

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
« М И С и С »

## **НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ**

---

Кафедра металлургических технологий и оборудования

---

**А.В. Нефедов**

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **Лабораторный практикум**

для студентов  
очной и заочной форм обучения

Новотроицк – 2020

УДК 658.382.3

ББК 74.506.68

Н 58

**Рецензенты:**

*Руководитель службы промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды ООО «Южно-уральская ГПК»*

**Н.П. Вильдт**

*Заведующий кафедрой металлургических технологий и оборудования Новотроицкого филиала ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»», к.т.н., доцент*

**А.Н. Шаповалов**

Нефедов А.В. Безопасность жизнедеятельности: лабораторный практикум. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2020. 64 с.

Основная цель практикума – получение представления о методах исследования важнейших параметров, регламентируемых для рабочих мест и обеспечивающих электробезопасность.

Рассмотрена методика проведения лабораторных работ, теоретические основы изучаемых вопросов, приведены требования к оформлению отчетов и вопросы для самопроверки.

Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» предназначен для обучающихся по направлениям подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 15.03.02 Технологические машины и оборудование, 18.03.01 Химическая технология, 22.03.02 Металлургия, 38.03.01 Экономика, 38.03.02 Менеджмент.

Лабораторный практикум составлен в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования НИТУ «МИСиС» по направлениям подготовки, и всем профилям, реализуемым в НФ НИТУ «МИСиС».

*Рекомендовано Методическим советом НФ НИТУ «МИСиС»*

© Новотроицкий филиал  
ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический  
университет «МИСиС», 2020

## Содержание

1 Основы техники безопасности при выполнении лабораторных работ	4
2 Подготовка, выполнение и порядок сдачи лабораторной работы .....	5
3 Требования к оформлению отчета по лабораторным работам .....	6
4 Лабораторная работа №1. Исследование метеорологических условий в производственных помещениях .....	7
4.1 Теоретическое введение .....	7
4.2 Порядок выполнения работы .....	15
5 Лабораторная работа №2. Исследование освещенности рабочих мест ..	19
5.1 Теоретическое введение .....	19
5.2 Порядок выполнения работы .....	25
6 Лабораторная работа № 3. Исследование производственного шума .....	29
6.1 Теоретическое введение .....	29
6.2 Порядок выполнения работы .....	33
7 Лабораторная работа №4. Исследование производственной вибрации ...	37
7.1 Теоретическое введение .....	37
7.2 Порядок выполнения работы .....	41
8 Лабораторная работа №5. Исследование работы защитных устройств электрических цепей .....	46
8.1 Теоретическое введение .....	46
8.2 Порядок проведения работы .....	50
Библиографический список .....	53
Приложение А.. .....	54
Приложение Б. ....	56
Приложение В. ....	57
Приложение Г. ....	58
Приложение Д. ....	59
Приложение Е. ....	62

## **1 Основы техники безопасности при выполнении лабораторных работ**

Перед выполнением лабораторных работ обязателен вводный инструктаж, проводимый преподавателем в часы, отведенные для выполнения работы, о чем составляется соответствующая запись в журнале инструктажа за подписью обучающихся и преподавателя.

Каждый обучающийся должен следить за условиями и приемами выполнения порученной ему работы, ставить в известность преподавателя о замеченной опасности в работе, своевременно принимать меры по её устранению.

Обучающимся запрещается трогать оборудование без разрешения преподавателя и без соответствующих инструкций по его работе.

До работы на оборудовании обучающийся должен быть предварительно ознакомлен с его основными деталями, принципом действия, порядком работы.

До работы с электроприборами необходимо убедиться в исправности прибора, целостности изоляции, исправности розеток включения.

Обучающийся должны бережно относиться к лабораторному оборудованию, во всем следовать указаниям преподавателя.

## **2 Подготовка, выполнение и порядок сдачи лабораторных работ**

Количество и наименование выполняемых лабораторных работ отражено в рабочей программе дисциплины (РПД) и зависит от направления подготовки и формы обучения. Также эта информация доводится ведущим преподавателем до обучающихся на первом лекционном занятии, в совокупности со всеми остальными данными по организации процесса изучения дисциплины.

В случае применения дистанционной или смешанной формы обучения информация об изучаемых лабораторных работах добавляется в описание курса в LMS Canvas.

При подготовке к лабораторной работе обучающийся должен ознакомиться с теоретическим введением, четко усвоить цель, задачи и порядок выполнения работы. Необходимым условием допуска к выполнению работы является наличие конспекта лабораторной работы.

При выполнении работы каждый обучающийся составляет письменный индивидуальный отчет.

Принимая отчет, преподаватель проверяет полученные обучающимся результаты, правильность ведения записей, обработки оформления результатов.

Обучающийся должен ответить на вопросы теоретического и практического характера, связанные с данной работой. Для этого после каждой лабораторной работы приводятся контрольные вопросы. При бригадном выполнении лабораторных работ отчет выполняется и защищается каждым обучающимся индивидуально.

Обучающиеся, имеющие задолженности по отчетам двух лабораторных работ, к выполнению следующей лабораторной работы не допускаются.

После выполнения всех установленных учебной программой курса работ и своевременной их защиты преподавателю обучающемуся выставляется зачет по лабораторному практикуму без проведения дополнительного опроса.

### 3 Требования к оформлению отчета по лабораторным работам

Отчеты по лабораторным работам составляются по следующей схеме: наименование работы, цель работы, перечень, принцип действия и краткая техническая характеристика оборудования, методика проведения работы, результаты опытов и их обсуждение, выводы.

Отчет должен быть аккуратно оформлен, сокращения слов, кроме общепринятых, не допускаются. Для более рационального использования времени желательно, чтобы обучающиеся оформляли отчет и защищали их сразу после выполнения работ. Обработка данных и оформление отчета могут быть перенесены на часы самостоятельной работы. В этом случае отчет по выполненной работе принимается преподавателем перед началом экспериментальной части следующей работы.

Текст отчета по лабораторной работе пишут от руки либо печатают на одной стороне листа бумаги форматом А4 (210 x 297 мм). Нельзя совмещать оба способа: написание и печать.

При построении графиков необходимо выбрать масштаб аргумента и функции, расположить их по соответствующим осям и нанести точки, полученные экспериментально или расчетом, и построить график функции.

Если на графике располагается несколько кривых, то каждая из них обозначается цифрой или своим цветом, а в подрисуночной подписи приводится расшифровка этих обозначений.

Все таблицы и рисунки должны иметь порядковые номера и названия.

Номер и название таблицы размещается над таблицей. Название рисунка, номер рисунка и пояснительные подписи размещаются под рисунком.

Отчеты по выполнению лабораторных работ предъявляются преподавателю при их защите, и/или загружаются в курс на платформе LMS Canvas до проведения процедуры защиты. При использовании кусов на открытых образовательных платформах, например [orpedu.ru](http://orpedu.ru), допускается перезачет лабораторных работ практикума дистанционного курса платформы.

## **4 Лабораторная работа №1. Исследование метеорологических условий в производственных помещениях**

**Цель работы.** Освоение методики исследования оптимальных метеорологических условий (температуры воздуха, относительной влажности воздуха и скорости движения воздуха) в рабочей зоне производственных помещений по ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

### **4.1 Теоретическое введение**

*Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.* Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 и санитарными нормами СН 2.2.4.548 – 96. Они едины для всех производств и всех климатических зон с некоторыми незначительными отступлениями.

ГОСТ 12.1.005-88 распространяется на воздух рабочей зоны предприятий народного хозяйства. Стандарт устанавливает общие санитарно-гигиенические требования к показателям микроклимата и допустимому содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Требования к допустимому содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны распространяются на рабочие места независимо от их расположения (в производственных помещениях, в горных выработках, на открытых площадках, транспортных средствах и т.п.).

Требования к микроклимату не распространяются на рабочие места в подземных и горных выработках, в транспортных средствах, животноводческих и птицеводческих помещениях, помещениях для хранения сельскохозяйственных продуктов, холодильниках и складах.

Стандарт не распространяется на требования к воздуху рабочей зоны при радиоактивном загрязнении.

Стандарт содержит общие требования к методам измерения и контроля показателей микроклимата и концентраций вредных веществ.

*Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата в производственных помещениях.* Показателями, характеризующими микроклимат производственного помещения, являются:

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

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются дифференцированно для постоян-

ных и непостоянных рабочих мест. *Рабочая зона* – пространство высотой два метра над уровнем пола или площадки, на которой расположено рабочее место. *Рабочее место* – зона постоянной или временной (более 50% или более двух часов непрерывно) деятельности рабочего. Если работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

*Оптимальные* микроклиматические условия при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без проявления напряжений реакций терморегуляции, т.е. создают ощущение теплового комфорта и предпосылки для высокого уровня трудоспособности.

*Допустимые* микроклиматические условия при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать проходящие и быстро нормализующиеся отклонения в функциональном и тепловом состоянии организма и напряжение реакций терморегуляции, не выходящие за пределы физиологически приспособленных возможностей. При этом не возникает нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

Требуемые параметры микроклимата устанавливаются для воздуха рабочей зоны.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, указанным в таблице 4.1.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы.

В кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и других производственных помещениях при выполнении работ операторского типа, связанных с нервно-эмоциональным напряжением должны соблюдаться оптимальные величины: температуры воздуха 22-24<sup>0</sup>С, его относительной влажности 40-60%, скорости движения воздуха не более 0,1 м/с.

При обеспечении оптимальных показателей микроклимата температура внутренних поверхностей конструкций, ограждающих рабочую зону (стен, потолка пола и др.), или устройств (экранов и т.п.), а также температура наружных поверхностей технологического оборудования или ограждающих его устройств не должны выходить более чем на 2<sup>0</sup>С, за пределы оптимальных величин температуры воздуха, установленных в таблице 4.1. При температуре поверхностей ограждающих конструкций ниже или выше оптимальных величин температуры воздуха рабочие места должны быть удалены от них на расстояние не менее 1м.



Таблица 4.1 - Оптимальные и допустимые значения микроклимата на рабочих местах производственных помещений \*

Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
Легкая 1а	22-24**	21-25	40-60	75	0,1	0,1
	23-25	22-26	40-60	55	0,1	0,1-0,2
Легкая 1б	21-23	20-24	40-60	75	0,1	0,2
	22-24	21-26	40-60	65	0,2	0,1-0,3
Средней тяжести 2а	18-20	17-23	40-60	75	0,2	0,2
	21-23	18-27	40-60	65	0,3	0,2-0,4
Средней тяжести 2б	17-19	15-21	40-60	75	0,2	0,45
	20-22	16-27	40-60	70	0,3	0,2-0,5
Тяжелая 3	16-18	13-19	40-60	75	0,3	0,5
	18-20	15-26	40-60	75	0,4	0,2-0,6

\*извлечение из Санитарных норм 2.2.4.548 – 96

\*\*числитель – холодный период года, знаменатель – теплый период

При обеспечении допустимых показателей микроклимата температура внутренних поверхностей конструкций, ограждающих рабочую зону (стен, потолка, пола и др.), или устройств (экранов и т.п.) не должна выходить за пределы допустимых величин температуры воздуха, установленных в таблице 4.1.

Перечисленные выше требования к температуре внутренних поверхностей ограждающих конструкций и устройств не распространяются на температуру систем охлаждения и отопления помещений и рабочих мест.

Интенсивность теплового излучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м<sup>2</sup> при облучении 50% поверхности тела и более 70 Вт/м<sup>2</sup> - при величине облучаемой поверхности от 25 до 50% и 100 Вт/м<sup>2</sup> - при облучении не более 25 % поверхности тела.

**Требования к методам измерения и контроля показателей микроклимата.** Измерения показателей микроклимата должны проводиться в начале, середине и конце холодного и теплого периода года не менее трех раз в смену (в начале, середине и конце) При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, измерения необходимо прово-

дить также при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих, имеющих место в течение рабочей смены.

Измеренные величины показателей микроклимата должны соответствовать нормативным требованиям таблицы 4.1.

Температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха измеряют на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки при работах, выполняемых сидя, и на высоте 1,5 м - при работах, выполняемых стоя. Измерения проводят как на постоянных, так и на непостоянных рабочих местах при их минимальном и максимальном удалении от источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения (нагретых агрегатов, окон, дверных проемов, ворот, открытых ванн и т. д.).

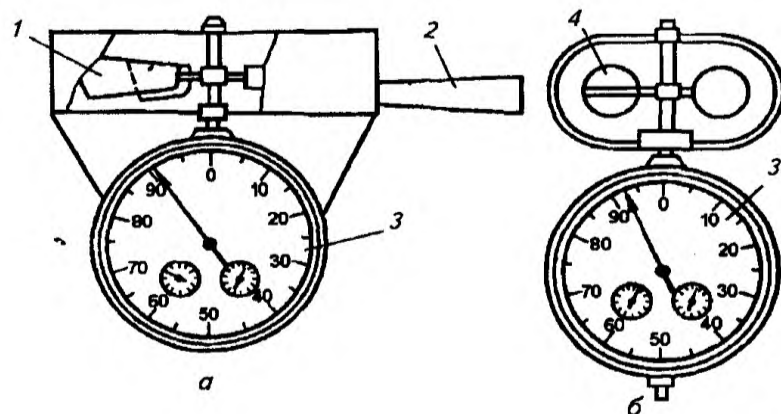
В помещениях с большей плотностью рабочих мест при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения, участки измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха распределяются равномерно по всему помещению в соответствии с таблицей 4.2.

Для определения разности температуры воздуха и скорости его движения по высоте измерения проводятся на уровне 0,1; 1,0; 1,7 м от пола или уровня рабочей площадки в соответствии с задачами исследования.

Таблица 4.2 - Минимальное количество участков измерения параметров микроклимата

Площадь помещения, м <sup>2</sup>	Количество участков измерения
До 100	4
101- 400	8
> 400	Количество участков определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м

**Приборы исследования микроклимата рабочей зоны.** Скорость движения воздуха в рабочее время измеряют анемометрами (крыльчатые, чашечные, индукционные, электрические и др.). Наиболее распространены крыльчатые и чашечные анемометры. Диапазон измерения скоростей крыльчатými анемометрами составляет 0,5-10, чашечными - 9-20 м/с. К каждому прибору прилагают тарифовый график, по которому в зависимости от скорости вращения определяют скорость движения воздуха.



1-крыло; 2-ручка; 3-счетчик оборотов; 4-чашечка  
 Рисунок 1 - Анемометры: а – крыльчатый; б – чашечный.

Устройство и принцип их работы во многом сходны между собой.

Посаженное на ось легкое колесо с лопастями (у крыльчатого анемометра) или чашечками соединено системой зубчатых колес с механизмом вращения стрелок. Центральная стрелка основного циферблата показывает единицы и десятки оборотов колеса, а стрелки малых дополнительных циферблатов – сотни и тысячи. При определении скорости движения воздуха ось крыльчатки или чашечек помещают в направлении потока воздуха.

