

**высшего образования**  
**Первый Московский государственный медицинский университет имени**  
**И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации**  
**(Сеченовский Университет)**

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
**ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**  
**«Гигиена и санитария»**

**Учебный модуль 9.**

**«Санитарно-гигиенические лабораторные исследования»**

***1. Гигиеническая оценка параметров микроклимата помещений***

Микроклимат существенно влияет на самочувствие человека, на протекание процессов теплообмена, от которых зависит поддержание относительного постоянства температуры тела, обеспечиваемое физиологическими механизмами терморегуляции у человека и теплокровных животных. В любой обстановке (производственная, бытовая) система терморегуляции человека стремится поддерживать постоянную температуру тела, равную 36,5 °С, следовательно, необходимо поддерживать, такие параметры микроклимата, которые не выходили бы за допустимые нормативы.

Различают следующие механизмы отдачи метаболического тепла в окружающую среду, причем организм включает их в различных комбинациях, в зависимости от ситуации: интенсивности работы; степени теплоизолированности тела; параметров внешней среды.

*Виды теплообмена*

**Кондукция (теплообмен кожа-воздух).** Поток тепла от человека (без одежды) — пропорционален площади поверхности тела и разности температур кожа — воздух.

В случае, когда кожа человека от воздуха, отделена слоем ткани (одеждой), необходимо учитывать коэффициент теплообмена, либо рассчитывать эффективную площадь теплообмена, которая меньше реальной поверхности тела человека.

При конкретных расчетах теплообмена в системе человек — атмосферный воздух, надо, принять во внимание, различную степень «закрытости» (теплоизолированности) различных участков человеческого тела.

**Излучение.** Поток тепла пропорционален площади открытой поверхности тела и разности потоков лучистой энергии, падающего из внешнего пространства на человека и теплового излучения с поверхности тела. Исходящий падающий поток определяется, эффективной температурой излучения, которая практически близка, с температурой окружающих поверхностей (стен, панелей, оборудования и т.п.).

**Испарение (теплообмен кожа-испарение пота).** Одновременно с испарением происходит и конденсация пара на поверхности. Скорость этого этапа определяется парциальным давлением пара над поверхностью. Совместное действие всех этих процессов определяет результирующую скорость испарения и, следовательно, скорость теплопотерь при теплообмене кожа-испарение пота.

Скорость теплоотдачи организма по данному каналу, в результате большой скрытой теплоты испарения воды, может достигать больших величин. Этой скорости теплообмена с избытком хватает для отвода любого количества метаболического тепла, если этому не препятствует: обезвоживание организма; одежда; высокая влажность окружающего воздуха; температура воздуха близкая к точке росы.

Скорость испарения пота и скорость теплопотерь кожа– испарение, существенно возрастают при обдуве поверхности тела со скоростями подвижности воздуха 0,2–0,5 м/с и более.

**Легочный теплообмен.** При данном виде теплообмена в дыхательных путях (полость носа, гортань, трахея, бронхи) и легких вдыхаемый воздух увлажняется и согревается, а выдыхаемый — осушается и охлаждается. Суммарно легочный теплообмен определяется температурой и влажностью вдыхаемого воздуха, который может изменяться в зависимости от энерготрат человека.

Неблагоприятные последствия холодного и горячего воздуха на дыхательные пути. Система дыхания при воздействии низкой температуре воздуха, отвечает следующими реакциями. При очень резком охлаждении вдыхаемого воздуха может произойти моментальная рефлекторная остановка дыхания (апноэ). При незначительном перепаде температуры, у неадаптированных людей к климатическим условиям Севера, происходит ограничение дыхательного обмена, приводящая к гипоксии и выключению из вентиляции и газообмена наиболее охлаждаемых альвеол.

При вдыхании горячего воздуха происходит его охлаждение в дыхательных путях. Если относительная влажность вдыхаемого воздуха достаточно велика (сочетание температуры и влажности близко к точке росы), при его охлаждении начинается конденсация влаги в носоглотке и на внутренней поверхности легких. Легкие наполняются конденсатом, а это ведет к явлению асфиксии (удушья). Далее наступает,

высвобождение большой теплоты конденсации (в обратном процессе она проявляется как теплота испарения). Тепло идет на разогрев тканей в тех областях, где происходит конденсация влаги, в следствии этого, может быть ожог и отек легких.

### **Микроклимат производственных предприятий, помещений жилых и общественных зданий**

*Микроклимат производственных помещений* нормируется для периодов года, характеризующихся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10°C и ниже (холодный период года), а также выше +10°C (теплый период года).

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура, относительная влажность, скорость движения воздуха;
- температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), технологического оборудования ограждающих его устройств;
- интенсивность теплового облучения;
- нормируемые комплексные показатели микроклимата индексом тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс).

ТНС-индекс характеризует сочетанное действие на организм параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха, теплового облучения), и выражается одночисловым показателем в °С.

Разграничение работ по категориям (Ia, Ib, Pa, Pb, III) осуществляется на основе общих энергозатрат организма в ваттах (Вт).

*Характеристика отдельных категорий работ.* Категории работ (КР) разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт).

КР Ia – работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), 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.).

КР Ib – работы с интенсивностью энергозатрат 121 - 150 ккал/ч (140 - 174 Вт), 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.).

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

КР IIб – работы с интенсивностью энергозатрат 201 - 250 ккал/ч (233 - 290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.).

КР III относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей 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.).

*Условия проведения измерений*

*Периоды года. Частота измерений.* 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.

Измерения параметров микроклимата проводятся на рабочих местах. Определение показателей микроклимата следует проводить не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце). При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами (в т.ч. и с производственной необходимостью перемещения работника в течение смены из одной контролируемой зоны (КЗ) в другую), необходимо проводить дополнительные измерения при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих с учетом продолжительности их воздействия (табл. 1).

**Таблица 1.** Минимальное количество контролируемых зон

| Площадь помещения, кв. м | Количество КЗ   |
|--------------------------|---|
| До 100                   | 4   |
| От 100 до 400            | 8   |
| Свыше 400                | Количество КЗ определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м |

Измерения показателей микроклимата следует проводить не менее 3 раз в начале, середине и в конце смены. При этом обязательно учитывать все факторы, влияющие на микроклимат (фазы технологического процесса, функционирование систем вентиляции и отопления). При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами (в т.ч. и с производственной необходимостью перемещения работника в течение смены из одной контролируемой зоны в другую), необходимо

проводить дополнительные измерения при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих с учетом продолжительности их воздействия.

*Точки измерений.* Определение параметров микроклимата производится на нескольких высотах над уровнем пола рабочей площадки в зависимости от позы работника:

- при работах, выполняемых сидя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1, 0,6 и 1,1 м;

- при работах, выполняемых стоя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1, 1,0 и 1,5 м;

*План производственного помещения.* Инструментальный контроль должен проводиться по заранее составленному плану, который включает в себя: планировку обследуемого производства, цеха, участка, территории; общие сведения о производственном объекте, размещении производственного, технологического и санитарно-технического оборудования; план схемы размещения всех КЗ.

К плану должна прилагаться пояснительная записка, содержащая информацию относительно рабочих мест и особенностей КЗ.

Микроклиматические условия по степени влияния на теплообмен человека подразделяются на нейтральные, нагревающие и охлаждающие. Параметром, определяющим последовательность анализа микроклимата в КЗ, является температура воздуха.

Границы температур воздуха, определяющие оптимальные условия труда, зависят от периода (сезона) года и категории работ по уровню энергозатрат согласно табл. 2.

**Таблица 2.** Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Период года | Категория работ по уровням энергозатрат, Вт | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с, не более |
|-------------|---|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|--|
| Холодный    | Ia (до 139)                                 | 22 - 24                 | 21 - 25                      | 60 - 40                            | 0,1                                      |
|             | Iб (140 - 174)                              | 21 - 23                 | 20 - 24                      | 60 - 40                            | 0,1                                      |
|             | IIa (175 - 232)                             | 19 - 21                 | 18 - 22                      | 60 - 40                            | 0,2                                      |
|             | IIб (233 - 290)                             | 17 - 19                 | 16 - 20                      | 60 - 40                            | 0,2                                      |
|             | III (более 290)                             | 16 - 18                 | 15 - 19                      | 60 - 40                            | 0,3                                      |
| Теплый      | Ia (до 139)                                 | 23 - 25                 | 22 - 26                      | 60 - 40                            | 0,1                                      |
|             | Iб (140 - 174)                              | 22 - 24                 | 21 - 25                      | 60 - 40                            | 0,1                                      |
|             | IIa (175 - 232)                             | 20 - 22                 | 19 - 23                      | 60 - 40                            | 0,2                                      |
|             | IIб (233 - 290)                             | 19 - 21                 | 18 - 22                      | 60 - 40                            | 0,2                                      |
|             | III (более 290)                             | 18 - 20                 | 17 - 21                      | 60 - 40                            | 0,3                                      |

Перепады температуры воздуха по высоте от уровня пола (0,1; 1,0; 1,5) м, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2 °С и выходить за пределы величин, указанных в табл. 2 для отдельных категорий работ.

Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года приведены в таблице 3.

