

**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**  
**(ФГБОУ ВО РГУПС)**

---

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Учебно-методическое пособие  
для лабораторных работ

*Под общей редакцией*  
*Е.П. Чубарь*

Ростов-на-Дону  
2017

УДК 504.7(07) + 06

Рецензент – кандидат технических наук, доцент Л.А. Кармазина

Безопасность жизнедеятельности: учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Е.П. Чубарь, Т.А. Финоченко, И.Г. Переверзев, В.В. Козлюк, М.В. Баланова, А.В. Борисова, Е.В. Наливкина; под общ. ред. Е.П. Чубарь; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2017. – 64 с.: ил. – Библиогр.: с. 46.

Приведены необходимые теоретические сведения, порядок выполнения работы, контрольные вопросы и форма бланка отчетности для каждого лабораторного занятия.

Пособие написано в соответствии с программой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Предназначено для студентов инженерных, экономических и гуманитарных специальностей, в курсах которых предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

Одобрено к изданию кафедрой «Безопасность жизнедеятельности».

© Колл. авт., 2017

© ФГБОУ ВО РГУПС, 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие указания к выполнению лабораторных работ .....	4
Меры безопасности при выполнении лабораторных работ .....	4
Лабораторная работа № 1. Оценка освещения производственных помещений .....	5
Лабораторная работа № 2. Оценка микроклимата производственных помещений .....	12
Лабораторная работа № 3. Исследование производственного шума и оценка эффективности звукоизоляции .....	22
Лабораторная работа № 4. Исследование производственной вибрации .....	31
Лабораторная работа № 5. Исследование электромагнитных излучений от ПЭВМ .....	40
Библиографический список .....	46
Приложение 1 .....	47
Приложение 2 .....	57

## **ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Выполнению лабораторной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентами теоретического материала по данной теме.

Студенты допускаются к выполнению лабораторной работы после сдачи коллоквиума по теоретическому материалу и порядку выполнения работы.

Результаты выполнения работы оформляются отчетом, который представляется на проверку преподавателю.

Отчет должен содержать следующие данные:

- название лабораторной работы, Ф.И.О. и номер группы студента;
- цель работы;
- схему экспериментальной установки с подрисуночными подписями;
- таблицу с результатами измерений, расчеты, графики;
- выводы по работе с обязательными ссылками на нормативные документы, на основании которых сделан вывод.

Результаты экспериментов оформляются на специальных бланках, форма которых дана в приложении 1.

### **МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ. ОБЩИЕ ПРАВИЛА**

1 Лабораторные работы следует выполнять в соответствии с методическим руководством внимательно и аккуратно, так как нарушение дисциплины во время занятий могут привести к несчастному случаю.

2 В случае возникновения сомнений при выполнении порученной работы следует немедленно прекратить работу и обратиться к преподавателю за разъяснением по правильным и безопасным приемам работы.

3 Не следует выполнять никаких работ в лаборатории, не связанных с выполнением порученного задания.

4 С приборами и оборудованием в лаборатории следует обращаться аккуратно.

5 О происшедшем несчастном случае немедленно доложить преподавателю, ведущему занятия.

6 Перед началом занятия средства связи выключить или установить беззвучный режим их работы.

7 При включении и выключении электроприборов вилку держать за корпус, а не за шнур.

8 Не производить ремонт самостоятельно на электроустановках и приборах.

9 Обо всех неисправностях оборудования сообщать преподавателю, проводящему занятие.

10 Включать приборы и установки только на время измерения.

11 После окончания измерений необходимо выключить установку или приборы.

12 Привести в порядок рабочее место.

13 Измерительные приборы и методические руководства возвратить преподавателю, проводящему занятие.

14 Сделать отметку о выполнении работы у преподавателя, ведущего занятия с группой.

## **Лабораторная работа № 1**

### **ОЦЕНКА ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

#### **1.1 Цель работы**

Освоить инструментальные исследования и нормирование естественного и искусственного освещения производственных помещений.

#### **1.2 Общие сведения об освещении помещений**

Одним из основных факторов, определяющих условия внешней среды на рабочем месте, является *освещение*. Рационально организованное освещение уменьшает утомление зрения, что способствует повышению производительности и безопасности труда.

Свет является естественным условием жизни человека, необходимым для сохранения здоровья и высокой производительности труда, основанного на работе зрительного анализатора. Фоторецепторы сетчатки глаза фиксируют электромагнитные колебания светового диапазона (0,38–0,77мкм) и вызывают различные ощущения цвета. Солнечный свет включает лучи с различным физиологическим и физическим воздействием, которые сочетаются в различных комбинациях и по богатству не могут сравниться ни с одним из искусственных источников света.

В производственных помещениях применяются следующие виды освещения: естественное, искусственное и совмещенное, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Условия видимости отдельных объектов во многом определяются таким светотехническим показателем как освещенность.

Освещенность представляет собой распределение светового потока  $F$  на поверхности  $S$ :

$$E = \frac{F}{S}.$$

Световой поток  $F$  измеряется в *люменах* (лм). Единицей освещенности является *люкс* (лк) – освещенность поверхности площадью 1 м<sup>2</sup> световым потоком в 1 лм.

Гигиена труда требует, в первую очередь, максимального использования естественного освещения, т. к. дневной свет лучше воспринимается органами зрения. Наряду с естественным каждое помещение должно иметь и искусственное освещение. От того, насколько рационально оно выполнено, зависят безопасность труда и самочувствие работников, их производительность и качество продукции.

### 1.2.1 Общие сведения о естественном освещении

Естественное освещение не только положительно влияет на зрение, но также тонизирует организм человека в целом и оказывает благоприятное психологическое воздействие. В производственных помещениях для работы следует предусматривать естественное освещение, как более экономичное и совершенное с точки зрения гигиенических требований по сравнению с искусственным. Исключения составляют производства, где естественное освещение нарушает технологический процесс (фотолаборатории и т. п.). Помещения, в которых работающий находится более двух часов непрерывно своего рабочего времени, должны иметь естественное освещение.

*Естественное освещение* – освещение помещений светом неба, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

Естественное освещение подразделяется на: боковое, верхнее и

– *боковое* – через световые проемы в наружных стенах и бывает односторонним и двухсторонним;

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

– *комбинированное* – сочетание бокового и верхнего освещения.

Особенность естественного освещения – чрезвычайно широкий диапазон изменения и непостоянство, что обусловлено периодом года, временем дня, состоянием облачности и отражающими свойствами земного покрова. Поэтому характеризовать естественное освещение абсолютным значением освещенности на рабочем месте не представляется возможным.

В качестве нормируемого параметра используется относительная величина – *коэффициент естественной освещенности (КЕО)* – отношение естественной освещенности, создаваемой в расчетной точке заданной плоскости внутри помещения светом неба  $E_{BH}$  к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода  $E_{НАР}$ , выражается в процентах:

$$e = \frac{E_{BH}}{E_{НАР}} \cdot 100 \% . \quad (1)$$

Если КЕО в помещении в точке нормирования ниже 0,1 %, такое помещение классифицируется как помещение без естественного света. Помещение, в котором КЕО в нормируемой точке ниже нормативного значения классифицируется как помещение с недостаточным естественным светом.

Нормативное значение КЕО для зданий, располагаемых в различных районах, следует определять по формуле:

$$e_N = e_H \cdot m_N , \% , \quad (2)$$

где  $N$  – номер группы административного района по обеспеченности естественным светом (табл. 1.1);

$e_H$  – табличное значение КЕО (принимается по табл. 2.1 или табл. 2.2 Приложения 2 в зависимости от разряда зрительной работы и вида естественного освещения: боковое, верхнее или комбинированное);

$m_N$  – коэффициент светового климата (табл. 1.2).

Полученные значения КЕО следует округлять до сотых долей.

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

Таблица 1.1

Группы административных регионов по ресурсам светового климата

Номер группы	Административный район
1	Владимирская, Калужская области, Камчатский край, Кемеровская область, Красноярский край (севернее 63°с.ш.), Курганская, Московская, Нижегородская, Новосибирская, Омская области, Пермский край, Рязанская область, Республика Башкортостан, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Республика Саха (Якутия) [севернее 63°с.ш.], Свердловская, Смоленская, Тульская, Тюменская области, Удмуртская Республика, Хабаровский край (севернее 55°с.ш.), Челябинская область, Чувашская Республика, Чукотский автономный округ
2	Белгородская, Брянская, Волгоградская, Воронежская области, Забайкальский край, Кабардино-Балкарская Республика, Красноярский край (южнее 63°с.ш.), Курская, Липецкая, Магаданская, Оренбургская, Орловская, Пензенская области, Республика Алтай, Республика Бурятия, Республика Ингушетия, Республика Коми, Республика Саха (Якутия) [южнее 63°с.ш.], Республика Северная Осетия - Алания, Республика Тыва, Самарская, Саратовская, Сахалинская, Тамбовская, Ульяновская области, Хабаровский край (южнее 55°с.ш.), Ханты-Мансийский автономный округ, Чеченская Республика
3	Вологодская, Ивановская, Калининградская, Кировская, Костромская, Ленинградская области, Ненецкий автономный округ, Новгородская, Псковская области, Республика Карелия, Тверская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ярославская область
4	Архангельская, Мурманская области
5	Автономная Республика Крым, Астраханская, Амурская области, Краснодарский край, Приморский край, Республика Дагестан, Республика Калмыкия, Ростовская область, Ставропольский край

*Характерный разрез помещения* – поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к поверхности остекления световых проемов. В характерный разрез должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

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

*Рабочая поверхность* – поверхность, на которой производится какой-либо вид работы, характерный для конкретного рабочего места.

Таблица 1.2

Коэффициенты светового климата в зависимости от группы административного района и ориентации световых проемов по сторонам горизонта

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, $m$				
		Номер группы администр. районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З,В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1	1,1	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,7
	СВ-ЮЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	В-З	1	0,9	1,1	1,2	0,7
В фонарях типа «Шед»	С	1	0,9	1,2	1,2	0,7
В зенитных фонарях	-	1	0,9	1,2	1,2	0,75

*Примечание:* С – северное; СВ – северо-восточное; СЗ – северо-западное; В – восточное; З – западное; С-Ю – север-юг; В-З – восток-запад; Ю – южное; ЮВ – юго-восточное; ЮЗ – юго-западное.

### 1.2.2 Общие сведения об искусственном освещении

*Искусственное освещение* – это освещение от электрических источников света, подразделяется на общее, местное и комбинированное.

*Общее освещение* – это тип освещения, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению оборудования (общее локализованное освещение).

В производственных помещениях общее освещение применяется при большой плотности рабочих мест, при производстве работ по всей площади и при необходимости перемещения оборудования и работающих внутри помещения.

*Местное (локальное)* – это тип освещения, дополнительного к общему, создаваемого светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах. Оно предназначено только для освещения рабочих поверхностей, оно может быть стационарным или переносным.

*Комбинированное освещение* – это тип освещения, при котором к общему добавляется местное.

*Совмещенное освещение* – это освещение, при котором одновременно применяется естественное и искусственное освещение в течение полного рабочего дня.

Основные характеристики искусственного освещения: освещенность рабочей поверхности, яркость, коэффициент пульсации светового потока.

*Освещенность,  $E$*  – отношение светового потока, падающего на элемент поверхности, к площади этого элемента. Единица освещенности – люкс (лк) – освещенность поверхности в  $1 \text{ м}^2$ , на которой равномерно распределен световой поток в 1 лм.



*Коэффициент пульсации освещенности.* Является критерием оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока источников света при питании их переменным током, выражающийся формулой:

$$K_{\Pi} = 100\% \left( \frac{E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}}{2E_{\text{ср}}} \right), \quad (3)$$

где  $E_{\text{макс}}$  и  $E_{\text{мин}}$  – максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания, лк;

$E_{\text{ср}}$  – среднее значение освещенности за тот же период, лк.

Коэффициент пульсации освещенности от общего искусственного освещения не должен превышать нормативных значений, регламентируемых в зависимости от функционального назначения помещения.

*Объект различения* – это рассматриваемый работником в процессе труда минимальный предмет или его часть, а также требующий различения знак (точка, тире), дефект (линия, трещина, пятно, царапина), риска шкалы и т. д.

### 1.3 Прибор для измерения освещенности

Поверхностную плотность светового потока, подающего на освещаемую плоскость – освещенность, измеряют с помощью люксметров.

*Люксметр* – это прибор для измерения степени освещенности. Принцип действия основан на преобразовании светового потока в непрерывный электрический сигнал, пропорциональный световой освещенности, который затем преобразуется аналого-цифровым преобразователем в цифровой код, индицируемый на цифровом табло индикаторного блока.

В данной работе используется люксметр-пульсметр «Аргус-07» (рис. 1.1). Он предназначен для измерения освещенности, создаваемой естественным светом и различными источниками искусственного освещения. Дополнительно «Аргус-07» измеряет коэффициент пульсации.



Рис. 1.1. Люксметр-пульсметр «Аргус-07»:  
1 – фотоэлемент; 2 – жидкокристаллический экран;  
3 – тумблер включения-выключения

Технические характеристики Люксметра-пульсметра «Аргус-07»:

диапазон измерения освещенности, лк	1...20 000
коэффициент пульсации, %	1...100

В измерительном датчике люксметра установлен первичный преобразователь излучения – полупроводниковый кремниевый фотодиод с системой светофильтров, формирующих спектральную чувствительность, соответствующую кривой видимости.

В люксметре-пульсметре «Аргус-07» показания индицируются в единицах люкс (лк), коэффициент пульсации – в единицах процентов (%).

Измерения показателя освещенности в производственном помещении должно проводиться на рабочих местах в соответствии с характерным разрезом помещения и на высоте рабочей поверхности. При наличии нескольких рабочих поверхностей показатели освещенности измеряются на каждой из них. При наличии протяженных рабочих поверхностей, на каждой из них должно быть выбрано несколько контрольных точек, позволяющих оценить различные условия освещенности. Измерение в каждой точке следует проводить не менее трех раз, полученные результаты – усреднять.