Для измерения малых величин скорости движения воздуха (менее 0,3 м/с), особенно при наличии разнонаправленных потоков воздуха, применяют электроанемометры и кататермометры: цилиндрический или шаровый (рисунок 2).

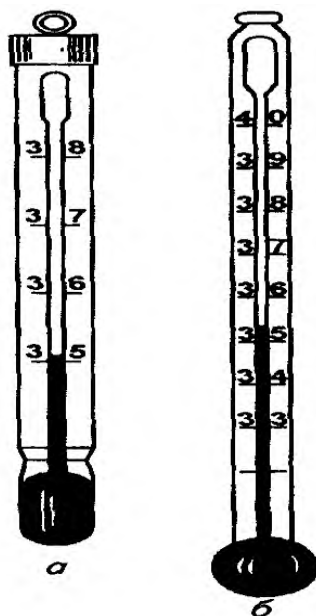


Рисунок 2 - Кататермометры: а - цилиндрический; б – шаровый

Принцип действия кататермометра основан на зависимости скорости охлаждения спирта в резервуаре от скорости омывания его воздухом.

Замеры скорости движения воздуха проводят в течение нескольких минут. Определяют количество делений на шкале прибора до и после измерения:

$$v = \frac{N_2 - N_1}{t},$$

где  $N_1$  – число делений до замера, ед.;

$N_2$  - число делений после замера, ед.;

$t$  - время замера, с.

Используя полученное значение  $v$ , определяют по номограмме (приложение А) скорость движения воздуха в рабочей зоне.

*Влажность воздуха* – содержание в нем паров воды; характеризуется понятиями абсолютной, максимальной и относительной влажности.

Абсолютная влажность выражается парциальным давлением (упругостью) водяного пара в Па (мм рт. ст.) или весовых единицах в определенном объеме воздуха – г/м<sup>3</sup>.

Максимальная влажность – количество влаги при полном насыщении воздуха при данной температуре. Из уравнения Клайперона-Менделеева

$$PV = \frac{m}{M}RT,$$

где  $P$  – давление газа;  $V$  – объем;  $m$  – масса газов;  $M$  – масса 1 моля;

$R$  – универсальная газовая постоянная;  $T$  – температура

следует, что при одной и той же абсолютной влажности воздух в зависимости от температуры может быть сухим или влажным. Для оценки степени влажности воздуха при данной температуре определяют относительную влажность  $\varphi$ :

$$\varphi = \frac{A}{P}100\%,$$

где  $A$  – абсолютная влажность (парциальное давление, Па (мм рт. ст.);

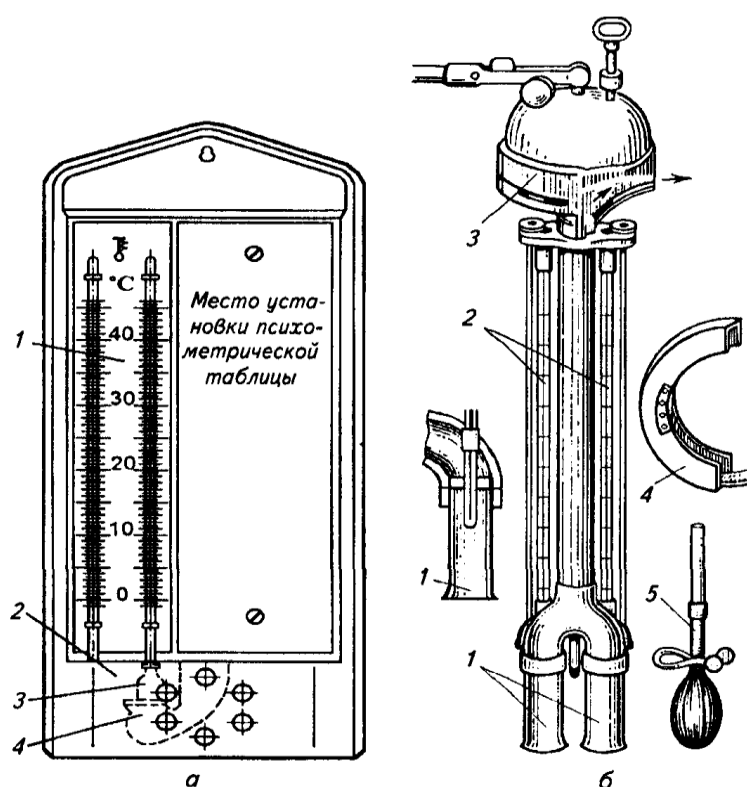
$P$  – упругость насыщенного пара при данной температуре, Па (мм рт. ст.)

Относительную влажность воздуха определяют с помощью психрометра (рисунки 3).

Основные части психрометра – два термометра, поверхность резервуара одного из них обернута мокрой тканью. Принцип действия основан на зависимости интенсивности испарения влаги в окружающую среду от влажности воздуха. Сухой термометр показывает температуру воздуха. Показания влажного термометра

зависят от содержания водяных паров в воздухе, так как при снижении их массы в единице объема возрастает испарение воды с увлажненной ткани, вследствие чего охлаждение происходит в большей мере. И, наоборот, чем больше количество водяных паров в воздухе, тем меньше испарение. Процесс испарения влаги с поверхности сопровождается понижением её температуры, так как молекулы воды, оторвавшиеся от поверхности, имеют более высокую энергию (температуру), чем средняя. Температура влажного термометра всегда меньше температуры сухого термометра, за исключением случая, когда влажность составляет 100%.

Через 3-5 минут регистрируют установившиеся показания термометров. Определив показания термометров и разность температур по номограмме (приложение А) или психрометрическому графику находят относительную влажность воздуха.



а – стационарный Августа; 1-термометры со шкалами; 2-основание; 3-ткань; 4-питатель; б – аспирационный Асмана; 1-металлические трубки; 2-термометры; 3-аспиратор; 4-предохранитель от ветра; 5-пипетка для смачивания влажного термометра

Рисунок 3 - Психрометры

Температура измеряется в основном ртутными и спиртовыми термометрами. Однако в помещениях с высоким уровнем теплового излучения температуру следует определять с помощью парного термометра, состоящего из двух ртутных термометров, резервуар одного из которых зачернен, а другого – посеребрен.

Истинную температуру воздуха в рабочей зоне (без учета влияния теплоизлучения) рассчитывают по формуле:

$$t = t_q - k(t_q - t_c),$$

где  $t_q$  – показания зачерненного термометра, град;  $t_c$  – показания посеребренного термометра, град;  $k$  – константа прибора, указанная в его паспорте.

Чаще всего температуру измеряют одновременно с относительной влажностью воздуха с помощью психрометра.

*Тепловое излучение* от нагретых поверхностей, ограждающих конструкций (стен, потолка, пола) или устройств (экранов и т.п.), наружных поверхностей технологического оборудования или его ограждающих устройств измеряют приборами типа актинометров (рис. 4), электротермометров и т.п.

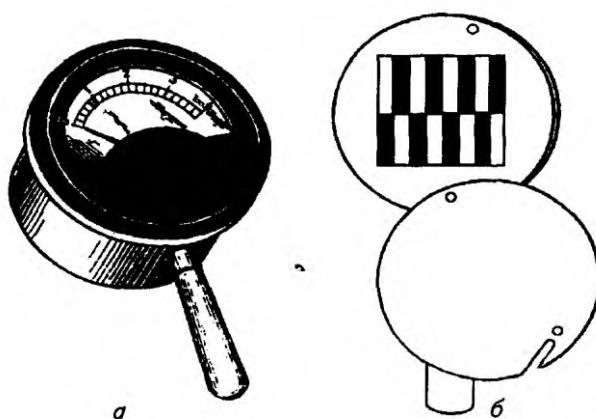


Рисунок 4 - Актинометр: а - вид спереди; б - вид сзади

На задней стенке актинометра расположены белые и зачерненные алюминиевые пластины, соединенные с термопарами. Принцип действия прибора основан на возбуждении электродвижущей силы термопарами вследствие того, что черные пластинки под воздействием лучистой энергии нагреваются до более высокой температуры, чем белые. Электродвижущая сила регистрируется гальванометром, шкала которого отградуирована в  $\text{кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$ .

Человек постоянно находится во взаимодействии с окружающей средой посредством теплообмена. Теплообменные функции организма, регулируемые терморегуляторными центрами, обеспечивают динамическое соотношение процессов теплообразования и теплоотдачи в зависимости от конкретных метеорологических условий. Нормальное тепловое состояние организма (оптимальные условия, соответствующие данному виду работы) обеспечивается соблюдением баланса тепла, при котором у человека не возникает ощущения холода или перегрева.

Различают три вида теплоотдачи организма человека:

- излучение (в виде инфракрасных лучей, испускаемых поверхностью тела в направлении предметов с меньшей температурой) – 45%;
- конвекция (нагревание омывающей поверхность тела воздуха) – 30%;

- испарение влаги с поверхности кожи, слизистых оболочек верхних дыхательных путей и легких – 25%.

Теплоотдача конвекцией, в основном, зависит от скорости движения воздуха. Также конвекция наблюдается в случае, если температура поверхности кожи или верхних слоев одежды выше температуры омывающего их воздуха. С ростом барометрического давления теплоотдача конвекцией повышается.

Теплоотдача излучением происходит тогда, когда температура окружающих предметов ниже температуры открытых участков кожи или верхних слоев одежды.

За счет испарения организм теряет в сутки примерно 0,6 л воды. С увеличением температуры окружающего воздуха и степени тяжести выполняемой работы повышается влаговыделение и возрастает теплоотдача организма.

Изменяя параметры микроклимата на рабочих местах, можно непосредственно влиять на процесс отвода тепла в окружающую среду телом человека, а следовательно, и на его самочувствие и работоспособность.

## 4.2 Порядок выполнения работы

**Описание приборов.** Работа проводится с использованием лабораторного оборудования: для измерения температуры воздуха, скорости движения воздуха, относительной влажности.

**Крыльчатый анемометр.** Крыльчатый анемометр применяют для измерения скорости движения воздуха от 0,3 до 5,0 м/с.

**Внимание!** Измерение анемометрами скоростей, превышающих предельные, не допускается!

Устройство и принцип работы анемометра заключается в следующем. Ветроприемником анемометра служит алюминиевая крыльчатка, насаженная на трубчатую ось с подшипниковыми втулками. Втулки вращаются на стальной оси, один конец которой впаян в обойму и закреплен в неподвижной опоре, а второй затянут гайкой на втулке, находящейся в отверстии распорного стержня. Натяжение оси осуществляется пружиной. Осевой люфт также регулируется пружиной.

На конце трубчатой оси закреплен червяк, передающий вращение ветроприемника зубчатому редуктору счетного механизма. Счетный механизм имеет три стрелки, его циферблат имеет соответственно три шкалы: единиц, сотен, тысяч. Шкалы находятся на циферблате. Включение и выключение производится арретиром.

С помощью арретира (расположенного сбоку рычага) можно разъединить ось и механизм вращения стрелок или соединить их. Перед проведением измерений записывают показания циферблатов и устанавливают прибор в место контроля так, чтобы ось вращения крыльчатого анемометра была параллельна направле-

нию движения воздуха. После набора оборотов крыльчатки с помощью арретира одновременно включают регистрирующий механизм и секундомер. Через 1...2мин регистрирующий механизм выключают и снова снимают с него показания. Разделив разность конечного и начального показаний счетчика на время экспозиции, выраженное в секундах, находят число делений, которые прошла стрелка прибора за единицу времени. Затем по тарировочному графику, прилагаемому к каждому анемометру, определяют скорость движения воздуха в метрах в секунду.

**Динамический аспирационный психрометр.** Психрометр состоит из двух одинаковых спиртовых термометров. Резервуар одного из них (влажного) обернут гигроскопичной тканью. Перед проведением измерений пипеткой смачивают ткань влажного термометра дистиллированной водой комнатной температуры, психрометру придают вертикальное положение и приводят во вращение вентилятор. По ткани к резервуару этого термометра поступает влага взамен испаряющейся. Другой термометр (сухой) показывает температуру воздуха. В головной части прибора размещен вентилятор. Вентилятор создает постоянный напор воздуха, а следовательно, и скорость движения его в трубках с резервуарами ртутных термометров постоянна. Трубки предохраняют термометры от механических повреждений и отражают излучения, которые могут исказить показания прибора. Показания влажного термометра зависят от содержания водяных паров в воздухе, так как при снижении их массы в единице объема возрастает испарение воды с увлажненной ткани, вследствие чего резервуар охлаждается в большей мере. Через 3...5мин регистрируют установившиеся показания термометров. Определив показания и разность температур, по психрометрической таблице находят относительную влажность воздуха. По показаниям сухого термометра определяют температуру воздуха.

**Определение относительной влажности и температуры воздуха в рабочей зоне.** Для определения относительной влажности и температуры воздуха в рабочей зоне необходимо провести замеры с соблюдением условий и по методике описанной выше. Полученные данные записать в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Данные измерений относительной влажности и температуры воздуха в рабочей зоне

Место измерения	температура		вычислено	
	Сухого термометра, °С	Смоченного термометра, °С	Температура воздуха рабочей зоны, °С	Относительная влажность воздуха, %



**Определение скорости движения воздуха в рабочей зоне.** Замерить показания прибора до замера (используя шкалу десятков, сотен, тысяч). Записать данные в таблицу 4.4.

Поместить прибор в рабочую зону и дать анемометру некоторое время вращаться вхолостую перед измерением (для стабилизации вращения крыльчатки), после чего включить одновременно счетчик числа оборотов анемометра и секундомер. Измерения проводить в течение 1-2 минут. После чего выключить прибор и секундомер.

Провести 3-4 измерения. Данные занести в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Данные измерений скорости движения воздуха в рабочей зоне

измерено			вычислено	
Данные до замера, об.	Время замера, с	Данные после замера, об.	Кол-во оборотов	Скорость движения воздуха, м/с

**Обработка результатов:**

1. По данным таблицы 4.3 рассчитать относительную влажность воздуха, используя номограмму определения влажности (приложение Б).
2. По данным таблицы 4.4 рассчитать скорость движения воздуха, используя номограмму (приложение В).
3. Построить диаграмму скорости движения воздуха по полученным результатам.
4. Сравнить полученные данные с нормативными параметрами.
5. Сделать выводы по работе.

**Содержание отчета:**

1. Цель работы;
2. Краткие сведения о производственном микроклимате, нормировании параметров микроклимата;
3. Описание приборов и принцип их работы;
4. Таблица с результатами замеров;
5. Графики;
6. Расчеты и выводы по работе со ссылкой на нормативные документы

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите факторы микроклимата и объясните их влияние на организм человека.
2. Как происходит терморегуляция организма человека?
3. Перечислите виды теплоотдачи организма человека в окружающую среду

4. Назовите категории работ по степени их тяжести. Для какой категории выполняемой работы нормами предусмотрено наименьшее значение температуры воздуха рабочей зоны? Поясните причину.