**Таблица 3.** Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

| Период года | Категория работ по уровням энергозатрат, Вт | Температура воздуха, °С           |                                   | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с                                      |  |
|-------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---|--|
|             |   | диапазон ниже оптимальных величин | диапазон выше оптимальных величин |                              |                                    | для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более | для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более<*> |
| Холодный    | Ia (до 139)                                 | 20,0 -21,9                        | 24,1-25,0                         | 19,0 - 26,0                  | 15 - 75<*>                         | 0,1   | 0,1  |
|             | Iб (140 - 174)                              | 19,0- 20,9                        | 23,1-24,0                         | 18,0 - 25,0                  | 15 - 75                            | 0,1   | 0,2  |
|             | IIa (175 - 232)                             | 17,0- 18,9                        | 21,1-23,0                         | 16,0 - 24,0                  | 15 - 75                            | 0,1   | 0,3  |
|             | IIб (233 - 290)                             | 15,0 -16,9                        | 19,1-22,0                         | 14,0 - 23,0                  | 15 - 75                            | 0,2   | 0,4  |
|             | III (более 290)                             | 13,0- 15,9                        | 18,1-21,0                         | 12,0 - 22,0                  | 15 - 75                            | 0,2   | 0,4  |
| Теплый      | Ia (до 139)                                 | 21,0- 22,9                        | 25,1-28,0                         | 20,0 - 29,0                  | 15 - 75 <*>                        | 0,1   | 0,2  |
|             | Iб (140 - 174)                              | 20,0-21,9                         | 24,1-28,0                         | 19,0 - 29,0                  | 15 - 75 <*>                        | 0,1   | 0,3  |
|             | IIa (175 - 232)                             | 18,0 -19,9                        | 22,1-27,0                         | 17,0 - 28,0                  | 15 - 75 <*>                        | 0,1   | 0,4  |
|             | IIб (233 - 290)                             | 16,0 -18,9                        | 21,1-27,0                         | 15,0 - 28,0                  | 15 - 75 <*>                        | 0,2   | 0,5  |
|             | III (более 290)                             | 15,0-17,9                         | 20,1-26,0                         | 14,0 - 27,0                  | 15 - 75 <*>                        | 0,2   | 0,5  |

Примечания:

<\*> При температуре воздуха 25 °С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями СанПиН

<\*> При температурах воздуха 26 - 28 °С скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями СанПиН

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

а) перепад температуры воздуха по высоте от уровня пола (0,1; 1,0; 1,5) м должен быть не более 3 °С;

б) перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать:

- 1) для категорий работ Ia и Ib - 4 °С;
- 2) для категорий работ IIa и IIб - 5 °С;
- 3) для категории работ III - 6 °С.

При этом значения температуры воздуха не должны выходить за пределы величин, указанных в табл. 3, для отдельных категорий работ.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих на рабочих местах от производственных источников (материалов, изделий и прочего), нагретых до температуры не более 600 °С, приведены в табл. 4.

**Таблица 4.** Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников, нагретых до температуры не более 600 °С

| Облучаемая поверхность тела, % | Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup> , не более |
|--------------------------------|---|
| 50 и более                     | 35  |
| 25 - 50                        | 70  |
| не более 25                    | 100   |

Для оценки сочетанного воздействия параметров микроклимата в целях осуществления мероприятий по защите, работающих от возможного перегревания, используется ТНС-индекс, нормативные величины которого приведены в табл. 5.

**Таблица 5.** Допустимые величины ТНС-индекса

| Категория работ по уровню энерготрат | Величины ТНС-индекса, °С |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Ia (до 139)                          | 22,2 - 26,4              |
| Iб (140 - 174)                       | 21,5 - 25,8              |
| IIa (175 - 232)                      | 20,5 - 25,1              |
| IIб (233 - 290)                      | 19,5 - 23,9              |
| III (более 290)                      | 18,0 - 21,8              |

*Микроклимат жилых помещений и общественных зданий:* сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80% людей, находящихся в помещении.

Параметры, характеризующие микроклимат в жилых и общественных помещениях:

- температура, относительная влажность, скорость движения воздуха;
- результирующая температура помещения;
- локальная асимметрия результирующей температуры.

Результирующая температура помещения – это комплексный показатель радиационной температуры помещения и температуры воздуха помещения. Радиационная температура помещения, осредненная по площади температура внутренних поверхностей

ограждений помещения и отопительных приборов. Локальная асимметрия результирующей температуры представляет, разность результирующих температур в точке помещения, определенных шаровым термометром для двух противоположных направлений.

### **Методы контроля**

*Измерение показателей микроклимата по период года.* В холодный период года измерение показателей микроклимата следует выполнять при температуре наружного воздуха не выше минус 5°C. Не допускается проведение измерений при безоблачном небе в светлое время суток.

В теплый период года измерение показателей микроклимата следует выполнять при температуре наружного воздуха не ниже 15°C. Не допускается проведение измерений при безоблачном небе в светлое время суток.

*Точки измерений.* Определение температуры, влажности и скорости движения воздуха следует проводить в обслуживаемой зоне на высоте:

- ✓ 0,1; 0,4 и 1,7 м от поверхности пола - для детских дошкольных учреждений;
- ✓ 0,1; 0,6 и 1,7 м от поверхности пола - при пребывании людей в помещении преимущественно в сидячем положении;
- ✓ 0,1; 1,1 и 1,7 м от поверхности пола - в помещениях, где люди преимущественно стоят или ходят;
- ✓ в центре обслуживаемой зоны и на расстоянии 0,5 м от внутренней поверхности наружных стен и стационарных отопительных приборов - в помещениях, указанных в ГОСТ 30494-2011.

В помещениях площадью более 100 м<sup>2</sup> измерение температуры, влажности и скорости движения воздуха следует проводить на равновеликих участках, площадь которых должна быть не более 100 м<sup>2</sup>. Температуру внутренней поверхности стен, перегородок, пола, потолка следует измерять в центре соответствующей поверхности. Относительную влажность в помещении следует измерять в центре помещения на высоте 1,1 м от пола.

При определении результирующей температуры помещения, измерения температуры воздуха проводят в центре помещения на высоте 0,6 м от поверхности пола для помещений с пребыванием людей в положении сидя и на высоте 1,1 м в помещениях с пребыванием людей в положении стоя. Измерение результирующей температуры следует начинать через 20 мин после установки шарового термометра в точке измерения.

При ручной регистрации показателей микроклимата следует выполнять не менее трех измерений с интервалом не менее 5 мин, при автоматической регистрации следует

проводить измерения в течение 2 ч. При сравнении с нормативными показателями принимают среднее значение измеренных величин.

*Требования к средствам измерений.* Инструментальный контроль должен осуществляться приборами, прошедшими государственную аттестацию, зарегистрированные в Государственном реестре средств измерений и имеющими свидетельство о поверке. Метрологические характеристики приборов для инструментального контроля параметров микроклимата должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 6.

**Таблица 6.** Требования к измерительным приборам.

| Наименование показателя  | Диапазон     | Допускаемая погрешность |
|--|--------------|-------------------------|
| Температура воздуха по сухому термометру, °С                   | от -10 до 50 | +/- 0,2                 |
| Температура поверхности, °С                                    | от 0 до 50   | +/- 0,5                 |
| Относительная влажность воздуха, %                             | от 3 до 90   | +/- 5,0                 |
| Скорость движения воздуха, м/с                                 | от 0 до 1,0  | +/- 0,05                |
|  | более 1,0    | +/- 0,1                 |
| Интенсивность теплового облучения, Вт/кв. м                    | от 10 до 350 | +/- 5,0                 |
|  | более 350    | +/- 50,0                |
| Температура внутри шарового термометра (зачерненного шара), °С | от 10 до 70  | +/- 0,5                 |

*Приборы для измерения комплекса параметров микроклимата помещений.*

Термогигрометр ТКА ПКМ 24 (рис. 1), предназначен для проведения комплекса микроклиматических показателей, в жилых домах, общественных и административных помещениях, цехах, складах различных производств, диагностики ТНС-индекса, определения специальной оценки условий труда сотрудников предприятий. Прибор работает в соответствии со стандартами сферы и зарегистрирован в Госреестре РФ под номером 24248-09.



**Рис 1.** Термогигрометр ТКА ПКМ 24

Термогигрометр ИВТМ-7 К (рис. 2) предназначен для непрерывного (круглосуточного) измерения и регистрации относительной влажности, температуры воздуха, вычисления ТНС-индекса, внутри или снаружи помещения, учитывая наличие солнечной нагрузки. Прибор применяется в различных технологических процессах в промышленности, энергетике, сельском хозяйстве, гидрометеорологии и других отраслях хозяйства. Зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений РФ под № 15500-12.



**Рис. 2.** Термогигрометр ИВТМ-7 К

Измеритель Метеоскоп-М (рис. 3), предназначен для проведения измерений параметров микроклимата (температуры, относительной влажности, скорости воздушного потока и давления) в режиме однократных или периодических замеров при проведении контроля санитарно-гигиенических требований на рабочих местах, в жилых и общественных зданиях, а также на открытых территориях. Применяется службами Роспотребнадзора и охраны труда для контроля параметров микроклимата, специальной



**Рис. 3.** Метеоскоп-М

оценки условий труда (СОУТ) на промышленных предприятиях, в офисах и общественных учреждениях. Внесен в Госреестр РФ под № 32014-11. Измеритель параметров микроклимата оснащен программой «НТМ-ЭкоМ», позволяющую архивацию результатов измерений; анализ полученных результатов на соответствие действующим нормативам; оформление всей необходимой документации, в том числе протокола инструментальных измерений с выводом класса условий труда на рабочем месте. Алгоритм расчета неопределенности измерений, добавленный в работу программы прибора, избавляет пользователя от рутинных математических вычислений и позволяет судить о точности измерений в ходе их проведения.