Измерения естественной освещенности могут проводиться только при сплошной равномерной облачности (просветы отсутствуют). Для определения КЕО производится одновременное измерение освещенности внутри помещения и наружной освещенности на горизонтальной площадке под полностью открытым небосводом.

Измерение искусственной освещенности и коэффициента пульсации следует проводить в темное время суток, когда освещенность от естественного освещения составляет не более 10 % значения нормируемой освещенности.

Измерения коэффициента пульсации искусственной освещенности проводят непосредственно на рабочих местах в рабочей плоскости оборудования и определяют как среднеарифметическое значение трех измерений, проведенных в течение 5 мин.

При работе с люксметром необходимо соблюдать следующие условия:

- фотоэлемент размещать на рабочей поверхности в плоскости ее расположения (горизонтальной, вертикальной, наклонной);
- при измерении исключать попадание случайных теней от человека и оборудования, если рабочее место затеняется в процессе работы самим рабочим или выступающими частями оборудования, то освещенность следует измерять в этих реальных условиях.

#### **1.4 Порядок проведения работы и оформления результатов измерений**

Перед проведением измерений внести в бланк отчета, в табл. 1, условия проведения измерений: вид естественного освещения, ориентацию окон по сторонам горизонта, номер группы административных районов по ресурсам светового климата, вид искусственного освещения, примерный размер минимального объекта различения (мм), разряд зрительных работ.

### ***1.4.1 Порядок проведения измерений и оценки естественного освещения***

1.4.1.1 При выключенном искусственном освещении закрыть световые проемы (окна) шторами, имитирующими пасмурную погоду (если погода за пределами помещения солнечная). Измерить освещенность в выбранных контрольных точках. Одновременно измерить наружную освещенность. Результаты измерений занести в бланк отчета (табл. 2).

1.4.1.2 Определить фактические значения КЕО в контрольных точках рабочей поверхности по формуле 1, результаты расчетов занести в табл. 2 бланка отчета. По данным расчета построить график изменения КЕО в помещении.

1.4.1.3 Определить нормативное значение КЕО для помещения по формуле 2. Результат расчета занести в табл. 2 бланка отчета и нанести на график изменения КЕО в помещении.

1.4.1.4 Провести анализ результатов определения КЕО, т. е. сравнить фактическое значение КЕО с нормативным и сделать вывод и внести в бланк отчета.

### ***1.4.2 Порядок проведения измерений и оценки искусственного освещения***

Измерить освещенность при включенном искусственном освещении и закрытых световых проемах непрозрачными шторами, имитирующими темное время суток. Замер произвести три раза, определить среднее значение и внести в таблицу 3 бланка отчета.

### ***1.4.3 Порядок проведения измерений коэффициента пульсации***

Измерить коэффициент пульсации на рабочей поверхности. Замер произвести три раза, определить среднее значение и внести в таблицу 3 бланка отчета. По полученным данным сделать вывод и внести в бланк отчета.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Что такое освещенность?
- 2 Каким прибором измеряется освещенность?
- 3 Что такое КЕО?
- 4 Почему при естественном освещении не нормируется абсолютная величина освещенности на рабочих местах?
- 5 Какие факторы учитываются при определении нормативного значения КЕО?
- 6 Как определяется фактическое значение КЕО?
- 7 Дайте определение коэффициента пульсации.

## Лабораторная работа № 2 ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

### 2.1 Цель работы

Изучить приборы и методики измерения показателей микроклимата производственного помещения.

### 2.2 Общие сведения о микроклимате производственных помещений

Одним из необходимых условий, способствующих эффективности трудового процесса и сохранению человеком высокого уровня работоспособности в течение трудового дня, является обеспечение нормативных показателей метеорологических условий в рабочих помещениях (микроклимата).

*Микроклимат* – это климат внутренней среды помещения. Он определяется действующими на организм человека сочетаниями таких показателей как температура, влажность и скорость движения воздуха, а также температура поверхностей и интенсивность теплового облучения.

В условиях трудовой деятельности между человеком и окружающей средой происходит постоянный теплообмен. Теплообменные функции организма обеспечивают динамику процесса адаптации организма человека к изменяющимся условиям среды. Несмотря на колебания температуры окружающей среды, температура тела человека поддерживается на относительно постоянном уровне (36,5–36,9 °С) за счет терморегуляции организма.

*Терморегуляция* – это совокупность физиологических процессов, происходящих в организме человека и направленных на поддержание относительно постоянного температуры тела. Терморегуляция обеспечивает равновесие между количеством тепла, образующимся в организме в процессе обмена веществ, и излишками тепла, отдаваемыми в окружающую среду. В состоянии покоя человек отдает за сутки в среднем 2400–2700 ккал тепла, во время работы теплоотдача достигает 5000 ккал. Отдача тепла организмом человека в окружающую среду происходит путем излучения, конвекции и испарения.

Высокая температура окружающей среды (более 30 °С) заставляет организм усиливать теплоотдачу, включать механизм потоотделения. Испарение влаги с поверхности тела влечет за собой потерю организмом солей, витаминов, белковых веществ. В результате у человека повышается утомляемость и снижается работоспособность. В условиях повышенной влажности наступает перегрев организма.

Низкая температура окружающей среды, особенно в сочетании с большой влажностью и подвижностью среды, вызывает переохлаждение организма, что сопровождается снижением защитных функций организма и утомляемостью.

Скорость движения воздушной среды определяет величину отдачи тепла организмом в окружающую среду путем конвекции. Интенсивность теплового облучения на рабочих местах зависит от наличия производственных источников, нагретых до темного, белого или красного свечения.

Для оценки сочетанного воздействия параметров микроклимата рекомендуется использовать интегральный показатель тепловой нагрузки среды (ТНС). ТНС-индекс учитывает сочетанное действие на организм температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также теплового облучения, и выражается одночисловым показателем в °С.

Категории работ классифицируются на основе общих энерготрат организма в соответствии с табл. 2.1.

Таблица 2.1

Категории работ на основе общих энерготрат организма

Категории работ	Энерготраты, Вт	Характер работ, примеры видов работ и профессий
Ia	до 139	Ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и тому подобное
Iб	140–174	Работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, контролеры, мастера в различных видах производства)
IIa	175–232	Работы, 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, в прядильно-ткацком производстве и тому подобное)
IIб	233–290	Работы, 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)
III	более 290	Работы, 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)

Гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест регламентируются с учетом интенсивности энергозатрат и теплового облучения работающих, времени выполнения работы и периода года.

Микроклимат производственных помещений нормируется для холодного и теплого периодов года:

*Холодный* – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10 °С и ниже.

*Теплый* – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10 °С.

Среднесуточная температура наружного воздуха (средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени) определяется по данным службы гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

## 2.3 Нормируемые показатели и параметры микроклимата

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- а) температура воздуха;
- б) температура поверхностей;
- в) относительная влажность воздуха;
- г) скорость движения воздуха;
- д) интенсивность теплового облучения.

*Оптимальные* микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

*Допустимые* микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового состояния человека. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и/или локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года приведены в табл. 2.2, а допустимые – в табл. 2.3.

Таблица 2.2

Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровням энерготрат, 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 на рабочих местах не должны превышать 2 °С.

Допустимые величины показателей микроклимата  
на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат Вт	Температура, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			диапазон температур воздуха ниже оптимальных	диапазон температур воздуха выше оптимальных
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	16,6–24,0	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 (> 290)	13,0–15,9	18,1–21,0	12,0–22,0	15–75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до139)	21,0–22,9	20,0–28,0	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 (> 290)	15,0–17,9	20,1–26,0	14,0–27,0	15–75	0,2	0,5

Допустимые величины *интенсивности теплового облучения* поверхности тела работающих от источников излучения, нагретых до температуры более 600 °С (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя), не должны превышать 140 Вт/м<sup>2</sup>. При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела с обязательным использованием средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз. Величины площадей облучения различных частей тела: голова и шея 9 % (0,18 м<sup>2</sup>); грудь и живот 16 % (0,32 м<sup>2</sup>); спина 18 % (0,36 м<sup>2</sup>); руки 18 % (0,36 м<sup>2</sup>); ноги 39 % (0,78 м<sup>2</sup>).

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно обеспечить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной целесообразности, условия микроклимата следует рассматривать как вредные и опасные.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия, направленные на нормализацию теплового состояния организма работающего (системы кондиционирования воздуха, воздушное душирование, средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха с нормируемыми показателями микроклимата, регламентация времени непрерывного пребывания в неблагоприятном микроклимате (перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы).

## 2.4 Приборы для измерения показателей микроклимата

Для определения влажности воздуха применяют различного рода психрометры и гигрометры.

*Аспирационный психрометр Ассмана* (рис. 2.1) представляет собой два ртутных термометра 1 и 2, резервуары которых с целью защиты от внешнего теплового облучения помещены в двойные латунные трубки с зеркальной наружной поверхностью 3. Эти трубки служат одновременно воздуховодами, через которые вентилятор 4, установленный в верхней части психрометра, просасывает воздух и создает вокруг резервуаров термометров стандартный воздушный поток со скоростью 4 м/с. Пружина заводного механизма взводится ключом 5. Резервуар правого термометра обернут батистом и перед измерениями смачивается водой. По разности показаний термометров («сухого» и «влажного») определяют относительную влажность воздуха.

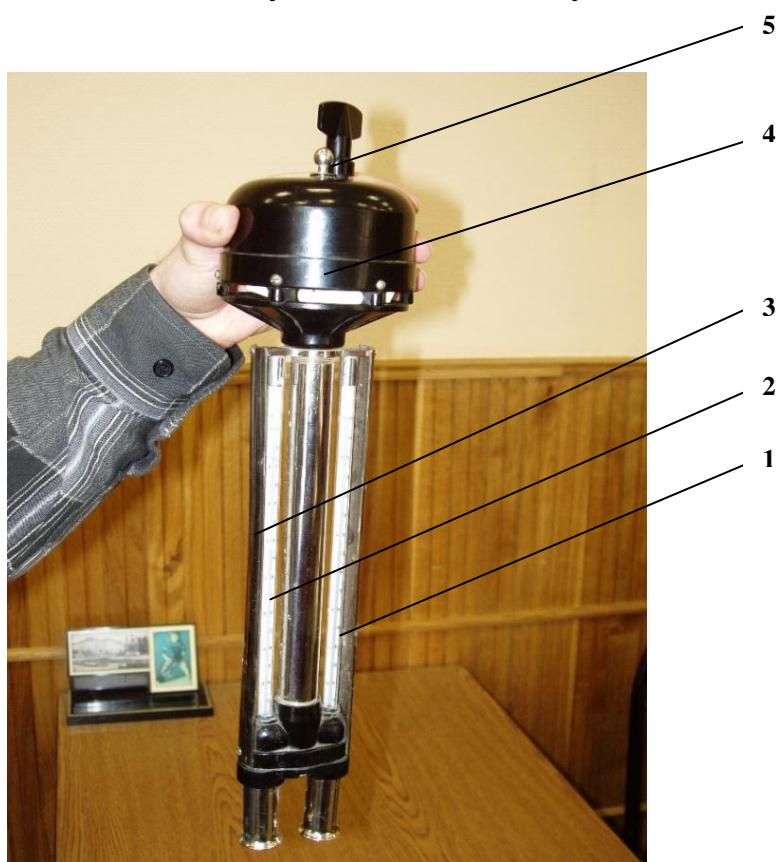


Рис. 2.1. Психрометр аспирационный

Скорость движения воздуха измеряется *анемометрами* (чашечными или крыльчатками). Приемной частью для чашечного анемометра (рис. 2.2, а) служит крестовина с четырьмя полыми металлическими полушариями, а для крыльчатого (рис. 2.2, б) – многолопастная крыльчатка, выполненная из алюминия. С помощью червячной передачи крестовина или крыльчатка соединена со стрелками, движущимися по циферблату. Разность показаний после опыта и до опыта представляет путь, пройденный потоком воздуха.

Чашечные анемометры измеряют скорость воздуха в пределах от 1 до 18 м/с, а крыльчатые – от 0,5 до 10 м/с.





*a*



*б*

Рис. 2.2. Анемометры: *a* – чашечный; *б* – крыльчатый

Для определения атмосферного давления применяются *барометры* (металлические или ртутные). Устройство наиболее распространенного металлического барометра (анероида) основано на использовании упругих деформаций приемника под влиянием изменений давления. Приемное устройство (анероидная коробка) выполнено в виде плоской металлической цилиндрической коробки с гофрированной крышкой и дном. В коробке создано сильное разрежение, но она не сплющивается под действием внешнего давления, т. к. крышка оттягивается пружиной. При изменениях давления упругие деформации крышки через рычажную передачу в увеличенном масштабе передаются стрелке-указателю, которая перемещается вдоль шкалы, отградуированной в единицах давления.

В настоящее время для измерения и контроля показателей микроклимата применяются различные типы комбинированных приборов – метеометров.

Метеометры представляют собой портативные приборы непрерывного действия и состоят из блока электроники и сменных измерительных зондов (с датчиками скорости воздушного потока, температуры и относительной влажности). Блок электроники служит для преобразования аналоговой информации в цифровую форму, математической обработки результатов измерений и отображения результатов измерений на графическом дисплее.

В данной работе используется метеометр МЭС-200 А (рис. 2.3), который состоит из блока электроники и сменных измерительных щупов.

Метеометр МЭС-200А измеряет в разных режимах с диапазонами измерений: температуру воздуха (от минус 40 °С до плюс 85 °С), относительную влажность (от 0 до 98 %); атмосферное давление (от 80 до 110 кПа); скорость движения воздуха (от 0,1 до 20 м/с).

В качестве датчика скорости воздушного потока используется миниатюрный платиновый терморезистор, подогреваемый стабилизированным током до температуры 200–250 °С. В зависимости от скорости воздушного потока меняется степень охлаждения нагретого терморезистора и падение напряжения на нем, которое и является мерой скорости воздушного потока.