5. Какими параметрами определяется относительная влажность воздуха?

6. На каком принципе основано действие психрометра?

7. Характеристика и применение приборов для исследования параметров микроклимата на рабочем месте.

8. Какие нормативные документы устанавливают параметры микроклимата производственного помещения?

9. С помощью каких мероприятий можно улучшить теплоощущения работника в процессе трудовой деятельности?

## 5 Лабораторная работа №2. Исследование освещенности рабочих мест

**Цель работы.** Освоение методики исследования естественного и искусственного освещения в рабочей зоне производственных помещений и исследование условий зрительной работы.

### 5.1 Теоретическое введение

**Производственное освещение.** Производственное освещение - это такая система естественного и искусственного освещения, которая позволяет работающим нормально осуществлять определенный технологический процесс. Рационально устроенное освещение - один из показателей высокого уровня культуры труда, неотъемлемая часть эргономики и производственной эстетики. Положительное влияние правильно решенной системы освещения на производительность труда и его качество в настоящее время не вызывает сомнения. Так, солнечное освещение увеличивает производительность труда до 10%, а создание рационального искусственного освещения - до 13%, при этом в ряде производств брак снижается до 20-25%. Рациональное освещение обеспечивает психологический комфорт, способствует уменьшению зрительного и общего утомления, снижает опасность производственного травматизма.

При плохом освещении человек быстро устает, работа идет менее продуктивно, возрастает потенциальная опасность ошибочных действий и несчастных случаев. Плохое освещение ведет к развитию близорукости.

**Основные характеристики освещения.** Производственное освещение характеризуется количественными и качественными показателями.

К количественным показателям относятся основные светотехнические величины: световой поток, сила света, освещенность и яркость.

Качественные показатели определяют условия зрительной работы. К ним относятся: фон, контраст объекта различения с фоном, показатель ослепленности, показатель дискомфорта, видимость, коэффициент пульсации освещенности.

**Количественные показатели.** *Световой поток  $\Phi$*  (мощность лучистой энергии) – оценивается глазом по произведенному ею световому ощущению, измеряется в люменах (лм).

Пространственная плотность светового потока используется для характеристики распределения светового потока.

*Сила света  $I$*  – пространственная плотность светового потока, определяемая отношением светового потока  $\Phi$  к телесному углу  $\omega$  с вершиной в точке расположения светильника, в пределах которого равномерно распределен этот поток. Единица измерения – кандела (кд):

$$I = \frac{\Phi}{\omega},$$

где  $I$  – сила света, кд;  $\Phi$  – световой поток, лм;  $\omega$  – телесный угол, стер (стерадиан).

Телесный угол  $\omega$  – часть пространства, ограниченного конусом, имеющим вершину в центре сферы и опирающимся на её поверхность. Телесный угол определяется отношением площади ( $S$ ), которую конус вырезает на поверхности сферы к квадрату радиуса ( $r$ ) этой сферы, измеряется в стерадианах.

$$\omega = \frac{S}{r^2}$$

*Освещенность  $E$*  – поверхностная плотность светового потока. Определяется отношением светового потока, равномерно падающего на освещаемую поверхность, к площади этой поверхности и измеряется в люксах (лк).

$$E = \frac{\Phi}{S},$$

где  $E$  – освещенность, лк;  $\Phi$  – световой поток, лм;  $S$  – освещаемая поверхность, м<sup>2</sup>.

*Яркость  $Y$*  – часть пространственной плотности светового потока, исходящего от светящейся или освещаемой поверхности в сторону глаз. Она зависит от силы света, угла падения светового потока на плоскость, цвета предмета и др. Чрезмерная яркость называется блескостью. Единица измерения яркости – нит (Нт).

**Качественные показатели.** *Фон* – поверхность, прилегающая к объекту различения, на котором он рассматривается. Характеризует способность поверхности отражать падающий на неё световой поток. Характеризуется коэффициентом отражения  $\rho$ .

При коэффициенте отражения  $\rho > 0,4$  фон считается светлым, при  $\rho = 0,2-0,4$  – средним, при  $\rho < 0,2$  – темным.

*Контраст объекта различения с фоном ( $K$ )* – характеризуется отношением яркостей рассматриваемого объекта и фона:

$$K = \frac{Y_o - Y_\phi}{Y_\phi},$$

где  $K$  – контраст объекта различения с фоном;  $Y_o$  – яркость объекта различения, кд/м<sup>2</sup>;  $Y_\phi$  – яркость фона, кд/м<sup>2</sup>

При  $K > 0,5$  – контраст объекта различения считается большим (объект и фон резко различаются по яркости); при  $K = 0,2-0,5$  – средний уровень различения (объект и фон заметно различаются по яркости); при  $K < 0,2$  – малый уровень различения (объект и фон мало различаются по яркости).

*Видимость  $V$*  – характеристика способности глаза воспринимать объект в зависимости от его освещенности, размера, яркости, контраста объекта с фоном и длительности экспозиции. Определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном:

$$V = \frac{K}{K_{\text{пор}}},$$

где  $V$  – видимость;  $K$  – контраст объекта с фоном;  $K_{\text{пор}}$  – минимально различимый контраст.

*Коэффициент пульсации освещенности  $k_n$*  – служит критерием оценки колебаний освещенности при изменении во времени светового потока ламп:

$$k_n = \frac{50(E_{\text{max}} - E_{\text{min}})}{E_c},$$

где  $k_n$  – коэффициент пульсации освещенности;  $E_{\text{max}}$ ,  $E_{\text{min}}$ ,  $E_c$  – соответственно максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период её колебания, лк.

Наибольшие изменения освещенности наблюдаются при использовании газоразрядных ламп.

*Показатель ослепленности  $P$*  – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой, определяется выражением:

$$P = (S - 1) 1000,$$

где  $P$  – показатель ослепленности;  $S$  – коэффициент ослепленности, определяемый отношением видимости объекта наблюдений при экранировании блестящих источников света ( $V_1$ ) к видимости объекта наблюдения при наличии блестящих источников в поле наблюдения ( $V_2$ ).

*Показатель дискомфорта* – характеристика качества освещения, которая определяется степенью дополнительной напряженности зрительной работы, вызываемая резким различием яркостей одновременно видимых поверхностей в освещенном помещении.

**Системы и виды производственного освещения.** При освещении производственных помещений используется естественное - за счет солнечного излучения (прямого и диффузного рассеянного света небосвода), искусственное - за счет источников искусственного света, и совмещенное освещение.

*Естественное освещение* имеет широкий спектральный состав, включая ультрафиолетовый, высокую диффузность, однако, оно зависит от погодных условий, изменяется по времени, возможно тенеобразование и ослепление при ярком свете.

Естественное освещение подразделяют на боковое (одно- и двухстороннее), осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; верхнее - через световые фонари, проемы в кровле и перекрытиях; комбинированное - сочетание верхнего и бокового освещения.

Недостатком этого вида освещения является широкий предел и зависимость от времени дня года, метеорологических факторов и отражающих свойств земного покрова.

*Искусственное освещение* может быть общим (равномерным или локализованным) и комбинированным (общее и местное).

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное и специальное, которое может быть охранным, дежурным, эвакуационным, эритемным, бактерицидным и др.

Рабочее освещение предназначено для обеспечения нормальной работы и является обязательным для всех производственных помещений.

Аварийное освещение устраивается для продолжения работы в помещениях, где отключение рабочего освещения может привести к пожарам, взрывам, отравлениям и др. Минимальная освещенность рабочих поверхностей должна составлять 5% от нормируемой рабочей освещенности, но не менее 2 лк.

Эвакуационное освещение предназначено для эвакуации людей из производственных помещений при авариях или отключении рабочего освещения. Оно организуется в опасных для прохода людей местах: на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работают более 50 человек.

Минимальная освещенность на полу должна составлять в помещениях не менее 0,5 лк, на открытых территориях - не менее 0,2 лк.

Охранный свет устраивают вдоль границ территорий, охраняемых специальным персоналом. Наименьшая освещенность 0,5 лк.

Сигнальный свет применяется для фиксации границ опасных зон; оно указывает на наличие опасности, либо на безопасный путь эвакуации.

Бактерицидное облучение (освещение) создается для обеззараживания воздуха, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной способностью обладают ультрафиолетовые лучи длиной волны 254 -257 нм.

Эритемное облучение создается в помещениях, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения).

Максимальное эритемное воздействие оказывают электромагнитные лучи с длиной волны 297 нм. Они стимулируют обмен веществ, кровообращение, дыхание и другие функции человека.

**Нормирование естественного и искусственного освещения.** Нормы освещенности должны приниматься в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» в зависимости от характера выполняемой зрительной работы и принятой системы освещения.

Основное требование к производственному освещению - соответствие гигиеническим нормативам. Увеличение освещенности рабочей поверхности до определенного предела повышает остроту зрения, т.е. способность глаз раздельно воспринимать две точки, расположенные на некотором расстоянии одна от другой. От уровня освещенности зависит устойчивость ясного видения, которая особенно сильно возрастает при увеличении освещенности до 130-150 лк, повышается также и скорость различения предметов, особенно при увеличении освещенности до 400-500 лк. Одновременно возрастают общие возможности органов зрения и длительность выполнения работ, требующих большой точности и зрительного контроля, повышается производительность труда. Освещение должно обеспечивать необходимый спектральный состав света для правильной цветовой передачи. Правильную цветопередачу создает естественное освещение и искусственные источники света со спектральной характеристикой, близкой к естественному освещению.

Основным показателем нормирования освещенности является *коэффициент естественной освещенности (КЕО)*.

Этот коэффициент равен отношению освещенности внутри помещения  $E_{вн}$  к одновременному значению наружной освещенности  $E_{нар}$ , выраженное в процентах, т.е.:

$$КЕО = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} 100\% ,$$

где  $E_{вн}$  – освещенность, создаваемая в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения, лк;  $E_{нар}$  – значение наружной освещенности, лк.

Коэффициент естественной освещенности не зависит от времени дня и других причин изменчивости естественного освещения. Гигиенические нормы, приведенные в СНиП (приложение), устанавливают требуемое значение КЕО в зависимости от точности работ и вида освещения.

Значение КЕО определяют для условной рабочей поверхности в двух точках характерного разреза помещения. Расчетные точки (не менее 5) следует выбирать

на равных расстояниях одна от другой, располагая первую и последнюю на расстоянии 1 м от стен.

В соответствии со СНиП 23-05-95 установлено 8 разрядов зрительной работы.

Нормирование КЕО зависит от разряда зрительной работы, определяемого точностью последней и наименьшим объектом различения.

При нормировании КЕО необходимо учитывать поясность светового климата местности. Световой климат местности – это комплекс показателей ресурсов природной световой энергии.

$$КЕО = e_n = e \cdot m \cdot c,$$

где  $e_n$  - нормированное значение КЕО (%) с учетом характера зрительной работы и светового климата в районе расположения здания;

$e$  – значение КЕО по таблице СНиП 23-05-95;

$m$  – коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от района расположения здания;

$c$  – коэффициент солнечного климата. Зависит от ориентации здания относительно сторон света, наличия солнцезащитных устройств.

Световой климат разделен на пять поясов: I – самый северный, V – самый южный. Зона Южного Урала относится к III поясу светового климата.

Солнечность климата  $C$  – характеристика, учитывающая дополнительный световой поток, проникающий через светопроемы в помещение в течение года (прямой солнечный свет).  $C = 0,65-1,0$ .

Значения коэффициентов светового и солнечного климата представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Значение светового и солнечного климата

пояс	I	II	III	IV	V
$m$	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
$c$	0,9-1,0	0,85-0,95	0,80-0,90	0,70-0,90	0,60-0,85

**Устройство прибора для измерения освещенности, создаваемой естественным светом и различными источниками искусственного освещения.** Все производственные помещения проектируют и строят с учетом обеспечения требуемых норм освещенности. Однако в период эксплуатации вследствие различных причин (запыления окон и арматуры светильников, перепланировки размещения оборудования, «старения» источников света и выхода их из строя и др.) освещенность рабочих мест может отклоняться от норм. Поэтому необходимо периодически проверять действительный уровень освещенности (в производственных помещениях со значительным выделением пыли — до четырех раз в год).



Освещенность контролируют с помощью приборов — люксометров, среди которых наиболее широко распространен Аргус (рисунок 5).

Люксометр состоит из измерительной части и фотоэлемента с набором поглотительных насадок (светофильтров). На передней панели измерителя имеются две кнопки переключения диапазонов и табличка со схемой, позволяющей определить значение действительной освещенности в зависимости от используемых в работе кнопок и светофильтров.

Сбоку к стенке корпуса измерителя подключают селеновый фотоэлемент в пластмассовом корпусе. Для этого используют шнур с розеткой, обеспечивающей правильную полярность соединения.



Рисунок 5 - Люксометр Аргус

Принцип работы люксометра для измерения освещенности, создаваемой естественным светом и различными источниками искусственного освещения, основан на преобразовании светового потока, создаваемого естественным и искусственным светом, в непрерывный электрический сигнал. Сигнал пропорционален световой освещенности, затем он преобразуется аналого-цифровым преобразователем в цифровой код, индицируемый на цифровом табло индикаторного блока.

## 5.2 Порядок выполнения работы

**Описание прибора.** Работа проводится с использованием лабораторного оборудования для измерения освещенности, создаваемой естественным светом и различными источниками искусственного освещения. При этом источники освещения расположены произвольно относительно измерительной головки люксометра.

При проведении измерений освещенности применяется люксометр «Аргус».

На передней панели индикаторного блока прибора размещен переключатель пределов измерений и гнезда для аналогового сигнала с выхода головки. В задней части прибора размещены элементы питания.

Показания индицируются в единицах люкс или килолюкс (1000 люкс).

Установить измерительную головку люксметра в место, где необходимо проверить освещенность. Индикаторный блок можно установить в месте, удобном для снятия показаний с индикаторного табло. Переключатель пределов перед работой должен быть установлен в положение «off».

**Определение освещенности в рабочей зоне.** Для определения освещенности в помещении необходимо выполнить следующее:

1. Включить прибор. Для этого переключатель на лицевой панели индикаторного блока установить в положение «Lx» или «kLx». При этом должны появиться показания на цифровом табло индикаторного блока. Если в левой части табло загорается индикатор разряда батареи «bat», необходимо сменить элемент питания.

2. Выбрать в исследуемом помещении 5-6 точек для измерения освещенности, учитывая вид освещения.

При боковом освещении они должны располагаться на линии пересечения вертикальной плоскости характерного разреза помещения (ось оконного проема и т.п.) и горизонтальной плоскости, находящейся на уровне условной рабочей поверхности (в учебной аудитории – на уровне столов). На линии разреза точки намечаются на расстоянии 1,2,3,4 м и т.д. от оконного проема.

3. Измерить с помощью люксметра освещенность на рабочем месте в намеченных точках  $E_{\text{внутр}}$ .