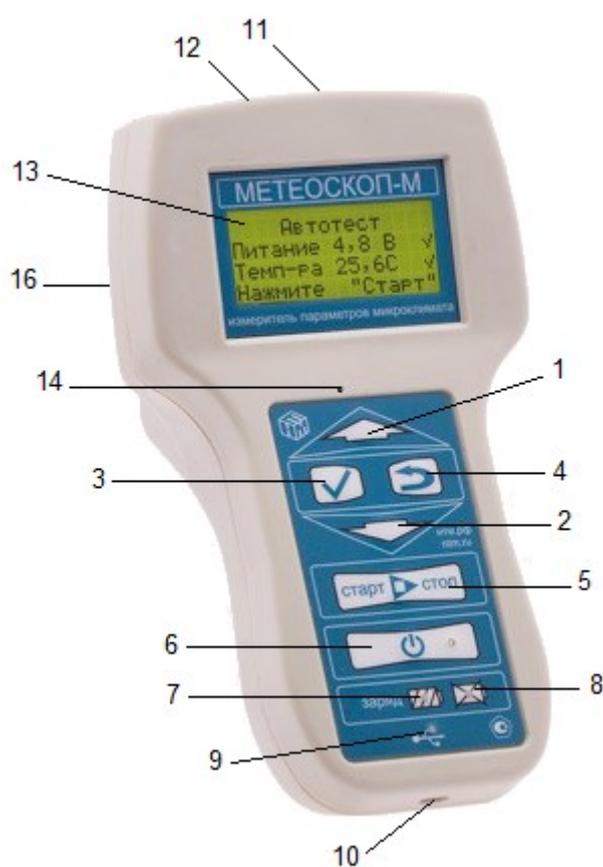
Измеритель обеспечивает: измерение текущих значений параметров микроклимата; усреднение результатов измерения текущих значений параметров микроклимата за выбираемый пользователем интервал времени (от 1 до 30 мин); хранение в памяти процессора средних значений параметров микроклимата суммарным количеством до 2000 результатов. Вместе с шаровым термометром, метеоскопом можно определить: индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс); результирующую температуру помещения ( $T_p$ ); среднюю температуру поверхностей ( $T_{п}$ ); интенсивность теплового IR (Infra Red) излучения.

Составными частями Измерителя являются сенсометрический щуп, в котором размещены термисторы термоанемометра и датчик влажности с согласующими элементами (рис.4), шаровой термометр, измерительно-индикаторный блок (рис.5), в котором размещены датчик давления, схема аналогово-цифрового преобразователя, центральный процессор, блок стабилизаторов и преобразователей напряжения питания, кнопочный блок управления процессором и жидкокристаллический алфавитно-цифровой дисплей матричного типа, блок питания. Прибор может быть запрограммирован на работу по плану. План инструментальных измерений составляется с помощью контрольно-аналитического комплекса «НТМ-ЭкоМ»



**Рис. 4.** Сенсометрический щуп

Расположение и назначение органов управления Метеоскопа-М



**Рис. 5.** Измерительно-индикаторный блок

1 - кнопка «Вверх», 2 - кнопка «Вниз», 3 - кнопка «Выбор», 4 - кнопка «Назад», 5 - кнопка «Старт/Стоп», 6 - кнопка «Вкл/Выкл», 7 - индикатор «заряд аккумуляторных батарей», 8 - индикатор «сбой в процессе заряда», 9 - индикатор обмена данными между измерителем и ПК, 10 - гнездо для подключения ПК (mini-USB), 11 - гнездо для подключения шарового термометра. 12 - гнездо для подключения сенсометрического щупа, 13 - жидкокристаллический дисплей, 14 - зуммер, 15 - индикатор включения измерителя, 16 - гнездо для подключения блока питания.

*Определение скорости движения воздуха.* Для измерения скорости воздушного потока в используются два датчика температуры (термистора). Один из которых

находится в тепловом равновесии с окружающей средой, а другой нагревается электрическим током, заданной величины. Полученные с термисторов данные обрабатываются процессором. Результаты обработки отображаются на жидкокристаллическом дисплее прибора. Таким образом, измеритель скорости воздушного потока представляет собой термоанемометр.

*Измерение влажности воздуха* основано на способности конденсатора менять свою емкость в зависимости от влажности среды, в которой он находится. В простейшем представлении датчик влажности представляет конденсатор с одной (или двумя) перфорированными обкладками.

*Включение прибора.* Нажмите и удерживайте в течение 3 сек кнопку «Вкл». После включения на экране будет отображаться текущая дата и время:



Нажмите кнопку «Старт», после чего запустится процесс автотестирования, который включает в себя проверку условий окружающей среды, проверку напряжения на аккумуляторных батареях и тестирование внутренних цепей прибора. Результаты отображаются на экране:



При нажатии кнопки «Старт» на экране отображается следующая информация:

- ✓ текущее время;
- ✓ стрелка, указывающая на возможность передвижения экрана для просмотра результатов измерения параметров микроклимата;
- ✓ результат проверки напряжения питания;
- ✓ измерения параметров микроклимата – значения: температуры окружающего воздуха (Тв) °С; относительной влажности воздуха (RH) в %; скорости движения воздуха (V) в м/с 4; атмосферного давления (P) в мм.рт.ст.



При подключении шарового термометра на дисплее приводится: индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс) в  $^{\circ}\text{C}$ ; значение интенсивности теплового излучения (IR) в  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ; результирующая температура ( $T_r$ ) в  $^{\circ}\text{C}$ ; средняя температура поверхностей ( $T_p$ ) в  $^{\circ}\text{C}$ .

Измерения параметров микроклимата с записью результатов в энергонезависимая память микропроцессора (ЭП) осуществляются в случае выбора в главном меню пункта «измерить», если ранее в меню «тюнинг» > «запись» была включена функция записи.

При оформлении протокола инструментальных измерений микроклимата на рабочих местах нельзя использовать результаты измерений, полученные и записанные в ЭП приборы в обычном режиме измерений (не «по плану») для анализа на соответствие действующим нормативам в контрольно-аналитическом комплексе «НТМ-ЭкоМ», т.к. в этом режиме не записываются необходимые сведения об измерениях.

### **Ситуационная задача**

Оцените параметры микроклимата на рабочем месте предприятия «Ремонт, установка и техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры»:

Помещение ремонта компьютеров

*Натурные данные:* Исследования проводились метеоскопом-М, на высоте 0,1, 1,0 и 1,5 м. Средняя температура воздуха контрольной зоны –  $29^{\circ}\text{C}$ ; рабочих поверхностей –  $28^{\circ}\text{C}$ ; ТНС-индекс –  $26,5^{\circ}\text{C}$ ; относительная влажность – 32 %; скорость движения воздуха – 0,05 м/с; энергозатраты на выполнение работ – 153 Вт; продолжительность пребывания на рабочем месте – 6,5 ч; температура наружного воздуха –  $21^{\circ}\text{C}$ .

Определите:

1. Категорию работ по уровням энерготрат оператора
2. Период года проведения исследований
3. Правильно ли проводились измерения параметров микроклимата?
4. Сравните полученные данные параметров микроклимата с оптимальными и допустимыми значениями

допустимыми значениями

## 5. Перечислите мероприятия по нормализации климатических условий

### *Решение задачи*

1. Категория работ Ib – работы с интенсивностью энерготрат 140 - 174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением

2. Период года проведения исследований – теплый.

3. Измерения параметров микроклимата проводились, правильно.

4. Средняя температура контрольной зоны – 27 °С, эта величина превышает нормативы по оптимальным 22 – 24 °С и допустимым значениям 20,0 -21,9 °С температуры воздуха на рабочих местах производственных помещений и  $t$  поверхностей помещения. Температура ТНС-индекса составляет 26,5 °С, при нормативе для категория работ Ib 21,5 - 25,8 °С. Относительная влажность – 32 %, не соответствует оптимальной величине параметров микроклимата, находится в пределах допустимых значений. Скорость движения воздуха – 0,05 м/с, ниже оптимальных и допустимых величин параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

### *Заключение.*

Микроклимат на рабочем месте, в производственных помещениях - один из основных факторов, от которого зависит состояние здоровья и работоспособность человека. При неблагоприятных условиях (температуры, скорости движения воздуха, влажности и ТНС-индекса) ухудшает самочувствие, снижает производительность труда и может привести к нарушению состояния здоровья работника.

Нагревающий микроклимат – сочетание параметров микроклимата (температура воздуха, влажность, скорость его движения, относительная влажность, тепловое излучение), при котором происходит нарушение теплообмена человека с окружающей средой, выражающееся в накоплении тепла в организме выше верхней границы оптимальной величины ( $>0,87$  кДж/кг) и/или увеличении доли потерь тепла испарением пота ( $>30\%$ ) в общей структуре теплового баланса, появлении общих или локальных дискомфортных теплоощущений (слегка тепло, тепло, жарко).

При повышенной средней температуре и пониженной влажности у операторов преобладает отдача тепла испарением, вследствие чего механизмы терморегуляции будут работать с напряжением. Отдача тепла испарением может привести к обезвоживанию организма, повышенной сухости слизистых оболочек дыхательных путей, к увеличению жажды. Малая скорость движения воздуха, свидетельство незначительного, неблагоприятного воздухообмена. Повышенная температура ТНС-индекса, дает

основание, что при сочетанном воздействии параметров микроклимата, необходимо осуществлять мероприятия по защите, работающих от возможного перегревания.

Санитарно-гигиенические методы снижения неблагоприятного влияния микроклимата осуществляются комплексом технологических, санитарно-технических, организационных и медико-профилактических мероприятий.

*Технологические.* Замена старых технологий на новые, внедрение автоматизации и механизации снижает время пребывания работников в области высоких температур.

*Санитарно-технические.* Применение коллективных средств защиты: локализация тепловыделений, теплоизоляция горячих поверхностей, экранирование источников и/или рабочих мест; радиационное охлаждение; общеобменная вентиляция или кондиционирование воздуха. Уменьшению поступления теплоты способствует мероприятия, обеспечивающие герметичность оборудования. Плотные подогнанные дверцы, заслонки, блокировка закрытия технологических отверстий с работой оборудования — все это значительно снижает выделение теплоты от открытых источников.

*Профилактические мероприятия неблагоприятного воздействия микроклимата.* Использование средств индивидуальной защиты, подбор рационального режима труда, регламентация времени работы (сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска. Спецодежда должна быть воздухо- и влагонепроницаемой (хлопчатобумажная, льняная и т.п.).

