1987.- 480с.

6. Метрологическое обеспечение безопасности труда / Колл. авт.: Под ред. И.Х.Солягина. Т.1. Измеряемые параметры физически опасных и вредных производственных факторов. – М.: Изд-во стандартов. 1989 – 240с.

7. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

8. ГОСТ 12.1.005 – 88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

9. СанПиН № 5802 – 91. Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50Гц).

10. ГОСТ 12.1.006 – 84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые условия на рабочих местах и требования к проведению контроля.

11. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Гигиенические требования к ви-

деодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

12. СИ № 3223-85. Санитарные нормы допустимых условий шума на рабочих местах.

13. ГОСТ 12.1.050 – 86 ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах.

14. СН № 3044 – 84. Санитарные нормы вибраций на рабочих местах.

15. МУ № 3911 – 85. Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценке производственных вибраций.

16. СНиП 23-05 – 95. Естественное и искусственное освещение.

17. МУ «Оценка освещения рабочих мест», утвержденные Минтруда РФ № от РМ 01 – 98 и главным государственным санитарным врачом РФ № 2.2.4.706 – 98.

18. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерения. Учебн. для вузов – М.: Высшая школа, 2001г. – 198с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения метрологии охраны труда .....	3
1.1. Определение и цель метрологического обеспечения безопасности труда, ее основные задачи.....	3
1.2. Научные, технические, организационные и правовые компоненты метрологического обеспечения .....	4
2. Теоретические основы дисциплины .....	5
2.1. Основные понятия термины определения .....	5
2.2. Погрешность измерений .....	9
3. Основные элементы организации метрологического обеспечения безопасности труда .....	13
3.1. Методы и средства измерения параметров микроклимата .....	13
3.2. Методы и средства измерения показателей световой среды .....	21
3.3. Методы и средства измерения шума .....	26
3.4. Методы и средства измерения вибрации .....	29
3.5. Методы и средства измерения неионизирующих электромагнитных полей и излучений. ....	32
3.6. Методы и средства измерения вредных веществ в воздухе рабочей зоны .....	37
3.7. Методы и средства измерения психофизиологических опасных и вредных производственных факторов.....	43
4. Метрологический надзор за средствами измерений.....	49
4.1. Государственный метрологический контроль и надзор.....	49
Приложения.....	52
Приложение 1 .....	52
Приложение 2.....	55
Приложение 3.....	58
Библиографический список.....	59

Учебное издание

**Метрологическое обеспечение безопасности**

Моссоулина Лидия Александровна

Редактор С.И. Котерина  
Технический редактор В.Ф. Елисева

Подп. в печать  
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Печать офсетная. Усл. п. л. . Усл.кр. - отт.  
Уч.-изд. л. Тираж 100 экз. С. –

---

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Самарский государственный технический университет»  
443100. г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус.

Отпечатано в типографии  
Самарского государственного технического университета  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Корпус № 8