

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Методические указания  
по выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения  
направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика  
(профиль «Разработка и внедрение прикладных информационных систем»)

Краснодар  
2021

Составитель: д-р техн. наук, проф. Т.Г. Короткова

**Безопасность жизнедеятельности:** методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (профиль «Разработка и внедрение прикладных информационных систем») / Сост.: Т.Г. Короткова; Кубан. гос. техн. ун-т. Каф. безопасности жизнедеятельности. – Краснодар, 2021. – 105 с.

Изложены теоретическая часть и методика выполнения лабораторных работ.

Библиогр.: 20 назв.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. С.Ю. Ксандопуло  
канд. техн. наук, доц. М.В. Янаева

## Содержание

Лабораторная работа № 1 Исследование микроклимата производственных помещений .....	4
Лабораторная работа № 2 Обеспечение электромагнитной безопасности при эксплуатации компьютерной техники.....	15
Лабораторная работа № 3 Контроль запыленности промышленной атмосферы и расчет вентиляции .....	28
Лабораторная работа № 4 Нормирование, расчет и контроль естественного освещения .....	37
Лабораторная работа № 5 Нормирование, расчет и контроль искусственного освещения .....	60
Лабораторная работа № 6 Определение взрывопожароопасных свойств веществ.....	73
Лабораторная работа № 7 Средства индивидуальной защиты населения .....	84
Список использованных источников .....	105

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

- 1.1 Изучение принципов нормирования микроклимата.
- 1.2 Инструментальные замеры параметры микроклимата.
- 1.3 Получение практических навыков по санитарно-гигиенической оценке микроклимата в производственных помещениях.

#### **2 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

- 2.1 Изучить теоретические основы нормирования микроклимата.
- 2.2 Выполнить измерения параметров микроклимата.
- 2.3 Сделать вывод о соответствии измеренных величин нормативным параметрам микроклимата категории выполняемых работ.

#### **3 ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМЫХ МАТЕРИАЛОВ, РЕАКТИВОВ, ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИБОРОВ**

Для выполнения работы необходимы:

- 3.1 Вентилятор для создания направленного потока воздуха.
- 3.2 Анемометр.
- 3.3 Барометр-анероид БАММ-1.
- 3.4 Аспирационный психрометр Ассмана.
- 3.5 Метеометр МЭС-200.

#### **4 ПРАВИЛА ОХРАНЫ ТРУДА**

4.1 При выполнении работы студенты должны соблюдать положения «Инструкции по охране труда» в учебных лабораториях кафедры «Безопасность жизнедеятельности» и первичного инструктажа на рабочем месте, проведенного преподавателем на первом занятии практикума.

4.2 Перед включением электроприборов (вентилятора) убедиться в исправности розетки, штепсельной вилки и соединительного электропровода.

4.3 Во избежание травмирования рук, замер скорости движения воздуха производить на расстоянии не менее 1,5 м от вентилятора.

4.4 После проведения измерений вентилятор необходимо отключить.

4.5 Осторожно обращаться со стеклянными приборами (особенно термометрами) во избежание их поломки, порезов рук, проливания ртути.

#### **5 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

##### **5.1 Общие сведения о терморегуляции организма человека**

Один из основных факторов, влияющих на работоспособность и здоровье человека – это состояние воздушной среды рабочих мест производственных помещений. Метеорологические условия производственной зоны зависят от

физического состояния воздушной среды.

В понятие **микроклимат производственных помещений** входят физические факторы производственной среды, непосредственно влияющие на тепловое состояние организма: температура, влажность, скорость движения воздуха и тепловое облучение. Они оказывают суммарное воздействие на самочувствие человека.

Между телом человека и окружающей средой постоянно происходит теплообмен.

В организме человека вырабатывается значительное количество теплоты. Величину производимой человеческим организмом энергии физиологи определяют по количеству потребляемого кислорода. В состоянии покоя взрослый человек расходует в среднем 15 л/ч ( $0,42 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$ ) кислорода. Если принять количество теплоты, освобождаемое при сгорании кислорода, равным примерно  $21 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^3$ , тогда количество получаемой человеком энергии составит 88 Вт. Во время физической деятельности человек потребляет кислорода во много раз больше, чем в состоянии покоя (в 12 раз и более).

Под **теплопродукцией** понимают выработку теплоты в организме в результате энергетических превращений в живых клетках.

Чтобы уравновесить теплопродукцию и теплоотдачу, организм человека должен иметь соответствующий механизм терморегуляции. Рассмотрим физические процессы, связанные с теплоотдачей тела человека.

Основными составляющими механизма теплоотдачи человеческого тела являются: конвекция, излучение (радиация), теплопроводность и испарение. При нормальных метеоусловиях конвективная теплоотдача составляет примерно 30-35% всей теплоотдачи; количество теплоты, отдаваемое путем излучения, составляет 40-45%; на долю испарения приходится около 20-25%. Тепло, отдаваемое путем теплопроводности, очень незначительно и, как правило, не учитывается.

Интенсивность радиации, как основной составляющей теплоотдачи с поверхности кожи человека, главным образом связана с температурой окружающих поверхностей.

Конвективная теплоотдача от тела воздуху происходит в результате перемещения воздуха в пространстве и зависит от температуры и скорости движения воздуха. Теплоотдача путем испарения связана с параметрами воздушной среды: влажностью, температурой и скоростью движения воздуха.

Организм человека в нормальных условиях испаряет примерно 800-1000 мл влаги в сутки (на испарение 1 г воды затрачивается 2400 Дж). При температурах воздуха выше температуры кожи человека количество испаряемой влаги возрастает. Потоотделение начинается при температуре окружающего воздуха 28...29°C и при температуре выше 34°C является единственным способом теплоотдачи организма.

Таким образом, теплоотдача от организма человека в окружающую среду происходит следующими путями: в результате теплопроводности через одежду ( $Q_T$ ); конвекции тела ( $Q_K$ ), излучения на окружающие поверхности ( $Q_{и}$ ), испарения влаги с поверхности кожи ( $Q_{исп}$ ), а также за счет нагрева выдыхаемого

воздуха ( $Q_B$ ), т. е.:

$$\pm \Delta Q_{\text{общ}} = \pm Q_T \pm Q_K \pm Q_H - Q_{\text{исп}} - Q_{BB}.$$

Представленное уравнение носит название **уравнения теплового баланса**.

В зависимости от внешних условий тепловой баланс может быть положительным, отрицательным или нулевым.

**Положительный баланс** соответствует нагревающему микроклимату, который может вызвать перегрев организма.

**Отрицательный баланс** характеризует охлаждающий микроклимат, который может привести к переохлаждению организма.

**Нулевой баланс** указывает на наличие оптимальных метеоусловий для работающих, т.е. на соответствие величины тепловыделений и охлаждающей способности окружающей среды. При этих условиях у человека не возникает беспокоящих его тепловых ощущений, чувства холода или перегрева.

Способность человеческого организма поддерживать постоянной температуру тела (на уровне 36,5-37°C с колебаниями в течение суток в пределах 0,5...0,7°C) при изменении параметров микроклимата и при выполнении различной по тяжести работы называется **терморегуляцией**.

Терморегуляция осуществляется за счет изменения соотношений величин, входящих в уравнение теплового баланса.

## 5.2 Нормирование параметров микроклимата

К основным нормируемым показателям микроклимата воздуха рабочей зоны относятся температура ( $t$ , °C), относительная влажность ( $\phi$ , %), скорость движения воздуха ( $w$ , м/с). Существенное влияние на параметры микроклимата и состояние человеческого организма оказывает также интенсивность теплового излучения ( $I$ , Вт/м<sup>2</sup>) различных нагретых поверхностей, температура которых превышает температуру в производственном помещении.

В соответствии с санитарными нормами и правилами **СанПиН 1.2.3685-21** «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» нормируются оптимальные и допустимые параметры микроклимата с учетом интенсивности энергозатрат работающих и периодов года.

Различают два периода года: холодный и теплый. Холодный период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха равной +10°C и ниже; теплый период года – температурой выше +10°C.

По интенсивности энергозатрат различают следующие категории работ:

- **легкие физические работы** (категории Ia и Ib) – все виды деятельности с расходом энергии не более 174 Вт. К категории Ia относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением. К категории Ib относятся работы с интенсивностью энергозатрат от 140 до 174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

- **физические работы средней тяжести** (категории Па и Пб) – виды деятельности с расходом энергии от 175 до 290 Вт. К категории Па относятся работы с интенсивностью энергозатрат от 175 до 232 Вт, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения. К категории Пб относятся работы с интенсивностью энергозатрат от 233 до 290 Вт, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

- **тяжелые физические работы** (категория Пв) – виды деятельности с интенсивностью энергозатрат более 290 Вт и связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий. При температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин, (в целях защиты работающих от возможного перегрева или охлаждения) время выполнения работы ограничивается санитарными нормами.

**Оптимальные условия микроклимата** установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 1 применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Таблица 1 – Оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата в обслуживаемой зоне (зоне обитания) помещений общественных зданий (таблица 5.28 СанПиН 1.2.3685-21)

Период года	Категория помещения или наименование	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная, не более	допустимая, не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Холодный	1 категория - помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60-30	0,2	0,3

	2 категория - помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой	19-21	18-23	18-20	17-22	45-30	60-30	0,2	0,3
	3а категория - помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды	20-21	19-23	19-20	19-22	45-30	60-30	0,2	0,3
	3б категория - помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде	14-16	12-17	13-15	13-16	45-30	60-30	0,3	0,5
	3в категория - помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды	18-20	16-22	17-20	15-21	45-30	60-30	0,2	0,3
	4 категория - помещения для занятий подвижными видами спорта	17-19	15-21	16-18	14-20	45-30	60-30	0,2	0,3
	3б категория - помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде	14-16	12-17	13-15	13-16	45-30	60-30	0,3	0,5
	3в категория - помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды	18-20	16-22	17-20	15-21	45-30	60-30	0,2	0,3
	4 категория - помещения для занятий подвижными видами	17-19	15-21	16-18	14-20	45-30	60-30	0,2	0,3



	спорта								
	5 категория - помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки)	20-22	20-24	19-21	19-23	45-30	60-30	0,15	0,2
	6 категория - помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые)	16-18	не ниже 14	15-17	-	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется
	Ванные, душевые	24-26	18-28	23-25	17-27	не нормируется	не нормируется	0,15	0,2
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей, в которых люди находятся не менее 2 ч непрерывно или 6 ч суммарно в течение суток	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65-30	0,15	0,25

**Допустимые микроклиматические условия** установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

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

Допустимые значения интенсивности теплового облучения рабочих на рабочих местах от производственных источников зависят от степени их нагретости и от величины облучаемой поверхности тела человека.

### **5.3 Требования к методам измерения параметров микроклимата и измерительным приборам**

Измерения показателей микроклимата в целях контроля их соответствия гигиеническим требованиям должны проводиться в холодный и теплый периоды года. Причем показатели микроклимата следует измерять не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце).

При работах, выполняемых сидя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м, а относительную влажность воздуха - на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки.

При работах, выполняемых стоя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,5 м, а относительную влажность воздуха - на высоте 1,5 м.

Для определения параметров микроклимата используются различные измерительные приборы.

Ртутные термометры применяются при измерениях температуры выше 0°C, а спиртовые - ниже 0°C.

Для измерения атмосферного давления рекомендуется использовать барометр-анероид.

Температуру и относительную влажность воздуха при наличии источников теплового облучения и воздушных потоков на рабочем месте следует измерять аспирационным психрометром и термометром в черном шаре.