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте характеристику видам теплообмена человека
2. Какая физиологическая функция организма в наибольшей степени зависит от микроклиматических условий?
3. Какой из способов теплоотдачи будет преобладать при нагревающем микроклимате?
4. Какую роль играет влажность в процессах теплоотдачи?
5. Какое значение имеет скорость движения воздуха в помещении?
6. Каким способом можно регулировать микроклимат в помещении?

## **2. Гигиеническая оценка и методы исследования шума и вибрации**

### **2.1. Гигиеническая оценка и методы исследования шума**

Некоторые производственные процессы сопровождаются значительным шумом и вибрацией. **Источники интенсивного шума и вибрации** – машины и механизмы с неуравновешенными вращающимися массами, а также технологические установки и

аппараты, в которых движение газов и жидкостей происходит с большими скоростями и имеет пульсирующий характер. Современное развитие техники, оснащение предприятий мощными и быстро движущимися машинами и механизмами приводит к тому, что человек постоянно подвергается воздействию шума и вибрации все возрастающей интенсивности. В производственных условиях разнообразные машины, аппараты и инструменты, являются источниками шума, вибрации.

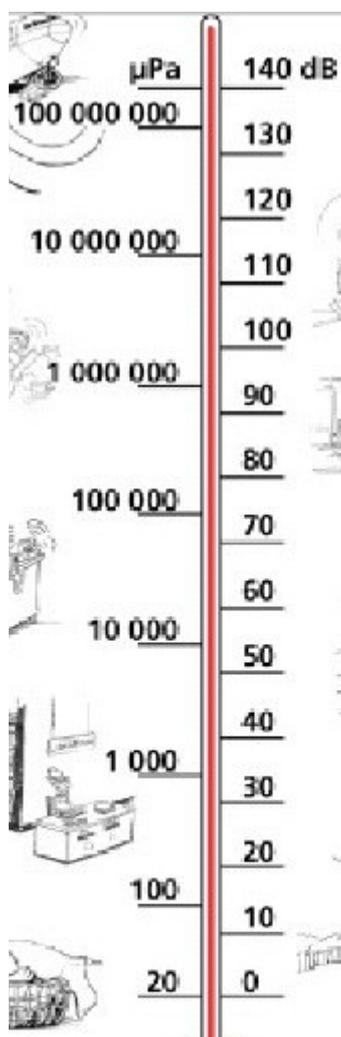
*Шум* – беспорядочное сочетание разных по силе и частоте звуков; способен оказывать неблагоприятное действие на организм. Источником шума является любой процесс, вызывающий местное изменение давления либо механические колебания в жестких, водянистых либо газообразных средах. Источниками шума могут быть движки, насосы, компрессоры, турбины, пневматические и электрические инструменты, молоты, молотилки, станки, центрифуги, бункеры и остальные установки, имеющие передвигающиеся детали. Шум – один из более распространенных неблагоприятных физических причин окружающей среды, приобретающих принципиальное социально-гигиеническое значение, в связи с урбанизацией, также механизацией и автоматизацией технологических действий, предстоящим развитием дизелестроения, реактивной авиации, транспорта. К примеру, при запуске реактивных движков самолетов уровень шума колеблется от 120 до 140 дБ при клепке и рубке листовой стали – от 118 до 130 дБ, работе деревообрабатывающих станков – от 100 до 120 дБ, ткацких станков – до 105 дБ; бытовой шум, связанный с жизнедеятельностью людей, составляет 45-60 дБ.

В настоящее время, в связи со значимым развитием городского транспорта возросла интенсивность шума. Наибольшие уровни шума 90-95 дБ отмечаются на магистральных улицах городов со средней плотностью движения 2-3 тыс. и более транспортных единиц в час. Уровень уличных шумов обуславливается скоростью и характером (составом) транспортного потока. Кроме того, он зависит от планировочных решений (продольный и поперечный профиль улиц, высота и плотность застройки) и таких элементов благоустройства, как покрытие проезжей части и наличие зелёных насаждений. Каждый из этих факторов способен изменить уровень транспортного шума в пределах до 10 дБ. В промышленном городе обычно высок процент грузового транспорта на магистралях. Увеличение в общем потоке автотранспорта грузовых автомобилей, особенно большегрузных с дизельными двигателями, приводит к повышению уровней шума. В целом грузовые и легковые автомобили создают на территории городов тяжёлый шумовой режим. Шум, возникающий на проезжей части магистрали, распространяется не только на примагистральную территорию, но и вглубь жилой застройки. Так, в зоне наиболее сильного воздействия шума находятся части кварталов и микрорайонов,

расположенных вдоль магистралей общегородского значения (эквивалентные уровни шума от 67,4 до 76,8 дБ). Уровни шума, замеренные в жилых комнатах при открытых окнах, ориентированных на указанные магистрали, ниже на 10-15 дБ.

К физическим показателям шума относят: интенсивность звука,  $/(Вт/м^2)$ ; звуковое давление,  $P$  (Па); частота, (Гц); эквивалентный (по энергии) уровень звука (дБ).

Применение линейных масштабов (в Па) при измерении звукового давления ведет к оперированию большими и громоздкими цифрами. Для характеристики интенсивности звуков или шума принята измерительная система, учитывающая приближенную логарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием — шкала децибел. По этой шкале каждая последующая ступень интенсивности звука больше предыдущей в 10 раз. Например, если интенсивность одного звука выше уровня другого в 10, 100, 1000 раз, то по логарифмической шкале она увеличивается соответственно на 1, 2, 3 единицы (рис. 6).



**Рис. 7.** Сравнительная характеристика линейной (Па) и логарифмической (дБ) шкал интенсивности шума

Для гигиенической оценки шум подразделяют по:

✓ характеру диапазона — на широкополосный с непрерывным диапазоном шириной наиболее одной октавы и тональный, в диапазоне которого имеются дискретные тона;

✓ спектральному составу — на низкочастотный (максимум звуковой энергии приходится на частоты ниже 400 Гц), среднечастотный (максимум звуковой энергии на частотах от 400 до 1000 Гц) и частотный (максимум звуковой энергии на частотах выше 1000 Гц);

✓ временным чертам — на неизменный (уровень звука меняется во времени но наиболее чем на 5 дБ — по шкале А) и непостоянный.

### ***Биологическое действие шума***

Шум оказывает влияние на слуховой анализатор, действует на структуры головного мозга, вызывая сдвиги в различных системах организма. Влияние шума на организм весьма часто сочетается с другими производственными вредностями — неблагоприятными микроклиматическими условиями, токсичными веществами, ультразвуком, вибрацией. Шумовое воздействие на организм человека можно условно разделить на специфическое и неспецифическое действие шума.

Специфическое действие шума — это изменения, наступающие в органе слуха, проявляющиеся медленно прогрессирующим снижением слуха по типу кохлеарного неврита (нейросенсорная тугоухость за счет нарушения звуковоспринимающего аппарата). Механизм нарушения слуха заключается в развитии атрофических процессов в нервных окончаниях кортиева органа.

Неспецифическое действие шума — это изменения, возникающие в других органах, воздействует на нервную и сердечно-сосудистую системы с преобладанием астеновегетативных нарушений (неврозы, неврастении). Отмечаются жалобы на головную боль, повышенную утомляемость, нарушение сна, снижение памяти, раздражительность, сердцебиение. Объективно наблюдаются удлинение латентного периода рефлексов, изменение дермографизма, лабильность пульса, повышение артериального давления, увеличение содержания холестерина в крови, приводящие к ишемической болезни сердца, гипертонии. Подобный симптомокомплекс, развивающийся в организме под действием шума, обозначают как «шумовую болезнь».

*Допустимые уровни шума для населения.* Для защиты людей от вредного влияния городского шума необходима регламентация его интенсивности, спектрального состава, времени действия и других параметров. При гигиеническом нормировании в качестве допустимого устанавливаются такой уровень шума, влияние которого в течение длительного времени не вызывает изменений во всем комплексе физиологических показателей, отражающих реакции наиболее чувствительных к шуму систем организма.

В основу гигиенически допустимых уровней шума для населения положены фундаментальные физиологические исследования по определению действующих и пороговых уровней шума. В настоящее время шумы для условий городской застройки нормируются в соответствии с санитарными нормами допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы обязательны для всех министерств, ведомств и организаций, проектирующих, строящих и эксплуатирующих жильё и общественные здания, разрабатывающих проекты планировки и застройки городов, микрорайонов, жилых домов, кварталов, коммуникаций и т.д., а также для организаций, проектирующих, изготавливающих и эксплуатирующих транспортные средства, технологическое и инженерное оборудование зданий и бытовые приборы. Эти организации обязаны предусматривать и осуществлять необходимые меры по снижению шума до уровней, установленных нормами.

#### *Гигиеническое нормирование шума.*

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц; в ряде случаев для ориентировочной оценки шума допускается измерение шума в дБА. Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума — это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе (но не более 40 ч в неделю) в течение всего рабочего стажа не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц. Для помещений в зависимости от их назначения и точности выполняемой работы установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) интенсивности для каждой октавной полосы и общего уровня шума. ПДУ звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах с учетом тяжести и напряженности трудовой деятельности представлены в табл. 4.