При проведении замеров пластину фотоэлемента прибора держать параллельно полу. При определении естественной освещенности искусственное освещение должно быть отключено.

4. Измерить наружную освещенность  $E_{\text{нар}}$ .

Так как наружная освещенность определяется на горизонтальной плоскости, освещенной всей небесной полусферой, то измерять её следует на открытой со всех сторон площадке, где небосклон не закрыт близко стоящими зданиями или деревьями.

В случае невозможности определить точно наружную освещенность, фотоэлемент поместить снаружи окна в горизонтальном положении. Показания люксметра удвоить, так как пластину фотоэлемента освещает только половина небосвода.

5. Повторить замеры освещенности при включенном искусственном освещении в намеченных ранее точках.

6. Данные измерения занести в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 - Измерение и оценка освещенности в помещении

Источник света	E <sub>внутр.</sub>					E <sub>нар.</sub>					Размер различаемого объекта	Разряд зрительной работы	Характер работы
Общее искусственное освещение													
Естественное освещение													
За окном в тени													
КЕО, %													

**Обработка результатов:**

1. Рассчитать коэффициент естественной освещенности с помощью выражения:

$$КЕО = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} 100\%$$

2. Рассчитать нормированное значение КЕО (e<sub>н</sub>), используя данные приложения. Сравнить нормированное значение КЕО с расчетным.

3. В зависимости от величины КЕО с учетом освещения определить по СНиП 23-05-95 (приложение Г) характеристику и разряд зрительной работы. Результаты занести в таблицу 5.2.

4. Дать характеристику освещения рабочих мест: вид освещения, тип источника освещения, характеристика фона, контраст различения объекта с фоном, соответствие искусственного освещения нормам.

5. Сделать выводы по проделанной работе о соответствии естественной и искусственной освещенности нормируемым параметрам.

**Содержание отчета:**

1. Цель работы;
2. Краткие сведения об освещении и принципах нормирования естественного и искусственного освещения;
3. Описание прибора и принцип его работы;
4. Таблица с результатами замеров;
5. Расчеты и выводы по работе со ссылкой на нормативные документы (приложение Г).

**Контрольные вопросы:**

1. Какое значение освещение имеет для трудовой деятельности человека?
2. Перечислите основные санитарно-гигиенические требования к производственному освещению.

3. Назовите системы и виды производственного освещения.
4. Как проводится нормирование искусственной освещенности?
5. Перечислите и дайте характеристику количественным показателям освещенности.
6. Перечислите и дайте характеристику качественным показателям освещенности.
7. Назначение и устройство люксметра.
8. Каков порядок измерения с помощью люксметра?
9. Назовите виды ламп, применяемых для искусственного освещения и методы освещения.
10. Назовите достоинства и недостатки ламп накаливания и газоразрядных ламп.
11. Что такое КЕО и от чего он зависит?
12. Какой нормативный документ нормирует производственную освещенность?

## 6 Лабораторная работа № 3. Исследование производственного шума

**Цель работы.** Освоение методики и анализа параметров производственного шума в соответствии с ГОСТ ССБТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».

### 6.1 Теоретическое введение

**Физико-гигиеническая характеристика шума.** Шум - беспорядочное сочетание различных по силе и частоте звуков в слышимом диапазоне частот (16÷20 000 Гц); способен оказывать неблагоприятное воздействие на организм. Источником шума является любой процесс, вызывающий местное изменение давления или механические колебания в твердых, жидких и газообразных средах. Действие его на организм человека связано главным образом с применением нового, высокопроизводительного оборудования, с механизацией и автоматизацией трудовых процессов: переходом на большие скорости при эксплуатации различных станков и агрегатов. Источники шума на производстве: двигатели, насосы, компрессоры, турбины, пневматические и электрические инструменты, молоты, дробилки, станки, центрифуги и др.

Технический прогресс сопровождается интенсификацией технологических процессов и возрастанием мощности агрегатов, что приводит к увеличению производственного шума.

Шум оказывает вредное физиологическое и психологическое воздействие на организм человека, вызывая быстрое утомление и снижение производительности труда. Длительное воздействие шума высокой интенсивности может привести к профессиональным заболеваниям: тугоухости, глухоте и др.

Шум - один из наиболее распространенных неблагоприятных физических факторов окружающей среды, приобретающих важное социально-гигиеническое значение, в связи с урбанизацией, а также механизацией и автоматизацией технологических процессов, дальнейшим развитием реактивной авиации, дизелестроения, транспорта. Бытовой шум, связанный с жизнедеятельностью людей, составляет 45-60 дБ.

Воздушные звуковые волны состоят из чередующихся друг с другом уплотнений и разрежений воздуха. Эти уплотнения и разрежения распространяются со скоростью  $C$ , называемой скоростью звука. Скорость звука в воздухе при температуре 20 °С составляет около 340 м/с.

Применительно к оценке шума в какой-либо точке звукового поля (например, на рабочем месте, в цехе, лаборатории) интерес представляет не общая акустическая мощность источника шума, а лишь та его часть, которая достигает этой точки. Часть общей мощности и источника шума, приходящейся на единицу площа-

ди, проходящей через заданную точку звукового поля и расположенной перпендикулярно распространению звуковой волны, называется *интенсивностью звука I*. Интенсивность звука измеряется в Вт/м<sup>2</sup>. Измерение интенсивности звука связано с большими техническими трудностями, и нет приборов, которые позволяют измерять этот параметр. Сравнительно просто можно измерять (шумомером) *звуковое давление P*, которое связано с интенсивностью звука (I) следующей зависимостью:

$$I = \frac{P^2}{\rho C},$$

где  $\rho$  - плотность среды; C- скорость звука в среде.

Звуковым давлением называется разность между мгновенным значением полного давления в какой-либо точке звукового поля и средним давлением, которое наблюдается в невозмущенной среде. Единица измерения - паскаль (Па). Поскольку в пределах полного колебательного цикла звуковое давление в точке звукового поля изменяется от нуля и далее до положительного максимума и т.д., то под этим термином (звуковое давление) принято понимать среднеквадратичное давление в течение полного цикла.

Величина звукового давления и интенсивности звука, с которыми приходится иметь дело на практике, могут изменяться в широких пределах: по давлению — до 10<sup>7</sup> раз, по интенсивности - до 10<sup>14</sup> раз. Человеческое ухо реагирует на абсолютное, а не на относительное изменение интенсивности звука. В этих условиях очень удобным оказалось использование логарифмической шкалы, так как это позволяет существенно уменьшить диапазон численных значений измеряемых величин и упростить математический аппарат, описывающий звуковое поле. Величины измеряют в децибелах (дБ) — относительных логарифмических единицах.

С учетом этих обстоятельств основными характеристиками шума являются уровень звукового давления и уровень интенсивности звука, определяемые по формулам:

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0}$$

$$L_p = L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0},$$

где  $P$  - среднеквадратичная величина;  $P_0$  - пороговое значение звукового давления, для воздуха  $P = 2 \cdot 10^5$  Па (минимальное давление, воспринимаемое ухом человека);  $I$  - интенсивность звука, Вт/м<sup>2</sup>;  $I_0$  - интенсивность звука, соответствующего порогу слышимости,  $L = 10^{-12}$  Вт/ м<sup>2</sup> при частоте 100 Гц.

При исследовании шумов весь слышимый диапазон звуковых колебаний по частоте можно разбить на отдельные полосы, каждая из которых характеризуется

граничными частотами – нижней ( $f_n$ ), верхней ( $f_b$ ) и средней ( $f_{cp}$ ). За среднюю частоту полосы принято принимать *среднегеометрическую частоту*, которую определяют по формуле:

$$f_{cp} = \sqrt{f_n f_b}$$

В качестве одночисловой характеристики шума применяется оценка уровня звука в дБА, получаемая посредством измерения шума с помощью шумомера по шкале «А».

**Нормирование производственного шума.** Вредное воздействие производственного шума на человеческий организм ограничено санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» и ГОСТ ССБТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».

При нормировании используются два метода:

- по предельному спектру шума;

- нормирование уровня звука в дБА (в децибелах по шкале «А» шумомера).

Первый метод используется для измерения постоянных шумов. При этом нормируются уровни звуковых давлений в 9-октавных полосах от 31,5 до 8000 Гц (приложение Д).

Второй метод используется для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного шума. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах согласно СН 2.2.4/2.1.8562-96 устанавливаются в зависимости от различных категорий тяжести и напряженности трудовой деятельности.

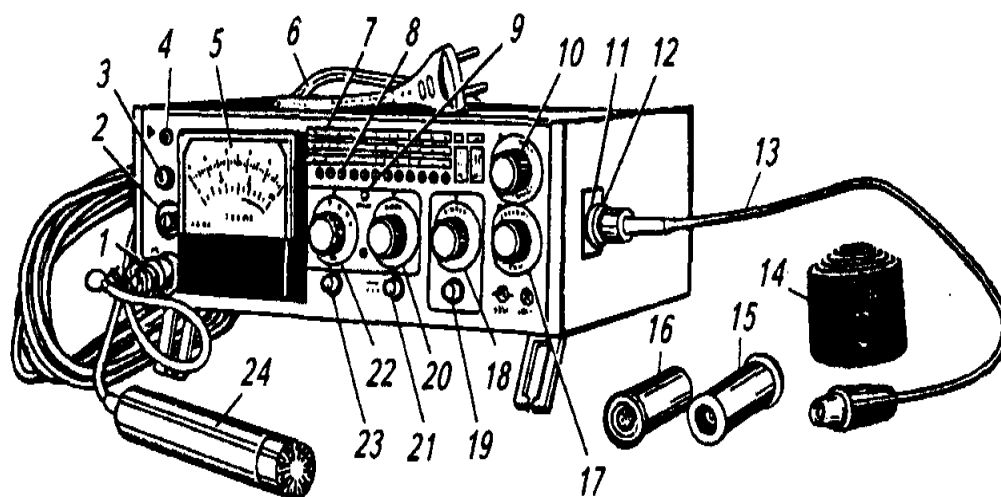
Допустимые уровни шума для рабочих мест приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Допустимые уровни шума на рабочих местах в зависимости от категории тяжести и напряженности трудового процесса, дБ

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физ. нагрузка	Средняя физ. нагрузка	Тяжелый труд 1-ой степени	Тяжелый труд 2-ой степени	Тяжелый труд 3-ей степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1-ой степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2-ой степени	50	50	-	-	-

**Устройство и принцип работы прибора для измерения шума.** Принцип действия приборов для измерения шума основан на преобразовании колебаний звукового давления в электрическое напряжение, которое после усиления регистрируется стрелочным устройством. Шкала последнего отградуирована в децибелах.

Конструкции современных шумомеров (рисунок 5) позволяют измерять шум по трем шкалам — А, В и С, которые введены для условного соответствия прибора особенностям слуха среднего человека.



1-штепсельный разъем для подключения микрофона и предусилителя; 2- гнездо «50 мВ» для подачи калибровочного сигнала на вход прибора; 3- кнопка «Калибр» для включения калибровочного генератора; 4 - винт регулировочного потенциометра для калибровки; 5-стрелочный указательный прибор; 6-шнур сетевого питания; 7-шкалы частотных диапазонов; 8-светодиоды, указывающие диапазон по шкалам 7; 9-светодиод, указывающий на перегрузку прибора входным сигналом; 10-переключатель «Род работы»; 11- штепсельный разъем для подключения осциллографа; 12-гнездо для заземления или зануления прибора; 13-проводник для присоединения осциллографа; 14- экран из поролона, надеваемый на микрофон при ветре; 15-переходник, используемый при измерении виброскорости; 16- эквивалент микрофонного капсуля для калибровки; 17-переключатель «Фильтры» для выбора одной из частотных характеристик А, В, С и «Лин.»; 18-рукоятка переключения октавных фильтров; 19-переключатель «Фильтры октавные»; 20,22-рукоятки (I и II) переключателя «Делитель дБ»; 21 -кнопка для включения фильтра нижних частот с частотой среза 1 кГц; 23 -кнопка включения интегратора при измерении виброскорости; 24 -предусилитель с микрофонным капсулем М-101.

Рисунок 5 - Устройство для измерения шума ВШВ -003



При положении переключателя на отметках «А» или «В» фиксируют условную величину — уровень звука. По этому показателю проверяют соответствие шума норме. Если уровень звука, измеренный в положении «А» прибора, выше нормы, то далее определяют, в каких именно октавных полосах частот уровень звукового давления больше допустимого. Для этого переключателем поочередно устанавливают одно из средних геометрических значений октавных полос — от 16 до 8000 Гц, анализируя колебания в пределах  $10 \div 12\ 500$  Гц.

Прибором ВШВ – 003 можно измерять уровни звукового давления в пределах  $25 \div 140$  дБ, а также соответствующие уровни звука.

При измерении шума в помещениях, где работают стоя, микрофон располагают на высоте 1,5 м от пола; если же рабочие операции выполняются сидя, то микрофон устанавливают на высоте уха работающего и направляют в сторону источника шума. При наличии непостоянных рабочих мест измерения делают не менее чем в трех точках рабочей зоны, в которой люди проводят основную часть времени, стараясь охватить по возможности большее пространство.

## **6.2 Порядок проведения работы**

**Описание прибора.** Работа проводится с использованием лабораторного оборудования ВШВ – 003 – М2.

Принцип действия прибора основан на преобразовании звуковых и механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональные им электрические сигналы, которые затем усиливаются, преобразуются и измеряются измерительным трактом (прибором измерительным).

В качестве преобразователя звуковых колебаний в электрические сигналы используется капсуль М101.

В качестве преобразователя механических колебаний в электрические сигналы используются преобразователи ДН-3-М1 и ДН-4-М1.

При воздействии звукового давления на капсуль мембрана прогибается, электрическая емкость капсуля изменяется. При наличии поляризующего напряжения, подаваемого на неподвижный электрод, изменение емкости капсуля приводит к появлению переменного напряжения на обкладках конденсатора, которым является капсуль.

Таким образом, механические колебания мембраны преобразуются в переменное напряжение, пропорциональное воздействию на капсуль звуковому давлению.

### **Подготовка прибора к работе:**

1. Проверить механическую исправность органов управления и разъемов. Если прибор длительное время находился в условиях отрицательных температур (ниже минус  $10^0\text{C}$ ), его необходимо выдержать в течение 24 ч при комнатной температуре.

2. Установить измеритель в рабочее положение (горизонтальное или вертикальное) и механическим корректором нуля установить стрелку измерителя на отметку 0 шкалы 0-1.

3. Установить переключатели измерителя в положения:

-РОД РАБОТЫ - - II - -;

-ДЛТ 1, дВ – 80;

-ДЛТ 2, дВ – 50.

4. Зафиксировать показание измерителя, оно должно быть в пределах указанного на шкале измерителя. Если это требование не выполняется – необходимо заменить батареи (при работе прибора на батареях).

5. Заземлить прибор.