Для измерения скорости движения воздуха используются анемометры вращательного действия (крыльчатые, чашечные, индукционные и др.).

#### **5.4 Лабораторная установка и применяемые приборы**

Установка для проведения эксперимента включает в себя: вентилятор для создания направленного потока воздуха, анемометр, барометр-анероид БАММ-1, аспирационный психрометр Ассмана.

##### **5.4.1. Определение скорости движения воздуха**

Анемометр предназначен для измерения средней скорости движения воздуха.



##### **5.4.2. Измерение величины атмосферного давления**

Величина атмосферного давления определяется по показаниям барометра-анероида. Барометр имеет анероидную коробку, представляющую из себя герметичную емкость из нержавеющей стали, из которой выкачан воздух. Деформация коробки прямо пропорциональна изменению атмосферного давления, передается указательной стрелке прибора. Для приведения показаний барометра-анероида к температуре 0°C прибор снабжен термометром «атташе».

Шкала прибора градуируется в мбар (миллибарах) или Па. Соотношение между этими единицами измерений:

1 Па = 1 Н/м<sup>2</sup> = 0,0075 мм рт ст = 0,01 мбар

1 мм.рт.ст. = 133.322 Па = 1,33 мбар

1 мбар = 100 Па = 0,75 мм рт ст.

К показаниям барометра-анероида вводятся три поправки:

- шкаловая – для учета особенностей шкалы на циферблате прибора;
- температурная – для приведения показаний барометра-анероида к температуре 0°С;
- дополнительная – для учета изменений, с течением времени, упругих свойств коробки и предохранительной пружины (в зависимости от единицы измерения давления поправки выбираются из приложений А и Б).

### 5.4.3. Измерение относительной влажности воздуха

Измерение влажности воздуха на рабочем месте выполняется при помощи аспирационного психрометра Ассмана.

Психрометр состоит из двух ртутных термометров, установленных в раме с тройником. Резервуары термометров защищены от инфракрасной радиации двойным трубчатым кожухом, покрытым никелем. На верхний патрубок тройника накручена головка аспиратора с заводным механизмом, вентилятором и ключом для завода пружины.

Резервуар смоченного термометра обернут батистом, который перед каждым наблюдением необходимо смачивать дистиллированной водой.

Вентилятор заводят ключом. Через 4-5 мин летом и через 15 мин зимой отсчитывают показания сухого и смоченного термометров.

Принцип действия психрометра основан на определении разности показаний сухого и смоченного термометров (психрометрическая разность), величина которой зависит от влажности окружающего воздуха. Чем суше воздух, тем интенсивность испарения выше (и тем ниже температура «влажного» термометра  $t_{вл}$ ).

Содержание влаги в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью.

**Абсолютная влажность** - масса водяного пара в единице объема воздуха, кг/м<sup>3</sup> (или г/м<sup>3</sup>).

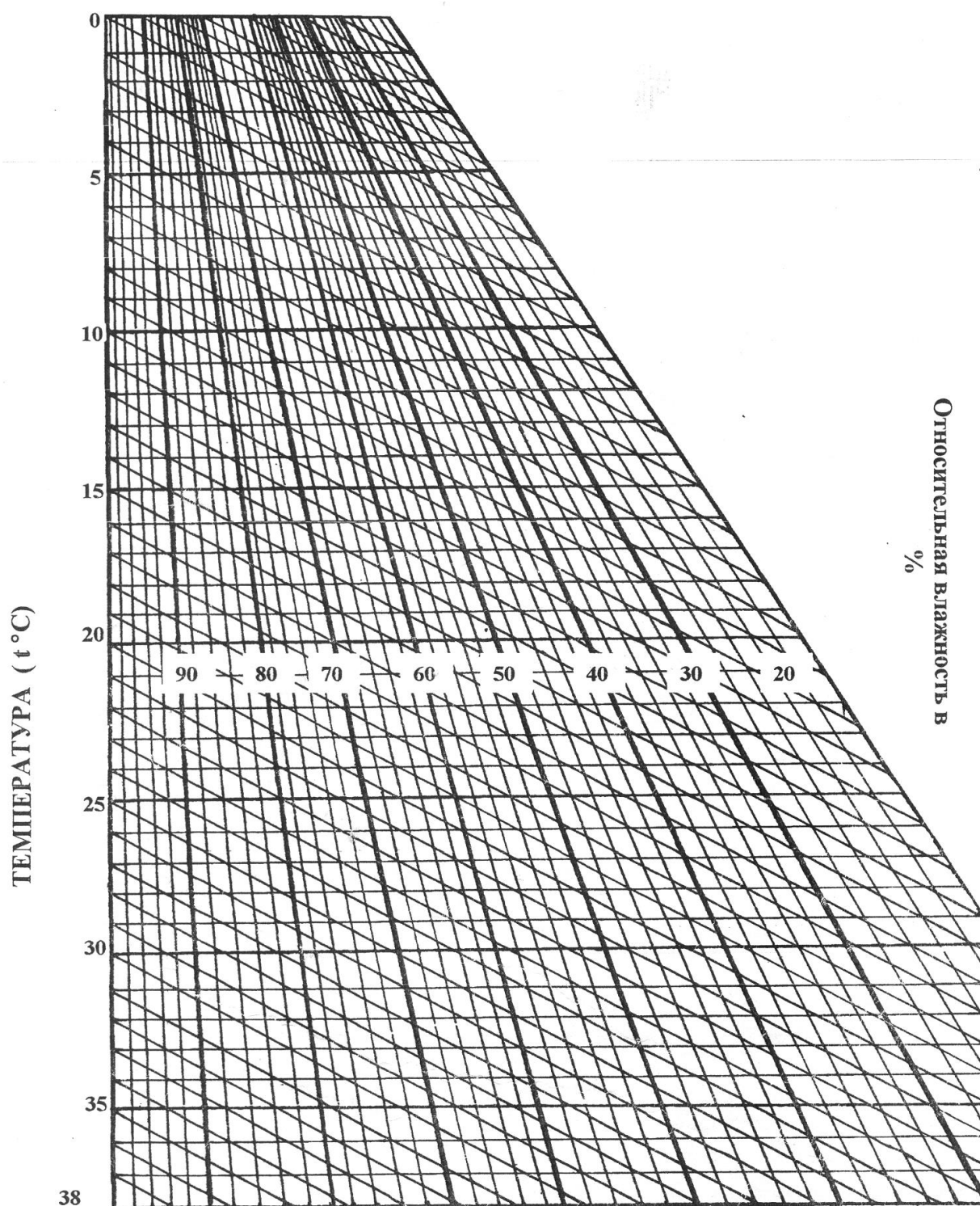
**Относительная влажность**  $\varphi$ , %, показывает степень насыщения воздуха водяными парами и определяется как процентное отношение плотности водяных паров  $\rho_n$  к максимально возможной плотности водяных паров в воздухе  $\rho_n$  при той же температуре и барометрическом давлении.

$$\varphi = \frac{\rho_n}{\rho_n} \cdot 100,$$

На практике все расчеты можно производить с помощью психрометрических таблиц



## Номограмма для определения влажности воздуха по психрометру Ассмана



Горизонтальные линии соответствуют температуре сухого, наклонные – температуре влажного термометра

### 5.4.4. Измерение температуры воздуха

Измерение температуры воздуха при исследовании микроклимата обычно сочетается с определением относительной влажности. Температура воздуха принимается по показаниям сухого термометра психрометра Ассмана.

### **5.5 Порядок выполнения работы**

В соответствии с характером выполняемой работы и временем года, заданными преподавателем, следует выбрать нормативные значения параметров микроклимата.

Выполнить измерения параметров микроклимата на рабочем месте.

Сравнить фактические значения параметров микроклимата с нормативными и сделать вывод о их соответствии санитарным нормам.

Составить отчет о проделанной работе и ответить на контрольные вопросы.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА**

Отчет по работе

**«Исследование микроклимата производственных помещений»**

Работа выполнена студентом:

Группа:

Цель работы:

Используемые приборы и оборудование:

Параметры микроклимата:

Вывод:

### **7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что понимают под микроклиматом производственного помещения?
2. Какие физические параметры характеризуют микроклимат в производственном помещении?
3. Что понимают под воздухом рабочей зоны?
4. Влияние отдельных параметров микроклимата на самочувствие человека.
5. Понятия абсолютной и относительной влажности.
6. Способы переноса теплоты.
7. Тепловой баланс организма человека.
8. Понятие о терморегуляции человеческого организма.
9. Когда разность показаний сухого и смоченного термометров при постоянной температуре помещения будет меньше: при большей или меньшей относительной влажности и почему?
10. Изложить методику экспериментального определения параметров микроклимата.
11. Принципы нормирования параметров микроклимата.
12. Что положено в основу классификации работ по тяжести?
13. Какие условия микроклимата считаются оптимальными и какие допустимыми?
14. Мероприятия по снижению вредного воздействия микроклимата.

## Приложение А

Величина поправок к показаниям барометра-анероида (в мм рт. ст.)

### 1 Шкаловые поправки

Показания, мм рт ст	Поправка, мм рт ст	Показания, мм рт ст	Поправка, мм рт ст
790	0.0	690	+0.2
780	-0.1	680	+0.1
770	-0.2	670	0.1
760	0.0	660	-0.1
750	+0.2	650	+0.2
740	+0.4	640	+0.4
730	+0.3	630	+0.4
720	+0.2	620	+0.3
710	+0.3	610	+0.3
700	+0.4	600	+0.2

2. Температурная поправка равна -0,06 мм рт ст на 1°C

Например: показания барометра составляют 763 мм рт. ст при температуре 23°C,

Расчет:  $(-0,06 \cdot 23 + 763) = 761,62$  мм рт. ст)

3. Дополнительная поправка равна +0,9 мм рт. ст.

## Приложение Б

Величина поправок к показаниям барометра-анероида (в Па)

### 1 Шкаловая поправка

Показания шкалы	Поправка, Па	Показания, Па	Поправка, Па
80000	-100	93000	+100
81000	-50	95000	+200
83000	-50	97000	+100
85000	0,0	99999	+50
87000	-50	101000	0,0
89000	0,0	103000	-50
91000	+50	106000	-100

2. Температурная поправка равна -10 Па на 1°C

Например: показания барометра составляют 103000 при температуре 18°C,

Расчет:  $(-10 \cdot 18 + 103000) = 102820$  Па)

3. Дополнительная поправка равна +100 Па.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2**

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ**

#### **Введение**

Развитие компьютерной техники, с точки зрения гигиены труда, привело, по меньшей мере, к двум важным последствиям:

- во-первых, появились рабочие места нового типа, оснащенные электронными устройствами, генерирующими широкий спектр не безвредных для здоровья электромагнитных полей (ЭМП), также для данных рабочих мест характерна гиподинамия и длительные статические нагрузки на кисти рук;

- во-вторых, увеличивается количество контактов с ПЭВМ, как во время работы, так и в быденной жизни (обучение, поиск информации и т.д.). А это значит, что резко расширился и продолжает расширяться круг людей, подвергающихся воздействию указанных полей.

Частая и продолжительная работа за компьютером, не обеспеченная определенными организационно-техническими защитными мерами, безусловно, отрицательно сказывается на здоровье и самочувствии пользователей.

Однако риск повреждения здоровья практически исключен, если специалист знает и неукоснительно выполняет известные и успешно апробированные к настоящему времени меры безопасности.

Цель настоящей лабораторной работы – ознакомить студентов (пользователей персональных электронных вычислительных машин) с методами безопасной эксплуатации ПЭВМ.