В качестве датчика температуры используется миниатюрный платиновый терморезистор сопротивлением 1 кОм (при температуре 0 °С) с нормирующим усилителем.



Рис. 2.3. Метеомер МЭС-200А

В качестве датчика влажности используется функционально законченный сенсор влажности с нормированным выходным напряжением от 0,8 до 4,2 В с высокой степенью линейности выходного напряжения от относительной влажности.

Температура  $t_{\text{вл}}$  автоматически вычисляется на основании результатов измерения с помощью щупа Щ-1 температуры и влажности воздуха в окружающей среде.

На лицевой панели МЭС-200А расположены:

- кнопка  О для включения и выключения МЭС;
- кнопки  П,  +,  – для задания режимов работы.

Тепловое излучение измеряется *радиометром* «Аргус-03» (рис. 2.4) – это малогабаритный переносной цифровой прибор для измерения световых и энергетических характеристик оптического излучения в инфракрасной области спектра.

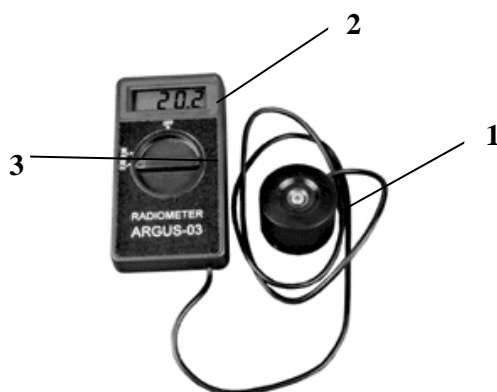


Рис. 2.4. Радиометр «Аргус-03»:  
1 – датчик; 2 – ЖК-экран; 3 – переключатель диапазонов измерения

В измерительной головке радиометра установлен термоэлемент для измерения энергетической освещенности. Принцип работы прибора основан на преобразовании потока излучения, создаваемого источниками, в непрерывный электрический сигнал, пропорциональный энергетической освещенности, который затем преобразуется аналого-цифровым преобразователем в цифровой код, индицируемый на цифровом табло индикаторного блока. Прибор имеет диапазон измерения от 1 до 3500 Вт/м<sup>2</sup>.

Экспозиционная доза теплового облучения (ДЭО) – расчетная величина, вычисляемая по формуле:

$$\text{ДЭО} = I_{\text{то}} \cdot S \cdot T, \text{ Вт/ч},$$

где  $I_{\text{то}}$  – интенсивность теплового облучения, Вт/м<sup>2</sup>;

$S$  – облучаемая площадь поверхности тела, м<sup>2</sup>;

$T$  – продолжительность облучения за рабочую смену, ч.

Допустимое нормативное значение ДЭО составляет 500 Вт·ч.

Измерения показателей микроклимата проводятся в холодный и теплый периоды года. В дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней наиболее холодного (жаркого) месяца не более чем на 5 °С. Температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м от пола (при работах «сидя»), 0,1 и 1,5 м от пола (при работах «стоя»).

## **2.5 Порядок проведения работы и оформления результатов измерений**

2.5.1 Внести в бланк отчета пояснения к формулам.

2.5.2 Измерить атмосферное давление барометром. Определить психрометрический коэффициент  $\alpha$ . Значения записать в бланк отчета.

2.5.3 Определить влажность воздуха с помощью психрометра Ассмана:

– увлажнить резервуар «влажного» термометра прибора с помощью пипетки с дистиллированной водой;

– завести механизм вентилятора и через три минуты его работы зафиксировать показания «сухого» и «влажного» термометров психрометра;

– определить абсолютную влажность воздуха по формуле:

$$A = F_1 - \alpha(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) \cdot H;$$

– определить относительную влажность воздуха по формуле:

$$R = \frac{A}{F} \cdot 100 \%,$$

где  $F_1$  – максимальная влажность при температуре «влажного» термометра, мм рт. ст. (табл. 2.4);

$F$  – максимальная влажность при температуре «сухого» термометра, мм рт. ст. (табл. 2.4);

$\alpha$  – психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха, создаваемого вентилятором психрометра (при скорости, равной 2 м/с,  $\alpha$  принимается равным 0,00067);

$t_{\text{сух}}$ ,  $t_{\text{вл}}$  – показания «сухого» и «влажного» термометров психрометра, соответственно, °С.

$H$  – барометрическое давление, мм рт. ст.

2.5.4 Результаты измерений и расчетов занести в бланк отчета, в табл. 1.

Таблица 2.4

Определение максимальной влажности воздуха по температурам влажного и сухого термометра

Температура воздуха, °С	Максимальная влажность, мм рт. ст. $F$ и $F_1$	Температура воздуха, °С	Максимальная влажность, мм рт. ст. $F$ и $F_1$	Температура воздуха, °С	Максимальная влажность, мм рт. ст. $F$ и $F_1$
+ 1,0	4,926	+ 12,5	10,870	+ 24,0	22,377
+ 1,5	5,107	+ 13,0	11,231	+ 24,5	23,060
+ 2,0	5,294	+ 13,5	11,604	+ 25,0	23,756
+ 2,5	5,486	+ 14,0	11,987	+ 25,5	24,471
+ 3,0	5,685	+ 14,5	12,382	+ 26,0	25,209
+ 3,5	5,889	+ 15,0	12,788	+ 26,5	25,964
+ 4,0	6,101	+ 15,5	13,205	+ 27,0	26,739
+ 4,5	6,318	+ 16,0	13,634	+ 27,5	27,539
+ 5,0	6,543	+ 16,5	14,076	+ 28,0	28,344
+ 5,5	6,775	+ 17,0	14,530	+ 28,5	29,183
+ 6,0	7,103	+ 17,5	14,997	+ 29,0	30,043
+ 6,5	7,259	+ 18,0	15,487	+ 29,5	30,929
+ 7,0	7,513	+ 18,5	15,971	+ 30,0	31,842
+ 7,5	7,775	+ 19,0	16,477	+ 30,5	32,748
+ 8,0	8,045	+ 19,5	16,999	+ 31,0	33,695
+ 8,5	8,323	+ 20,0	17,735	+ 31,5	34,668
+ 9,0	8,609	+ 20,5	18,085	+ 32,0	35,663
+ 9,5	8,905	+ 21,0	18,650	+ 32,5	36,684
+ 10,0	9,209	+ 21,5	19,231	+ 33,0	37,729
+ 10,5	9,521	+ 22,0	19,827	+ 33,5	38,801
+ 11,0	9,844	+ 22,5	20,440	+ 34,0	38,900
+ 11,5	10,176	+ 23,0	21,068	+ 34,5	41,021
+ 12,0	10,518	+ 23,5	21,714	+ 35,0	42,175

2.5.5 Измерить скорость движения воздуха в помещении с помощью крыльчатого анемометра, для чего:

- записать показания по шкалам счетного устройства анемометра;
- включить вентилятор;
- поставить крыльчатку анемометра перпендикулярно воздушному потоку на расстоянии 0,8–1,0 м от вентилятора;
- после набора крыльчаткой полного числа оборотов включить счетчик анемометра и секундомер. Продолжительность измерений 30–60 с;
- по окончании измерений выключить счетчик и секундомер, записать показания счетчика анемометра;
- определить скорость движения воздуха по формуле:

$$V = \frac{a_2 - a_1}{t}, \text{ дел/с,}$$

где  $a_1$  – показания счетчика до опыта, дел;  
 $a_2$  – показания счетчика после опыта, дел;  
 $t$  – время работы анемометра, с.

Полученный результат скорости движения воздуха скорректировать по графику (рис. 2.5). Результат занести в табл. 2 бланка отчета.

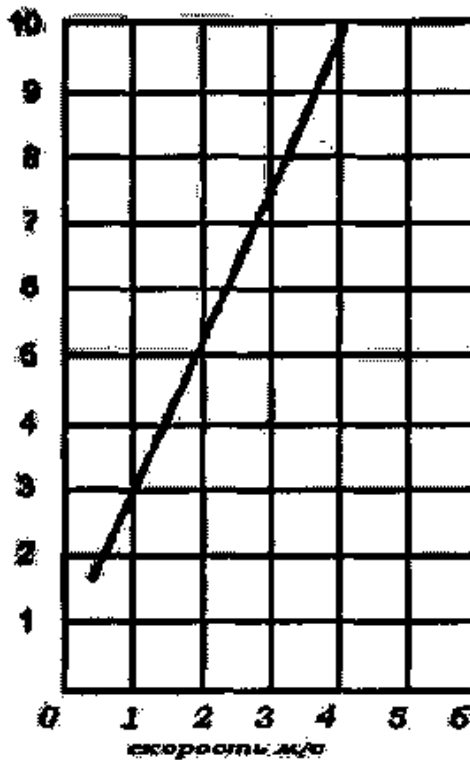


Рис. 2.5. Корректировочный график перевода показаний счетчика крыльчатого анемометра

2.5.6 Провести измерения атмосферного давления, относительной влажности воздуха и скорости движения воздуха метеометром МЭС-200А. Результаты измерений и расчетов занести в бланк отчета, табл.1 и 2.

2.5.7 Определить категорию выполняемой работы в процессе проведения учебного занятия. Внести в табл. 4 оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата.

2.5.8 Сравнить полученные значения с оптимальными и допустимыми нормами. Сделать вывод.

### **Оценка микроклимата для рабочих мест с тепловым облучением**

2.5.7 Включить источник теплового излучения заблаговременно.

2.5.8 Примерно через 20–30 мин работы источника теплового облучения измерить тепловое излучение радиометром на высотах 0,5; 1,0 и 1,5 м от опор-

ной поверхности. Занести измеренные значения в табл. 3 бланка отчета. Внести наибольшее значение в табл. 4 бланка отчета.

2.5.9 Принять площадь облучаемой поверхности  $0,36 \text{ м}^2$  (руки), время облучения выбрать из диапазона 2–4 часа. Внести значения в табл. 3 бланка отчета.

2.5.10 Вычислить экспозиционную дозу энергетическо облучения (ДЭО), внести в табл. 4.

2.5.11 Сравнить полученные значения с нормами. Сделать вывод.

### **Контрольные вопросы**

1 Как влияют температура, влажность и скорость воздушной среды на самочувствие и работоспособность человека?

2 Какое значение имеет терморегуляция в обеспечении процесса жизнедеятельности организма человека?

3 Какие факторы учитываются при нормировании показателей микроклимата?

4 Какие приборы используются для измерения температуры воздушной среды?

5 Какие приборы используются для определения относительной влажности воздушной среды?

6 Какие приборы используются для измерения скорости движения воздушной среды?

7 Какие условия необходимо соблюдать при измерении температуры, влажности и скорости движения воздушной среды?

## **Лабораторная работа № 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ**

### **3.1 Цель работы**

Освоить инструментальные исследования, методы их обработки и нормирование производственного шума в помещениях.

### **3.2 Общие сведения о шуме**

Шумом считаются любые нежелательные звуки, мешающие работе или отдыху, оказывающие на человека вредное или опасное воздействие.

На производственных предприятиях различных отраслей экономики имеется большое количество механического оборудования и инструмента, являющихся источниками шума.

Вредное воздействие шума отражается на деятельности центральной и вегетативной нервных систем человека, что приводит к нарушениям жизненно

важных функций организма, управляемых этими системами: мышления, кровообращения, дыхания, обмена веществ и др.

Шум до 30 дБ вызывает слабые психологические реакции, 55 дБ – оптимальный уровень функционирования слухового анализатора, 60 дБ – оказывает заметное влияние на работоспособность, более 65 дБ – вызывает вегетативные изменения в организме, 110–120 дБ – яркие болевые реакции, 150–160 дБ – катастрофические последствия (шок, судороги, паралич).

При длительном воздействии шума появляются головные боли, головокружение, беспричинная раздражительность, неустойчивое эмоциональное состояние, быстрое утомление, снижается производительность труда, ослабляется память и внимание, увеличивается количество счетных ошибок, нарушается координация движений, изменяются ритм дыхания и кровяное давление, нарушаются секреторная и моторная функция желудка, снижается кислотность желудочного сока, нарушаются процессы цветоощущения.

Нарушение координации движений, ослабление внимания и ослабления восприятия красного цвета могут стать причиной аварий и несчастных случаев.

Шум высоких энергий, воздействуя на орган слуха, вызывает тугоухость и глухоту, которые являются профессиональными заболеваниями некоторых категорий работников.

Вредное действие шума зависит от субъективных особенностей его восприятия, например, высокочастотные шумы нас раздражают больше, чем другие. Поэтому шум рассматривается не только как физическое явление, оцениваемое физическими (объективными) характеристиками: частотой, звуковым давлением, уровнем звукового давления и др., но и как физиологическое явление – специфические ощущения, возникающие в органе слуха, оцениваемые физиологическими (субъективными) характеристиками: уровнем громкости и громкостью. Физиологические характеристики используются для субъективной оценки шума и эффективности шумозащитных мероприятий.

### **3.3 Классификация шума**

**по характеру спектра шума выделяют:**

– *тональный шум*, в спектре которого имеются выраженные тоны. Тональный характер шума для практических целей устанавливается измерением уровней звукового давления в 1/3-октавных полосах частот в диапазоне частот 25–10 000 Гц по превышению уровня в одной из 1/3-октавных полос над соседними не менее чем на 10 дБ или по превышению суммарного уровня двух соседних 1/3-октавных полос, уровни которых отличаются менее чем на 3 дБ, над соседними не менее чем на 12 дБ;

– *широкополосный шум*, не содержащий выраженных тонов.

**по временным характеристикам шума выделяют:**

– *постоянный шум*, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день или за время измерения изменяется не более чем на 5 дБА при режиме усреднения шумомера  $S$  (медленно);

– *непостоянный шум*, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день, рабочую смену или за время измерения изменяется более чем на 5 дБА при измерениях с постоянной времени усреднения шумомера  $S$  (медленно);

– *импульсный шум*, состоящий из одного или нескольких звуковых событий, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука отличаются не менее чем на 7 дБ.