**Порядок работы при измерении уровней звукового давления в диапазоне от 2 до 18 000 Гц. Калибровка измерителя:**

1. Эквивалент капсуля соединить с предусилителем ВШВ-101. Предусилитель ВШВ-101 соединить с гнездом →О измерителя

2. Гнездо «50mV» измерителя соединить кабелем 5Ф6.644.368 с эквивалентом капсуля.

3. Переключатель измерителя РОД РАБОТЫ установить в положение « > », при этом будет светиться индикатор 90 дВ.

Резистором « > » установить стрелку измерителя на отметку шкалы  $\infty \div 10$  дВ в соответствии с таблицей 6.2. (Номинальный уровень чувствительности капсуля по холостому ходу на частоте 300 Гц относительно 1 ВДб<sup>-1</sup> – 25 дВ).

Таблица 6.2 – Уровни чувствительности капсуля

Значение уровня чувствительности капсуля, дВ	Отметка по шкале измерителя, дВ
Свыше минус 24 до минус 24,25	2
Свыше минус 24,25 до минус 24,75	2,5
Свыше минус 24,75 до минус 25,25	3
Свыше минус 25,25 до минус 25,75	3,5
Свыше минус 25,75 до минус 26,25	4
Свыше минус 26,25 до минус 26,75	4,5
Свыше минус 26,75 до минус 27,25	5
Свыше минус 27,25 до минус 27,75	5,5
Свыше минус 27,75 до минус 28	6

**Измерение уровня звукового давления в диапазоне частот от 2 до 18 000 Гц:**

1. Отсоединить от предусилителя ВМП 101 эквивалент капсуля и присоединить капсюль.

2. Установить переключатель измерителя в положения:

- РОД РАБОТЫ – F;
- ДЛТ 1, dB – 80;
- ДЛТ 2, dB – 50;
- ФЛТ, Hz – ЛИН.

*Все кнопки отжаты. При этом светится индикатор 130 dB.*

### 3. Измерить уровень звукового давления.

При этом предусилитель ВМП -101 в основном следует держать вытянутой рукой в направлении источника звука на расстоянии не менее 1 м. Такое же расстояние должно быть и от стен. Расстояние от пола необходимо выдерживать не ближе 1,5 м. Для точного измерения рекомендуется предусилитель закрепить стационарно с помощью штатива в точке измерения.

Если при измерении стрелка измерителя находится в начале шкалы, то следует внести её в сектор 6-10 шкалы децибел сначала переключателем ДЛТ-1.

Если периодически загорается индикатор ПРГ, то следует перевести переключатель ДЛТ-1 на более высокий уровень (влево), пока не погаснет индикатор ПРГ, затем ДЛТ-2, dB.

При определении результата измерения следует сложить показание, соответствующее светящемуся индикатору с показанием по шкале децибел показывающего прибора.

### 4. Измерения уровней звука на октавных полосах частот проводятся при положении переключателя ФЛТ, Hz, ОКТ.

Необходимый октавный фильтр включается переключателем ФЛТ ОКТ и кнопкой kHz (отжата) Hz (нажата). Измерение проводить по методике, приведенной выше.

### 5. При измерении уровней звука (звукового давления) в условиях ветра, скорость которого равна или больше $1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ , следует использовать экран П11. Экран одеть на капсюль и измерить звуковое давление по вышеизложенной методике.

### 6. Делается 5-6 замеров по каждой частоте. Из каждой группы результатов выбирается наибольший.

### 7. Результаты измерений занести в таблицу 6.3.

Таблица 6.3 - Результаты измерения уровней звукового давления

Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами в Гц								Уровни шума, дБА
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

### Обработка результатов:

1. Результат измерения подсчитывают по формуле:

$$R = D1 + D2 + П,$$

где Д1 и Д2 – показания ДЛТ и ДЛТ2;  
П – показания стрелочного прибора.

2. Построить график зависимости  $L(f)$ .
3. Сравнить полученные данные с нормативными параметрами (приложение Д).
4. Сделать выводы по работе.

#### **Содержание отчета:**

1. Цель работы;
2. Краткие сведения о производственном шуме, влиянии на здоровье человека, принципах нормирования производственного шума;
3. Описание прибора и принцип его работы;
4. Таблица с результатами замеров;
5. графики;
6. расчеты и выводы по работе со ссылкой на нормативные документы (приложение Д)

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое шум?
2. В каких единицах измеряется шум и их физическая сущность?
3. Как действует шум на организм человека?
4. Как классифицируются шумы?
5. Назовите частотный диапазон звука. Что он показывает?
6. Как делится звук на октавы?
7. Расскажите о приборе для измерения уровня шума и об его принципе действия.
8. Какие методы применяются для снижения шума на рабочем месте?
9. Что такое «ультразвук», источники его возникновения и меры защиты?
10. Что такое «инфразвук», источники его возникновения и меры защиты?

## 7 Лабораторная работа №4. Исследование производственной вибрации

**Цель работы.** Освоение методики измерения параметров производственной вибрации, оценки вредности вибрации и расчета защитных устройств в соответствии с ГОСТ ССБТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общие требования».

### 7.1 Теоретическое введение

**Физические и гигиенические характеристики вибрации.** Вибрация – это механические колебания в упругих телах или телах, находящихся под воздействием переменных физических полей с относительно небольшой амплитудой.

Причиной вибрации являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия (дисбаланс). В одних случаях их источник – это возвратно-поступательное движение детали (например, боёк в ручных перфораторах, вибротрамбовки и др.), в других – неуравновешенные вращающиеся массы; иногда вибрация создается в результате соударения деталей (подшипниковые узлы, соединительные муфты). Наличие дисбаланса во всех случаях приводит к появлению неуравновешенных центробежных сил, вызывающих вибрацию.

По способу передачи на человека различают общую и локальную вибрацию.

При действии вибрации на человека оцениваются виброскорость (виброускорение), диапазон частот и время воздействия вибрации.

Частотный диапазон воспринимаемых вибраций от 1 до 1000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц воспринимаются организмом только как вибрации, а с частотой выше 20 Гц - одновременно как вибрация и шум.

Общая вибрация вызывает изменения в сердечно-сосудистой и центральной нервной системах, появление болей в отдельных органах. Локальные вибрации влияют на центральную нервную систему, повышая кровяное давление, вызывают сужение капилляров в кончиках пальцев, приводят к потере их чувствительности. Под воздействием вибрации ухудшается зрительное восприятие, особенно при частотах (25÷40) и (60÷90) Гц. Вертикальная вибрация особенно неблагоприятна для работающих в сидячем положении, горизонтальная - для работающих стоя. Действие вибрации на человека становится опасным, когда частота колебаний рабочего места приближается к частоте собственных колебаний органов тела человека: (4÷6) Гц - колебания головы относительно тела в положении стоя, (20÷30) Гц - в положении сидя; 4÷9 Гц - брюшной полости; 6÷9 Гц - большинства внутренних органов; 0,7 Гц - «качка» вызывает морскую болезнь.

В настоящее время классификацию, гигиенические нормы вибрации, требования к вибрационным характеристикам производственного оборудования и транспортных средств определяют ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» и СН 2.2.4/2.1.8.566-96.

Основными характеристиками оценки вредности производственной вибрации являются амплитуда колебаний, частота, скорость и ускорение.

*Частота колебаний* — это количество полных колебаний за единицу времени. Она измеряется в герцах (Гц), один герц равен одному колебанию в секунду. Частота колебаний - величина, обратно пропорциональная периоду колебаний.

Период колебаний - это отрезок времени, в течение которого происходит полный колебательный цикл.

*Амплитуда колебаний*  $A$  - это наибольшее смещение колеблющейся точки от нейтрального положения. Измеряется амплитуда колебаний в миллиметрах.

*Скорость вибрации*  $V$  - это первая производная смещения во времени, м/с:

$$V = 2\pi \cdot f \cdot A, (1)$$

где  $f$  - частота вибрации, Гц;  $A$  — амплитуда вибрации, мм.

*Ускорение вибрации*  $a$ — это вторая производная смещения во времени, измеряется по формуле, м/с<sup>2</sup>

$$a = 4 \pi^2 \cdot f^2 \cdot A. (2)$$

Гигиенической характеристикой вибрации является логарифмический уровень вибрационной скорости и вибрационного ускорения, дБ

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{V_0}, (3)$$

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0}, (4)$$

где  $V_0$  и  $a_0$  - действующие эффективные значения скорости и ускорения:  $V_0 = 5 \cdot 10^{-5}$  мм/с,  $a_0 = 0,3$  мм/с<sup>2</sup>.

Разработка мероприятий по защите рабочих мест от вредных вибраций должна начинаться на стадии проектирования технологических процессов и машин, разработки плана производственных помещений, плана организаций работ. Методы уменьшения вредных вибраций от работающего промышленного оборудования можно разделить на две основные группы.

1) Методы, основанные на уменьшении интенсивности возмущающихся сил в источнике их возникновения.

2) Методы ослабления вибрации на пути их распространения через опорные связи от источника к другим машинам и строительным конструкциям, т.е. между виброактивной машиной и фундаментом устанавливаются виброизолирующие и вибропоглощающие устройства.

Основным показателем, определяющим качество виброизоляции, является коэффициент передачи (КП). Он показывает, какая доля динамической силы  $F_0$  (действующей на основание) или амплитуда  $A_0$  от общей возмущающей силы  $F$  или амплитуды  $A$ , создаваемой машиной, передается через виброизоляторы фундаменту. Чем меньше КП, тем лучше. Хорошая виброизоляция достигается при  $КП = 1/8 \div 1/15$ .

$$КП = \frac{F}{F_0} = \frac{A}{A_0} = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^{-1}} \quad (5),$$

где  $f$  – частота вынужденных колебаний, Гц;  $f_0$  – собственная частота системы на виброизоляторах, Гц

**Нормирование производственной вибрации.** Вибрация нормируется для каждого установленного направления в каждой октавной полосе частот. Для общей и локальной вибрации нормируемыми параметрами являются среднеквадратичные значения вибрационной скорости в октавных полосах частот. Гигиенические нормы вибрации установлены исходя из того, что рабочие подвержены воздействию вибрации в течение смены продолжительностью 8 часов.

При воздействии вибрации, превышающей установленные нормативы, продолжительность вибрации на человека в течение рабочей смены рекомендуется уменьшить в соответствии с данными, приведенными в таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Допустимая длительность вибрационного воздействия при превышении допустимых норм

Превышение нормативов вибрации для рабочих мест, не более		Допустимая длительность вибрационного воздействия при работе на стационарных и транспортных машинах, не более, мин.
дБ	раз	
0	1,0	480
3	1,4	120
6	2,0	60
9	2,8	30
12	4,0	15

Допустимые значения амплитуды, скорости и уровня вибрационной скорости на постоянных рабочих местах даны в таблице 7.2.

Таблица 7.2 - Допустимые величины параметров вибрации на постоянных рабочих местах при непрерывном воздействии в течение рабочего дня (СН 2.2.4/2.1.8.566-96)

Частота, ГЦ	Амплитуда, мм	Скорость, мм/с	Ускорение, мм/с <sup>2</sup>	Среднеквадратичное значение вибрационной скорости в дБ относительно $V_0 = 5 \cdot 10^{-5}$ мм/с
1,4 ÷ 2,8	3,11 ÷ 0,6100	11,2	240 ÷ 192	107
2,8 ÷ 5,6	0,61 ÷ 0,1300	5,0	192 ÷ 162	100
5,6 ÷ 11,2	0,1300 ÷ 0,0410	2,0	162 ÷ 200	92
11,2 ÷ 22,4	0,04 ÷ 0,0200	2,0	200 ÷ 400	92
22,4 ÷ 45	0,002 ÷ 0,0102	2,0	400 ÷ 709	92
45 ÷ 90	0,01 ÷ 0,0050	2,0	7,9 ÷ 1620	92

Нормируются также и вибрационные характеристики машин, вибрация которых на встроенном рабочем месте или местах охвата руками превышает (по абсолютному значению) 20% от соответствующей гигиенической нормы или динамические нагрузки которых, передаваемые основанию, превышают 50 Н.

Вибрационные характеристики машин - это объективные технические показатели вибраций, генерируемые машинами при регламентируемых режимах их работы или условиях испытаний.

Вибрационные характеристики предназначаются для оценки вибрационных свойств машин, контроля их качества, сравнения их между собой, определения необходимости их применения, выбора и расчета средств вибрационной защиты на путях распространения вибрации от машины к человеку, расчета строительных конструкций и оснований для установки машин при проектировании промышленных предприятий.

Основными видами вибрационных характеристик являются среднеквадратичные значения вибрационной скорости в октавных полосах частот в диапазоне, соответствующем частотному диапазону гигиенической нормы, а также данные о динамических нагрузках машин.

**Устройство и принцип работы приборов для измерения параметров вибрации.** Для регистрации параметров вибрации применяются приборы, основанные на механических и электрических методах измерений.

Механические приборы производят измерения амплитуды вибро смещения путем регистрации перемещений виброщупа, которым касаются вибрирующей поверхности. Из-за инерционности и наличия зазоров такими приборами нельзя получить достаточно точные данные.



Виброизмерительная аппаратура, основанная на электрических методах, обеспечивает высокоточные измерения вибрации различной частоты при широком диапазоне изменения смещения, скорости и ускорения колебаний.

Измерения параметров вибрации должны проводиться в соответствии со стандартами. Требования к измерительным приборам, датчикам, методам обработки результатов измерений определены ГОСТ 16519-78 «Машины ручные. Методы измерения вибрационных параметров».

Для измерения параметров вибрации применяют виброметр ВИП-2 или измеритель ВШВ-003.

Виброметр ВИП-2 предназначен для измерения амплитуды виброперемещений от 2 до 100 мм/с в диапазоне от 12,5 до 200 Гц.

Измеритель ВШВ-003 (рисунок 5) предназначен для измерения и частотного анализа параметров шума и вибрации. Он построен по принципу преобразования звуковых и механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональные им электрические сигналы, которые затем усиливаются и измеряются с помощью прибора измерительного.

В качестве преобразователей механических колебаний в электрические сигналы используются вибропреобразователи пьезоэлектрические ДН-3 и ДК-4. Электрические сигналы, снимаемые с вибропреобразователей, пропорциональны виброускорению колеблющегося объекта. При измерении виброскорости электрические сигналы, пропорциональные виброускорению, преобразуются интегрирующим устройством, расположенным в измерительном приборе.

Электрические сигналы, пропорциональные виброскорости и виброускорению, усиливаются измерительным трактом до величины, необходимой для нормальной работы среднеквадратического детектора, и затем поступают на показывающий прибор.

Конструктивно прибор ВШВ-003 выполнен в прямоугольном корпусе (рисунок б) имеет три шкалы: шкала dB — для определения звукового давления в дБ; шкала  $mS^{-2}$  - для определения виброускорения в  $m/c^2$  и шкала  $mS^{-1}$  — для определения виброскорости в мм/с.