#### **1 ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

Под рабочим местом (РМ) понимается участок рабочего помещения (кабинета, зала, цеха и т.п.), оборудованный комплексом средств вычислительной техники, в пределах которого постоянно или временно пребывает пользователь (оператор) ПЭВМ в процессе трудовой деятельности. К понятию “рабочее место” относятся также учебные места в компьютерных классах.

На пользователя ПЭВМ одновременно воздействуют более 30 вредных факторов. Их источниками являются не только монитор и другие модули ПЭВМ, но и факторы внешней среды, количество и качество которых определяется спецификой конкретного рабочего места.

Непосредственно ПЭВМ является источником примерно 20 % всех вредных факторов, действующих на человека.

##### **1.1 Вредные факторы только от ПЭВМ**

Электромагнитные поля и излучения. ПЭВМ генерирует в окружающее пространство широкий спектр ЭМП различной интенсивности, в том числе:

- электростатическое поле;
- переменные низкочастотные ЭМП;
- электромагнитное излучение радиочастотного диапазона;
- электромагнитное излучение оптического (видимого) диапазона;
- ультрафиолетовое (УФ) и рентгеновское излучения ЭЛТ.

Кроме того, на рабочем месте пользователя всегда присутствует электромагнитный фон промышленной частоты, обусловленный как ПЭВМ, так и сторонними источниками.

**Рентгеновское и ультрафиолетовое излучения** практически полностью поглощаются внутри корпуса дисплея, а интенсивность излучений радиочастотного диапазона пренебрежимо мала, что подтверждается результатами многочисленных измерений, выполненных как в нашей стране, так и за рубежом. В свете современных знаний фактические уровни указанных излучений на рабочем месте пользователя гигиенически незначимы, поэтому радиочастотные, УФ и рентгеновское излучения в качестве вредных производственных факторов здесь не рассматриваются.

**Источником электростатического поля** является экран дисплея, несущий высокий электростатический потенциал (ускоряющее напряжение ЭЛТ). Заметный вклад в общее электростатическое поле вносят электризующиеся от трения поверхности клавиатуры и мыши.

Электростатическое поле, помимо собственно биофизического воздействия на человека, обуславливает накопление в пространстве между пользователем и экраном пыли, которая затем с вдыхаемым воздухом попадает в организм и может вызвать бронхо-легочные заболевания и аллергические реакции. Кроме того, пыль оседает на клавиатуре ПЭВМ и, проникая затем в поры пальцев, может провоцировать заболевания кожи рук.

Современные дисплеи оборудованы эффективной системой защиты от электростатического поля. Однако следует знать, что в некоторых типах дисплеев применяют, так называемый, компенсационный способ защиты, который эффективно работает только в установившемся режиме работы дисплея. В переходных режимах (при включении и выключении) подобный дисплей в течение 20 - 30 с после включения и в течение нескольких минут после выключения имеет повышенный уровень электростатического потенциала экрана (в десятки раз выше потенциала экрана в установившемся режиме), что достаточно для электризации пыли и близлежащих предметов.

Источниками **переменных ЭМП** являются узлы ПЭВМ, работающие при высоких переменных напряжениях и больших токах.

По частотному спектру ЭМП разделяются на две группы:

- низкочастотные поля в частотном диапазоне до 2 кГц;
- высокочастотные поля в частотном диапазоне 2 – 400 кГц.

Следствием систематического воздействия переменных ЭМП с параметрами, превышающими допустимые нормы, являются функциональные нарушения нервной, эндокринной и сердечно-сосудистой систем. Указанные нарушения проявляются в виде повышенной утомляемости, головных болей, нарушений сна, гипертонии, заторможенности рефлексов. В отдельных случаях отмечаются



изменения состава крови, помутнение хрусталика, нервно-психические и трофические заболевания (ломкость ногтей, выпадение волос).

Указанные функциональные изменения, как правило, обратимы, однако при непринятии своевременных профилактических мер могут накапливаться в организме, причем порог необратимости определяется как интенсивностью и длительностью воздействия, так и индивидуальными особенностями организма.

Источником **фоновых ЭМП промышленной частоты** является, в первую очередь, электропроводка, независимо от того скрытая она или открытая, а также любое электрооборудование (щиты питания, розетки, выключатели) и бытовая электрорадиотехника (осветительные и нагревательные приборы, холодильники, кондиционеры, телевизоры и т. п.). При этом фон конкретного помещения формируется электрооборудованием всего здания и внешними источниками (трансформаторные подстанции, ЛЭП и др.).

### **Перенапряжение зрительного анализатора.**

Особенностью работы за дисплеем является принципиально иной, по сравнению с обычными бумажными носителями, принцип чтения информации.

При обычном чтении текст на бумаге, расположенный горизонтально, считывается работником с наклоненной головой в отраженном свете. При работе на компьютере пользователь считывает текст в прямом свете почти не наклоняя голову, глаза смотрят прямо (или почти прямо) на источник света.

В обыденной жизни человек имеет дело с низкой фоновой яркостью при высокой контрастности предметов, и к этому в процессе эволюции приспособился наш глаз. При работе за дисплеем глаз считывает информацию с излучателя, имеющего высокую фоновую яркость при низкой контрастности объектов различения. При уменьшении яркости экрана контрастность существенно падает, поэтому для обеспечения оптимального контраста необходимо повышать яркость, что не только увеличивает интенсивность вредных излучений (в том числе в видимом диапазоне), но и утомляет глаз.

Еще одна особенность работы за дисплеем – спектральная чувствительность глаза не совпадает со спектром излучения экрана.

Таким образом, при работе за дисплеем наш зрительный анализатор длительно работает в несвойственном ему стрессовом режиме.

Между тем, результаты медицинских исследований показывают, что постоянное зрительное напряжение и сопутствующие ему нервные нагрузки способствуют развитию заболеваний не только органов зрения, но и сердца, почек и др.

Так как в значительной степени зрительную нагрузку на мышцы глаз и мозг определяют визуальные параметры экранов, то значение последних для безопасности пользователя трудно переоценить. Неслучайно в действующих нормативных документах по безопасности компьютерной техники указанные параметры отнесены к параметрам безопасности и жестко регламентируются.

### **Избыточность энергетических потоков на орган зрения в оптическом диапазоне.**

Указанный фактор, как правило, не воспринимается пользователями ПЭВМ как вредный, и на него практически никогда не обращают внимания.

Между тем, результаты исследований МНИИ глазных болезней им. Гельмгольца показывают, что наиболее вредное влияние на пользователей в оптическом диапазоне излучений экрана оказывает избыточный сине-фиолетовый и синий свет этого диапазона.

Установлено, что при избыточном постоянном воздействии таких потоков света в организме снижается выработка защитного гормона-мелатонина и одновременно увеличивается выработка гормона-пролактина, снижающего защитные силы организма. Наличие избыточных синих и сине-фиолетовых потоков света вызывает помутнение оптических сред глаз, снижает четкость изображения на сетчатке, увеличивая и без того большую нагрузку на мозг и, в конечном счете, ухудшает работу зрения и организма в целом, что проявляется в ослаблении внимания, повышении рассеянности, увеличении количества ошибок, общей усталости и др.

## **1.2 Возможные вредные производственные факторы на рабочем месте пользователя**

Возможные вредные производственные факторы на рабочем месте пользователя:

1. все вышеуказанные вредные факторы от дисплея и блоков ПЭВМ.
2. нерациональное освещение рабочего места (недостаток естественного света, низкая освещенность рабочего места, повышенные блескость и яркость на столе, клавиатуре и др., пульсации светового потока при наличии ламп дневного света).
3. некачественный состав воздуха рабочей зоны (наличие пыли и патогенной микрофлоры, недостаток легких отрицательных и избыток тяжелых положительных ионов).
4. несоответствие нормам параметров микроклимата.
5. шум на рабочем месте.
6. повышенные нервно-психические и эмоциональные нагрузки.
7. монотонность труда в сочетании с повышенным напряжением внимания и зрения.
8. гиподинамия и длительные статические нагрузки на кисти рук.

Необходимо подчеркнуть, что вышеперечисленные факторы практически не связаны с качеством ПЭВМ, а определяются условиями труда на конкретном рабочем месте.

И если качество ПЭВМ, определяемое изготовителем, непрерывно растет, то условия труда, зависящие непосредственно от качества работы по охране труда в организациях, к сожалению, почти не улучшаются.

## **2 Обеспечение безопасности на рабочих местах с ПЭВМ**

### **2.1 Нормативно-техническая документация**

В настоящее время по вопросам организации рабочих мест оборудованных ПЭВМ действует следующая нормативно-техническая документация:

**СанПиН 1.2.3685-21** "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания";

- **ГОСТ Р 50948-01**. "Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности";

- **ГОСТ Р 50949-01**. "Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности";

К эксплуатации должно допускаться оборудование ПЭВМ, имеющее санитарно-эпидемиологическое заключение (гигиенический сертификат) о соответствии требованиям ГОСТ Р 50948-01, СанПиН 1.2.3685-21, сертификат считается недействительным, если в нем отсутствуют ссылки на любой из указанных документов.

## **2.2 Требования к помещениям для работы с ПЭВМ**

Помещения для эксплуатации ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение. Эксплуатация ПЭВМ в помещениях без естественного освещения допускается только при соответствующем обосновании и наличии положительного санитарно-эпидемиологического заключения, выданного в установленном порядке. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Оконные проемы должны быть оборудованы регулирующими устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - 4,5 м<sup>2</sup>.

Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Не следует размещать рабочие места с ПЭВМ вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ.

## **2.3 Требования к микроклимату, содержанию аэроионов и вредных химических веществ в воздухе на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ**

В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.) и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений. На других рабочих местах следует поддерживать параметры микроклимата на допустимом уровне, соответствующем требованиям нормативов.

Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений, где расположены ПЭВМ, должны соответствовать действующим санитарно-эпидемиологическим нормативам. Содержание вредных химических веществ в

производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.), не должно превышать предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест в соответствии с действующими гигиеническими нормативами.

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

#### **2.4 Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ**

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения и отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения.

#### **2.5 Общие требования к организации рабочих мест пользователей ПЭВМ**

При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным,

регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

На рисунках 1...4 показаны рекомендуемые и не рекомендуемые (с точки зрения электромагнитной безопасности) варианты компоновки рабочего места.

Наиболее оптимальной следует признать планировку, когда полностью разделены зона местонахождения пользователя ПЭВМ и зона, где расположены кабели электропитания технических средств рабочего места, включая розетки сетевого электропитания (рис. 1).

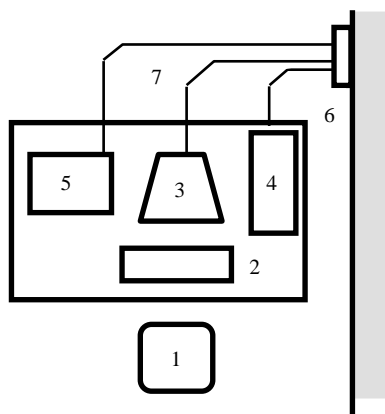
Менее оптимальной является планировка, представленная на рис. 2, когда рядом с пользователем расположены сетевые кабели электропитания рабочего места. Данную планировку нежелательно использовать, если на рабочем месте установлено большое количество технических средств со значительным энергопотреблением. В этом случае по сетевым кабелям электропитания текут значительные токи, и пользователь ПЭВМ находится в зоне воздействия магнитных полей промышленной частоты 50 Гц.

Крайне нежелательной является планировка рис. 3. При отсутствии возможности иной организации рабочего места можно рекомендовать способ снижения уровня полей за счет расположения кабелей электропитания в металлической (стальной) заземленной трубе (рис. 4). Однако следует особо подчеркнуть, что данную планировку рабочего места можно использовать только при наличии документального подтверждения соответствия уровней полей требованиям действующих СанПиН при контроле специальной аппаратурой. В случае отсутствия объективных замеров уровней полей на рабочем месте подобная планировка является недопустимой.