### Физические характеристики шума

*Частота,  $f$  Гц.* Ухо человека воспринимает звуки как механические колебания упругой среды частотой от 16 до 20000 Гц. Восприятие звукового диапазона зависит от частоты: звуки высоких частот нам кажутся более громкими и более неприятными. Поэтому при оценке вредного действия необходимо иметь представление о частотном составе шума, который определяется с помощью анализаторов шума, представляющих собой систему фильтров, отстроенных на определенные среднегеометрические октавные частоты.

*Спектр шума* – совокупность уровней звукового давления в октавных полосах частот, является комплексной характеристикой шума.

*Октава* – интервал между двумя частотами, логарифм отношения которых при основании два равен единице, т. е. это диапазон частот, в котором конечная частота в два раза больше начальной. Звуковой диапазон составляет 9 октав. Среднегеометрическая частота октавного диапазона определяется по формуле:

$$f_{cp} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}, \text{ Гц}$$

где  $f_{cp}$  – среднегеометрическая частота октавного диапазона, Гц;

$f_1$  – начальная частота октавного диапазона, Гц;

$f_2$  – конечная частота октавного диапазона, Гц.

Октавные диапазоны и среднегеометрические октавные частоты представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Октавные диапазоны и среднегеометрические октавные частоты

Октава	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диапазон частот, Гц	22,5–45	45–90	90–180	180–355	355–710	710–1400	1400–2800	2800–5600	5600–11200
Среднегеометрическая, октавная частота, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000



*Звуковое давление,  $P$ , Па* – переменная составляющая давления воздуха или газа, возникающая в результате звуковых колебаний. Диапазон восприятия звуковых давлений человеческим ухом очень широк: для звука частотой 1000 Гц от  $P_0 = 2 \times 10^{-5}$  Па (порог слышимости) до  $P_0 = 2 \times 10^2$  Па (болевого порог). Пользоваться такими цифрами неудобно, к тому же ухо человека способно оценивать не абсолютное, а относительное изменение звукового давления. Поэтому для практических целей введено понятие уровня звукового давления, измеряемого в децибелах.

*Уровень звукового давления,  $L_p$ , дБ* – это десять десятичных логарифмов отношения квадрата звукового давления к квадрату опорного звукового давления, равного 20 мкПа ( $P_0 = 2 \times 10^{-5}$  Па – звуковое давление на пороге слышимости звука частотой 1000 Гц – условное стандартное значение).

Уровни звукового давления непосредственно в децибелах измеряются специальными приборами – шумомерами, которые в совокупности с анализаторами позволяют получить спектр шума.

*Уровень звука,  $\beta_A$ , дБА* – уровень звукового давления, измеренный на шкале «А» шумомера, чувствительность которой близка к чувствительности уха человека.

*Эквивалентный уровень звука  $A$  за рабочую смену –  $L_{p, A, eq, 8h}$ , дБА*, эквивалентный уровень звука  $A$ , измеренный или рассчитанный за 8 ч рабочей смены, с учетом поправок на импульсный и тональный шум.

### **Физиологические характеристики**

Ухо человека неодинаково чувствительно к звукам различной частоты, поэтому субъективные ощущения, возникающие в органе слуха, не соответствуют объективным характеристикам шума, определяемым с помощью приборов. Звуки одинаковых уровней звукового давления, но различных частот, воспринимаются как разные по громкости. Высокочастотные звуки воспринимаются как более громкие.

Для сравнения неприятного воздействия звуков разных уровней звукового давления и различных частот введена характеристика – уровень громкости.

*Уровень громкости,  $L$ , фон* – условная характеристика. Фон – единица сравнения, равная децибелу на частоте 1000 Гц. На других частотах этого равенства нет.

Переход от децибелов к фонам осуществляется по кривым равной громкости, построенным на основе экспериментального сравнения громкости звуков различных частот с эталонной частотой 1000 Гц (рис. 3.1).

Все звуки различных уровней звукового давления и частот, лежащие на одной кривой равной громкости, имеют одинаковый уровень громкости, соответствующий номеру кривой, и являются равногромкими.

Уровни громкости в фонах не выражают непосредственную величину субъективного ощущения громкости человеком, т. е. изменение уровня громкости в 2 или 3 раза не означает, что во столько же раз изменилось субъективное восприятие громкости.

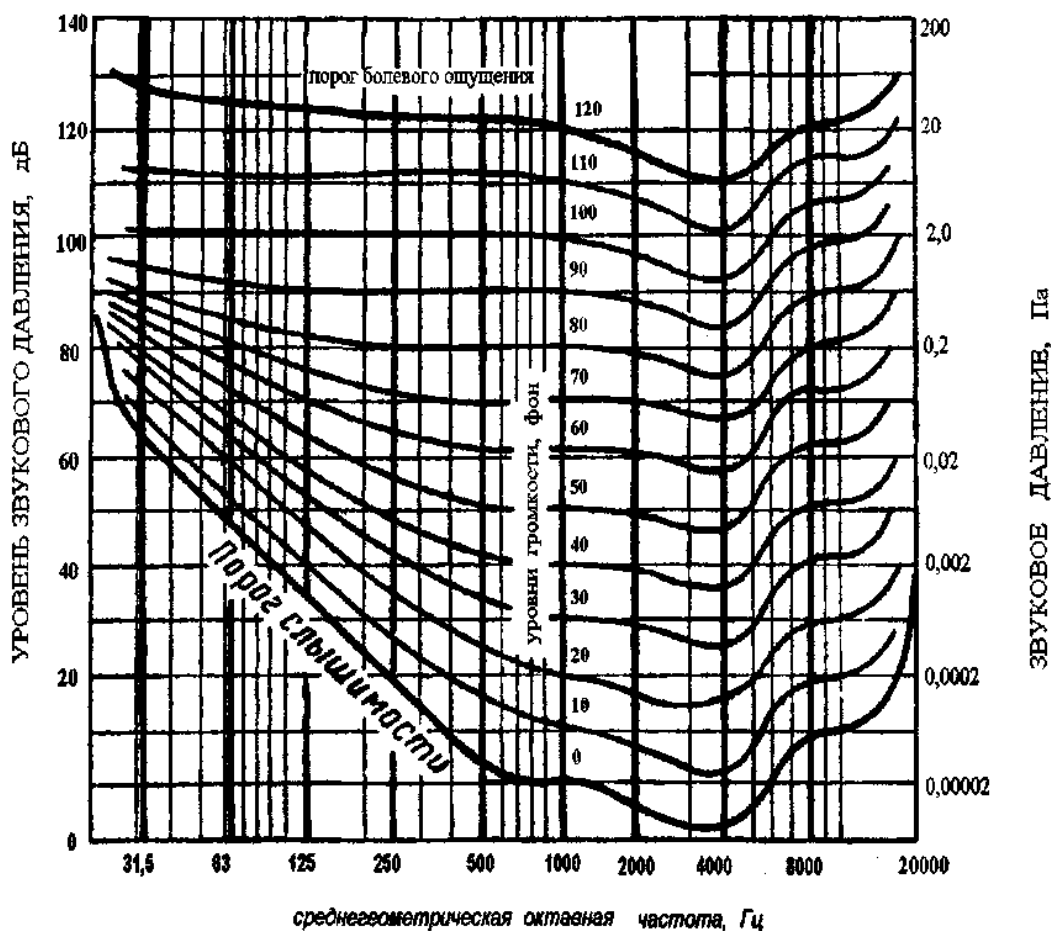


Рис. 3.1. Кривые равной громкости звуков

Громкость,  $S$ , сон – условная характеристика, позволяющая дать субъективную количественную оценку различным источникам шума. Один сон принят равным сорока фонам. Зависимость между уровнем громкости и громкостью (рис. 3.1) определяется формулой:

$$S = 2^{(L-40)/10},$$

где  $S$  – громкость, сон;

$L$  – уровень громкости, фон.

Шкала сонов (рис. 3.2) введена для оценки субъективного восприятия громкости звука. В ней громкости разделены на субъективно равные ступени, называемые *сонами*.



Рис. 3.2. Зависимость между уровнем громкости и громкостью звука

Эта шкала служит для того, чтобы дать числовое выражение громкости звуков, пропорциональное субъективной оценке наблюдателя с нормальным

слухом. Изменения громкости в два раза соответствует интервалу в 10 фон: 40 фон равны 1 сону (международный стандарт), 50 фон – 2 сонам, 60 фон – 4 сонам, то есть при увеличении уровня громкости на 10 фон звук ощущается органом слуха как в два раза более громкий.

Наличие шкалы громкости позволяет определить во сколько раз один источник шума громче другого, во сколько раз уменьшился шум после проведения мероприятий по шумоглушению и т. п. Для этого необходимо подсчитать сумму сонов двух сравниваемых спектров шума, частное от деления будет искомой величиной.

Вредное действие шума на организм человека зависит от уровня звукового давления, частотного состава и характера шума.

Важнейшим фактором при оценке вредного действия является субъективное восприятие шума в зависимости от вида трудовой деятельности. Например, для рабочих профессий (эксплуатирующих шумящее оборудование) норма шума выше, чем для работников умственного труда, у которых норма зависит от степени напряженности трудового процесса.

Действующие в настоящее время санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» учитывают специфические особенности восприятия шума человеком.

В случае превышения уровня шума на рабочем месте выше 80 дБА, работодатель должен провести оценку риска здоровью работающих и подтвердить приемлемый риск здоровью работающих. Работы в условиях воздействия эквивалентного уровня шума выше 85 дБА не допускаются.

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются предельно допустимые уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц и уровни звука в дБА (табл. 3.2).

Таблица 3.2

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

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Научная деятельность, конструирование, проектирование, программирование, преподавание и обучение. Рабочие места в помещениях конструкторских бюро,	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
расчетчиков, программистов ЭВМ, лабораторий для теоретических работ и обработки данных										
2 Рабочие места в помещениях управления, рабочих комнатах конторских помещений, в лабораториях	93	79	70	68	58	55	52	52	49	60
3 Работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа. Рабочие места в помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону; машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в залах обработки информации на вычислительных машинах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4 Работа, требующая сосредоточенности, с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами. Рабочие места за пультами в кабинетах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

### 3.4 Приборы для измерения показателей производственного шума

Измерения уровней звука должны выполняться интегрирующими или интегрирующими-усредняющими шумомерами. Для измерений уровней звукового давления шумомеры должны оснащаться октавными и третьоктавными фильтрами.

Анализатор шума SVAN-945A относится к приборам 1-го класса точности. Прибор состоит из измерительного блока SVAN-945A, микрофонного предусилителя SV11 1/2, измерительного микрофона 40AN или ВМК-205 (рис. 3.3). Прибор имеет один измерительный интервал «130 дБ», охватывающий весь диапазон измеряемого уровня сигнала, с погрешностью измерения менее 0,3 дБ.

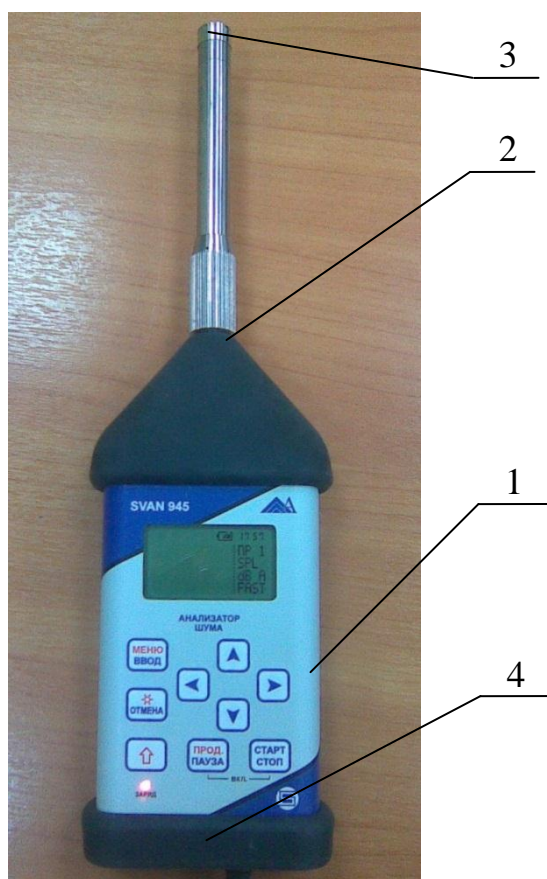


Рис. 3.3. SVAN-945A:

1 – измерительный блок; 2 – микрофонный предусилитель;  
3 – измерительный микрофон; 4 – панель управления.

В приборе есть встроенные фильтры частотной коррекции и переключатели временных характеристик – *F* (fast) – быстро, *S* (slow) – медленно, *I* (impulse) – импульс. Шкалу *F* применяют при измерениях постоянных шумов, *S* – колеблющихся и прерывистых, *I* – импульсных.

Включение прибора осуществляется одновременным нажатием на клавиши 1 и 2 (рис. 3.4). После включения прибора необходимо выждать 60 секунд, в это время происходит инициализация прибора. Вначале производится выбор измерения (максимальный, минимальный, эквивалентный, моменталь-

ный уровень шума или спектр шума) путем нажатия клавиш 4 или 3, а затем 2 («старт»); переход по частотам осуществляется клавишами 5 и 6; для произведения замера на выбранной частоте необходимо нажать 2 «старт». Для фиксации текущего результата нажимается 2 «стоп», результатом замера является значение уровня шума на выбранной частоте. Запуск повторного замера на той же частоте осуществляется 2, если необходимо сменить частоту, на которой производится замер нажимаются 5 и 6, а затем 2.

Для перехода в другой режим измерения необходимо нажать 3, затем 2. Выключение прибора осуществляется одновременным нажатием на клавиши 1 и 2.