При использовании вибропреобразователя ДН-4 результаты отсчета параметров виброускорения или виброскорости умножают на 10. В целях калибровки измерителя ВШВ-003 в приборе имеется калибровочный генератор, который вырабатывает сигнал, равный 50 мВ частотой 1000 Гц.

## 7.2 Порядок проведения работы

**Описание прибора.** Работа проводится с использованием лабораторного оборудования ВШВ – 003 – М2.

Принцип действия прибора основан на преобразовании звуковых и механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональные им электрические сигналы, которые затем усиливаются, преобразуются и измеряются измерительным трактом (прибором измерительным).

В качестве преобразователя звуковых колебаний в электрические сигналы используется капсуль М-101.

В качестве преобразователя механических колебаний в электрические сигналы используются преобразователи ДН-3-М1 и ДН-4-М1.

При воздействии звукового давления на капсуль мембрана прогибается, электрическая емкость капсуля изменяется. При наличии поляризующего напряжения, подаваемого на неподвижный электрод, изменение емкости капсуля приводит к появлению переменного напряжения на обкладках конденсатора, которым является капсуль.

Таким образом, механические колебания мембраны преобразуются в переменное напряжение, пропорциональное воздействию на капсуль звуковому давлению.

**Подготовка прибора к работе.** Перед началом работы необходимо произвести калибровку измерителя. Выбрать необходимый вибропреобразователь, в зависимости от измеряемого уровня вибрации и частотного диапазона по таблице 7.3 и установить его на исследуемом объекте в соответствии с паспортом преобразователя.

Таблица 7.3 - Частотный диапазон

Частотный диапазон, Гц	Эквивалентные значения уровня вибрации		Тип вибропреобразователя
	виброускорения, $мс^{-2}$	Виброскорости, $ммс^{-1}$	
1-10 000	$3,0 \cdot 10^{-2}$	3,0	ДН – 4 – М1
10-10 000 (ФВЧ 10 Гц)	$2,0 \cdot 10^{-2}$	0,2	
1-4 000	$3,0 \cdot 10^{-3}$	0,3	ДН – 3 – М1
10-4 000 (ФВЧ 10 Гц)	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	

Присоединить эквивалент вибропреобразователя к предусилителю ВМП-101, который присоединить к гнезду измерителя →О. Гнездо «50mV» измерителя соединить кабелем с эквивалентом вибропреобразователя. Переключатель РОД РАБОТЫ установить в положение «>». Резистором «>» установить стрелку измерителя на отметку шкалы 0-1, указанную в таблице 7.4, учитывающую дейст-

вительное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя, указанное в паспорте ( $K_{дн} = 10,3$ ).

Таблица 7.4 – Значения коэффициентов преобразования

Действительные значения коэффициентов преобразования вибропреобразователей, $mVs^2m^{-1}$		Числовая отметка измерителя при калибровке
ДН – 3 – М1	ДН – 4 – М1	
От 9 до 9,4	От 0,9 до 0,94	0,54
Свыше 9,4 до 9,8	Свыше 0,94 до 0,98	0,52
Свыше 9,8 до 10,2	Свыше 0,98 до 1,02	0,50
Свыше 10,2 до 10,6	Свыше 1,02 до 1,06	0,46
Свыше 10,6 до 11,0	Свыше 1,06 до 1,10	0,45

Отсоединить кабель 5Ф6.644.368 и к эквиваленту преобразователя подсоединить выбранный вибропреобразователь.

**Порядок работы при измерении параметров вибрации. Измерение виброускорения:**

1. Установить переключатель ФЛТ в положение «1» или «10»; нажать или отжать кнопку 10 кНз. Переключатель РОД РАБОТЫ установить в положение F или S, 10S.

2. Произвести измерения, изменяя при необходимости положения переключателей ДЛТ1, ДЛТ2. Если при измерении стрелка измерителя находится в начале шкалы, то следует внести её в сектор 6-10 шкалы децибел сначала переключателем ДЛТ-1.

Если периодически загорается индикатор ПРГ, то следует перевести переключатель ДЛТ-1 на более высокий уровень (влево), пока не погаснет индикатор ПРГ, затем ДЛТ-2, dB.

Произвести отсчет показаний измерителя в  $mS^{-1}$ . При работе с вибропреобразователем показания умножить на 10.

3. Измерить виброускорение в октавных полосах частот переключателем ФЛТ ОКТ. Для этого, переключатель ФЛТ установить в положение ОКТ.

4. Произвести отсчет показаний измерителя в  $mS^{-1}$ .

5. Данные измерений занести в таблицу 7.5.

Таблица 7.5 - Данные измерений виброускорения

Виброускорение ЛИН, дБ	Значение виброускорения, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						
	16	32	63	125	250	500	1000

### Измерение виброскорости:

Измерение виброскорости производится при нажатии кнопки dV в соответствии с п.2.3.2, отсчитывая показания в  $\text{mmS}^{-1}$ .

1. Установить переключатель ФЛТ в положение «1» или «10»; нажать или отжать кнопку 10 кГц. Переключатель РОД РАБОТЫ установить в положение F или S, 10S.

2. Произвести измерения, изменяя при необходимости положения переключателей ДЛТ1, ДЛТ2.

3. Произвести отсчет показаний измерителя в  $\text{mS}^{-1}$ . При работе с вибропреобразователем показания умножить на 10.

4. Измерить виброускорение в октавных полосах частот переключателем ФЛТ ОКТ. Для этого, переключатель ФЛТ установить в положение ОКТ.

5. Произвести отсчет показаний измерителя в  $\text{mmS}^{-1}$ .

6. Данные измерений занести в таблицу 7.6.

Таблица 7.6 - Данные измерений виброскорости

Значение виброскорости, ЛИН, дБ	Значение виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						
	16	32	63	125	250	500	1000

### Измерение виброускорения и виброскорости в децибелах:

1. Для определения результата измерения виброускорения или виброскорости в децибелах следует сложить показание, соответствующее светящемуся индикатору в децибелах и показание по шкале децибел показывающего прибора. Затем к результатам измерения прибавить или отнять следующие значения:

а) при измерении виброускорения с вибропреобразователем ДН-4-М1 прибавить 10 дБ, вибропреобразователем ДН-3-М1 отнять 10дБ;

б) при измерении виброскорости с вибропреобразователем ДН-4-М1 прибавить 46 дБ, вибропреобразователем ДН-3-М1 прибавить 26 дБ.

2. По формулам (1) – (4) рассчитать амплитуду, частоту и уровень виброскорости. По формуле (5) определить КП.

3. Полученные результаты занести в таблицу 7.7.

Таблица 7.7 - Результаты показателей лабораторных измерений

A, мм	f, Гц	V, мм/с	a, м/с <sup>2</sup>	КП	Lv, дБ

### Обработка результатов:

1. Результат измерения подсчитывают по формуле:

$$R = D1 + D2 + П + Kи - K,$$

где D1 и D2 – показания ДЛТ1 и ДЛТ2;

П – показания стрелочного прибора;

Kи – коэффициент ослабления интегратора, равный 50 дБ;

K – поправка на коэффициент преобразования преобразователя, равная 10 дБ.

2. Построить график зависимости  $V(f)$ ;

3. Сравнить полученные результаты эксперимента с гигиеническими нормами (приложение E);

4. Сделать выводы по работе.

#### **Содержание отчета:**

1. Цель работы;

2. Краткие сведения о производственной вибрации, её влиянии на здоровье человека, принципах нормирования вибрации;

3. Описание прибора и принцип его работы;

4. Таблица с результатами замеров;

5. Графики;

6. Расчеты и выводы по работе со ссылкой на нормативные документы (приложение E)

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое вибрация, и на какие виды она делится?

2. Какими параметрами оценивается вибрация?

3. Как влияет вибрация на организм человека?

4. Что определяет гигиеническую характеристику вибрации и исходя из чего устанавливают гигиенические нормы вибрации?

5. В каком диапазоне частот нормируется вибрация?

6. Как определить уровень виброскорости?

7. Как определяется виброускорение?

8. Какой прибор используется для измерения параметров вибрации? Опишите принцип его действия.

9. Назовите возможные мероприятия по снижению негативного действия вибрации.

10. Назовите средства индивидуальной защиты человека от воздействия вибрации.

## 8 Лабораторная работа №5. Исследование работы защитных устройств электрических цепей

**Цель работы.** Изучение предназначения, характеристик, способов подключения защитных устройств электросетей и УЗО.

### 8.1 Теоретическое введение

Сверхток представляет собой любой электрический ток, величина которого превышает номинальный ток какого-либо элемента электроустановки или допустимый длительный ток проводника.

Различают два основных вида сверхтока – ток перегрузки и ток короткого замыкания.

Появление сверхтока в каком-либо элементе электроустановки здания может привести к его перегреву, возгоранию и, как следствие, к возникновению пожара в здании. Поэтому в электроустановках зданий выполняют защиту от сверхтока.

Плавкий предохранитель — компонент силовой электроники одноразового действия, выполняющий защитную функцию. Это устройство, которое за счёт расплавления одной или нескольких его деталей размыкает цепь, в которую оно включено, прерывая ток, если он превышает заданное значение в течение определённого времени.

Основным параметром служит номинальный ток плавкой вставки — это ток, на который рассчитана плавкая вставка (будет пропускать его бесконечно долго).

Разновидности:

- слаботочные вставки используются для защиты маломощных цепей, как правило до 20 ампер. Представляет собой стеклянный (керамический) цилиндр с металлическими основаниями, соединёнными между собой внутри тонкой проволокой;

- вилочные предохранители. самое широкое применение вилочные предохранители получили в электрических цепях постоянного тока транспортных средств, производятся на рабочее напряжение до 30 вольт;

- пробковые. Самый распространённый тип плавких предохранителей в старых электроустановках жилого фонда стран бывшего СССР. Конструкция представляет собой фарфоровый корпус, внутри которого располагается тонкая проволока (сгорающая в аварийном режиме);

- ножевые. Самый распространённый тип предохранителей на промышленных электроустановках, выпускаются на большие токи, до 1250 ампер.

Автоматические выключатели (ВА) - это контактный коммутационный аппарат, который предназначен для включения и отключения (т.е. для коммутации)

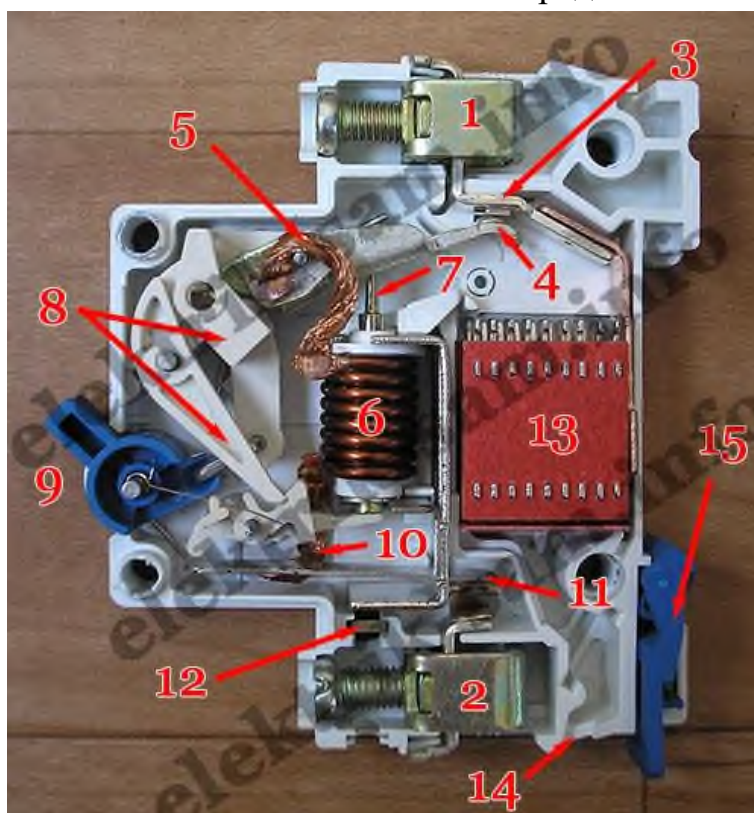
электрической цепи, защиты кабелей, проводов и потребителей (электрических приборов) от токов перегрузки и от токов короткого замыкания.

- Токи перегрузки. Их появление чаще всего происходит из-за включения в сеть приборов, суммарная мощность которых превышает ту, что линия способна выдержать. Другая причина перегрузки – неисправность одного или нескольких устройств.

- Короткое замыкание происходит при соединении между собой фазного и нейтрального проводников. В нормальном состоянии они подключены к нагрузке по отдельности.

По конструктивному исполнению автоматические выключатели бывают одно-, двух-, трёх- или четырёхполюсными.

Устройство автоматических выключателей представлено на рисунке 6.



1 — верхняя винтовая клемма; 2 — нижняя винтовая клемма; 3 — неподвижный контакт; 4 — подвижный контакт; 5 — гибкий проводник; 6 — катушка электромагнитного расцепителя; 7 — сердечник электромагнитного расцепителя; 8 — механизм расцепителя; 9 — рукоятка управления; 10 — гибкий проводник; 11 — биметаллическая пластина теплового расцепителя; 12 — регулировочный винт теплового расцепителя; 13 — дугогасительная камера; 14 — отверстие для отвода газов; 15 — защелка фиксатора.

Рисунок 6 - Устройство автоматических выключателей

Электромагнитный расцепитель (отсечка) - расцепитель мгновенного действия, представляет собой соленоид (7), подвижный сердечник которого также может приводить в действие механизм расцепления. Ток, проходящий через выключатель,

читель, течет по обмотке соленоида и вызывает втягивание сердечника при превышении заданного порога тока.

Тепловой расцепитель - представляет собой биметаллическую пластину (5), нагреваемую протекающим током. При протекании тока выше допустимого значения биметаллическая пластина изгибается и приводит в действие механизм расцепления. Время срабатывания зависит от тока (время-токовая характеристика) и может изменяться от секунд до часа.

Основные параметры: номинальное напряжение (В), номинальный ток (А), классы или характеристики расцепителей (А, В, С, Д), наибольшая отключающая способность (кА), род тока.

Классы или характеристики срабатывания определяются от разброса величины срабатывания (графическое изображение представлено на рисунке 7).