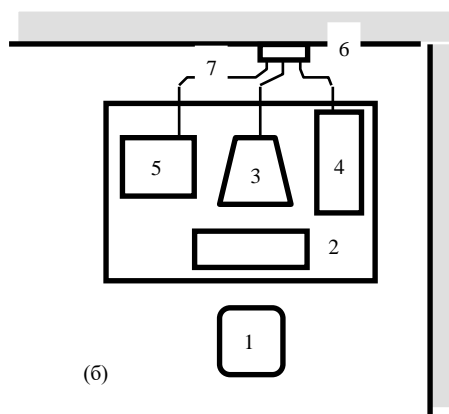
В приведенные обобщенные схемы могут вноситься уточнения и изменения, обусловленные специфическими особенностями конструкции ПЭВМ и дисплея ПЭВМ, особенностями пространственных диаграмм электрических и магнитных полей и особенностями пространственной конфигурации помещения.

Следует также отметить, что при реализации какого-либо варианта в организации рабочего места необходимо учитывать возможное влияние его электромагнитных полей на постоянно работающих рядом людей и осуществлять корректировку их расположения относительно рабочего места с ПЭВМ.

Дело в том, что многие видеодисплейные терминалы имеют резко деформированную диаграмму направленности собственных полей; максимум этой диаграммы направлен в сторону от оператора ПЭВМ. К сожалению, здесь нельзя дать каких-либо общих рекомендаций. Вопрос должен решаться в каждом конкретном случае индивидуально исходя из типа и модели используемого дисплея **по результатам измерений полей специализированными приборами.**



(a)



(б)

Рисунок 1 - Рекомендуемые компоновки рабочего места

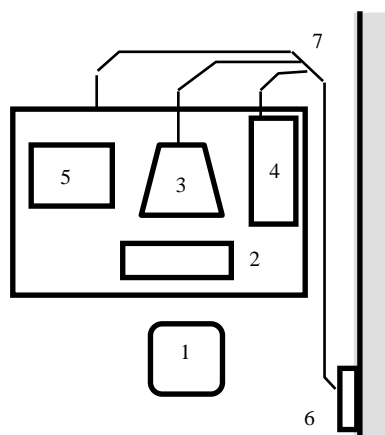


Рисунок 2 - Нежелательная компоновка рабочего места

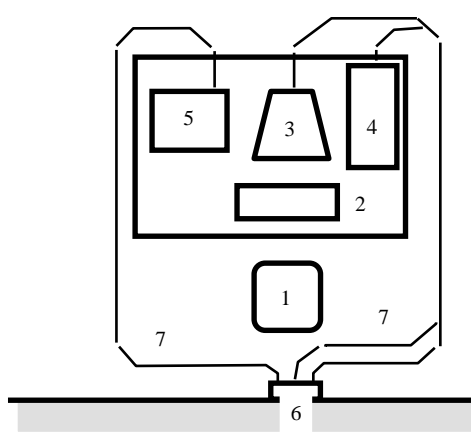


Рисунок 3 - Недопустимая компоновка рабочего места

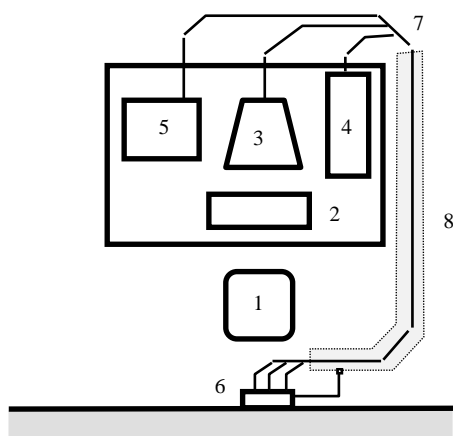


Рисунок 4 - Рекомендуемая модернизация рабочего места, изображенного на рис. 3

Цифрами на рисунках обозначены:

1. Рабочее место оператора
2. Клавиатура
3. Дисплей
4. Системный блок ПЭВМ
5. Оргтехника (принтер, сканер, факс и т.д.)
6. Розетки питания
7. Электрический провод питания ПЭВМ
8. Металлическая заземленная труба

### 3 ПРОВЕДЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ УРОВНЕЙ ЭМП НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПЭВМ

В соответствии с требованиями **СанПиН 1.2.3685-21** электромагнитная обстановка на рабочих местах оценивается по пяти параметрам:

- напряженности электрической составляющей ЭМП в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц;
- напряженности электрической составляющей ЭМП в диапазоне частот 2-400 кГц;
- напряженности магнитной составляющей ЭМП в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц;
- напряженности магнитной составляющей ЭМП в диапазоне частот 2-400 кГц;
- напряженность электростатического поля на рабочем месте оператора.

Временные допустимые уровни ЭМП (ВДУ), создаваемых ПЭВМ на рабочих местах пользователей представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Перед проведением инструментального контроля необходимо произвести следующую подготовку:

1. Составить план (эскиз) размещения рабочих мест пользователей ПЭВМ в помещении.

2. Выписать сведения об оборудовании рабочего места - наименования устройств ПЭВМ и моделей.

3. Выписать сведения о наличии санитарно-эпидемиологического заключения на ПЭВМ.

4. Установить на экране ВДТ типичное для данного вида работы изображение (текст, графики и др.).

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

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

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

Измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ-метр-АТ-002 предназначен для контроля норм по электромагнитной безопасности ви-

деодисплейных терминалов. Измеритель применяется при проведении комплексного санитарно-гигиенического обследования помещений и рабочих мест.

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

полоса 1 – от 5 Гц до 2000 Гц;

полоса 2 - от 2 кГц до 400 кГц.

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

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

Питание прибора осуществляется от аккумуляторной батареи. Внешний вид измерителя представлен на рисунке 2.

Измеритель выполнен в виде портативного прибора, объединяющего в одном корпусе датчики-измерители плотности магнитного потока и напряженности электрического поля, блок полосовых (НЧ и ВЧ) усилителей-детекторов, блок цифровой обработки результатов регистрации, блок управления и индикации, и блок питания.

Для удобства пользователя все управляющие органы измерителя (выключатель питания, кнопки выбора режима и запуска измерений) вынесены на переднюю панель прибора и объединены в один блок управления.

Включается прибор нажатием на кнопку «Питание». Далее необходимо дождаться результатов самотестирования.

#### **4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ**

Выполнение лабораторной работы рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:

1. Изучить теоретическую часть методических указаний к лабораторной работе. Выяснить у преподавателя возникшие вопросы.

2. Получить у лаборанта кафедры (аудитория А-623) необходимые измерительные приборы.



3. По согласованию с преподавателем определить способ выполнения экспериментальной части работы:

а) проведение на реальном рабочем месте инструментальных измерений с оценкой их результатов;

б) анализ компоновки рабочих мест, приведенных в Приложении 1, и результатов измерений ЭМП, выданных преподавателем.

3. Провести оценку соответствия условий труда на рабочем месте требованиям нормативных документов рекомендуется по следующей схеме:

1 Проверить наличие сертификата безопасности, охарактеризовать ПЭВМ.

2 Проверить наличие заземления, зануления.

3 Проверить правильность расположения рабочего места, оснащенного ПЭВМ относительно других рабочих мест.

4 Провести оценку соответствия площади помещения, освещенности и микроклимата нормативным требованиям к рабочим местам, оснащенным ПЭВМ.

5 Провести оценку электромагнитной обстановки на рабочем месте: выбрать нормативные требования, сравнить результаты измерений с гигиеническими нормативами.

4. Дать заключительную оценку соответствия условий труда на рабочем месте, оборудованном ПЭВМ, требованиям нормативных документов. Предложить мероприятия по улучшению условий труда.

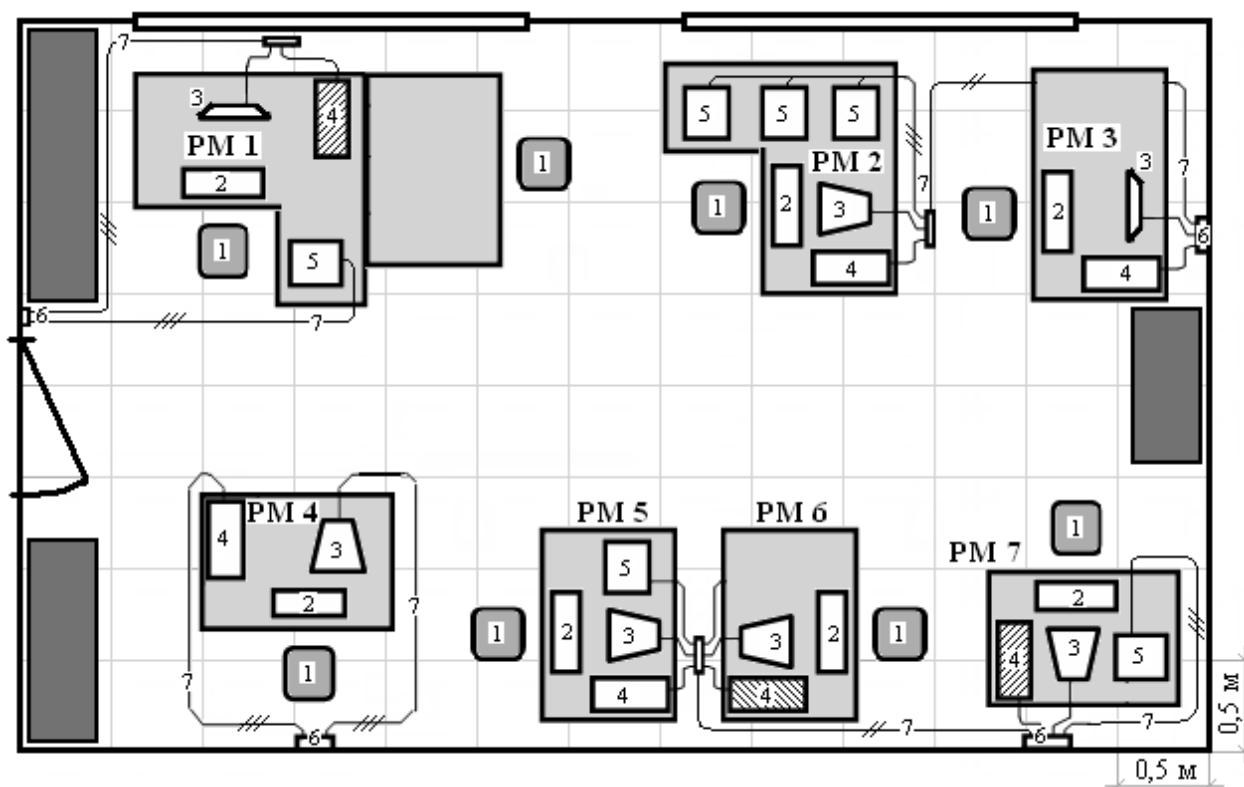
5. Оформить отчет о выполненной лабораторной работе по форме, представленной в Приложении 2.

6. Защитить отчет у преподавателя.

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Дайте определение рабочего места пользователя ПЭВМ.
2. Перечислите электромагнитные поля и излучения, генерируемые ПЭВМ.
3. К каким последствиям может привести систематическое воздействие переменных ЭМП на организм пользователя?
4. Перечислите источники фоновых электромагнитных полей.
5. Какие особенности присущи зрительной работе с ПЭВМ?
6. Какие вредные производственные факторы характерны для рабочего места пользователя ПЭВМ?
7. Какие требования предъявляются к помещениям для работы с ПЭВМ?
8. Какие требования предъявляются к освещению рабочих мест, оборудованных ПЭВМ?
9. Какие требования следует соблюдать при компоновке оборудования рабочих мест в помещениях, где используются ПЭВМ?
10. Нормативно-техническая документация.
11. По каким параметрам следует оценивать электромагнитную обстановку на рабочих местах с ПЭВМ?