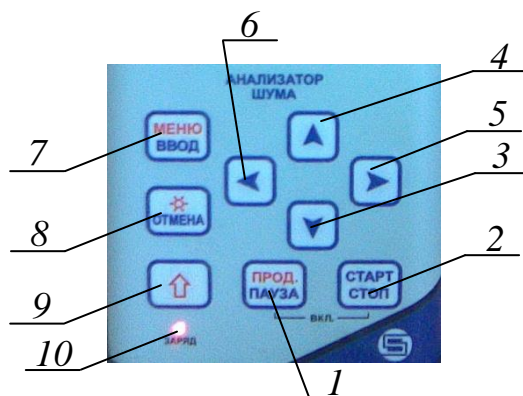


Рис. 3.4. Схема панели управления:

1 – пауза; 2 – старт/стоп; 3, 4 – вниз и вверх; 5, 6 – вправо и влево (переключение между результатами измерений); 7 – ввод, вызов меню; 8 – отмена; 9 – shift; 10 – индикатор заряда батареи.

При проведении измерений фиксируются параметры окружающей среды (температура, влажность, давление). Измерение шума проводится, когда метеорологические условия должны соответствовать стандартным условиям окружающей среды при которых прибор работает с допустимой погрешностью.

#### **Меры предосторожности при выполнении измерений:**

- запрещено хранить и использовать прибор в условиях высоких температур и влажности;
- следует защитить микрофон от попадания влаги и сильных вибраций.

### **3.5 Порядок проведения работы и оформления результатов измерений**

3.5.1 Произвести измерение уровней звуковых давлений в октавных полосах частот и уровень звука, создаваемых источником шума (двигателем) при открытом звукоизолирующем кожухе. При этом расположить микрофон прибора на высоте 1,5 м. Результаты измерений занести в бланк отчета.

3.5.2. Повторить те же измерения при закрытом звукоизолирующем кожухе. Результаты измерений занести в бланк отчета.

3.5.2 По табл. 3.2 определить предельно допустимые уровни шума для принятого вида трудовой деятельности и занести их значения в бланк отчета.

3.5.4 По результатам измерений построить спектры шума и сделать заключение о соответствии шума при каждом измерении требованиям норм.

3.5.5 Оценить эффективность звукоизоляции:

- результаты измерений уровней звукового давления до и после звукоизоляции занести в таблицу бланка отчёта;
- по кривым равной громкости (рис. 3.1) осуществить переход от децибелов к фонам;
- по номограмме (рис. 3.2) перевести фоны в соны;
- подсчитать сумму сонов источника до звукоизоляции и после неё;
- определить, во сколько раз снизился шум по субъективному ощущению после звукоизоляции источника кожухом;
- сделать вывод об эффективности звукоизолирующего кожуха.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Какое вредное воздействие оказывает шум на организм человека?
- 2 Какие характеристики шума относятся к физическим?
- 3 Какие физиологические характеристики шума используются при оценке эффективности мер по борьбе с шумом?
- 4 Какие приборы используются для измерения уровней звукового давления?

## **Лабораторная работа № 4 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВИБРАЦИИ**

### **4.1 Цель работы**

Освоить инструментальные исследования, методы их обработки и нормирование производственной вибрации в помещениях.

### **4.2 Общие сведения о вибрации**

Вибрация (механические колебания материальных тел) возникает при работе различных машин, механизмов, транспортных средств (в т.ч. подвижного состава), механизированного инструмента вследствие динамической неуравновешенности частей машин и агрегатов. В некоторых случаях, например, для уплотнения бетона, испытания электроаппаратуры, вибрация используется в технических целях.

Обслуживая вибрирующие агрегаты, человек может воспринимать вибрацию руками или всем организмом в целом. Вибрация, воспринимаемая руками человека, условно названа *местной*, или *локальной*. Вибрация, воспринимаемая всем организмом, названа *общей*. Последняя оказывает на организм наибольшее влияние. Человек воспринимает вибрации в широком диапазоне: от долей герц до 5–8 кГц. Наиболее вредными оказываются вибрации, частота ко-

торых совпадает с собственными частотами колебаний органов и частей тела человека (резонансные явления).

Характер воздействия вибрации на человека может быть оценен шестью зонами (рис. 4.1). С увеличением частоты вибрации чувствительность человека к ней возрастает.

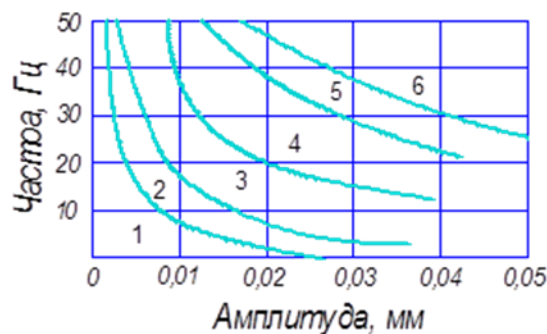


Рис. 4.1. Чувствительность человека к вибрации:

1 – вибрация не ощущается; 2 – ощущается слабо; 3 – ощущается отчетливо; 4 – неприятна; 5 – сильно беспокоит; 6 – причиняет боль

Вибрация, воздействуя на организм человека, может вызвать серьезные изменения в деятельности центральной и вегетативной нервных систем и жизненно важных функций, управляемых этими системами.

При длительном воздействии местной вибрации возникают спазмы кровеносных сосудов, нарушается кровообращение в руках, наблюдается быстрое утомление пальцев рук, снижается кожная чувствительность, происходит отложение солей в суставах пальцев, деформируются суставы и уменьшается их подвижность, возникают очень сильные боли. Такие патологические изменения получили название вибрационной болезни. Длительное воздействие общей вибрации вызывает нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта, заболевание печени, чрезмерную раздражительность, бессонницу, резкое похудение.

Тяжесть заболевания в большей степени зависит от продолжительности воздействия и параметров вибрации.

### 4.3 Классификация производственной вибрации

По способу передачи на человека выделяют:

– *общую вибрацию*, передаваемую на тело через опорные поверхности: для стоящего – через ступни ног, для сидящего – через ягодицы, для лежащего человека – через спину и голову;

– *локальную вибрацию*, передающуюся через руки, контактирующие с вибрирующими рабочими поверхностями.

По источнику возникновения вибраций различают:



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

– локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного немеханизированного инструмента (например, рихтовочных молотков), приспособлений и обрабатываемых деталей;

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

– общую вибрацию 2-й категории – транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок. К источникам транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы (в том числе роторные), краны промышленные и строительные, машины для загрузки (завалочные) мартеновских печей в металлургическом производстве; горные комбайны, шахтные погрузочные машины, самоходные бурильные каретки; путевые машины, бетоноукладчики, напольный производственный транспорт;

– общую вибрацию 3-й категории – технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические и энергетические установки, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование для бурения скважин, буровые станки, машины для животноводства, очистки и сортировки зерна, оборудование промышленности стройматериалов, установки химической и нефтехимической промышленности и другое оборудование.

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

1) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

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

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

## Нормирование производственной вибрации

Гигиеническая оценка вибрации, воздействующей на человека, должна производиться методом интегральной оценки по эквивалентному скорректированному уровню виброускорения с учетом времени вибрационного воздействия. Предельно допустимые величины эквивалентного скорректированного виброускорения за рабочую смену производственной вибрации приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

### Предельно допустимые величины эквивалентного скорректированного виброускорения

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Коррекция	Нормативные эквивалентные скорректированные значения и уровни виброускорения	
				м/с <sup>2</sup>	дБ
Локальная		$X_l, Y_l, Z_l$	$W_h$	2,0	126
Общая	1	$Z_o$	$W_k$	0,56	115
		$X_o, Y_o,$	$W_d$	0,40	112
		$Z_o$	$W_k$	0,28	109
	2	$X_o, Y_o,$	$W_d$	0,2	106
		$Z_o$	$W_k$	0,1	100
	3а	$X_o, Y_o,$	$W_d$	0,071	97
		$Z_o$	$W_k$	0,04	92
	3б	$X_o, Y_o$	$W_d$	0,028	89
		$Z_o$	$W_k$	0,014	83
	3в	$X_o, Y_o$	$W_d$	0,0099	80

## 4.4 Приборы для измерения показателей вибрации

Измерения уровней вибрации проводятся в соответствии с утвержденными и аттестованными в установленном порядке методиками.

Измерения вибрации должны выполняться виброметрами, удовлетворяющими требованиям межгосударственного стандарта, и оснащенными октавными и третьоктавными фильтрами класса 1.

Виброметр «ОКТАВА-101ВМ» (рис. 4.2) относится к приборам 1-го класса точности и предназначен для измерения среднеквадратичных, эквивалентных и пиковых уровней виброускорения.

Измерения проводятся с целью оценки влияния общей и локальной вибрации на человека на производстве, в жилых и общественных зданиях, а также для диагностики состояния промышленного оборудования.

В приборе 3 канала измерения (по трем осям  $X, Y, Z$ ); режимы измерения: «Общая» и «Локальная». Одновременно измеряемые параметры: текущие, минимальные и максимальные (за все время измерений) среднеквадратичные уровни виброускорения, эквивалентные (по энергии) и пиковые уровни виброускорения.

При измерениях вибрации на рабочих местах вибрационный сигнал пропускается через специальные фильтры, которые выделяют частотные области, существенные для оценки вибрационного воздействия на человеческий организм.

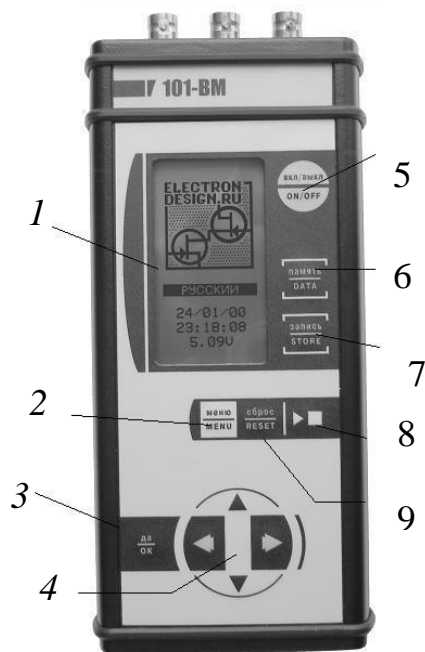


Рис. 4.2. Виброметр «ОКТАВА-101ВМ»:

- 1 – индикатор; 2 – вход в меню настроек, откат на шаг назад;  
 3 – подтвердить выбор или принять изменения; 4 – перемещение по меню и индикатору; 5 – включить/выключить питание; 6 – вход в режим работы с записями данных; 7 – сохранить данные в память; 8 – старт/стоп;  
 9 – сброс измерений

Включение-выключение прибора осуществляется клавишей ВКЛ. После нажатия клавиши ВКЛ происходит загрузка программного обеспечения. В это время на экране находится заставка. Нажав клавишу МЕНЮ, вы перейдете в меню выбора вида вибрации. С помощью клавиш  $\uparrow\downarrow$  выбираем вид вибрации и нажимаем клавишу «Да». При этом появляется режим настройки измерения.

На дисплее появится следующее меню:

Настройка		
Без прим.		
1:	Wd	+0.0
2:	Wd	+0.0
3:	Wk	+0.0
Спектр ДА		

1-я опция меню (2-я строка) показывает примечание, сделанное к предыдущему измерению. В следующих трех строках показано, какие фильтры частотной коррекции будут показаны в режиме измерения для каждого канала, а также калибровочные поправки для каждого канала.

В шестой строке выбирается тип представления данных (Спектр-ДА, Спектр-НЕТ, Таблица).

Следующая опция «Калибровка» позволяет перейти в режим калибровки.

8-я строка – активирование и деактивирование USB порта.

9-я строка – настройка порта телеметрии.

Клавиши  $\uparrow\downarrow$  позволяют перемещаться по меню «Настройка» вверх и вниз. Чтобы изменить значение нужной опции, необ-

ходимо сначала выделить ее (клавиши  $\uparrow\downarrow$ ). Если опция имеет переключаемые значения (например, «Спектр НЕТ»/«Спектр Да»/«Таблица»), то клавиши  $\leftarrow$  и  $\Rightarrow$  будут последовательно циклически перелистывать доступные значения. Выбрав нужное значение, переходите к следующему пункту меню (клавиши  $\uparrow\downarrow$ ).

**Настройка виброметра для измерений общей вибрации состоит из следующих шагов:**

а) в меню «Выбор прибора» Выделить клавишами  $\uparrow\downarrow$  опцию «Общая вибрация» и нажать клавишу «Меню». Включится показанное выше меню «Настройка»;

б) установить для каналов 1, 2, 3 нужные типы частотной коррекции. Для этого установить датчик так, чтобы эти каналы соответствовали направлениям X, Y, Z, и выбрать следующую комбинацию коррекций:

– для транспортной – X:Wd, Y:Wd, Z:Wk;

– для транспортно-технологической и технологической – X:Wk, Y:Wk, Z:Wk.

Если выбран режим «Локальная вибрация», то для того, чтобы вывести на экран скорректированный уровень, надо установить коррекцию Wh.

Чтобы изменить коррекцию в меню «Настройка», нужно сначала выделить соответствующую строку меню, а затем выбрать нужный тип коррекции клавишей  $\Rightarrow$ .

в) Если необходимо видеть на экране одновременно с скорректированными уровнями виброускорения спектр в 1/1- и 1/3-октавных полосах частот, то надо установить в 6-й строке значение СПЕКТР ДА. В противном случае – СПЕКТР НЕТ. Для того чтобы получить табличный формат представления данных, надо выбрать в этой строке значение «Таблица». Для выхода из меню «НАСТРОЙКА» – нажать клавишу МЕНЮ.

Для проведения измерений необходимо установить датчик на рабочее место с использованием адаптера, правильно его сориентировав. Затянуть надежно центральный винт отверткой. Подсоединить вибродатчик к прибору. Соединить выходы датчика, помеченные X, Y, Z, с входными разъемами прибора 1, 2 и 3 соответственно.