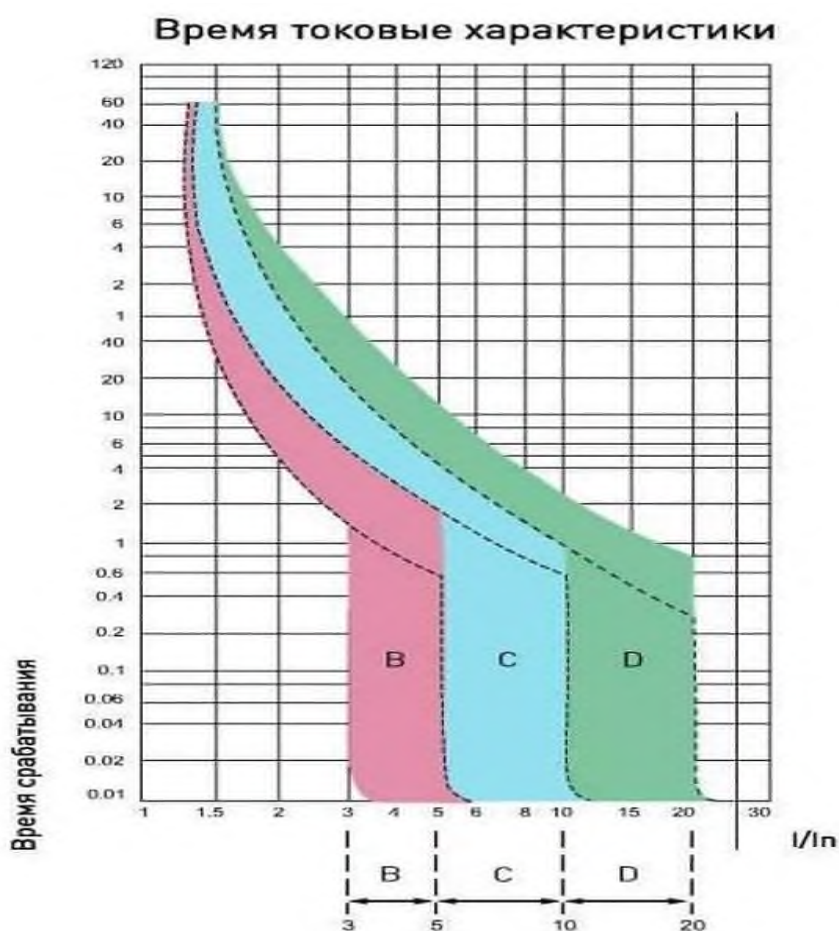


Рисунок 7 - Графическое отображение токовых характеристик

«В» - используется в бытовых, осветительных и других сетях с небольшим или нулевым пусковым превышением тока. Такие автоматы устанавливаются непосредственно у потребителя. Электромагнитный расцепитель в таких приборах срабатывает при превышении тока в 3 и более раз.

«С» - рекомендуется устанавливать в сетях со смешанной нагрузкой с умеренными пусковыми токами. Также используются в бытовых сетях, но защищают группу потребителей. Самый популярный автомат у электриков. Отличаются



большой перегрузочной способностью по сравнению с устройствами класса В. Минимальный ток срабатывания должен превышать номинал в 5 и более раз.

«D» - Устройства данного класса защищают электродвигатели, у которых пусковой ток значительно превышает номинальный. Отличаются большой перегрузочной способностью. Минимальный ток срабатывания равен десяти номинальным.

Устройства защитного отключения (УЗО) выполняет защиту только от токов утечки, а от токов перегрузки и короткого замыкания – нет, поэтому последовательно с УЗО необходимо устанавливать автоматический выключатель.

Схематичное изображение и принцип работы УЗО приведен на рисунке 8.

Номинальный ток УЗО  $I_n$  — максимальный ток, который УЗО может выдерживать длительное время, сохраняя при этом свою работоспособность и защитные функции. Указывается на передней панели.

Номинальный отключающий дифференциальный ток  $I_{\Delta n}$  — это ток утечки, при котором УЗО должно срабатывать при заданных условиях. Этот параметр также называют чувствительностью УЗО или уставкой по току утечки.

Выбирается из следующего ряда:  $I_{\Delta n} = 6, 10, 30, 100, 300, 500$  мА.

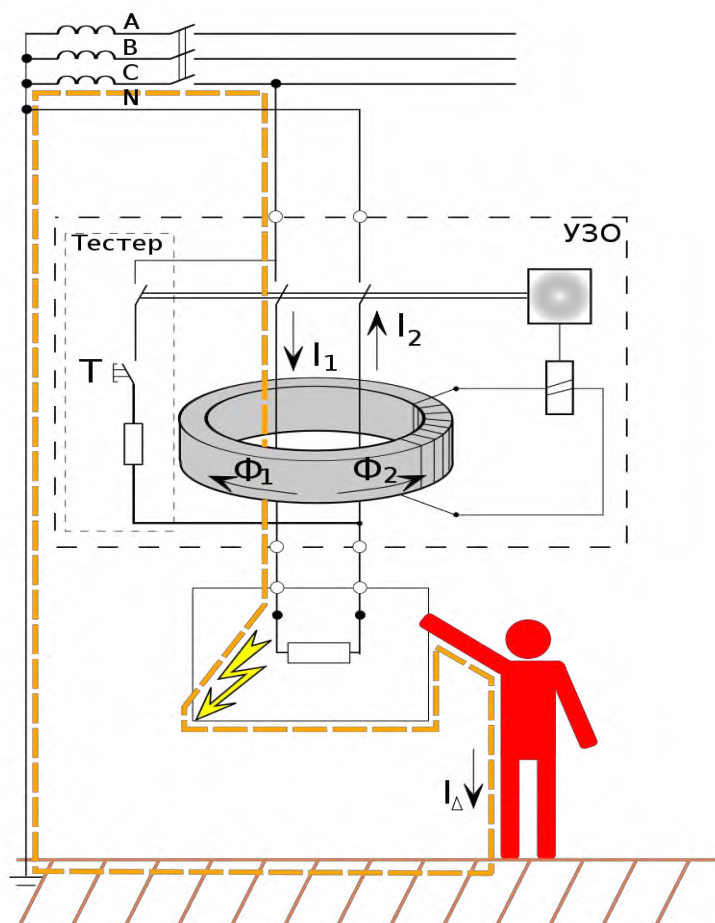


Рисунок 8 – Принцип работы УЗО

Номинальное время отключения  $T_n$  — это промежуток времени от момента внезапного появления отключающего дифференциального тока и до момента гашения дуги на всех полюсах УЗО.

Предельно допустимое время отключения УЗО — 0,3с. У электромеханических УЗО высокого качества быстродействие составляет 20 -30 мс.

Устройства объединяющие свойства ВА и УЗО: автомат дифференциальный (АД) или автоматический выключатель дифференциального тока (АВДТ).

## 8.2 Порядок проведения работы

### Эксперимент №1. Выбор устройства для защиты сети от токов короткого замыкания

Используемое оборудование:

- модуль «Сеть ТТ»;
- модуль «УЗО и автоматический выключатель»;
- модуль «Электроустановка здания»;
- модуль «Модель человека»;
- соединительные проводники.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал достаточный для выполнения лабораторной работы. Получить у преподавателя допуск к выполнению работы.

2. Собрать схему сети изображенной на рисунке 9. В качестве сопротивления  $R_2$  поочередно использовать  $R_{зс}$  (сопротивление защитных средств);  $R_o$  (сопротивление обуви) и  $R$  (имитация прохождения тока по пути рука-рука).

**Монтаж проводить только при отключенном питании.**

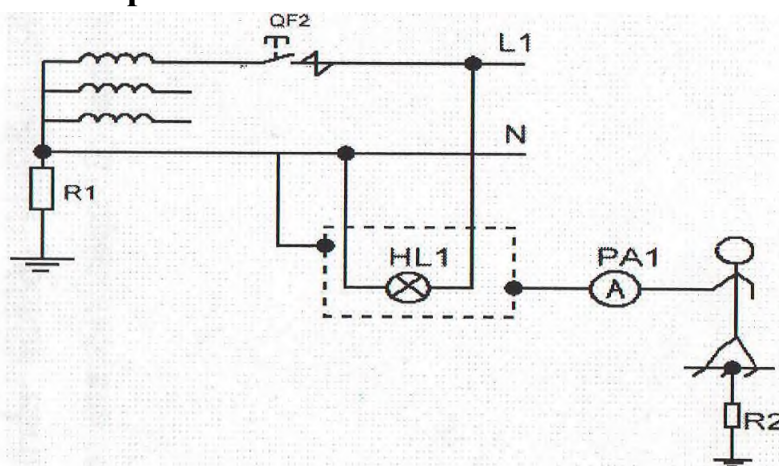


Рисунок 9 – Электрическая схема сети

3. После проверки собранной схемы преподавателем подать питание на «электроустановку» (наблюдаем свечение лампы).

4. Поочередно подключать  $R_{зс}$ ,  $R_o$  и  $R$  – наблюдать отключение и ли не отключение ВА, при этом фиксировать показания миллиамперметра.
5. Имитировать короткое замыкание в сети соединив фазный и нейтральный проводники на модуле «Электроустановка здания» (рисунок 10).
6. Зафиксировать результаты сделать выводы, подготовить отчет.

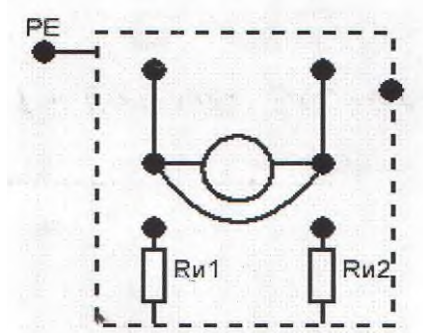


Рисунок 10 – Соединение фазного и нейтрального проводников

### Эксперимент №2. Выбор устройства для защиты человека от поражения электротоком

Используемое оборудование:

- модуль «Сеть ТТ»;
- модуль «УЗО и автоматический выключатель»;
- модуль «Электроустановка здания»;
- модуль «Модель человека»;
- соединительные проводники.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал достаточный для выполнения лабораторной работы. Получить у преподавателя допуск к выполнению работы.
2. Собрать схему сети изображенной на рисунке 11. В качестве сопротивления  $R1$  поочередно использовать  $R_{зс}$  (сопротивление защитных средств);  $R_o$  (сопротивление обуви) и  $R$  (имитация прохождения тока по пути рука-рука). Монтаж проводить только при отключенном питании.
3. После проверки собранной схемы преподавателем подать питание на «электроустановку» (наблюдаем свечение лампы).
4. Поочередно подключать  $R_{зс}$ ,  $R_o$  и  $R$  – наблюдать отключение и ли не отключение ВА и УЗО.

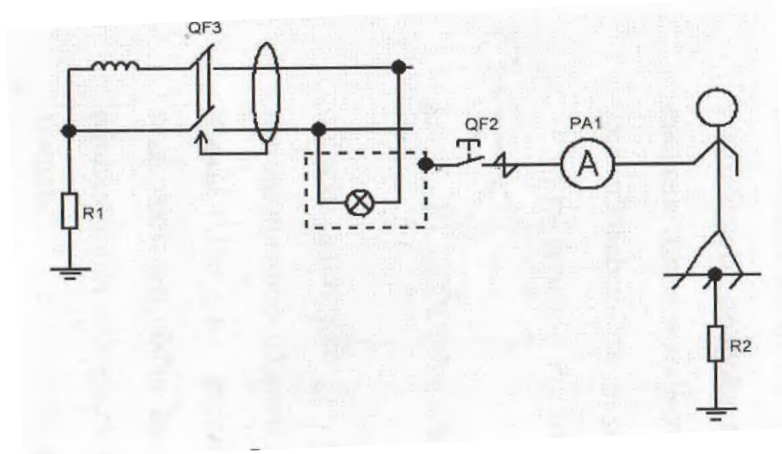


Рисунок 11 – Электрическая схема сети

5. Имитировать короткое замыкание в сети соединив фазный и нейтральный проводники на модуле «Электроустановка здания» (рисунок 10).

6. Зафиксировать результаты сделать выводы, подготовить отчет.

#### **Обработка результатов:**

1. Охарактеризовать все устройства защиты, представленные на стенде.
2. Сравнить полученные данные с нормативными параметрами защитных устройств, а так – же определить последствия воздействия тока на организм человека.

3. Сделать выводы по работе.

#### **Содержание отчета:**

1. Цель работы;
2. Краткие сведения об устройствах автоматического отключения и УЗО;
3. Описание схем подключения и принцип их работы;
4. Результаты экспериментов;
5. Выводы по работе со ссылкой на нормативные документы.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите технические меры защиты от поражения электротоком.
2. Опишите принцип работы защитного заземления и зануления.
3. Опишите принцип работы, конструкцию и основные параметры ВА.
4. Опишите принцип работы, конструкцию и основные параметры УЗО.
5. Опишите принцип подбора защитных устройств от сверхтоков (на конкретном примере).

## Библиографический список

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В.Белов, А.В.Ильницкая, А.Ф.Козьяков и др.; под общей редакцией С.В.Белова. 4-е изд., испр. И доп. – М.: Высшая школа. 2004. – 606 с.
2. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2003. – 432 с.
3. Раздорожный А.А. Охрана труда и производственная безопасность: Учебник / А.А.Раздорожный. – М.: Издательство «Экзамен», 2006. – 510 с.
4. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
5. ГОСТ ССБТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».
6. ГОСТ ССБТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общие требования».
7. СНИП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
8. СН 2.2.4/2.1.8562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

## Приложение А

### Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Таблица А1 - Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С				Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с		
		оптимальная	допустимая		оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных*		
			на рабочих местах							
			верхняя граница	нижняя граница						
		Постоянных	Непостоянных	Постоянных	Непостоянных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Холодный	Легкая – Ia	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не более 0,1
	Легкая – Ib	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	Не более 0,2
	Средней тяжести – Iа	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	Не более 0,3
	Средней тяжести – Ib	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	Не более 0,4
	Тяжелая – III	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	Не более 0,5
Теплый	Легкая – Ia	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28°С)	0,1	0,1-0,2
	Легкая – Ib	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27°С)	0,2	0,1-0,3