### Схема расположения рабочих мест оборудованных ПЭВМ



Цифрами на схеме обозначены:

1. Рабочее место оператора;
2. Клавиатура;
3. Дисплей;
4. Системный блок ПЭВМ (заштрихованный рисунок обозначает расположение под столом);
5. Оргтехника (принтер, сканер, факс и т.д.);
6. Розетки питания;
7. Электрический провод питания ПЭВМ:
  - /// - трех жильный;
  - // - двух жильный.

**Отчет по лабораторной работе**  
**«Обеспечение электромагнитной безопасности при эксплуатации**  
**компьютерной техники»**

Цель работы: \_\_\_\_\_

Используемые приборы и оборудование: \_\_\_\_\_

Нормативные документы: \_\_\_\_\_

Краткое описание условий труда на рабочем месте: \_\_\_\_\_

Нормативные значения и результаты измерений:

Наименование параметра и единица измерения	Диапазон частот	ВДУ ЭМП	Результаты измерений на уровнях высот		
			0,5 м	1,0 м	1,5 м
Напряженность электрического поля, В/м	5 Гц - 2 кГц	25			
	2 кГц - 400 кГц	2,5			
Плотность магнитного потока, нТл	5 Гц - 2 кГц	250			
	2 кГц - 400 кГц	25			
Напряженность электростатического поля, кВ/м		15			

Выводы (указать мероприятия по улучшению условий труда): \_\_\_\_\_

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**

### **КОНТРОЛЬ ЗАПЫЛЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ АТМОСФЕРЫ И РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Изучение санитарно-гигиенических требований, определяемых ГОСТ 12.1.005-88 к содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны, методов исследования запыленности воздушной среды и способов нормализации состава воздуха.

#### **2 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

2.1 Изучение принципов нормирования содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

2.2 Уяснение характера воздействия вредных веществ на организм человека.

2.3 Ознакомление с методами контроля запыленности воздуха.

2.4 Определение концентрации пыли в рабочей зоне.

2.5 Расчет общеобменной вентиляции.

#### **3 ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМЫХ МАТЕРИАЛОВ, РЕАКТИВОВ, ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИБОРОВ**

3.1 Образец пыли строительной

3.2 Экспериментальная установка

3.3 Весы аналитические

3.4 Фильтр бумажный

3.5 Термометр

3.6 Барометр-анероид

3.7 Секундомер

3.8 Аспиратор

#### **4 ПРАВИЛА ОХРАНЫ ТРУДА**

При выполнении данной практической работы необходимо соблюдать «Инструкцию по охране труда при работе в учебных аудиториях кафедры Безопасности жизнедеятельности КубГТУ», а также указания преподавателя, полученные при проведении инструктажа на первом занятии практикума.

#### **5 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

##### **5.1 Теоретические пояснения**

Для нормальной жизнедеятельности человека существенное значение имеет чистый, естественный воздух без примесей пыли, вредных газов и паров. Чистота воздуха на производстве – понятие относительное и зависит от технологического процесса.

Стандартный состав воздуха: кислород – 20,96 об. %, азот – 78,59 об. %, углекислый газ – 0,35 об. %, инертные газы – остальное, поддерживается на стационарном уровне из-за больших объемов проматмосферы.

Степень воздействия вредного вещества на организм человека зависит в первую очередь от концентрации его в воздухе рабочей зоны, которая не должна превышать предельно допустимой концентрации (ПДК), определяемой ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

**Рабочая зона** - пространство высотой до 2-х метров над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

**ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны** называются такие концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или при другой продолжительности, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должны вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.

По **опасности** воздействия на организм человека все вредные вещества подразделяются на 4 класса:

Таблица 1– Классификация веществ по опасности воздействия на организм

Класс опасности вещества	Наименование класса вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
1	чрезвычайно опасные	менее 0,1
2	высокоопасные	0,1 -1,0
3	умеренно опасные	1,0-10,0
4	малоопасные	более 10,0

ПДК вредных веществ приведены в таблицах ГОСТ 12.1.005-88, в котором приведено их агрегатное состояние (пары или газы, аэрозоли) и класс опасности.

При совместном присутствии в воздухе рабочей зоны нескольких ( $n$ ) веществ, обладающих эффектом суммации, сумма отношений их концентраций  $C_1...C_2...C_n$  к их ПДК не должна превышать 1 при расчете по формуле:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} < 1$$

Пребывание работающих в воздушной среде, содержащей больше чем ПДК концентрации вредных веществ, может привести к профессиональным заболеваниям или отравлениям.

Отравление является частным случаем профессионального заболевания и возникает под действием ядовитых веществ.

**Отравления** бывают **острыми**, при внезапном проникновении в организм человека больших количеств вредных веществ, и **хроническими**, при длительном воздействии на человека небольших количеств яда в течении длительного времени.

В настоящей работе исследуется запыленность воздуха производственных помещений. Производственная пыль образуется при дроблении и измельчении вещества, при точке, шлифовке, полировке, плавке, сварке и других технологических процессах.

**Пыль** – понятие, определяющее физическое состояние вещества, его раздробление на мельчайшие частицы. Эти частицы, будучи взвешенными в воздухе, представляют собой дисперсную систему (**аэрозоль**), в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсионной средой – воздух. Выпавшие из воздуха частички твердых веществ и осевшие на поверхностях называются **аэрогелем**.

**Производственной пылью** называются тонко диспергированные частицы твердых веществ, образующихся при различных производственных процессах и способных более или менее длительное время находиться во взвешенном состоянии в воздухе.

Пыль образуется при механическом дроблении, измельчении и истирании твердых материалов, а также вследствие конденсации газо- и парообразных веществ, образующихся в процессе горения, плавления, перегонки и т.д.

По происхождению пыль делят на органическую, неорганическую (металлическую и минеральную) и смешанную. Кроме того, производственная пыль подразделяется на «активную» (в случае присутствия в пылевых частицах радиоактивных веществ) и «неактивную» (радиоактивные вещества отсутствуют).

Действие пыли на организм зависит в основном от химического состава пыли, от степени запыленности воздуха, от размеров и формы пылевых частиц.

**Степень запыленности** воздуха выражают в миллиграммах пыли на 1 м<sup>3</sup> воздуха. В чистом воздухе содержится меньше 1 мг пыли в 1 м<sup>3</sup>. При большой запыленности содержание пыли в воздухе достигает сотен и даже тысяч миллиграммов в 1 м<sup>3</sup>. Естественно, что с увеличением запыленности действие пыли на организм усиливается.

Характер воздействия производственной пыли зависит:

- от ее происхождения (органическая, неорганическая, смешанная);
- токсичности;
- концентрации;
- дисперсности;
- формы пылинок;
- электрического заряда и других факторов.

Наиболее опасна пыль с размерами частиц 0,2-10 мкм. Она глубоко проникает в дыхательные органы и в них задерживается. Пыль с размерами частиц 0,2-0,5 мкм попадает в альвеолы и лимфатические железы легких. Пыль с размером более 10 мкм оседает в помещении, а с размером частиц менее 0,2 мкм вентилируется в легких, не задерживаясь в них.

**Влияние пыли на организм** очень многообразно. Даже индифферентная пыль, попадая в глаза, оказывает раздражающее действие. К этому может присоединиться действие микроорганизмов, в результате чего возникают конъюнктивиты. Индифферентная пыль, закупоривая протоки потовых и сальных желез, нарушает потоотделение и играет определенную роль в возникновении фолликулитов, угрей и гнойничковых заболеваний кожи. Пыль, обладающая раздражающим действием, вызывает воспалительные заболевания кожи и образование язв (пыль известковая, фтористого натрия, мышьяковая и др.).

При длительном воздействии индифферентной пыли на слизистые оболочки дыхательных путей развиваются такие заболевания, как ринит, трахеит и бронхит, которые в дальнейшем могут переходить в хронические формы, связанные с нарушением основной функции легких – газообмен и кровообращение. Например, при хроническом бронхите появляется одышка, недостаточность сердечной деятельности, понижается работоспособность.

Фтористая, хромовая, известковая и некоторые другие виды пыли, обладающие раздражающим действием, могут вызывать изъязвления слизистой оболочки носа, носовые кровотечения и боли в носу.

Проникающая в легочные альвеолы пыль, распространяясь по лимфатической сети в легких, вызывает разрастание соединительной ткани, т.е. фибриоз легкого. В дальнейшем соединительная ткань сморщивается, образуются рубцы, сдавливающие сосуды и мелкие разветвления бронхиального дерева; отдельные участки легких спадаются.

Наиболее тяжелым видом пневмокониоза является силикоз, вызываемый вдыханием в производственных условиях кварцевой пыли, содержащей свободный диоксид кремния (рудники, шахты и др.). Вначале кварцевая пыль действует механически, а далее, по мере растворения диоксида кремния, и химически. Силикоз часто осложняется туберкулезом легких. Диоксид кремния растворяется очень медленно. Поэтому, даже после прекращения работы силикоз может некоторое время прогрессировать за счет продолжающегося растворения ранее отложившегося в легких диоксида кремния. При силикозе поражаются не только легкие, но и другие органы. Силикоз развивается лишь после нескольких лет вдыхания пыли.

При наличии в пылевых частицах радиоактивных веществ к перечисленным выше поражающим факторам добавляется фактор воздействия на организм человека радиоактивных излучений.

Кроме вредного влияния на здоровье человека, пыль ускоряет износ трущихся частей оборудования; мелкая токопроводящая пыль, оседая в труднодоступных местах электрооборудования, может нарушить электрическую изоляцию и приводить к короткому замыканию.

Основными **профессиональными заболеваниями** от воздействия раздражающих пылей являются:

- раздражение и ранение слизистой оболочки дыхательных путей;
- заболевание легких (пневмокониозы, астмы, бронхиты, туберкулез);
- воспалительные процессы наружного уха, глаз, слизистых;
- кожные заболевания (дерматиты);

-общее функциональное расстройство в организме (головные боли, головокружение, утомляемость, тошнота, нарушение пищеварения) и другие.

Кроме профессиональных заболеваний и отравлений запыленность воздушной среды в производственных условиях создает предпосылки для возникновения пожаров и взрывов, снижает прозрачность воздуха, а также отрицательно воздействует на технологическое оборудование и материалы (коррозия металлов, увеличение износа механизмов, снижение КПД машин и точности обработки и др.).

При конструировании, изготовлении, монтаже и эксплуатации технологического оборудования могут быть предусмотрены следующие **меры по предупреждению или уменьшению** до минимума **вредных выделений** в воздух рабочих помещений:

-изоляция работающих от вредных процессов при помощи комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, внедрением дистанционного управления;

- надежная герметизация оборудования и коммуникаций;
- применение оборудования, работающего под разрежением;
- гидрообеспыливание мелко распыленной водой;
- осуществление общеобменной и местной вентиляции;
- применение средств индивидуальной защиты.

При кратковременных работах в чрезвычайных ситуациях (аварии и т.д.), когда невозможно уменьшить вредные выделения до допустимых уровней, необходимо пользоваться средствами индивидуальной защиты: респираторами, противогазами, спецодеждой, а на кожу рук наносить специальную защитную пасту или крем.