## **4.5 Порядок проведения работы и оформления результатов измерений**

4.5.1 Внести в бланк отчета: определение вибрации, виды и классификация вибрации.

4.5.2 Определить объекты и условия проведения измерений и заполнить табл. 1 бланка отчета.

4.5.3 Произвести виброметром измерение уровней вибрации локальной от источника по октавным частотам и  $L_A$ , прикрепив датчик с использованием адаптера на руку замерщика. Внести измерения в табл. 2 бланка отчета.

4.5.4 Задать время выполнения операции в часах (не менее 0,5 часа) и внести в таблицу 2.

4.5.5 Рассчитать эквивалентный уровень вибрации локальной  $L_A$  при выполнении операции, данные внести в табл. 2.

4.5.6 Внести в табл. 2 значения ПДУ, полученное значение  $L_A$  сравнить с ПДУ. Сделать вывод, внести в бланк отчета.

4.5.7 Произвести измерение вибрации общей, расположив датчик с использованием адаптера на опорной поверхности возле работающего электродвигателя. Внести измерения в табл. 3 бланка отчета.

4.5.8 Задать время выполнения операции в часах (не менее 0,5 часа) и внести в табл. 3.

4.5.9 Рассчитать эквивалентный уровень вибрации общей при выполнении операции  $L_{(A)8}$  данные внести в табл. 3.

4.5.10 Внести в табл. 3 значения ПДУ. Сделать вывод, внести его в бланк отчета.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Какое воздействие оказывает вибрация на организм человека?
- 2 Какими показателями характеризуется вибрация?
- 3 Какими приборами измеряются показатели вибрации?
- 4 Каковы методы и средства защиты от вибрации?

## **Лабораторная работа № 5 ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ОТ ПЭВМ**

### **5.1 Цель работы**

Освоить инструментальные исследования, методы их обработки и нормирование электромагнитного поля от ПЭВМ.

### **5.2 Общие сведения о персональных компьютерах как источниках ЭМП и ЭМИ**

Персональный компьютер, как правило, состоит из двух основных составляющих: системного блока, который может быть совмещен с монитором (видеодисплейным терминалом, дисплеем), и внешних устройств, называемых периферийными. Периферийным устройством называется любое устройство, подключенное к системному блоку. Первостепенными и необходимыми для работы компьютера из них являются монитор, клавиатура и мышь. Остальные периферийные устройства, такие как принтер, сканер, веб-камера и многие другие, служат для расширения функциональных возможностей компьютера.

В последнее время широкое распространение получили портативные компьютеры, содержащие все необходимые компоненты (в том числе жидкокристаллический монитор) в одном небольшом корпусе, как правило, склады-

вающемся в виде книжки (ноутбуки). Такие ПК приспособлены для работы в дороге, на небольшом свободном пространстве. Они, как правило, содержат развитые средства подключения к проводным и беспроводным сетям, встроенное мультимедийное оборудование (динамики, часто, также, микрофон и веб-камеру). В последнее время вычислительная мощность и функциональность ноутбуков не сильно уступают стационарным ПК, а иногда и превосходит их.

**Дисплеи с электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ).** Важным элементом таких дисплеев является электронная пушка, которая предназначена для формирования электронного луча. В электронной пушке источником электронов, является катод, который нагревается нитью накала и испускает электроны. Блоки анодов, расположенные вне пределов электронной пушки, разгоняют электроны, а специальный фокусирующий электрод фокусирует электронный луч. Это достигается изменением потенциалов определенного анода в пределах от 7 до 30 кВ. Отклоняющая система меняет направление луча и направляет его в определенную зону экрана. Электронный луч попадает в экран, покрытый люминофором. От бомбардировки электронами люминофор светится и быстро перемещающееся пятно переменной яркости создает на экране изображение. Люминофор от электронов приобретает отрицательный заряд, и начинается вторичная эмиссия – люминофор сам начинает испускать электроны. Наличие высокого напряжения на анодах электронной пушки, эмиссия электронов и работа отклоняющей системы обуславливают наличие вокруг мониторов с ЭЛТ электромагнитных полей. Корпус электронно-лучевой трубки представляет собой стеклянную трубку с вакуумом, которая может быть изготовлена из материала, обеспечивающего определенную защиту от электрических полей и, в меньшей степени, – от магнитных.

**ЖК-дисплеи.** В жидкокристаллических дисплеях отсутствует высоковольтный блок строчной развертки. Такие дисплеи представляют собой матрицу из жидкокристаллических элементов и их вредное излучение обусловлено почти полностью импульсными блоками питания (сетевой адаптер, электроники, люминесцентной лампы, подсвечивающей изнутри плоский экран). Конструктивно жидкокристаллический монитор состоит из ЖК-матрицы (стеклянной пластины, между слоями которой и располагаются жидкие кристаллы), источников света для подсветки, контактного жгута и обрамления (корпуса), чаще пластикового с металлической рамкой жесткости. Каждый пиксель ЖК-матрицы состоит из слоя молекул между прозрачными электродами и двух поляризационных фильтров, плоскости поляризации которых (как правило) перпендикулярны. Поверхность электродов, контактирующих с жидкими кристаллами, специально обработана для изначальной ориентации молекул в определенном направлении. Если же к электродам приложено напряжение, то молекулы стремятся выстроиться в направлении электрического поля и, кроме того, при протекании тока слой молекул изменяет прозрачность. Управление прозрачностью пикселей происходит путем подачи небольшого управляющего напряжения по строкам и столбцам. Таким образом, в жидкокристаллических дисплеях отсутствует высоковольтный блок строчной развертки. В связи с этим

их суммарное вредное электромагнитное излучение обусловлено почти полностью импульсными блоками питания (сетевой адаптер, блоки питания: электроники, люминесцентной лампы, подсвечивающей изнутри плоский экран).

На пользователя ПК одновременно воздействуют несколько видов неионизирующих излучений и полей, которые имеют сложный спектральный состав в диапазоне частот от 0 Гц до 1000 МГц:

- электромагнитное излучение;
- ультрафиолетовое излучение;
- инфракрасное излучение;
- статическое электричество.

Основным источником электромагнитных полей и излучений является дисплей, однако и другие составные элементы компьютера также вносят определенный вклад в картину электромагнитной обстановки, формируемой вокруг ПК.

Сопутствующими факторами электромагнитной обстановки на рабочем месте с ПК являются:

- 1) повышенное содержание положительных аэроионов в воздухе рабочей зоны;
- 2) пониженное содержание отрицательных аэроионов в воздухе рабочей зоны.

Эксплуатация персональных компьютеров должна осуществляться в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Положения данного документа распространяются на условия и организацию работы с ПК, а также на вычислительные электронные цифровые машины персональные, портативные; периферийные устройства вычислительных комплексов (принтеры, сканеры, клавиатура, модемы внешние, электрические компьютерные сетевые устройства, устройства хранения информации, блоки бесперебойного питания и пр.), устройства отображения информации (видеодисплейные терминалы (ВДТ) всех типов).

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» регламентирует предельно допустимые уровни ЭМП (табл. 5.1), создаваемых ПЭВМ, и методику проведения измерения параметров ЭМП от них.

*Таблица 5.1*

ПДУ электромагнитных полей на рабочих местах пользователей ПЭВМ

Нормируемые параметры		ПДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Плотность потока энергии	в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц	10 мкВт/см <sup>2</sup>

При подключении к портативным компьютерам (ноутбукам) USB-модема для связи с базовыми станциями сотовой связи с целью обмена данными по мобильному интернету и Wi-Fi, работающих в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц, значение ПДУ плотности потока энергии ЭМП не должно превышать 10 мкВт/см<sup>2</sup> (см. табл. 5.1).

### **5.3 Методика проведения измерений ЭМП на рабочем месте с ПЭВМ**

К организации и проведению контроля уровней электромагнитных полей (ЭМП) на рабочих местах пользователей ПЭВМ предъявляются следующие требования:

- измерение уровней ЭМП на рабочих местах пользователей стационарных и портативных ПЭВМ должны осуществляться после выведения работающего из зоны контроля при включенных ПЭВМ с периферийными устройствами и системах общего и местного освещения;

- измерения характеристик ЭМП ПЭВМ должны осуществляться в точках наибольшего приближения пользователя к системному блоку, устройству бесперебойного питания и другим периферийным устройствам, системам местного освещения на высотах 0,5 м; 1,0 м и 1,4 м от пола;

- измерения плотности потока энергии ЭМП в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц, создаваемых антеннами Wi-Fi-роутеров и базовых станций сотовой связи, должны проводиться на всех рабочих местах на высотах 0,5 м; 1,0 м и 1,4 м от пола.

- гигиеническая оценка проводится путем сравнения наибольшего из измеренных значений с соответствующими ПДУ.

### **5.4 Приборы для измерения ЭМП (ЭМИ) от ПЭВМ**

Измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ-МЕТР-АТ-002 (рис. 5.1) предназначен для контроля норм по электромагнитной безопасности видеодисплейных терминалов.

Он применяется при проведении комплексного обследования помещений и рабочих мест с ПЭВМ.

Технические характеристики измерителя:

- диапазон частот от 5 Гц до 400 кГц;

- полосы частот, в которых измеряется среднеквадратическое значение напряженности электрического поля и плотности магнитного потока:

  - полоса 1 – от 5 до 2000 Гц;

  - полоса 2 – от 2 до 400 кГц;

- диапазон среднеквадратических значений напряженности электрического поля:

  - в полосе 1 – от 8 до 100 В/м;

  - в полосе 2 – от 0,8 до 10 В/м;

- диапазон среднеквадратических значений плотности магнитного потока:

  - в полосе 1 – от 0,08 до 1 мкТл; в полосе 2 – от 8 до 100 мкТл.



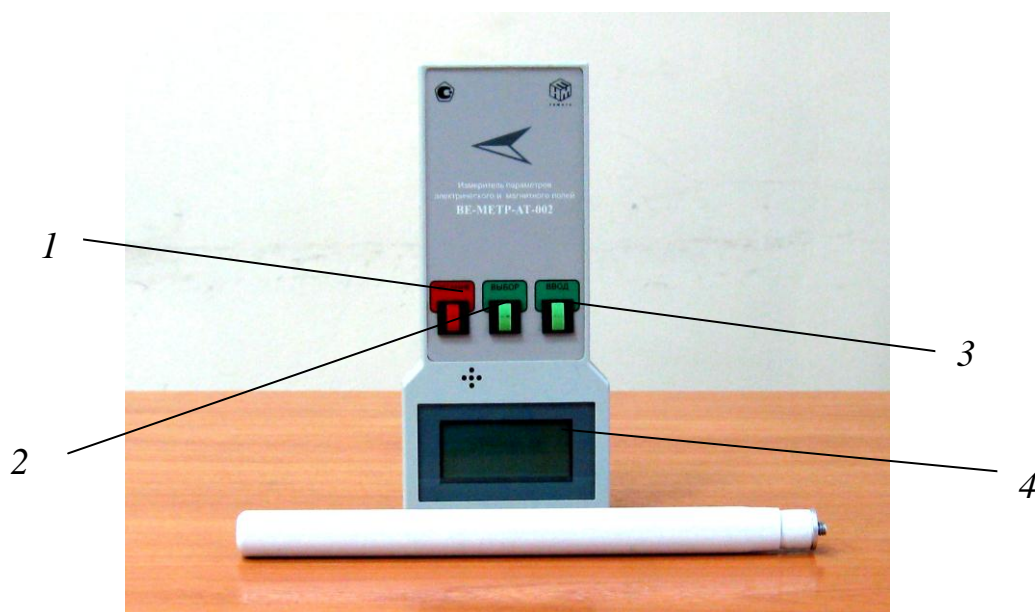


Рис. 5.1. Измеритель параметров электрического и магнитного полей VE-METP-AT-002:

- 1 – выключатель питания; 2 – кнопка выбора режимов измерения;  
 3 – кнопка запуска измерений и ввода результатов в память процессора;  
 4 – жидкокристаллический строчный дисплей

Принцип действия измерителя параметров ЭМП состоит в преобразовании колебаний электрического и магнитного полей в колебания электрического напряжения, усиления этих колебаний с последующим их обнаружением. Обнаруженный сигнал поступает на аналогово-цифровой преобразователь.

Зарегистрированные колебания электрического и магнитного полей анализируются встроенным в измеритель микропроцессором. Результат измерений высвечивается на матричном жидкокристаллическом индикаторе. Регистрация электрического и магнитного полей производится одновременно по всей частотной полосе измерения.

Зарегистрированный сигнал после усиления разделяется частотными фильтрами и усиливается вторично в независимых каналах регистрации.

Прибор, таким образом, объединяет в одной конструкции два отдельных измерителя напряженности электрического поля и два отдельных измерителя плотности магнитного потока и микропроцессорный блок обработки и анализа результатов измерений.

Измеритель может работать в двух режимах:

– «НЕПРЕРЫВНО», применяемый для общего обследования помещений, определения среднего уровня ЭМП в них, поиска возможных источников излучения. Измеряются среднеквадратичные значения напряженности электрического поля и плотности магнитного потока.

– «АТТЕСТАТ», используемый для обследования (оценки) рабочих мест пользователей ПЭВМ. Измеряются три компонента среднеквадратичных значений напряженности электрического поля и плотности магнитного потока и последующее вычисление их абсолютной величины.

**Внимание!** При записи итогов замеров учесть, что результаты измерений параметров электрического поля в диапазонах 1 и 2 выдаются в единицах В/м (вольт на метр), а параметров магнитного поля в диапазоне 1 – в единицах мкТл (микротесла), в диапазоне 2 – в единицах нТл (нанотесла).

При пересчетах необходимо учесть, что 1 мкТл = 1000 нТл.

### 5.5 Прибор для измерения электромагнитных излучений радиочастотного диапазона

Измеритель электромагнитных излучений ПЗ-40 (рис. 5.2) обеспечивает измерение плотности потока энергии, ППЭ, мкВт/см<sup>2</sup> в диапазоне частот от 30 кГц до 40 ГГц для целей контроля норм по электромагнитной безопасности.