**Таблица 4.** Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности, дБА

| Категория напряженности трудового процесса | Категория тяжести трудового процесса |                             |              |             |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|-------------|
|  | Легкая физическая нагрузка           | Средняя физическая нагрузка | Тяжелый труд |             |
|  |                                      |                             | 1-й степени  | 2-й степени |
| Напряженность легкой степени               | 80                                   | 80                          | 75           | 75          |
| Напряженность средней степени              | 70                                   | 70                          | 65           | 65          |
| Напряженный труд 1-й степени               | 60                                   | 60                          | -            | -           |
| Напряженный труд 2-й степени               | 50                                   | 50                          | -            | -           |

*Методы измерения шума.* Во время проведения измерений должно быть включено оборудование вентиляции, кондиционирования воздуха и другие, обычно используемые в помещении устройства, являющиеся источником шума. Измерение шума должно выполняться в каждой точке не менее трех раз. Микрофон располагается на высоте 1,5 м от пола или на уровне головы, если работа выполняется сидя или в других положениях он должен быть направлен в сторону источника шума и удален не менее чем на 0,5 м от оператора, проводящего измерения. Перед проведением исследования осуществляют электрическую калибровку прибора. Экспозиция измерений: для прерывистого шума – полный технологический цикл; для колеблющегося во времени — 30 мин, разбитых на 3 цикла по 10 мин; для импульсного — 30 мин.

*Методы и средства защиты от шума.* Одним из направлений борьбы с шумом является разработка государственных стандартов на средства передвижения, инженерное оборудование, бытовые приборы, в основу которых положены гигиенические требования по обеспечению акустического комфорта. В качестве основной характеристики внешнего шума принят уровень звука, который не должен превышать для легковых автомобилей и

автобусов 85-92 дБ, мотоциклов – 80-86 дБ. Для внутреннего шума приведены ориентировочные значения допустимых уровней звукового давления в октавных полосах частот: уровни звука составляют для легковых автомобилей 80 дБ, кабин или рабочих мест водителей грузовых автомобилей, автобусов – 85 дБ, пассажирских салонов автобусов – 75-80 дБ.

Санитарные нормы допустимого шума обуславливают необходимость разработки технических, архитектурно-планировочных и административных мероприятий, направленных на создание отвечающего гигиеническим требованиям шумового режима, как в городской застройке, так и в зданиях различного назначения, позволяют сохранить здоровье и работоспособность населения. Одним из эффективных средств борьбы с производственным шумом является использование демпфирующих металлических и неметаллических материалов. Технические средства защиты от шума: звукопоглощение, звукоизоляция, экранирование, средства демпфирования и глушители шума. Средства индивидуальной защиты. Профилактические мероприятия: замена шумных процессов бесшумными или менее шумными; улучшение качества изготовления и монтажа оборудования; укрытие источников шума; вывод работающих людей из сферы шума; применение индивидуальных защитных средств.

## **2.2. Гигиеническая оценка и методы исследования вибрации**

Вибрация – механические колебательные движения, возникающие в упругих телах под воздействием переменных сил. В зависимости от степени распространения в тканях организма различают следующие виды вибрации:

- по способу передачи на человека выделяют общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и локальную вибрацию, передающуюся через руки человека;
- по направлению различают вибрацию, действующую вдоль осей ортогональной системы координат для общей вибрации, действующую вдоль всей ортогональной системы координат для локальной вибрации;
- по источнику возникновения вибрацию подразделяют на транспортную (при движении машин), транспортно-технологическую (при совмещении движения с технологическим процессом, при разбрасывании удобрений, косьбе или обмолоте самоходным комбайном и т.д.) и технологическую (при работе стационарных машин);
- по частоте колебаний – низкочастотная (менее 22,6 Гц), среднечастотная (22,6...90 Гц) и высокочастотная (более 90 Гц); характеру спектра – узко- и широкополосная; времени действия – постоянная и непостоянная (прерывистая и

импульсная).

Вибрация характеризуется частотой  $f$ , т.е. числом колебаний в секунду (Гц), амплитудой  $A$ , т.е. смещением волн, или высотой подъема от положения равновесия (мм), скоростью  $V$  (м/с) и ускорением. Весь диапазон частот вибраций также разбивается на октавные полосы: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 Гц. Абсолютные значения параметров, характеризующих вибрацию, изменяются в широких пределах, поэтому используют понятие уровня параметров, представляющего собой логарифмическое отношение значения параметра к опорному или пороговому его значению.

*Действие вибрации на организм человека.* При работе в условиях вибраций производительность труда снижается, растет число травм. На некоторых рабочих местах в сельскохозяйственном производстве вибрации превышают нормируемые значения, а в некоторых случаях они близки к предельным. Не всегда соответствуют нормам уровни вибраций на органах управления. Обычно в спектре вибрации преобладают низкочастотные вибрации, отрицательно действующие на организм. Некоторые виды вибрации неблагоприятно воздействуют на нервную и сердечно-сосудистую системы, вестибулярный аппарат. Наиболее вредное влияние на организм человека оказывает вибрация, частота которой совпадает с частотой собственных колебаний отдельных органов, примерные значения которых следующие (Гц): желудок – 2...3; почки – 6...8; сердце – 4...6; кишечник – 2...4; вестибулярный аппарат – 0,5...3; глаза – 40...100 и т.д.

Воздействие на мускульные рефлексы достигает 20 Гц; нагруженное массой оператора сиденье на тракторе имеет собственную частоту вибрации 1,5...1,8 Гц, а задние колеса трактора – 4 Гц. Организму человека вибрация передается в момент контакта с вибрирующим объектом: при действии на конечности возникает локальная вибрация, а на все тело – общая. Локальная вибрация поражает нервно-мышечные ткани и опорно-двигательный аппарат и приводит к спазмам периферических сосудов. При длительных и интенсивных вибрациях в некоторых случаях развивается профессиональная патология (к ней чаще приводит локальная вибрация): периферическая, церебральная или церебрально-периферическая вибрационная болезнь. В последнем случае наблюдаются изменения сердечной деятельности, общее возбуждение или, наоборот, торможение, утомление, появление болей, ощущение тряски внутренних органов, тошнота. В этих случаях вибрации влияют и на костно-суставной аппарат, мышцы, периферийное кровообращение, зрение, слух. Местные вибрации вызывают спазмы сосудов, которые развиваются с концевых фаланг пальцев, распространяясь на всю кисть, предплечье, и охватывают сосуды сердца.

Тело человека рассматривается как сочетание масс с упругими элементами. В одном случае это все туловище с нижней частью позвоночника и тазом, в другом – верхняя часть туловища в сочетании с верхней частью позвоночника, наклоненной вперед. Для стоящего на вибрирующей поверхности человека существуют 2 резонансных пика на частотах 5...12 и 17...25 Гц, для сидящего на частотах 4...6 Гц. Для головы резонансные частоты находятся в области 20...30 Гц. В этом диапазоне частот амплитуда колебаний головы может превышать амплитуду колебаний плеч в 3 раза. Колебания внутренних органов, грудной клетки и брюшной полости обнаруживают резонанс на частотах 3,0...3,5 Гц.

Максимальная амплитуда колебаний брюшной стенки наблюдается на частотах 7...8 Гц. С увеличением частоты колебаний их амплитуда при передаче по телу человека ослабляется. В положении стоя и сидя эти ослабления на костях таза равны 9 дБ на октаву изменения частоты, на груди и голове – 12дБ, на плече – 12...14 дБ. Эти данные не распространяются на резонансные частоты, при воздействии которых происходит не ослабление, а увеличение колебательной скорости.

В производственных условиях ручные машины, вибрация которых имеет максимальные уровни энергии (максимальный уровень виброскорости) в полосах низких частот (до 36 Гц), вызывают вибрационную патологию с преимущественным поражением нервно-мышечной ткани и опорно-двигательного аппарата. При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (выше 125 Гц), возникают главным образом сосудистые расстройства. При воздействии вибрации низкой частоты заболевание возникает через 8... 10 лет, а при воздействии высокочастотной вибрации – через 5 лет и раньше. Общая вибрация разных параметром вызывает различную степень выраженности изменений нервно и системы (центральной и вегетативной), сердечно-сосудистой системы и вестибулярного аппарата.

Производственная вибрация, характеризующаяся значительной амплитудой и продолжительностью действия, вызывает у работающих раздражительность, бессонницу, головную боль, ноющие боли в руках людей, имеющих дело с вибрирующим инструментом. При длительном воздействии вибрации перестраивается костная ткань: на рентгенограммах можно заметить полосы, похожие на следы перелома - участки наибольшего напряжения, где размягчается костная ткань. Возрастает проницаемость мелких кровеносных сосудов, нарушается нервная регуляция, изменяется чувствительность кожи. При работе с ручным механизированным инструментом может возникнуть акроасфиксия (симптом мертвых пальцев) – потеря чувствительности, побеление пальцев, кистей рук. При воздействии общей вибрации более выражены

изменения со стороны центральной нервной системы: появляются головокружения, шум в ушах, ухудшение памяти, нарушение координации движений, вестибулярные расстройства, похудение.

Основные параметры вибрации: частота и амплитуда колебаний. Колеблющаяся с определенной частотой и амплитудой точка движется с непрерывно меняющимися скоростью и ускорением: они максимальны в момент ее прохождения через исходное положение покоя и снижаются до нуля в крайних позициях. Поэтому колебательное движение характеризуется также скоростью и ускорением, представляющими собой производные от амплитуды и частоты. Причем органы чувств человека воспринимают не мгновенное значение параметров вибрации, а действующее.

Вибрацию часто измеряют приборами, шкалы которых отградуированы не в абсолютных значениях скорости и ускорения, а в относительных - децибелах. Поэтому характеристиками вибрации служат также уровень колебательной скорости и уровень колебательного ускорения. Рассматривая человека как сложную динамическую структуру с изменяющимися во времени параметрами, можно выделить частоты, вызывающие резкий рост амплитуд колебаний как всего тела в целом, так и отдельных его органов. При вибрации ниже 2 Гц, действующей на человека вдоль позвоночника, тело движется как единое целое. Резонансные частоты мало зависят от индивидуальных особенностей людей, так как основной подсистемой, реагирующей на колебания, являются органы брюшной полости, вибрирующие в одной фазе. Резонанс внутренних органов наступает при частоте 3...3,5 Гц, а при 4...8 Гц они смещаются.