В условиях производства необходим непрерывный или периодический контроль состава воздуха рабочей зоны. При обычном санитарно-гигиеническом обследовании пробы воздуха берут на рабочем месте на уровне органов дыхания работающего.

Для этого используют аспирацию (просасывание определенного объема воздуха) через фильтрующую поверхность.

Гигиеническую оценку запыленности осуществляют на основе ее **качественных и количественных характеристик**. Количественно производственная пыль может быть оценена по концентрации, мг/м<sup>3</sup>, или по числу пылинок в 1 мм<sup>3</sup>. Качественная характеристика пыли определяется на основе учета ряда ее свойств: дисперсности, химического состава, морфологических особенностей, удельной массы, растворимости, электрозаряженности, кристаллической структуры вещества, радиоактивности и др.

Количественную характеристику запыленности можно определить весовым, счетным, электрическим, фотоэлектрическим и другими методами. В настоящей работе для анализа запыленности воздушной среды используется весовой (гравиметрический) метод.

Недостатком весового метода является то, что он не дает полной гигиенической оценки запыленности т.е., например:

- не определяется дисперсность пыли;



- не определяется форма пылинок;
- не определяется качественный состав пыли;
- не определяются физико-химические свойства пыли;

Но несмотря на эти недостатки весовой метод широко применяется, так как предельно-допустимые концентрации вредных примесей в промышленной атмосфере даются именно в весовом выражении (мг/м<sup>3</sup>).

## 5.2 Порядок и методы выполнения работы

5.2.1 Взвешивают фильтр с точностью до 0,1 мг и помещают его в кассету.

5.2.2 Включают вентилятор пылевой камеры на 1-3 минуты.

5.2.3 Устанавливают расход воздуха по ротаметру.

5.2.4 Включают электроаспиратор на 10-15 мин.

5.2.5 Выключают aspirator, отсоединяют кассету, вынимают фильтр и взвешивают его. Схема установки показана на рис.1. Она состоит из пылевой камеры “А”, кассеты с фильтром “В”, соединительной трубки “С” и электроаспиратора “Д”.

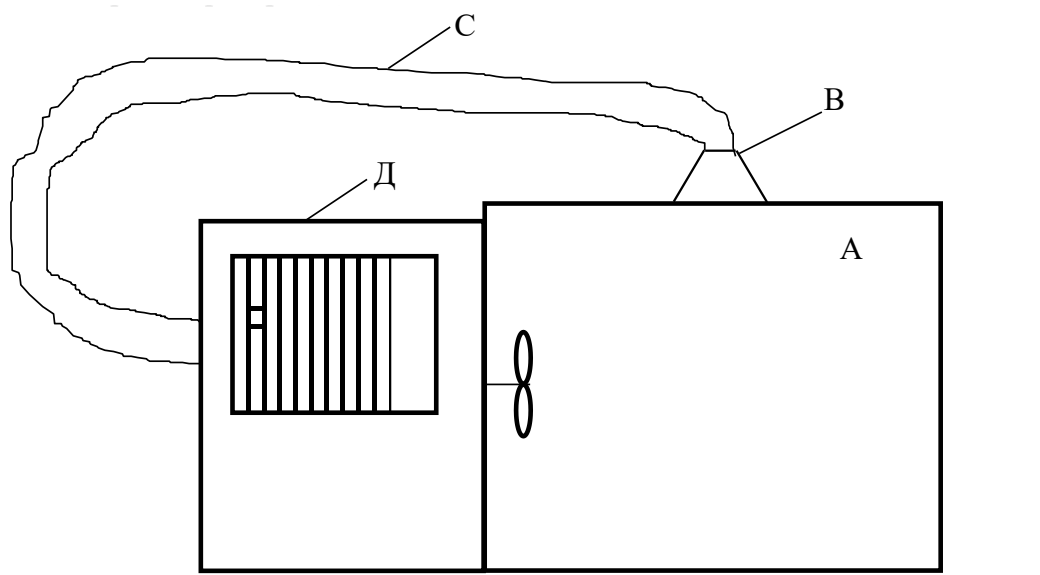


Рисунок 1 – Экспериментальная установка

## 5.3 Способы обработки результатов измерений

5.3.1 Рассчитать объем загрязненного воздуха  $V_t$ , м<sup>3</sup>/мин, протянутого аспириатором через фильтр.

$$V_t = B \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где  $B$  – расход воздуха по ротаметру, л/мин;

$\tau$  – время аспирации, мин;

$10^{-3}$  – переводной коэффициент в м<sup>3</sup>.

### 5.3.2 Привести рассчитанный объем воздуха к нормальным условиям

$$V_0 = V_t \frac{273 \cdot P}{(273 + t)P_0}, \quad (2)$$

где  $V_0$  – объем воздуха в м<sup>3</sup>/мин при нормальных условиях;  
 $P_0$  – нормальное атмосферное давление, равное 101,325 кПа или 760 мм рт. ст.;  
 $t$  – температура в рабочей зоне при проведении замеров, °С;  
 $P$  – фактическое атмосферное давление, кПа или мм рт. ст.

### 5.3.3 Определить концентрацию пыли $C$ , мг/м<sup>3</sup>, в исследуемом воздухе

$$C = \frac{G_2 - G_1}{V_0}, \quad (3)$$

где  $G_1$  – масса фильтра до аспирации, мг;  
 $G_2$  – масса фильтра после аспирации, мг;

### 5.3.4 Рассчитать интенсивность пылеобразования $L$ , мг/ч

$$L = \frac{60 \cdot V_{\text{пом}} C}{\tau}, \quad (4)$$

где  $V_{\text{пом}}$  – объем производственного помещения, м<sup>3</sup>;  
 $\tau$  – время аспирации, мин.

### 5.3.5 Рассчитать требуемое количество воздуха для общеобменной вентиляции $Q$ , м<sup>3</sup>/ч

$$Q = \frac{L}{C_v - C_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где  $C_v$  – концентрация пыли в выбрасываемом воздухе, мг/м<sup>3</sup> не должна превышать ПДК и примем для расчета  $C_v = 0,8 \cdot \text{ПДК}$ ;

$C_{\text{пр}}$  – концентрация пыли в приточном воздухе, мг/м<sup>3</sup>, менее ПДК и примем для расчета  $C_{\text{пр}} = 0,3 \cdot \text{ПДК}$ .

### 5.3.6 Определить кратность воздухообмена $K$ , 1/ч

$$K = \frac{Q}{V_{\text{пом}}}, \quad (6)$$

где  $Q$  – объем воздуха, подаваемый или удаляемый из помещения, м<sup>3</sup>/ч;  
 $V_{\text{пом}}$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

Кратность воздухообмена показывает сколько раз за 1 час должен пройти обмен воздуха в помещении, чтобы концентрация загрязняющих веществ не превышала ПДК.

### 5.3.7 Варианты для расчета общеобменной вентиляции

Рассчитать по формулам (5) и (6) потребный объем воздуха и кратность воздухообмена для одного из вариантов таблицы 2.

Таблица 2 – Варианты для расчета общеобменной вентиляции

Вариант	Наименование производственного помещения	Наименование пыли	ПДК, мг/м <sup>3</sup> / класс опасности	Интенсивность пылеобразования, мг/час	Размеры помещения, м
1	2	3	4	5	6
1	Цех металлообра- ботки	пыль оксида железа	6 / 3	1770	6x18x4,8
2	Сварочный цех	сварочный аэрозоль	6 / 3	180,0	6x2x4,8
3	Чаеразвесочная фабрика	пыль чайная	6 / 4	2853	12x18x4,8
4	Нефтепереработка	ингибитор коррозии	1 / 2	5200	24x24x6,0
5	Цех пригото- вления барды	дрожжи кор- мовые	0,3 / 2	1900	12x18x4,8
6	Гальванический цех	кислота сер- ная	1 / 2	6700	12x72x4,8
7	Табачный цех	табачная пыль	3 / 2	2850	18x36x4,8
8	Завод ЖБИ	цементная пыль	6 / 3	3100	18x18x6,0
9	Стройцех	кремния диок- сид	1 / 3	12100	36x36x4,8
10	Винзавод	сернистый ан- гидрид	10 / 4	1500	24x30x4,8
11	Механический цех	Аэрозоль СОЖ	5 / 2	2740	12x36x4,8
12	Цех по переработ- ке нефти	бензин	300 (100) / 4	9200	72x72x4,8
13	Элеватор, этаж башмаков норий	пыль зерновая	4 / 3	12300	6x12x3,6
14	Мельница	пыль мучная	6 / 4	5100	12x12x6,0
15	Сахарный завод	пыль сахарная	10 / 4	13200	36x72x4,8
16	Строительный участок	пыль асбоце- ментная	6 / 3	25000	18x36x6,0
17	Зал ТЭЦ	пыль угольная	4 / 3	11600	18x18x4,8

## 6 ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ И СОДЕРЖАНИЮ ОТЧЕТА

### Отчет по работе «Контроль запыленности проатмосферы и расчет вентиляции»

Цель работы \_\_\_\_\_

Основные принципы нормирования воздуха рабочей зоны и основной нормативный документ \_\_\_\_\_

Источники выделения и характеристика пыли на производстве по специальности студента \_\_\_\_\_

Исходные данные:

$G_1$	$G_2$	ПДК	$\tau$	$B$	$V_{\text{пом}}$	$t$	$P$
мг	мг	мг/м <sup>3</sup>	мин	л/мин	м <sup>3</sup>	°С	кПа
102,9	103,2	6	10	3	6х9х4	25	101,31

Расчеты: \_\_\_\_\_

Результаты расчетов свести в таблицу:

$V_t$	$V_0$	$C$	$L$	$Q$	$K$
м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>	мг/ч	м <sup>3</sup> /ч	ч <sup>-1</sup>

Вывод:

Рассчитать потребный воздухообмен и кратность по варианту по заданию преподавателя (формулы 5,6).

## 7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Нормирование вредных веществ в воздухе рабочей зоны и определение ПДК.
2. Характер воздействия вредных веществ на организм человека и их классификация по опасности для человека.
3. Основные профессиональные заболевания при воздействии вредных веществ на человека.
4. Средства нормализации воздуха рабочей зоны.
5. Методы анализа запыленности воздушной среды.
6. Что такое кратность воздухообмена?
7. Понятие промышленной вентиляции, её задачи.
8. Классификация способов и схем промышленной вентиляции.
9. Расчет промышленной вентиляции.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4**

### **НОРМИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ И КОНТРОЛЬ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Ознакомиться с принципами нормирования естественного освещения помещений производственных, административно-бытовых, общественных и жилых зданий, научиться выполнять расчет и контроль естественного освещения.

#### **2 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

2.1 Изучить принципы нормирования и контроля естественного освещения.

2.2 Получить практические навыки расчета и контроля естественного освещения.

#### **3 ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИБОРОВ**

Для выполнения лабораторной работы необходим люксметр (Ю-116, Ю-117, Аргус-07, ТКА-ПК).

#### **4 ПРАВИЛА ОХРАНЫ ТРУДА**

При выполнении данной работы студенты должны соблюдать положения “Инструкции по охране труда в учебных лабораториях кафедры “Безопасность жизнедеятельности” и первичного инструктажа на рабочем месте, проведенного преподавателем на первом занятии лабораторного практикума.

В процессе измерения наружной освещенности запрещается залезать на столы и подоконники во избежание травмирования при падении с высоты.

Воздействием других вредных и опасных факторов выполнение лабораторной работы не сопровождается.

#### **5 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

##### **5.1 Общие сведения о естественном освещении**

Производственное освещение – это такая система естественного и искусственного освещения, которая позволяет работающим нормально осуществлять определенный технологический процесс. Освещение влияет на самочувствие и определяет эффективность труда.