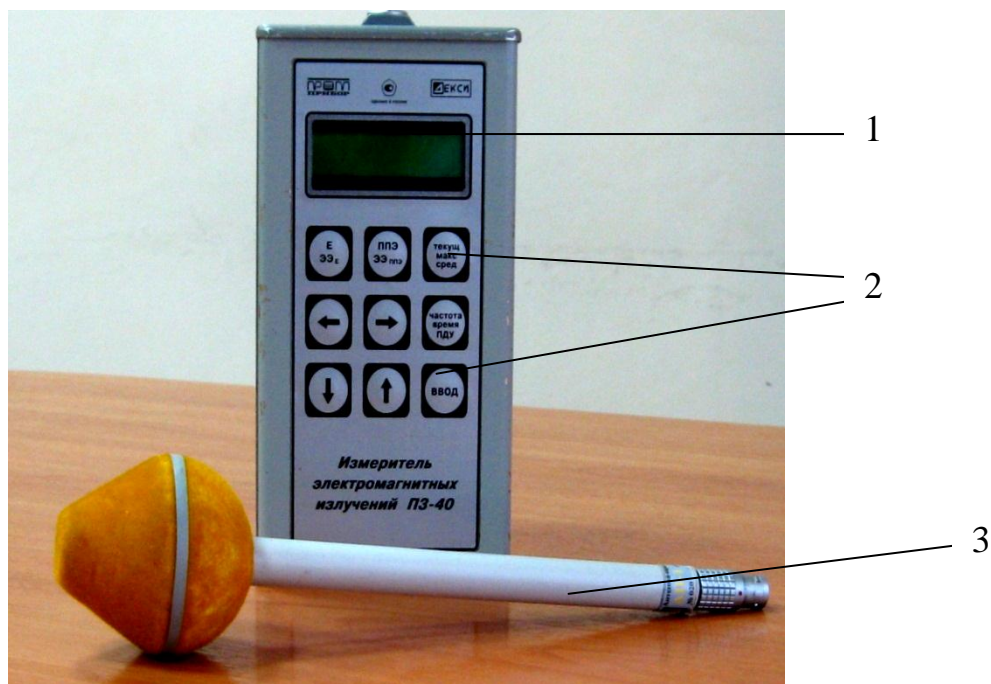


Рис. 5.2. Измеритель электромагнитных излучений ПЗ-40:  
1 – дисплей; 2 – панель управления; 3 – антенна-преобразователь

#### Технические характеристики прибора

Диапазон частот и пределы измерения прибора изменяются в зависимости от использования антенны-преобразователя (АП) определенного типа.

Технические характеристики ПЗ-40 при использовании АП-1:

- диапазон частот: 0,3–40 ГГц;
- пределы измерений: напряженность электрического поля, E, В/м: 1–615;
- плотность потока энергии, ППЭ, мкВт/см<sup>2</sup>: 0,26–100000.

#### Виды обработки результатов измерения в измерительном устройстве

– усреднение текущих значений плотности потока энергии (ППЭ) и напряженности электромагнитного излучения за истекшие 6 мин;

- выбор максимальных значений ППЭ и напряженности электромагнитного излучения из текущих значений за истекшие 6 мин;
- хранение в памяти процессора средних и максимальных значений;
- расчет экспозиции облучения за время проведения измерений.

### **Порядок работы с прибором**

1 Установить тумблер, находящийся внизу корпуса в положение ВКЛ. После этого на табло прибора появляется надпись АНТЕННА 1. Для начала работы необходимо набрать номер используемой антенны кнопками (стрелки вверх–вниз). После выбора номера нажать кнопку ВВОД. При этом в правом нижнем углу табло появляется мерцающий значок «\*». При включении прибора табло показывает текущее значение напряженности поля, E, В/м.

2 Нажатиями кнопки ЧАСТОТА-ВРЕМЯ-ПДУ устанавливаются: частота измеряемого электромагнитного излучения, временное значение таймера, предельные значения допустимых уровней всех измеряемых параметров. В этом режиме вместо «\*» появляется мерцающий курсор «\_». Для установки требуемого численного значения выбранного параметра используются кнопки со стрелками влево-вправо для перемещения курсора, а стрелками вверх-вниз для увеличения или уменьшения цифры выбранной позиции. При нажатии кнопки «ВВОД» новое значение параметра заносится в память устройства, а курсор перестает мигать. Последовательное нажатие кнопки «ЧАСТОТА-ВРЕМЯ-ПДУ» дает возможность просмотра всех установленных значений.

3 Режим измерения устанавливается кнопками клавиатуры верхнего ряда.

Кнопка «E/ЭЭ<sub>E</sub>» устанавливает режим индикации напряженности поля, E, V/m (В/м) или энергетической экспозиции в  $((V/m)^2 \cdot ч)$ .

Кнопка «ППЭ/ЭЭ<sub>ППЭ</sub>» устанавливает режим индикации плотности потока энергии в  $\mu W/cm^2$  (мкВт/см<sup>2</sup>) или энергетической экспозиции в  $\mu W/cm^2 \cdot ч$ . В данной лабораторной работе энергетические экспозиции не измеряются.

4 В случае измерения напряженности поля или плотности потока энергии кнопкой «ТЕКУЩ-МАКС-СРЕДН» можно установить вид измерений соответственно – текущих, максимальных, средних значений. При этом в правом верхнем углу верхней строки табло индицируется размерность измеряемого параметра, а в левом – вид измерений: «max» – максимальное за прошедшие с начала измерения 6 мин., «avg» – среднее арифметическое за тот же интервал времени, при индикации текущих измеряемых значений название не указывается.

При индикации ЭЭ<sub>E</sub> или ЭЭ<sub>ППЭ</sub> кнопка «ТЕКУЩ-МАКС-СРЕДН» не действует.

5 При превышении в процессе измерений ПДУ в середине верхней строки индицируется «\*\*\*\*\*». Если превышенные значения напряженности или плотности потока энергии снижаются до пределов ПДУ, то «\*\*\*\*\*» исчезают.

### **Порядок работы с прибором и проведения измерений**

1 Нарисовать эскиз рабочего места с ПЭВМ в помещении (вид сверху и сбоку). Наметить точки для измерения параметров ЭМП (2 точки спереди и

сзади монитора на высоте 1,5 м от пола и 2 точки на высотах 1 м и 0,5 м от уровня пола непосредственно перед экраном монитора на рабочем месте пользователя).

2 Закрепить прибор на диэлектрической штанге, входящей в комплект измерителя, держать и перемещать прибор только с ее помощью.

3 Выбрать второй режим работы прибора. Для этого при высвечивании на индикаторе надписи «Выберите режим» кнопкой «Выбор» выделить, добиваясь мигания соответствующей надписи, режим «АТТЕСТАТ». Кнопкой «Ввод» включить выбранный режим.

4 Расположить измеритель на расстоянии 0,5 м от экрана монитора перпендикулярно к его центру. Ориентировать прибор так, чтобы стрелка на лицевой панели была расположена горизонтально (перпендикулярно плоскости экрана монитора и параллельно рабочей поверхности стола). Нажатием кнопки «Ввод» включить измерение.

5 Дождавшись звукового сигнала, свидетельствующего о выполнении измерения, нажать «Ввод» и переориентировать прибор так, чтобы стрелка, оставаясь в горизонтальной плоскости, была ориентирована параллельно плоскости экрана монитора. Произвести измерение.

6 Дождавшись звукового сигнала, свидетельствующего о выполнении измерения, нажать «Ввод» и переориентировать прибор так, чтобы стрелка на лицевой панели была расположена вертикально (параллельно поверхности экрана монитора и перпендикулярно рабочей поверхности стола). Нажатием кнопки «Ввод» включить измерение.

7 Дождавшись звукового сигнала, свидетельствующего о выполнении измерения, нажать кнопку «Ввод». Результаты проделанных измерений будут автоматически обработаны процессором измерителя и полученные значения напряженности электрического поля и плотности магнитного потока в двух частотных диапазонах будут высвечены на индикаторе прибора.

8 Таким же образом выполнить измерения в остальных 5-ти намеченных точках, записывая их.

9 После окончания измерений, нажав кнопку «Питание», выключить прибор.

### **Порядок проведения измерений и оформления результатов**

1 Включить ПЭВМ, намеченные для исследования.

2 В бланке отчета зарисовать эскиз рабочего места (вид сверху и вид сбоку), где наметить точки проведения измерений в горизонтальной и вертикальной плоскости.

3 Провести измерения в намеченных точках согласно методике (см. «Порядок работы с прибором и проведения измерений») при наличии защитного заземления, предварительно установив на мониторе наиболее часто используемую программу, измерения проводить сначала на компьютере с монитором на базе ЭЛТ, затем – с жидкокристаллическим монитором.

4 Результаты измерений занести в бланк отчета, предварительно пересчитав величины параметров магнитного поля в диапазоне 1.

5 Повторить измерения при имитации отсутствия защитного заземления (при включении ПЭВМ использовать сетевой фильтр без заземляющих контактов).

6 Произвести измерения плотности потока энергии согласно приведенной выше методики, настроив прибор ПЗ-40 на рабочую частоту сети Wi-Fi.

7 Оформить бланк отчета.

### **Контрольные вопросы**

1 Какие физические характеристики электромагнитного поля вокруг ПЭВМ измеряются и нормируются?

2 Каким нормативным документом руководствуются при проведении измерений параметров электромагнитного поля от ПЭВМ?

3 В каких частотных диапазонах проводятся измерения электромагнитного поля от ПЭВМ?

4 Каким прибором измеряются параметры электромагнитного поля вокруг ПЭВМ?

5 Какова методика проведения измерений параметров ЭМП (ЭМИ) от ПЭВМ?

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1 СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 21 июня 2016 г. № 81).

2 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 30.05.2003).

3 СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.1996 № 21).

4 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 № 36).

5 СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 № 40).

ФИО студента \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Лабораторная работа № 1  
**Оценка освещения производственных помещений**

**Цель работы:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Прибор:** \_\_\_\_\_

**Технические характеристики прибора:**

\_\_\_\_\_

Эскиз помещения (вид сбоку и сверху)

*Таблица 1*

Условия проведения измерений

Вид ест. освещения	Ориент. окон	№ гр. адм. района	Вид иск. освещения	Объект различ., мм	Разряд зрительн. работ

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100 \% =$$

где  $E_{\text{вн}}$  – \_\_\_\_\_

$E_{\text{нар}}$  – \_\_\_\_\_

Расчет нормативного значения КЕО:

$$e_N = e_n m_N =$$

где  $N$  – \_\_\_\_\_

$e_n$  – \_\_\_\_\_

$m_N$  – \_\_\_\_\_

Таблица 2

## Результаты замеров и вычислений

Номера точек	$E_{\text{вн}}, \text{лк}$	$E_{\text{нар}}, \text{лк}$	$e, \%$	$e_n, \%$	$m_N, \%$	$e_N, \%$
1				-	-	-
2				-	-	-
3				-	-	-
4				-	-	-
5						

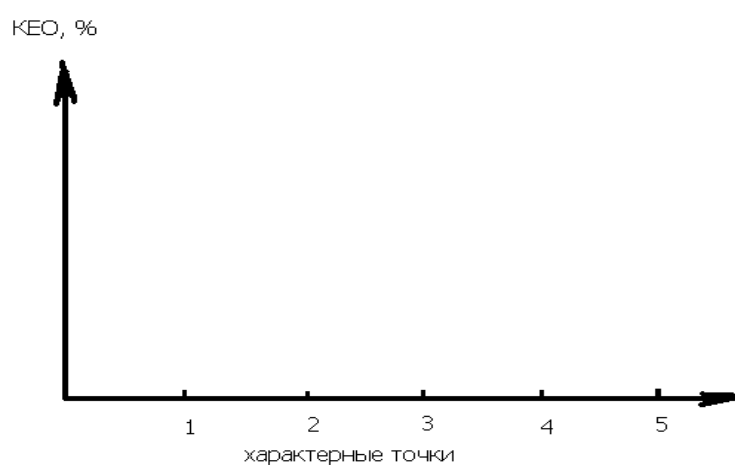
Сравнение:  $e$   $e_N$ 

Таблица 3

## Результаты замеров характеристик искусственного освещения

Место измерения	Разряд зрительн. работ	Вид освещения, тип ламп	Е, лк		К <sub>п</sub> , %	
			Факт	Норма	Факт	Норма

**Вывод:**


---



---



---



---



---

Дата:

Выполнил:

Принял:



ФИО студента \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Лабораторная работа № 2  
Оценка микроклимата производственных помещений

Цель работы:

---

---

Приборы для измерения параметров микроклимата:

---

---

---

Абсолютная влажность воздуха:  $A = F_1 - \alpha(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) \cdot H$ , мм рт.ст.

где  $F_1$  – \_\_\_\_\_;

$\alpha$  – \_\_\_\_\_;

$\alpha =$

$t_{\text{сух}}$  – \_\_\_\_\_;

$t_{\text{вл}}$  – \_\_\_\_\_;

$H$  – \_\_\_\_\_;

$H =$

Относительная влажность воздуха:  $R = \frac{A}{F} \cdot 100$ , %

где  $F$  – \_\_\_\_\_.

Таблица 1

Результаты измерений и вычислений температуры и влажности воздуха

Показания термометра, °С		Максимальные влажности		Температура по МЭС-200	Относительная влажность, %	
«сухого»	«влажного»	$F_1$	$F$		расчетная	измеренная МЭС-200

Скорость движения воздуха:  $V = \frac{a_2 - a_1}{t}$ , дел/с

где  $a_1$  – \_\_\_\_\_;

$a_2$  – \_\_\_\_\_.