Если вибрация действует в горизонтальной плоскости по оси, перпендикулярной позвоночнику, то резонансная частота тела обусловлена сгибанием позвоночника и жесткостью тазобедренных суставов. Область резонанса для головы сидящего человека соответствует 20...30 Гц. В этом диапазоне амплитуда виброускорения головы может втрое превышать амплитуду колебаний плеч. Качество зрительного восприятия предметов значительно ухудшается при частоте 60...70 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок. Установили, что характер профессии определяет некоторые особенности действия вибрации. Например, у шоферов грузовых машин широко распространены желудочные заболевания, у водителей трелевочных тракторов на лесозаготовках – радикулиты, у пилотов, особенно работающих на вертолетах, наблюдается снижение остроты зрения. Нарушения нервной и сердечно-сосудистой деятельности у летчиков возникают в 4 раза чаще, чем у представителей других профессий.

*Нормирование вибраций.* Цель нормирования вибраций – предотвращение функциональных расстройств и заболеваний, чрезмерного утомления и снижения

работоспособности. В основе гигиенического нормирования лежат медицинские показания. Нормированием устанавливают допустимую суточную или недельную дозы, предупреждающие в условиях трудовой деятельности функциональные расстройства или заболевания работающих.

Для нормирования воздействия вибрации установлены четыре критерия: обеспечение комфорта, сохранение работоспособности, сохранение здоровья и обеспечение безопасности. В последнем случае используются предельно допустимые уровни для рабочих мест.

Применительно к вибрациям существует техническое (распространяется на источник вибрации) и гигиеническое нормирование (определяет предельно допустимый уровень (ПДУ) вибрации на рабочих местах). Последнее ограничивает уровни вибрационной скорости и ускорения в октавных или третьоктавных полосах среднегеометрических частот.

*При гигиенической оценке* вибраций нормируемыми параметрами являются средние квадратичные значения виброскорости (и их логарифмические уровни) или виброускорения как в пределах отдельных октав, так и третьоктавных полос. Для локальной вибрации нормы вводят ограничения только в пределах октавных полос. Например, когда устанавливают регулярные перерывы в течение рабочей смены при локальной вибрации, допустимые значения уровня виброскорости увеличивают.

При интегральной оценке по частоте нормируемым параметром является скорректированное значение контролируемого параметра вибрации, измеряемое при помощи специальных фильтров. Локальную вибрацию оценивают, используя среднее за время воздействия скорректированное значение.

Вибрацию, воздействующую на человека, нормируют для каждого установленного направления. Гигиенические нормы вибрации при частотном (спектральном) анализе установлены для длительности воздействия 480 мин. Гигиенические нормы приведены в логарифмических уровнях среднеквадратических значений виброскорости для общей локальной вибрации в зависимости от категории (1, 2, 3а, б, в, г).

Нормы вибрации установлены для трех взаимно перпендикулярных направлений вдоль осей ортогональной системы координат. При измерении и оценке общей вибрации необходимо помнить, что ось  $X$  расположена в направлении от спины к груди человека, ось  $Y$  – от правого плеча к левому, ось  $Z$  – вертикально вдоль туловища. При измерении локальной вибрации следует учитывать, что ось  $Z$  направлена вдоль ручного инструмента, а оси  $X$   $Y$  – перпендикулярно к ней.

Стандартами установлены нормы отдельно для транспортной вибрации (категория 1), транспортно-технологической (категория 2) и технологической (категория 3); причем нормы для третьей категории подразделены на подкатегории: 3а – для вибрации, действующей на постоянных рабочих местах производственных помещений; 3б – на рабочих местах складов, бытовых, дежурных и подсобных помещений, в которых отсутствуют генерирующие вибрацию машины; 3в – в помещениях для работников умственного труда.

**Методы и средства защиты от вибрации.** Для защиты от вибрации применяют следующие методы: снижение виброактивности машин; отстройка от резонансных частот; вибродемпфирование; виброизоляция; виброгашение, а также индивидуальные средства защиты. Снижение виброактивности машин достигается изменением технологического процесса, применением машин с такими кинематическими схемами, при которых динамические процессы, вызываемые ударами, ускорениями и т. п. были бы исключены или предельно снижены, например, заменой клепки сваркой; хорошей динамической и статической балансировкой механизмов, смазкой и чистотой обработки взаимодействующих поверхностей; применением кинематических зацеплений пониженной виброактивности, например, шевронных и косозубых зубчатых колес вместо прямозубых; заменой подшипников качения на подшипники скольжения; применением конструкционных материалов с повышенным внутренним трением.

Отстройка от резонансных частот заключается в изменении режимов работы машины и соответственно частоты возмущающей вибросилы; собственной частоты колебаний машины путем изменения жесткости системы с например установкой ребер жесткости или изменения массы системы (например путем закрепления на машине дополнительных масс).

Вибродемпфирование – это метод снижения вибрации путем усиления в конструкции процессов трения, рассеивающих колебательную энергию в результате необратимого преобразования ее в теплоту при деформациях, возникающих в материалах, из которых изготовлена конструкция. Вибродемпфирование осуществляется нанесением на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение, мягких покрытий (резина, пенопласт ПХВ-9, мастика ВД17-59, мастика «Анти-вибрит») и жестких (листовые пластмассы, стеклоизол, гидроизол, листы алюминия); применением поверхностного трения (например, прилегающих друг к другу пластин, как у рессор); установкой специальных демпферов.

Виброгашение (увеличение массы системы) осуществляют путем установки агрегатов на массивный фундамент. Виброгашение наиболее эффективно при средних и

высоких частотах вибрации. Этот способ нашел широкое применение при установке тяжелого оборудования (молотов, прессов, вентиляторов, насосов и т. п.).

Повышение жесткости системы, например путем установки ребер жесткости. Этот способ эффективен только при низких частотах вибрации.

Виброизоляция заключается в уменьшении передачи колебаний от источника к защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. Для виброизоляции чаще всего применяют виброизолирующие опоры типа упругих прокладок, пружин или их сочетания. Эффективность виброизоляторов оценивают коэффициентом передачи КП, равным отношению амплитуды виброперемещения, виброскорости, виброускорения защищаемого объекта, или действующей на него силы к соответствующему параметру источника вибрации. Виброизоляция только в том случае снижает вибрацию, когда  $KП < 1$ . Чем меньше КП, тем эффективнее виброизоляция.

Профилактические меры по защите от вибраций заключаются в уменьшении их в источнике образования и на пути распространения, а также в применении индивидуальных средств защиты, проведении санитарных и организационных мероприятий.

Уменьшения вибрации в источнике возникновения достигают изменением технологического процесса с изготовлением деталей из капрона, резины, текстолита, своевременным проведением профилактических мероприятий и смазочных операций; центрированием и балансировкой деталей; уменьшением зазоров в сочленениях. Передачу колебаний на основание агрегата или конструкцию здания ослабляют посредством экранирования, что является одновременно средством борьбы и с шумом.

В качестве вибропоглощающих покрытий обычно используют мастики № 579, 580, типа БД-17 и простейшие конструкции (слои рубероида, проклеенные битумом или синтетическим клеем). Если методы коллективной защиты не дают результата или их нерационально применять, то используют средства индивидуальной защиты. В качестве средств защиты от вибрации при работе с механизированным инструментом применяют антивибрационные рукавицы и специальную обувь. Антивибрационные полусапоги имеют многослойную резиновую подошву.

Длительность работы с вибрирующим инструментом не должна превышать 2/3 рабочей смены. Операции распределяют между работниками так, чтобы продолжительность непрерывного действия вибрации, включая микропаузы, не превышала 15...20 мин. Рекомендуется делать перерывы на 20 мин через 1...2ч после начала смены и на 30 мин через 2 ч после обеда.

Во время перерывов следует выполнять специальный комплекс гимнастических упражнений и гидропроцедуры – ванночки при температуре воды 38 °С, а также самомассаж конечностей.

Если вибрация машины превышает допустимое значение, то время контакта работающего с этой машиной ограничивают.

Для повышения защитных свойств организма, работоспособности и трудовой активности следует использовать специальные комплексы производственной гимнастики, витаминную профилактику (два раза в год комплекс витаминов С, В, никотиновую кислоту), спецпитание.

*Приборы для оценки параметров шума и вибрации.* Уровни шума и вибрации измеряют приборами, внесенными в Государственный реестр средств измерений РФ, (табл. 5).

**Таблица 5.** Приборы для измерения физических параметров неионизирующей природы

| <b>Наименование прибора, устройства</b>   | <b>Измеряемый фактор</b>                               |
|---|--|
| Шумомер-виброметр ШИ-01В прецизионный, интегрирующий с цифровым анализатором спектра (Россия) | Шум, локальная и общая вибрация                        |
| Шумомер/виброметр «Ассистент» (Россия)  | Шум, инфразвук, локальная и общая вибрация             |
| Комплекты Октава серии «201/110А/110В/101 ВМ» (Россия)  | Шум, инфразвук, ультразвук, локальная и общая вибрация |
| Аппаратура фирмы « Brüel & Кjaer» (Дания)   | Шум, инфразвук, ультразвук, локальная и общая вибрация |

#### **Анализатор шума и вибрации «Ассистент»**

*Общие сведения.* Прибор выполнен в виде малогабаритного устройства с автономным питанием. На верхней торцевой стенке корпуса блока измерительного (БИ) прибора располагаются разъем для подключения предусилителя (ПУ) с микрофоном (МК) при работе в качестве шумомера анализатора спектра и разъемы для подключения вибропреобразователя (ВП) при работе в качестве виброметра анализатора спектра. ПУ соединяется с БИ кабелем соединительным предусилителя.

На нижней торцевой стенке БИ расположены: разъем для подключения к персональному компьютеру (ПК), разъем для подключения сетевого адаптера с контрольным светодиодом, разъем для подключения внешнего USB флэш диска, крышка аккумуляторного отсека, рис. 8.