Рационально устроенное освещение помещений и рабочих мест - одно из важнейших условий создания психологического комфорта, уменьшения зрительного и общего утомления работников, создания безопасных условий труда. Нерационально организованное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, резкие тени ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта.

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

Естественное освещение наиболее полно удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям, поэтому все помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, световые проемы.

В результате длительного пребывания человека в помещениях с недостаточным естественным освещением возникают заболевания органов зрения, замедляется обмен веществ, что приводит в конечном счете к преждевременному физическому и нервному переутомлению организма.

Без световых проемов допускается проектировать только помещения, где естественный свет может вызвать нарушение технологического процесса (фотолаборатории, рентгенкабинеты, овощехранилища и т.п.).

Единственным недостатком естественного освещения является его зависимость от времени суток, времени года, погодных условий. Поэтому для оценки его качества принята не абсолютная величина освещенности, а относительная - **коэффициент естественной освещенности** (КЕО или  $e$ ).

**КЕО** - отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба ( $E_{\text{вн.}}$ ) (непосредственным или после отражения), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода ( $E_{\text{нар.}}$ ), выраженного в процентах.

Аналитически это определение выражается формулой:

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

**Освещенность  $E$**  - плотность светового потока по освещаемой поверхности. Единица измерения освещенности – люкс (лк).

Для исключения влияния на КЕО изменения во времени наружной освещенности исследования целесообразно проводить с помощью двух люксметров одновременно. Один люксметр устанавливается снаружи здания при полностью открытом небосводе для измерения  $E_{\text{нар.}}$ , а другой - внутри помещения для измерения  $E_{\text{вн.}}$ . Оценку естественного освещения рекомендуется проводить при 100% облачности.

Различают следующие виды естественного освещения помещений:

1. **боковое одностороннее** - когда световые проемы расположены в одной из наружных стен помещения;
2. **боковое двухстороннее** - световые проемы в двух противоположных наружных стенах помещения;
3. **верхнее** - когда фонари и световые проемы выполнены в покрытии, а также световые проемы в стенах перепада высот здания;
4. **комбинированное** - световые проемы, предусмотренные для бокового (верхнее и боковое) и верхнего освещения.

Распределение величины КЕО по ширине (глубине) помещения в зависимости от конструктивного исполнения световых проемов показаны на рисунках 1 и 2.

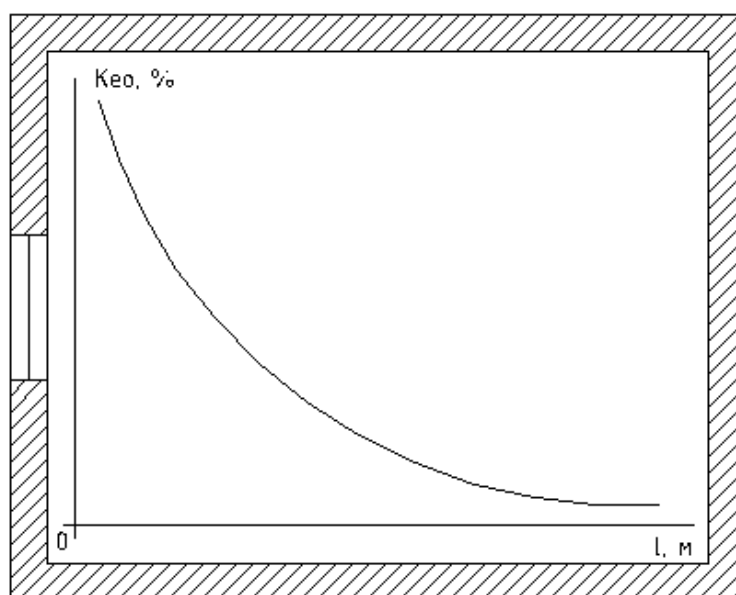


Рисунок 1 – Боковое одностороннее естественное освещение

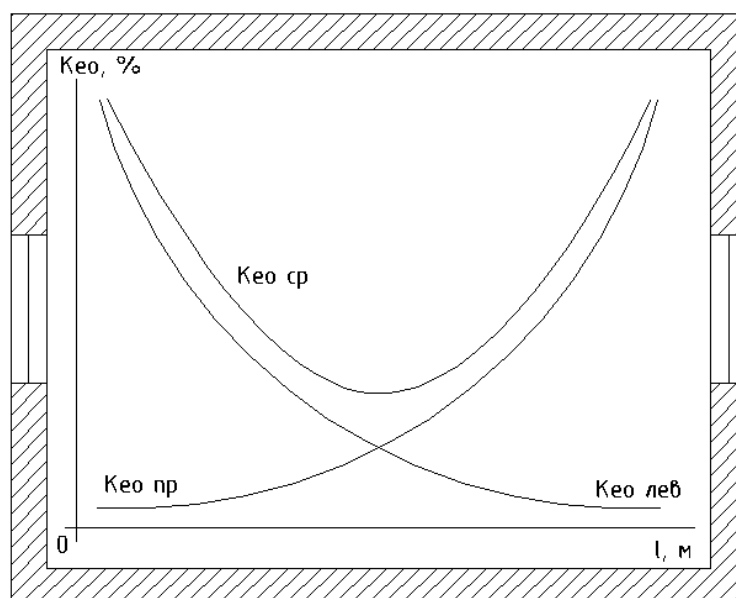


Рисунок 2 – Боковое двухстороннее естественное освещение

## 5.2 Нормирование естественного освещения

Документом, регламентирующим требования к естественному освещению помещений производственных, административно-бытовых, общественных и жилых зданий, является **СП 52.13330.2016** Свод правил «Естественное и искусственное освещение» (дата введения 2017-05-08).

**Расчетное значение КЕО, %:** Значение, полученное расчетным путем при оценке естественного или совмещенного освещения помещений:

а) при боковом освещении по формуле

$$e_p^b = C_N \left( \sum_{i=1}^L \varepsilon_{\sigma i} q_i + \sum_{j=1}^M \varepsilon_{3Дj} b_{\Phi j} k_{3Дj} \right) r_0 \tau_0 MF; \quad (3.11)$$

б) при верхнем освещении по формуле

$$e_p^B = C_N \left[ \sum_{i=1}^T \varepsilon_{Bi} q(\gamma)_i + \varepsilon_{cp} (r_2 k_{\Phi} - 1) \right] \tau_0 MF; \quad (3.12)$$

в) при комбинированном (верхнем и боковом) освещении по формуле

$$e_p^k = e_p^B + e_p^b, \quad (3.13)$$

$$k_{3Дj} = 1 + (k_{3ДО} - 1) \frac{\sum_{j=1}^M \varepsilon_{3Дj}}{\sum_{i=1}^L \varepsilon_{\sigma i} + \sum_{j=1}^M \varepsilon_{3Дj}}, \quad (3.14)$$

где  $L$  - число участков небосвода, видимых через световой проем из расчетной точки;

$\varepsilon_{\sigma i}$  - геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий прямой свет от  $i$ -го участка неба;

$C_N$  - коэффициент светового климата, принимают по таблице 5.1

**СП 52.13330.2016;**

$q_i$  - коэффициент неравномерности яркости  $i$ -го участка облачного неба МКО;

$M$  - число участков фасадов зданий противостоящей застройки, видимых через световой проем из расчетной точки;

$\varepsilon_{3Дj}$  - геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий свет, отраженный от  $j$ -го участка фасадов зданий противостоящей застройки;

$b_{\Phi j}$  - средняя относительная яркость  $j$ -го участка фасадов зданий противостоящей застройки;

$r_0$  - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию;

$k_{3Дj}$  - коэффициент, учитывающий изменения внутренней отраженной составляющей КЕО в помещении при наличии противостоящих зданий, определяемый по формуле

при наличии противостоящих зданий, определяемый по формуле



$$k_{зДj} = 1 + (k_{зДО} - 1) \frac{\sum_{j=1}^M \varepsilon_{зДj}}{\sum_{j=1}^L \varepsilon_{\sigma i} + \sum_{j=1}^M \varepsilon_{зДj}}, \quad (3.14)$$

здесь  $k_{зДО}$  - коэффициент, учитывающий изменения внутренней отраженной составляющей КЕО в помещении при полном закрытии небосвода зданиями, видимыми из расчетной точки;

$\tau_o$  - общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле

$$\tau_o = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5, \quad (3.15)$$

где  $\tau_1$  - коэффициент светопропускания материала;

$\tau_2$  - коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема. Размеры светопроема принимаются равными размерам коробки переплета по наружному обмеру;

$\tau_3$  - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (при боковом освещении  $\tau_3 = 1$ );

$\tau_4$  - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах;

$\tau_5$  - коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимаемый равным 0,9;

$MF$  - коэффициент эксплуатации, определяемый по таблице 4.3  
СП 52.13330.2016;

$T$  - число световых проемов в покрытии;

$\varepsilon_{Bi}$  - геометрический КЕО в расчетной точке при верхнем освещении от  $i$ -го проема;

$\varepsilon_{cp}$  - среднее значение геометрического КЕО при верхнем освещении на линии пересечения условной рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза помещения, определяемое из соотношения

$$\varepsilon_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \varepsilon_{Bi}; \quad (3.16)$$

здесь  $N$  - число расчетных точек;

$r_2$  - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения;

$k_{\phi}$  - коэффициент, учитывающий тип фонаря.

### 5.2.1. Нормирование естественного освещения помещений производственных зданий

При боковом освещении нормируется минимальное значение коэффициента естественной освещенности, а при верхнем и комбинированном освещении – среднее его значение.

При нормировании учитываются следующие факторы:

1. Характеристика (разряд) выполняемой зрительной работы по степени точности, которая зависит от размера объекта различения. Объект различения (мм) - рассматриваемый предмет, отдельная часть его или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

Все зрительные работы разделены на восемь разделов по степени точности, которые обозначаются римскими цифрами от I до VIII.

По мере увеличения степени точности выполняемой работы растет нормативная величина КЕО. В производственных помещениях со зрительной работой I-III разрядов нормативный документ предписывает устройство совмещенного освещения, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

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

**При двустороннем боковом освещении** - в точке посередине помещения.

В крупногабаритных производственных помещениях при боковом освещении минимальное значение КЕО нормируется в точке, удаленной от световых проемов:

на 1,5 высоты помещения для работ I- IV разрядов;

на 2 высоты помещения для работ V-VII разрядов;

на 3 высоты помещения для работ VIII разряда.

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

3. Географический район расположения здания и ориентация световых проемов по сторонам света учитывается с помощью формулы:

$$e_N = e_H m_N \% \quad (1)$$

где  $e_H$  - нормативное значение КЕО для группы 1, %;

$N$  - номер группы административных районов по ресурсам светового климата;

$m_N$  - коэффициент светового климата.

4. Контингент работающих. В помещениях, специально предназначенных для работы или производственного обучения подростков, нормированное значение КЕО повышается на один разряд и должно быть не менее 1 %.

Для поддержания необходимой освещенности помещений нормами предусматривается обязательная очистка окон и световых фонарей с установленной периодичностью.

### **5.2.2. Нормирование естественного освещения административно- бытовых, общественных и жилых зданий**

При нормировании учитываются следующие факторы:

1. Характеристика (разряд, подразряд) зрительной работы. Зрительные работы разделены также на восемь разрядов, которые в данном случае обозначаются первыми буквами русского алфавита - от А до З.

Разряды А, Б и В разделены каждый на два подразряда в зависимости от относительной продолжительности зрительной работы. Разряды Ж и З также делятся на подразряды, но в зависимости от скопления людей в помещении.