Окончание таблицы А1

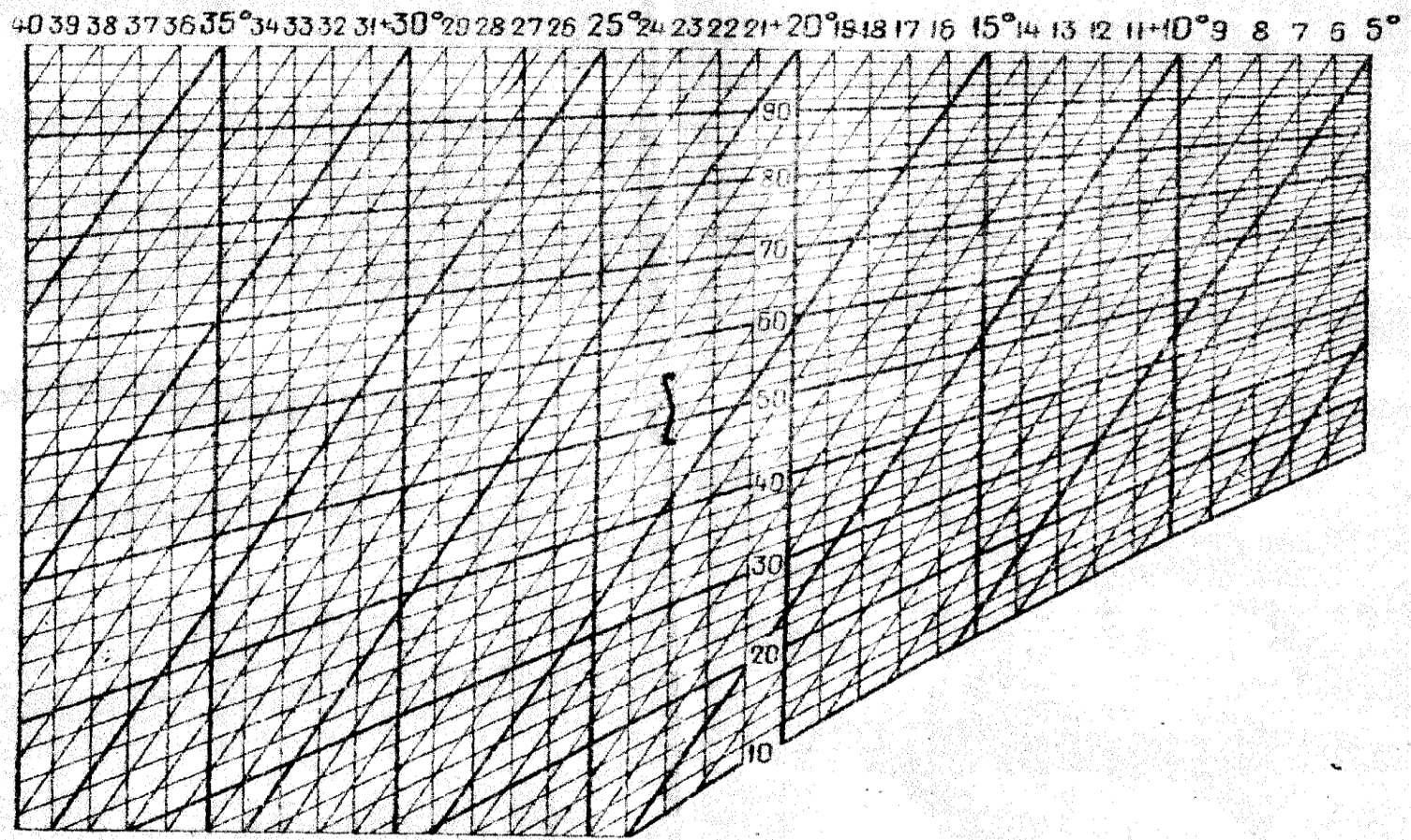
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Средней тяжести – Iа	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°С)	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести – Iб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25°С)	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая – III	18-20	26	28	15	13	40-60	75 (при 24°С)	0,4	0,2-0,6

\* Большая скорость движения воздуха в теплый период года соответствует максимальной температуре воздуха, меньшая – минимальной температуре воздуха. Для промежуточных величин температуры воздуха скорость его движения допускается определять интерполяцией; при минимальной температуре воздуха скорость его движения может приниматься также ниже 0,1 м/с – при легкой работе и ниже 0,2 м/с – при работе средней тяжести и тяжелой.

# Приложение Б

## Номограмма для определения относительной влажности воздуха

.JPG (2744x2275x256 jpeg)



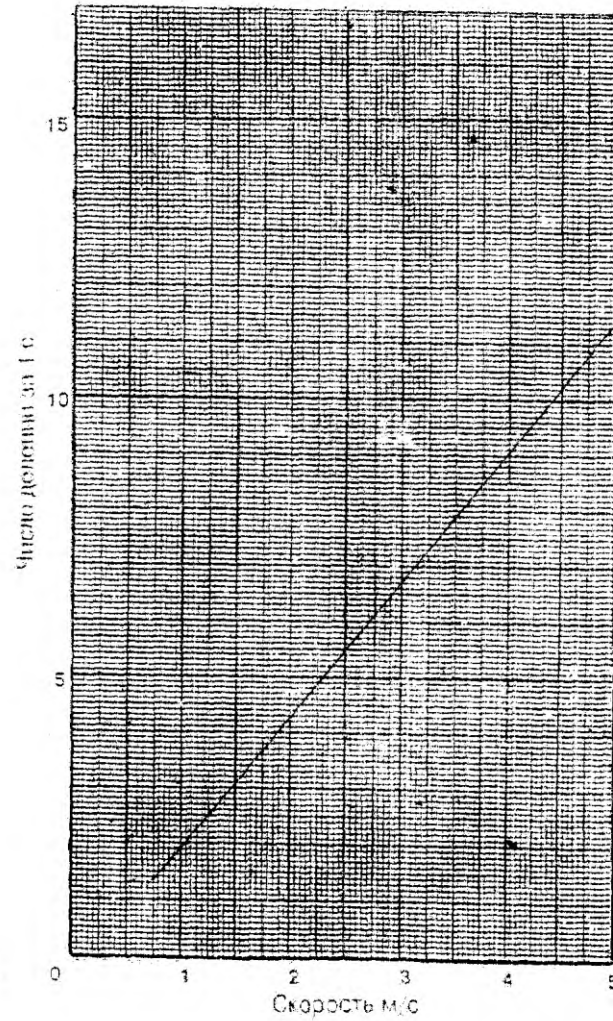
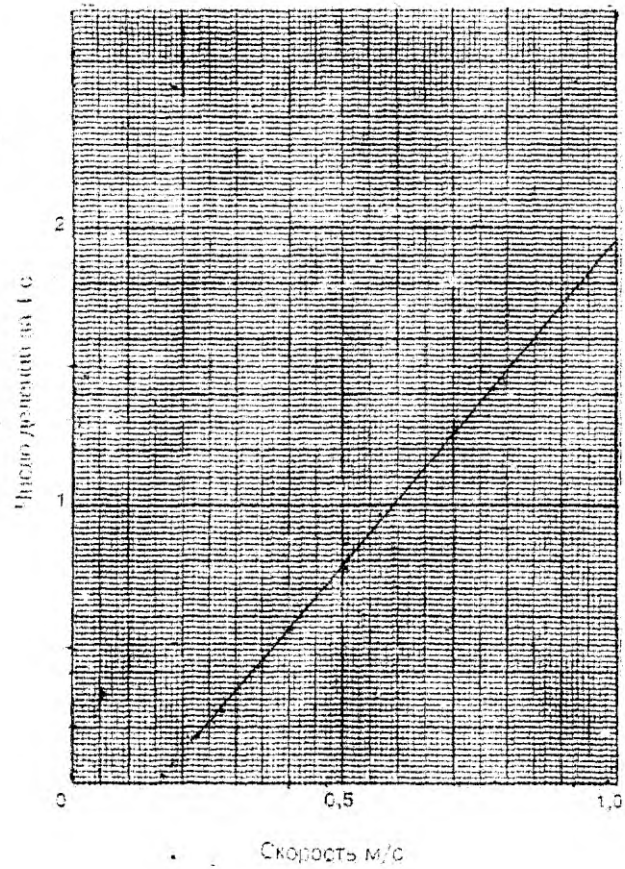
Психрометрический график



## Приложение В

### Номограмма для определения скорости движения воздуха

Крыльчатый анемометр  
АСО-3 № 4224  
В поток со скоростью  
выше 5 м/с прибор  
не помещать



## Приложение Г

### Нормированные значения КЕО при искусственном и естественном освещении рабочих поверхностей

Таблица Г1 - Нормированные значения КЕО (СНиП 23-05-95) при искусственном и естественном освещении рабочих поверхностей (для зданий в III поясе светового климата)

Зрительная работа	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд, подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	хар-ка фона	Освещение			
					Искусственное, лк		Естественное, КЕО, %	
					Комбинир.	Общее	верхнее	боковое
Наивысшей точности	0,15	I, а	М	Т	5000	1500	10	3,5
		I,б	М, Ср	Ср, Т	4000	1250		
		I,в	М, Ср, Б	Св, Ср,	2500	750		
		I,г	Ср, Б	Т, Св,	1500	400		
Очень высокой точности	0,15-0,3	II,а	М	Т	4000	1250	7	2,5
		II,б	М, Ср	Ср, Т	3000	750		
		II,в	М, Ср, Б	Св, Ср,	2000	500		
		II,г	Ср, Б	Т, Св	1000	300		
Высокой точности	0,3-0,5	III,а	М	Т	2000	500	5	2,0
		III,б	М, Ср	Ср, Т	1000	300		
		III,в	М, Ср, Б	Св, Ср,	750	300		
		III,г	Ср, Б	Т,Св.	400	200		
Средней точности	0,5-1,0	IV,а	М	Т	750	300	4	1,5
		IV,б	М, Ср	Ср, Т	500	200		
		IV,в	М, Ср, Б	Св, Ср,	400	200		
		IV,г	Ср, Б	Т,Св	300	150		
Малой точности	1,0-5,0	V,а	М	Т	300	200	3	1,0
		V,б	М, Ср	Ср, Т	200	150		
		V,в	М, Ср, Б	Св, Ср,	-	150		
		V,г	Ср, Б	Т,Св	-	100		
Очень малой точности	5,0	VI	-	-	-	150	2	0,5
Сосветящимися материалами в горячих цехах	5,0	VII	-	-	-	200	3	1,0
Наблюдение за производственным процессом:	-	VIII	-	-	-	75	1	0,3
периодическое	-	VIII	-	-	-	*		

\*при постоянном (числитель) и периодическом (знаменатель) пребывании людей в помещении  
Примечание: М – малый; Ср – средний; Б – большой; Т – темный; Св – светлый

**Приложение Д**  
**Допустимые уровни шума на рабочих местах и различных видов деятельности**

Таблица Д1 - Допустимые уровни шума на рабочих местах

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Предприятия, учреждения и организации</b>										
1. Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность:										
рабочие места в помещениях — дирекции, проектно-конструкторских бюро; расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории:										
рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, лабораториях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3 Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами, работа, требующая постоянного слухового контроля, операторская работа по точному графику с инструкцией, диспетчерская работа:										

## Окончание таблицы Д1

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

## Примечания:

1. Допускается в отраслевой документации устанавливать более жесткие нормы для отдельных видов трудовой деятельности с учетом напряженности труда в соответствии с приложением 3.

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

3. Для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления — на 5 дБ меньше фактических уровней шума в этих помещениях (измеренных или определенных расчетом), если последние не превышают значения, указанные в таблице (поправку для тонального и импульсного шума в этом случае принимать не следует), в остальных случаях — на 5 дБ меньше значений, указанных в таблице.

Таблица Д1 - Уровни шума для различных видов трудовой деятельности с учетом степени напряженности труда

Вид трудовой деятельности	Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ А
Работа по выработке концепций, новых программ; творчество; преподавание	40
Труд высших производственных руководителей, связанных с контролем группы людей, выполняющих преимущественно умственную работу	50
Высококвалифицированная умственная работа, требующая сосредоточенности; труд, связанный исключительно с разговорами по средствам связи	55
Умственная работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного* слухового контроля; высокоточная категория зрительных работ**	60
Умственная работа, по точному графику с инструкцией (операторская), точная категория зрительных работ	65
Физическая работа, связанная с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем	80

- Более 50% рабочего времени.

## Приложение Е

### Нормирование вибрационного воздействия

Таблица Е1 - Среднеквадратичные значения вибрационной скорости

Виды вибрации	Направления по которым нормируется вибрация	Среднеквадратичные значения вибрационной скорости, м/с · 10 <sup>-2</sup> , не более										
		Логарифмические уровни вибрационной скорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
		1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
общая	По оси Z, вертикальная	20 132	7,1 123	2,5 114	1,3 108	1,1 107	1,1 107	1,1 107				
транспортная	По осям X, Y, горизонтальная	6,3 122	3,5 117	3,2 116	3,2 116	3,2 116	3,2 116	3,2 116				
Транспортно-технологическая	По осям Z или по осям X, Y	-	3,5 117	1,3 108	0,63 102	0,56 101	0,56 101	0,56 101				
Технологическая: на постоянных рабочих местах в производственных помещениях, постах управления, котельных и т.п.	Вертикальная по оси Z или горизонтальная по осям Z, X, Y	-	1,3 108	0,45 99	0,22 93	0,20 92	0,20 92	0,20 92				
Локальная (местная)	По каждой из осей Z, X, Y	-	-	-	5,0 120	5,0 120	3,5 117	2,5 114	1,8 111	1,3 108	0,9 105	0,65 102

Таблица Е2 - Допустимая длительность вибрационного воздействия при превышении допустимых норм

Превышение нормативов вибрации для рабочих мест, не более		Допустимая длительность вибрационного воздействия при работе на стационарных и транспортных машинах, не более, мин.
дБ	раз	
0	1,0	480
3	1,4	120
6	2,0	60
9	2,8	30
12	4,0	15

Таблица Е3 - Допустимые величины параметров вибрации на постоянных рабочих местах при непрерывном воздействии в течение рабочего дня (СН 2.2.4/2.1.8.566-96)

Частота, Гц	Амплитуда, мм	Скорость, мм/с	Ускорение, мм/с <sup>2</sup>	Среднеквадратичное значение вибрационной скорости в дБ относительно $V_0 = 5 \cdot 10^{-5}$ мм/с
1,4 ÷ 2,8	3,11 ÷ 0,6100	11,2	240 ÷ 192	107
2,8 ÷ 5,6	0,61 ÷ 0,1300	5,0	192 ÷ 162	100
5,6 ÷ 11,2	0,1300 ÷ 0,0410	2,0	162 ÷ 200	92
11,2 ÷ 22,4	0,04 ÷ 0,0200	2,0	200 ÷ 400	92
22,4 ÷ 45	0,002 ÷ 0,0102	2,0	400 ÷ 709	92
45 ÷ 90	0,01 ÷ 0,0050	2,0	7,9 ÷ 1620	92

Таблица Е4 - Санитарные нормы вибрационной нагрузки. Локальная вибрация

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Нормативные значения в направлениях			
	виброускорения		виброскорости	
	мс <sup>-2</sup>	дБ	мс <sup>-1</sup> · 10 <sup>-2</sup>	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,7	129	1,4	109
63	5,4	135	1,4	109
125	10,7	141	1,4	109
250	21,3	147	1,4	109
500	42,5	153	1,4	109
1000	85,0	159	1,4	109

НЕФЕДОВ АНДРЕЙ ВИКТОРОВИЧ

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

для студентов направлений подготовки:

09.03.03 Прикладная информатика, 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 15.03.02 Технологические машины и оборудование, 18.03.01 Химическая технология, 22.03.02 Metallургия, 38.03.01 Экономика, 38.03.02 Менеджмент  
очной и заочной форм обучения

Подписано в печать 18.11.2020 г.		
Формат 60x90 $\frac{1}{16}$ Рег. № 175	Печать цифровая Тираж 30 экз.	Уч.-изд.л. 4,0

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
Новотроицкий филиал  
462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, 8.  
E-mail: nf@misis.ru  
Контактный тел. 8 (3537) 679729.