Таблица 2

## Результаты измерений и расчета скорости движения воздуха

Отсчет		Разность показаний	Время измерения, с	Средняя скорость, м/с	Скорректированная скорость, м/с	Измеренная МЭС-200
до измерения	после измерения					

Таблица 3

## Результаты измерения теплового излучения

Высота измерения, м	$I_{то}$ , Вт/м <sup>2</sup>	$S$ , м <sup>2</sup>	$T$ , ч
0,5			
1,0			
1,5			

Доза энергетического облучения:  $ДЭО = I_{то} S T$ , Вт·ч,

где  $I_{то}$  – \_\_\_\_\_;

$S$  – \_\_\_\_\_;

$T$  – \_\_\_\_\_.

Таблица 4

## Анализ результатов измерений

	Параметры микроклимата				
	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Тепловое излучение, Вт/м <sup>2</sup>	ДЭО, Вт·ч
Расчетные				-	
Измеренные					-
Оптимальные				-	-
Допустимые					

**Вывод:**


---



---



---



---



---

Дата:

Выполнил:

Принял:

ФИО студента \_\_\_\_\_  
 Группа \_\_\_\_\_

Лабораторная работа № 3  
**Исследование производственного шума и оценка  
 эффективности звукоизоляции**

**Цель работы:**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Приборы:**

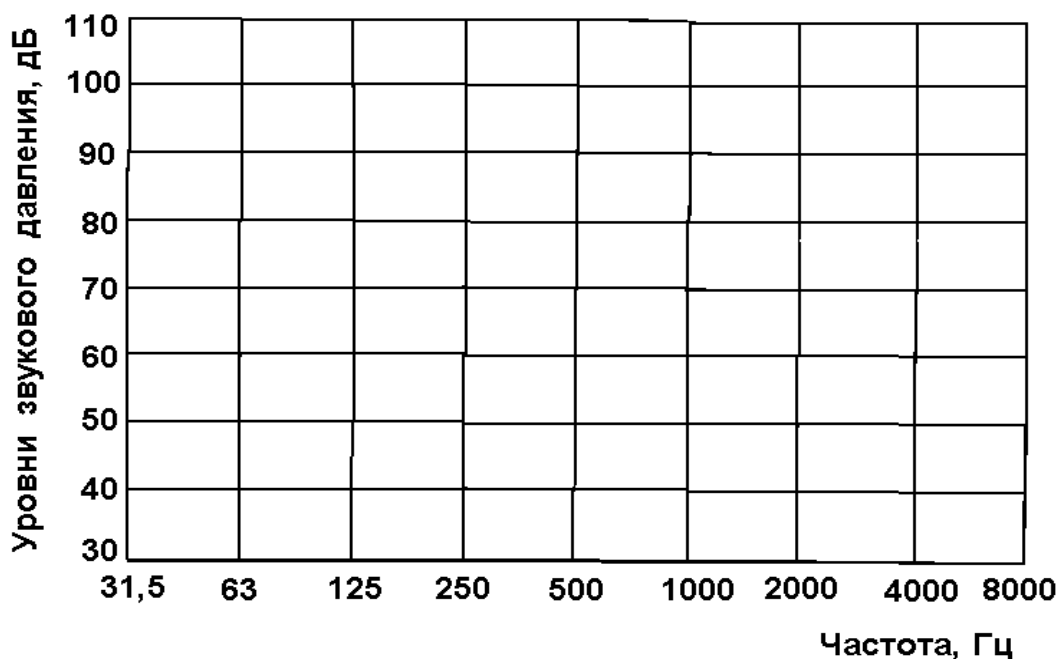
\_\_\_\_\_

**Физические характеристики шума (перечислить):**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Результаты исследования шума**

Спектр шума	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
до звукоизоляции										
после звукоизоляции										
нормативный										



## Оценка эффективности звукоизоляции

### Физиологические характеристики шума:

Уровень громкости \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Громкость \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Данные для субъективной оценки шума

Частота, Гц	Шум на рабочем месте					
	до звукоизоляции источника			после звукоизоляции источника		
	дБ	фон	сон	дБ	фон	сон
31,5						
63						
125						
250						
500						
1000						
2000						
4000						
8000						

$\Sigma S_1 =$

$\Sigma S_2 =$

**Вывод:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дата:

Выполнил:

Принял:

ФИО студента \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Лабораторная работа № 4  
**Исследование производственной вибрации**

**Цель работы:**

---

---

**Вибрация -** \_\_\_\_\_

---

---

**Виды вибрации по воздействию на человека:**

---

---

---

---

**Виды вибрации по источнику возникновения:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Прибор:** \_\_\_\_\_

*Таблица 1*

Условия и объекты проведения измерений

№	Рабочая операция	Источник вибрации	Вид вибрации по источнику возникновения	Вид вибрации по воздействию на человека	Частотные коррекции
1					
2					

Таблица 2

## Результаты измерения вибрации локальной

№	Ось	Уровни колебаний виброскорости в дБ в октавных полосах частот, Гц								$L_{a,w,T_i}$ , дБ	$T_i$ , ч	$L_A(8)$ , дБ	ПДУ дБ
		8	16	31,5	63	125	250	500	1000				
1	X												
	Y												
	Z												
	ПДУ												

$$L_{a_w,8h} = 10 \cdot \lg \left( \frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n T_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{a,w,T_i}} \right)$$

где  $T_0$  – \_\_\_\_\_ ;

$T_i$  – \_\_\_\_\_ ;

$L_{a,w,T_i}$  – \_\_\_\_\_ .

Таблица 3

## Результаты измерения вибрации общей

№	Ось	Уровни колебаний виброскорости в дБ в октав- ных полосах частот, Гц							$L_{a,w,T_i}$ , дБ	$T_i$ , ч	$L_A(8)$ , дБ	ПДУ дБ	
		1,0	2,0	4,0	8,0	16,0	31,5	63,0					
1	X												
	Y												
	ПДУ												-
	Z												
	ПДУ												-

$$L_{a_w,8h} = 10 \cdot \lg \left( \frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n T_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{a,w,T_i}} \right)$$

**Вывод:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дата:

Выполнил:

Принял:

ФИО студента \_\_\_\_\_  
 Группа \_\_\_\_\_

Лабораторная работа № 5  
**Исследование электромагнитных излучений от ПЭВМ**

**Цель работы:**

---



---



---

**Прибор:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Эскизы рабочих мест с ПЭВМ (вид сверху и сбоку):

Результаты измерений при **наличии** защитного заземления

Наименование параметров по диапазонам частот	ПДУ	В гориз. плоскости,		В вертик. плоскости	
		А	Б	В	Г
монитор на базе ЭЛТ					
Напряженность электрического поля	5 Гц – 2 кГц	25 В/м			
	2–400 кГц	2,5 В/м			
Плотность магнитного потока	5 Гц – 2 кГц	250 нТл			
	2–400 кГц	25 нТл			
ЖК-монитор (ноутбук)					
Напряженность электрического поля	5 Гц – 2 кГц	25 В/м			
	2–400 кГц	2,5 В/м			
Плотность магнитного потока	5 Гц – 2 кГц	250 нТл			
	2–400 кГц	25 нТл			

## Результаты измерений при **отсутствии** защитного заземления

Наименование параметров по диапазонам частот		ПДУ	В гориз. плоскости,		В вертик. плоскости	
			А	Б	В	Г
<b>монитор на базе ЭЛТ</b>						
Напряженность электрического поля	5 Гц – 2 кГц	25 В/м				
	2 – 400 кГц	2,5 В/м				
Плотность магнитного потока	5 Гц – 2 кГц	250 нТл				
	2 – 400 кГц	25 нТл				
<b>ЖК-монитор (ноутбук)</b>						
Напряженность электрического поля	5 Гц – 2 кГц	25 В/м				
	2 – 400 кГц	2,5 В/м				
Плотность магнитного потока	5 Гц – 2 кГц	250 нТл				
	2 – 400 кГц	25 нТл				

## Результаты измерений плотности потока энергии

Наименование параметров и диапазон частот		ПДУ	В гориз. плоскости,		В вертик. плоскости	
			А	Б	В	Г
<b>монитор на базе ЭЛТ</b>						
Плотность потока энергии	300 МГц - 300 ГГц	10 мкВт/см <sup>2</sup>				
<b>ЖК-монитор (ноутбук)</b>						
Плотность потока энергии	300 МГц - 300 ГГц	10 мкВт/см <sup>2</sup>				

### **Вывод:**

---



---



---



---



---



---



---

Дата:

Выполнил:

Принял:



Требования к освещению рабочих мест на промышленных предприятиях

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						освещённость, лк		сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации	КЕО $\epsilon_n$ , %					
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения		при верхнем или комбинир. освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении		
													всего	в т.ч. от общего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Наивысшей точности	менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500		22	10	-	-	6,0	2,0
						4500	500	-	19	10				
			б	Малый	Средний	4000	400	1250	22	10				
					Темный	3500	400	1000	19	10				
				Малый	Средний									
				Средний	Темный									
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	22	10				
					Средний									
				Большой	Темный	2000	200	600	19	10				
				Малый	Светлый									
				Средний	Средний									
				Большой	Темный									
			г	Средний	Светлый	1500	200	400	22	10				
				Большой	Светлый									
				Большой	Средний									
				Средний	Светлый									

Продолжение табл. П2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				Большой	Светлый									
				Большой	Средний									
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4 000	400	-	22	10	-	-	4,2	1,5
						3 500	400	-	19	10				
			б	Малый	Средний	3 000	300	750	22	10				
				Малый	Средний	2 500	300	600	19	10				
			в	Малый	Светлый	2 000	200	500	22	10				
				Большой	Темный	1500	200	400	19	10				
			г	Средний	Светлый	1 000	200	300	22	10				
				Большой	Средний	750	200	200	19	10				
			Большой	Светлый	600	200	200	22	15					
Большой	Средний													

Продолжение табл. П2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				Средний	Средний									
				Большой	Темный									
			г	Средний	Светлый	400	200	200	25	15				
				Большой	Светлый									
				Большой	Средний									
Средней точно- сти	св. 0,5 до 1,0	IV	a	Малый	Темный	750	200	300	25	20	4,0	1,5	2,4	0,9
			б	Малый	Средний	500	200	200	25	20				
				Средний	Темный									
			в	Малый	Светлый	400	200	200	25	20				
				Средний	Средний									
				Большой	Темный									
			г	Средний	Светлый	-	-	200	25	20				
				Большой	Светлый									
				Большой	Средний									
Малой	св. 1 до 5	V	a	Малый	Темный	400	200	300	25	20	3,0	1,0	1,8	0,6
			б	Малый	Средний	-	-	200	25	20				
				Средний	Темный									
			в	Малый	Светлый	-	-	200	25	20				
				Средний	Средний									
				Большой	Темный									
			г	Средний	Светлый	-	-	200	25	20				
				Большой	Светлый									
				Большой	Средний									
Грубая (очень малой точно- сти)	бо- лее 5	VI		Независимо от характе- ристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	25	20	3,0	1,0	1,8	0,6
Работа со све- тящ. матер-ми и изделиями в горячих цехах	бо- лее 0,5	VII		То же		-	-	200	25	20	3,0	1,0	1,8	0,6

Окончание табл. П2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Общее наблюдение за ходом производств. процесса: постоянное		VIII	а	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	28	20	3,0	1,0	1,8	0,6
периодическое при постоянном пребывании людей в помещении			б	”		-	-	75	28	-	1,0	0,3	0,7	0,2
то же, при временном			в	”		-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2
общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г	”		-	-	20	-	-	0,3	0,1	0,2	0,1

Требования к освещению рабочих мест в помещениях общественных зданий, а также сопутствующих им производственных помещениях

Помещения		Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – гориз., В – вертика.) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
			КЕО $e_n$ , %		КЕО $e_n$ , %		Освещенность, лк			Объединенный показатель дискомфорта, UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности, $K_p$ , %, не более (3)
1	2	3	4	5	6	при комбинированном освещении		9	10		
						при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении			всего	от общего
Административные здания (министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципалитеты управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения и тому подобное)											
1	Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	21	15
2	Проектные залы и комнаты конструкторские, чертежные бюро	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500	21	10
3	Помещения записи и регистрации читателей, тематических выставок, новых поступлений	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	21	15

Продолжение табл. П2.2

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	Переплетно-брошюровоч. помещения	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	-	-	300	21	15
5	Макетные, столлярные, ремонтные мастерские	Г-0,8	-	-	3,0	1,2	750	200	300	21	15/20
6	Залы ЭВМ, электронное машинописное бюро	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	14	5
		Экран монитора: В-1,2	-	-	-	-	-	-	Не более 200	-	-
7	Лаборатории органической и неорганич. химии, препаративные	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	21	10
8	Аналитические лаборатории	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500	21	10
9	Моечные лабораторной посуды	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	-	-	300	21	15
10	Весовые, термостатные	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	400	200	21	15
11	Операционный зал, кредитная группа, кассовый зал, помещения пересчета денег	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	14	10
12	Помещение алфавитно-цифровых печатающих устройств	Г-0,8	3,5	1,2	2Д	0,7	500	300	400	21	10

Окончание табл. П2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
13	Комната изготовления, обработки и хранения идентиф. карт, помещения процессинг. центра по пластиковым карточкам	Г-0,8	-	-	2,1	0,7	-	-	400	21	10
Учреждения общего образования, начального, среднего и высшего специального образования											
14	Инструментальная, комната мастера-инструктора	Г-0,8	-	-	1,8	0,6	-	-	300	21	15
15	Кабинеты и комнаты преподавателей	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	-	-	300	21	15

*Учебное издание*

**Чубарь** Евгения Петровна  
**Финоченко** Татьяна Анатольевна  
**Переверзев** Игорь Геннадьевич  
**Козлюк** Виталий Викторович  
**Баланова** Марина Васильевна  
**Борисова** Анастасия Викторовна  
**Наливкина** Елена Владимировна

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Печатается в авторской редакции  
Технический редактор Т.И. Исаева

Подписано в печать 14.09.17. Формат 60×84/16.  
Бумага газетная. Ризография. Усл. печ. л. 3,7.  
Тираж      экз. Изд. № 50148. Заказ      .

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС.

---

Адрес университета: 344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка  
Народного Ополчения, д. 2