**Рис. 8.** Шумомер «Ассистент»

Измерение параметров шума основано на преобразовании звуковых колебаний в электрические с их последующей обработкой. Преобразование звуковых колебаний в электрические производится МК. С выхода ПУ сигнал поступает на вход усилителя (У). Установка коэффициента усиления У осуществляется переключателем диапазонов с шагом 20 дБ. Дальнейшая обработка сигнала осуществляется цифровым способом. Частота оцифровки сигнала 48 кГц, в диапазоне ультразвука 96 кГц. Разрядность 24 бит. Цифровое представление сигнала поступает в цифровой сигнальный процессор (ЦСП) и обрабатывается по алгоритму, соответствующему выбранному режиму измерения.

Измерение параметров вибрации основано на преобразовании колебаний в электрический сигнал с помощью ВП его последующей обработкой. Дальнейшая обработка сигнала осуществляется цифровым способом. Частота оцифровки сигнала до 192 кГц. Разрядность - 24 бит. Цифровое представление сигнала поступает в ЦСП и обрабатывается по алгоритму, соответствующему выбранному режиму измерения.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятию «шум».
2. В каких единицах измеряется: частота, звуковое давление, уровень силы (интенсивности звука), эквивалентный (по энергии) уровень звука
3. Как воздействует шум на организм человека?
4. Дайте определение понятию «шумовая болезнь».
5. Перечислите мероприятия по защите работающих от неблагоприятного воздействия шума.
6. Дайте определение понятию «вибрация»
7. Приведите классификацию вибрации.
8. Как воздействует общая вибрация на организм работающих?
9. Как воздействует локальная вибрация на организм работающих?
10. Перечислите комплекс профилактических мероприятий по защите, работающих от неблагоприятного воздействия вибрации.

### **3. Методы исследований естественной и искусственной освещенности**

Видимое излучение —электромагнитные волны, воспринимаемые человеческим глазом, которые занимают участок спектра с длиной волны приблизительно от 380 (фиолетовый) до 780 нм (красный). Такие волны занимают частотный диапазон от 400 до 790 терагерц (ТГц). Электромагнитное излучение с такими длинами волн также называется видимым светом, или просто светом. Наибольшую чувствительность к свету человеческий глаз имеет в области 555 нм (540 ТГц), в зелёной части спектра. Установлено, что солнечная радиация оказывает мощное биологическое действие: стимулирует физиологические процессы в организме, изменяет обмен веществ, улучшает самочувствие человека, повышает его работоспособность.

Все помещения, предназначенные для длительного пребывания людей, должны иметь хорошее естественное и искусственное освещение. Плохая световая обстановка жилых, учебных и производственных помещений в сочетании с высокой зрительной нагрузкой может явиться причиной зрительного и общего утомления, способствовать развитию близорукости, нистагма и некоторых других заболеваний, а также травм. Таким образом, полученные знания и практические навыки при изучении данной темы, позволят грамотно оценить состояние естественного и искусственного освещения в помещениях и сравнить результаты исследований на соответствие гигиеническим нормативам.

Для освещения помещений используют естественное, искусственное и совмещенное освещение.

Естественное освещение помещений обеспечивается прямыми солнечными лучами (инсоляция), рассеянным светом с небосвода и отраженным светом противостоящего объекта (здания), и поверхностью покрытия. Отсутствие естественного света вызывает явление «светового голодания», т.е. состояние организма, обусловленное дефицитом ультрафиолетового облучения и проявляющееся в нарушении обмена веществ и снижении резистентности организма. Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение, обусловленное световым климатом (условиями наружного естественного освещения), которые зависят от общих климатических условий местности, степени прозрачности атмосферы, а также отражающей способности окружающих предметов. На уровень естественного освещения помещений оказывает также влияние географическая широта местности, ориентация здания по сторонам света, наличие затенения окон противостоящим зданием, которое в свою очередь зависит от расстояния между ними, высоты и цвета стен, а также близости зеленых насаждений. Большое значение имеет величина оконных проемов, их форма и расположение. Все эти факторы определяют продолжительность и интенсивность освещения помещения прямыми

солнечными лучами, т.е. инсоляционный режим помещений. Гигиеническая классификация продолжительности инсоляции помещений учитывает общеоздоровительный, бактерицидный и психофизиологический эффекты прямого солнечного света, а также оптимальное сочетание всех факторов при соблюдении минимальных значений каждого из них. Рассеянный и отраженный свет, поступающий в помещение, не содержит многих частей солнечного спектра как видимого, так и ультрафиолетового диапазона, поглощенных различными объектами (поверхность земли, деревья, стены зданий, облака и др.), и поэтому с физиолого-гигиенических позиций не может считаться полноценным. Гигиенические нормативы инсоляции дифференцированы по широте местности на определенные периоды года, для которых регламентировано нормативное время инсоляции.

Освещенность помещений зависит от степени отражения света, которая определяется окраской потолка, стен, пола и оборудования в самом помещении. Темные цвета поглощают большое количество света, а светлая окраска увеличивает освещенность за счет отраженного света. Белый цвет и светлые тона обеспечивают отражение световых лучей на 70-90%, светло-желтый цвет – на 60%, светло-зеленый – на 46%, цвет натурального дерева – на 40%, голубой – на 25%, темно-желтый – на 20%, светло-коричневый – на 15%, темно-зеленый – на 10%, синий и фиолетовый – 6-10%.

В помещениях для отделки потолка рекомендован белый цвет, для стен – светлые тона желтого, бежевого, розового, зеленого, голубого, для мебели – цвет натурального дерева, для дверей и оконных рам – белый. Рекомендации по цветовому оформлению помещений должны учитывать влияние видимого света на организм человека. Красно-желтые цвета оказывают бодрящее действие, сине-фиолетовые – успокаивающее. В северных районах для окраски стен помещений рекомендованы оттенки желтого и оранжевого цвета, имитирующие солнечный свет, в южных районах – оттенки зеленовато-голубого, смягчающие блеск солнечного света в помещении.

На уровень естественного освещения влияют качество и чистота стекол, стен, потолка, затененность окон шторами, наличие высоких цветов на подоконниках. Так, загрязненные стены отражают свет в 2 раза меньше, чем недавно покрашенные. Закопченный потолок уменьшает освещенность комнаты на одну треть. В зависимости от места расположения световых проемов естественное освещение подразделяется на боковое (через окна), верхнее (через световые фонари) и комбинированное (верхнее и боковое).

*Искусственное освещение* создается электрическими источниками света и может быть представлено в виде:

- общего освещения, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению оборудования (общее локализованное освещение);

- комбинированного освещения, при котором к общему освещению добавляется местное, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах.

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

Основными гигиеническими требованиями к искусственному освещению являются достаточный уровень его интенсивности, равномерность и постоянство во времени, отсутствие слепящего действия и резких теней, вызванных источником, обеспечение правильной цветопередачи. Создаваемый им спектр должен быть приближен к спектру естественного солнечного света. Рациональное искусственное освещение обеспечивается правильным выбором системы освещения, источников света, светильников, их размещением, видом осветительной арматуры, направлением светового потока и характером света.

Равномерность освещения в помещении обеспечивает общая система освещения. Достаточная освещенность на рабочем месте может быть достигнута путем использования местной системой освещения (настольные лампы). Наилучшие условия достигаются при комбинированной системе освещения (общее + местное). Использование местного освещения без общего в служебных помещениях недопустимо.

В качестве источников искусственного освещения в настоящее время применяются газоразрядные лампы и лампы накаливания. В лампах накаливания свечение возникает в результате нагрева вольфрамовой нити лампы до высоких температур. Ввиду низкой световой отдачи, небольшого срока службы (до 1500 ч), преобладания в спектре лампы желтовато-красных цветов, что искажает цветовое восприятие, применение ламп накаливания ограничено. Галогеновые лампы накаливания с вольфрамово-йодным (галогеновым) циклом более эффективны, их световая отдача и срок службы выше (до 8000 ч). Спектр галогеновых ламп накаливания близок к естественному свету, что позволяет их использовать в общественных помещениях (библиотеках, столовых и др.). В основном лампы накаливания используются для местного освещения, в помещениях с кратковременным пребыванием людей и в случаях, если применение газоразрядных ламп невозможно по технологическим причинам.

Применяемые газоразрядные лампы бывают низкого давления (люминесцентные) и высокого давления. Действующими нормами люминесцентные лампы приняты в качестве

основных для общественных и производственных помещений из-за того, что они обладают значительной световой отдачей, позволяющей создать высокие уровни освещенности, экономичность, имеют мягкий, рассеянный свет и сравнительно невысокую яркость, их спектр излучения близок спектру дневного света. Недостатком является проявление стробоскопического эффекта – явления искажения зрительного восприятия вращающихся, движущихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете, возникающее при совпадении кратности частотных характеристик движения объектов и изменение светового потока во времени в осветительных установках. Принцип действия люминесцентных ламп заключается в преобразовании излучения ртутного разряда в видимые лучи, что достигается возбуждением люминофоров ультрафиолетовыми лучами. Для этого внутренняя поверхность колбы покрывается специальным составом – люминофором, внутри колбы помещается капля ртути для образования ртутных паров. При пропускании электрического тока через лампу возникает ультрафиолетовое излучение, под влиянием которого люминофоры начинают светиться. Люминесцентные лампы выпускаются нескольких типов в зависимости от состава люминофора. Лампы дневного света (ЛД) с голубоватым цветом излучения рекомендованы к применению в помещениях с правильным цветоразличением. Лампы белого цвета (ЛБ) с преобладанием в их спектре оранжево-желтых оттенков и особенно лампы холодного белого света (ЛХБ), белого света с улучшенной цветопередачей (ЛХЕ) и дневного света, правильной цветопередачей (ЛДЦ) используются в жилых, учебных и аптечных помещениях, где требуется хорошая цветопередача человеческого лица. Лампы теплого белого света (ЛТБ) имеют преобладание в спектре желтых и розовых лучей, поэтому используются для освещения вокзалов, вестибюлей кинотеатров, помещений метро.

Светильник применяется для защиты глаз от слепящего действия источника света. Светильник состоит из двух частей – источника света (лампы) и осветительной арматуры. С точки зрения перераспределения светового потока различают светильники прямого, отраженного и рассеянного света. Арматура светильников прямого света за счет внутренней отражающей поверхности направляет около 90% света лампы на освещаемое место. Светильники отраженного света, наоборот, большую часть светового потока направляют вверх, за счет чего помещение освещается мягким, равномерным рассеянным светом, но при этом теряется 50% света. Наиболее часто в жилых, учебных, а также больничных и аптечных помещениях используются светильники рассеянного света, который распределяется равномерно по всему помещению, не дает резких теней и бликов. Для получения рассеянного света в светильниках применяется молочное или матовое стекло. Количество светильников и мощность ламп рассчитываются по уровню

освещенности на рабочих местах, которое должно соответствовать установленным гигиеническим нормативам.

На практике при проектировании осветительных установок и экспертизе проектов производственных помещений часто применяются расчетные методы определения освещенности. Наиболее широко используется метод удельной мощности. Количество светильников и мощность ламп рассчитываются по уровню освещенности на рабочих местах, которое должно соответствовать установленным гигиеническим нормативам. Метод удельной мощности (метод ватт) рекомендуется для ориентировочного определения искусственной освещенности. Он основан на подсчете суммарной мощности всех источников света ( $W$ ) в помещении и определении удельной мощности ламп ( $P$ ) путем деления  $W$  на площадь помещения ( $S$ ): ( $P=W/S$ , Вт/м<sup>2</sup>). Искусственная освещенность рассчитывается при умножении удельной мощности ламп на коэффициент  $e$ , показывающий, какую освещенность (в лк) дает удельная мощность, равная 1 Вт/м<sup>2</sup>. Значение  $e$  для помещений с площадью не более 50 м<sup>2</sup> при напряжении в сети 220 В для ламп накаливания мощностью менее 100 Вт равно 2,0; для ламп 100 Вт и более – 2,5; для люминесцентных ламп – 12,5.

*Пример.* Площадь материальной комнаты 25 м<sup>2</sup>. Она освещается двумя лампами накаливания по 100 Вт, напряжение в сети 220 В. Удельная мощность ламп = (100 Вт \* 2 лампы): 25 м<sup>2</sup> = 8 Вт/м<sup>2</sup>. Искусственная освещенность = 8 Вт/м<sup>2</sup> \* 2,5 = 20 лк. Необходимая величина освещенности на рабочих местах устанавливается в зависимости от размера объектов различения, так как рассматривание мелких деталей при недостаточной освещенности приводит к значительному снижению зрительной работоспособности и производительности труда.

В соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» к нормируемым показателям световой среды помещений жилых и общественных зданий относятся:

- ✓ средняя освещенность, которая определяется как усредненная по площади освещаемого помещения ( $E_{ср.}$ , лк);
- ✓ коэффициент пульсации освещенности, который является критерием оценки относительной глубины колебаний освещенности в осветительной установке в результате изменения во времени светового потока источников света при их питании переменным током, учитывает пульсацию светового потока до 300 Гц ( $K_{п}$ , %);
- ✓ объединенный показатель дискомфорта (UGR). Объединенный показатель дискомфорта связан с показателем дискомфорта ( $M$ ) по формуле:  $UGR = 16 \lg M - 4,8$ ;

✓ коэффициент естественной освещенности, который определяется отношением естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражения), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода, КЕО;

✓ равномерность освещенности ( $U_0$ ), которая определяется отношением значения минимальной освещенности к значению средней освещенности на заданной поверхности (не менее 0,6 в основных помещениях);

✓ коэффициент пульсации освещенности от общего искусственного освещения не должен превышать нормативных значений, регламентируемых в зависимости от функционального назначения помещения (не должен превышать 5%).

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий, представлены табл. 6.

**Таблица 6.** Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий.

| Помещения                           | Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м | Естественное освещение                    |                       | Совмещенное освещение                     |                       | Искусственное освещение                         |  |  |
|-------------------------------------|--|---|-----------------------|---|-----------------------|---|--|--|
|                                     |  | КЕО $e_n$ , %                             |                       | КЕО $e_n$ , %                             |                       | Освещенность рабочих поверхностей, лк, не менее | Объединенный показатель дисконфорта UGR,, не более | Коэффициент пульсации освещенности, $K_n$ , % не более |
|                                     |  | при верхнем или комбинированном освещении | при боковом освещении | при верхнем или комбинированном освещении | при боковом освещении |   |  |  |
| 1                                   | 2  | 3   | 4                     | 5   | 6                     | 7   | 8  | 9  |
| 1. Жилые комнаты, гостиные, спальни | Г-0,0  | 2,0                                       | 0,5                   | -   | -                     | 150   | -  | -  |
| 2. Жилые комнаты общежитий          | Г-0,0  | 2,0                                       | 0,5                   | -   | -                     | 150   | -  | -  |

|  |                           |     |     |     |     |     |    |    |
|--|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| 3. Кухни, кухни-столовые                             | Г-0,0                     | 2,0 | 0,5 | 1,2 | 0,3 | 150 | -  | -  |
| 4. Детские   | Г-0,0                     | 2,5 | 0,7 | -   | -   | 200 | -  | -  |
| 5. Кабинеты, библиотеки                              | Г-0,0                     | 3,0 | 1,0 | 1,8 | 0,6 | 300 | -  | -  |
| 6. Внутриквартирные коридоры, холлы                  | Г-0,0                     | -   | -   | -   | -   | 50  | -  | -  |
| 7. Кладовые, подсобные                               | Г-0,0                     | -   | -   | -   | -   | 30  | -  | -  |
| 8. Гардеробные                                       | Г-0,0                     | -   | -   | -   | -   | 75  | -  | -  |
| 9. Сауна, раздевалки                                 | Г-0,0                     | -   | -   | -   | -   | 100 | -  | -  |
| 10. Бассейн  | Г-0,0Г – поверхность воды | 2,0 | 0,5 | 1,2 | 0,3 | 100 | 24 | 20 |
| 11. Тренажерный зал                                  | Г-0,0                     | -   | -   | 1,2 | 0,3 | 150 | 24 | 20 |
| 12. Биллиардная                                      | Г-0,8                     | -   | -   | -   | -   | 300 | 21 | 20 |
| 13. Ванные комнаты, уборные, санузлы, душевые        | Г-0,0                     | -   | -   | -   | -   | 50  | -  | -  |
| <i>Общедомовые помещения</i>                         |                           |     |     |     |     |     |    |    |
| 14. Лестницы и лестничные площадки                   | Г-0,0                     | -   | -   | 0,1 | 0,1 | 20  | -  | -  |
| 15. Поэтажные внеквартирные коридоры, лифтовые холлы | Г-0,0                     | -   | -   | -   | -   | 20  | -  | -  |
| 16. Вестибюли  | Г-0,0                     | -   | -   | -   | -   | 30  | -  | -  |
| 17. Колясочные, велосипедные                         | Г-0,0                     | -   | -   | -   | -   | 20  | -  | -  |
| 18. Тепловые пункты, насосные, электрощитовые,       | Г-0,0                     | -   | -   | -   | -   | 30  | -  | -  |

|   |       |   |   |   |   |    |   |   |
|---|-------|---|---|---|---|----|---|---|
| машинные помещения лифтов, венткамеры                                 |       |   |   |   |   |    |   |   |
| 19. Основные проходы технических этажей, подполий, подвалов, чердаков | Г-0,0 | - | - | - | - | 20 | - | - |

Определение уровней освещенности проводят при помощи люксметра. В настоящее время наибольшее распространение получил объективный люксметр «Аргус-01», предназначенный для измерения освещенности создаваемой источниками естественного и искусственного света (рис. 8). Прибор внесен в Государственный реестр средств измерений РФ. Шкала прибора, градуирована в люксах. При работе с люксметром необходимо соблюдать следующие требования: приемная пластина фотоэлемента должна размещаться на рабочей поверхности в плоскости ее расположения (горизонтальной, вертикальной, наклонной); на фотоэлемент не должны падать случайные тени от оборудования.

Принцип работы прибора основан на преобразовании светового потока, создаваемого естественным и искусственным светом, в непрерывный электрический сигнал, пропорциональный световой освещенности, который преобразуется аналого-цифровым преобразователем в цифровой код, индицируемый на цифровом табло индикаторного блока.

В датчике (воспринимающей части) прибора установлен первичный преобразователь излучения - полупроводниковый кремниевый фотодиод с системой светофильтров, формирующих спектральную чувствительность. На передней панели индикаторного блока прибора размещен переключатель пределов измерений и гнезда для приема аналогового сигнала с выхода датчика.



**Рис. 9.** Прибор люксметр «Аргус-01»

*Измерение уровня искусственного освещения непосредственно на горизонтальной поверхности рабочего места производится с помощью люксметра (объективный метод). Контрольные точки для измерения минимальной освещенности размещают в центре помещения, под светильниками, между светильниками и их рядами, у стен на расстоянии не менее 1 м. Измерение уровня искусственного освещения проводится в темное время суток.*

#### **Контрольные вопросы**

1. Гигиеническое значение видимой части солнечного спектра.
2. Биологическое действие видимой части солнечного спектра.
3. Перечислите показатели естественной освещенности.
4. Какие системы искусственного освещения вы знаете?
5. Перечислите основные требования к искусственному освещению помещений.
6. Дайте характеристику методам определения уровней освещения.