2. Конструктивное исполнение световых проемов - учитывается так же, как при нормировании производственного освещения.
3. Географический район расположения и ориентация световых проемов здания - учитывается аналогично нормированию в п. 5.2.1.

### **5.3 Расчет естественного освещения. Определение необходимой суммарной площади световых проемов**

Целью расчета естественного освещения является определение площади световых проемов, то есть количества и геометрических размеров окон, обеспечивающих нормативное значение КЕО.

При боковом одностороннем освещении необходимая суммарная площадь световых проемов определяется по формуле:

$$S_0 = S_{\Pi} \frac{e_N \eta_0 K_3 K_{зд}}{100 \tau_0 r_1} \quad (2)$$

где  $S_0$  – суммарная площадь всех световых проемов, м<sup>2</sup>;

$S_{\Pi}$  – площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;

$e_N$  – нормированное значение КЕО.

$\eta_0$  – световая характеристика окна, определяется по приложению на основании отношений  $L_p/B$  и  $B/h_1$  ;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светопропускающего материала светового проема ;

$K_{зд}$  – коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями ;

$\tau_0$  – общий коэффициент светопропускания светового проема рассчитывается по формуле:

#### **5.4 Контроль естественного освещения**

Контролируемым параметром является фактическая величина КЕО в помещении. Для ее определения необходимо произвести одновременный замер освещенности горизонтальной поверхности, расположенной под открытым небом, и в характерной точке внутри помещения. Измеренное значение КЕО сравнивается с нормативным. В тех случаях, когда естественное освещение признано недостаточным, рабочие поверхности должны дополнительно освещаться искусственным светом.

Среди современных приборов для контроля освещения наиболее распространенными являются люксметр-пульметр «Аргус-07», комбинированный прибор ТКА-ПК, люксометры Ю-116, Ю-117.

В настоящей работе прибором для измерения освещенности служит объективный люксметр Ю-116, который отличается эксплуатационной надежностью. Датчиком люксметра является селеновый фотоэлемент, преобразующий энергию светового потока в электрическую энергию. Регистрирующей частью люксметра является чувствительный гальванометр, шкала которого проградуирована в единицах освещенности (люксах). Прибор имеет две шкалы и две кнопки управления. При нажатой правой кнопке показания необходимо брать по верхней шкале с пределами измерений от 0 до 100 лк. При нажатой левой кнопке показания следует снимать по нижней шкале с пределами измерений от 0 до 30 лк.

К люксметру прилагаются четыре насадки, маркируемые буквами и цифрами. Полусферическая насадка К, выполненная из белой светорассеивающей пластмассы, служит для уменьшения косинусной погрешности. Насадки М(10), Р(100), Т(1000) ослабляют световой поток, падающий на фотоэлемент, в соответствующее число раз и служат для расширения диапазонов измерений.

Начинать измерения следует установив на фотоэлемент насадки К и Т и нажав правую кнопку управления. При небольшом отклонении стрелки последовательно меняют насадки и нажатие кнопок управления, добиваясь того, чтобы стрелка прибора остановилась как можно ближе к середине шкалы. Величина освещенности определяется путем умножения числа делений шкалы, отсчитываемых стрелкой гальванометра, на коэффициент ослабления светового потока применяемой насадкой.

При проведении измерений необходимо соблюдать следующие требования:

- гальванометр должен сохранять горизонтальное положение, а фотоэлемент располагаться в плоскости рабочей поверхности;
- не извлекайте гальванометр из футляра;
- не допускайте освещения фотоэлемента прямыми солнечными лучами, но и не затеняйте его собственной тенью;
- оберегайте прибор от толчков и ударов и не располагайте его вблизи токоведущих проводов и электроустановок.

## 5.5 Экспериментальная часть работы

Выполнение лабораторной работы рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:

1. Внимательно прочитать методические указания, выяснить возникшие вопросы у преподавателя.

2. Установить нормативную величину КЕО для помещения, в котором проводится выполнение лабораторной работы. При этом следует ориентироваться на следующие характеристики:

- учебную лабораторию считать помещением **общественного здания**, в котором напряженные зрительные работы выполняются на протяжении **70%** рабочего времени;

- объектом различения является стрелка люксметра, толщина которой **d=0,35 мм**;

- ориентация оконных проемов в лаборатории - **юг**.

3. Определить расчетным путем необходимую площадь световых проемов с учетом выбранного нормативного значения КЕО и следующих исходных данных:

- длина помещения  $L_{п} = 9 \text{ м}$ ;
- глубина помещения (ширина)  $B = 6 \text{ м}$ ;
- высота от уровня рабочей поверхности до верха окна  $h_1 = 2,3 \text{ м}$ ;
- вид светопропускающего материала: стекло оконное листовое двойное;
- вид переплетов - стеклопакет;
- вид солнцезащитных устройств - стационарные экраны вертикальные;
- коэффициенты отражения поверхностей: потолка  $\rho_{пот} = 0,7$ ;
- стен  $\rho_{ст} = 0,5$ ;
- пола  $\rho_{пол} = 0,3$ ;
- затенение окон противостоящими зданиями отсутствует.

4. Рассчитать фактическую площадь световых проемов в помещении, используя следующие данные:

- ширина окна  $a = 1,3 \text{ м}$ ;
- высота окна  $b = 2,0 \text{ м}$ ;
- количество окон  $n = 6 \text{ шт}$ ;

Определить соответствие фактической площади оконных проемов требуемой.

5. Определить фактическое значение КЕО путем измерения наружной освещенности и освещенности на уровне рабочего стола в нормируемой точке помещения.

6. По результатам контроля формулировать общий вывод о соответствии естественного освещения в помещении требованиям СП 52.13330.2016.

7. Оформить отчет о выполненной работе.

8. Защитить отчет у преподавателя.

## 6 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

### 1. Определение нормативной величины КЕО:

разряд выполняемой зрительной работы -  
подразряд выполняемой зрительной работы -  
нормативная величина КЕО,  $e_H$ , % -  
коэффициент светового климата,  $m_n$  -

$$e_N = e_H m_N \%$$

2. Определение необходимой суммарной площади световых проемов в помещении,  $m^2$ :

$$S_0 = S_{\Pi} \frac{e_N \eta_0 K_z K_{зд}}{100 \tau_0 r_1}$$

## 7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите достоинства и недостатки естественного освещения.
2. Дайте определение понятий: освещение, освещенность, коэффициент естественной освещенности.
3. Перечислите и охарактеризуйте виды естественного освещения помещений.
4. Обоснуйте выбор нормативной величины КЕО.
5. Объясните физический смысл величин, входящих в формулу расчета естественного освещения, обоснуйте их выбор.
6. Поясните, что такое «расчетная точка» и от чего зависит ее расположение при измерении КЕО?

# Приложение А

## Требования к освещению помещений промышленных предприятий

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации		КЕО , %			
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения	UGR , не более	%, не более	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						Всего	В том числе от общего							
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	-	19	10	-	-	6,0	2,0
			б	Малый Средний	Средний Темный	4000	400	1250	19	10				
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	19	10				

				Сред- ний Большой	Сред- ний Темный								
			г	Сред- ний Большой "	Свет- лый " Сред- ний	1500	200	500	19	10			
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	-	22	10	-	-	4,2 1,5
			б	Малый Сред- ний	Сред- ний Темный	3000	300	750	22	10			
			в	Малый Сред- ний Большой	Свет- лый Сред- ний Темный	2000	200	500	22	10			
			г	Сред- ний Большой "	Свет- лый " Сред- ний	1000	200	400	22	10			
Высокой точно- сти	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000	200	500	25	15	-	-	3,0 1,2
			б	Малый Сред- ний	Сред- ний Темный	1000	200	400	25	15			



			в	Малый Сред- ний Боль- шой	Свет- лый  Сред- ний  Темный	750	200	300	25	15				
			г	Сред- ний Боль- шой  "	Свет- лый  "  Сред- ний	400	200	200	25	15				
Средней точно- сти	Св. 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	400	25	20	4,0	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Сред- ний	Сред- ний Темный	500	200	300	25	20				
			в	Малый Сред- ний Боль- шой	Свет- лый  Сред- ний  Темный	400	200	200	25	20				
			г	Сред- ний Боль- шой  "	Свет- лый  "  Сред- ний	-	-	200	25	20				
Малой точности	Св. 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	25	20	3,0	1,0	1,8	0,6
			б	Малый Сред-	Сред- ний	-	-	200	25	20				

				ний	Темный									
			в	Малый Сред- ний  Большой	Свет- лый  Сред- ний  Темный	-	-	200	25	20				
			г	Сред- ний  Большой  "	Свет- лый  "  Сред- ний	-	-	200	25	20				
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	-	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	25	20	3,0	1,0	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	-	То же		-	-	200	25	20	3,0	1,0	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса:  постоянное; периодическое при постоянном пребывании людей в помещении; то же, при периодическом; общее наблюдение за инженерными коммуни-		VIII	а	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	28	20	3,0	1,0	1,8	0,6
			б	То же		-	-	75	28	-	1,0	0,3	0,7	0,2
			в	"		-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2
			г	"		-	-	20	-	-	0,3	0,1	0,2	0,1

кациями												
<p>Примечания</p> <p>1 Освещенность следует принимать с учетом 7.2.2 и 7.2.3.</p> <p>2 Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего. При увеличении этого расстояния разряд зрительной работы следует устанавливать в соответствии с приложением А. Для протяженных объектов различения при определении нормы освещенности принимается эквивалентный размер по приложению Б.</p> <p>3 Освещенность при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к подразряду "в".</p> <p>4 Коэффициент пульсации       указан в графе "       , %, не более" для системы общего освещения или для светильников местного освещения при системе комбинированного освещения.       от общего освещения в системе комбинированного не должен превышать 20%.</p> <p>5 Предусматривать систему общего освещения для разрядов I-III, IVа, IVб, IVв, Va разрешается только при технической невозможности применения системы комбинированного освещения.</p> <p>6 В районах с температурой наиболее холодной пятидневки по <a href="#">СП 131.13330.2012</a> минус 28°С и ниже нормированные значения КЕО при совмещенном освещении следует принимать по таблице 6.1.</p> <p>7 В помещениях, специально предназначенных для работы или производственного обучения подростков, нормированное значение КЕО повышается на один разряд, но должно быть не менее 1,0%.</p>												

## Требования к освещению помещений жилых и общественных зданий

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	цилиндрическая освещенность, лк	объединенный показатель UGR, не более	коэффициент пульсации освещенности, %, не более	КЕО, %, при	
									верхнем или комбинированном	боковом
Различение объектов при фиксированной и нефиксированной линии зрения: - очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	А	1	Не менее 70	500	150*	21	10	4,0	1,5
			2	Менее 70	400	100*	14** 21	10	3,5	1,2
	От 0,30 до 0,50	Б	1	Не менее 70	300	100*	14** 21	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	18** 24	20	2,5	0,7
	Более 0,5	В	1	Не менее 70	150	50*	18** 24	15*** 20	2,0	0,5

Обзор окружающего пространства при очень кратковременном, эпизодическом различении объектов: - при высокой насыщенности помещений светом - при нормальной насыщенности помещений светом - при низкой насыщенности помещений светом Общее ориентирование в пространстве интерьера: - при большом скоплении людей - при малом скоплении людей Общее ориентирование в зонах передвижения: - при большом скоплении людей - при малом скоплении людей	Независимо от размера объекта различения	Г	2	Менее 70	100	Не регламентируется	18** 24	15*** 20	2,0	0,5													
			Д	-	200		75	25	2,5	0,7													
											Е	-	150	50	25	2,0	0,5						
	То же	Ж	То же	Не регламентируется																			
												"	3	"		30	20						
																		1	75	50			
																					2		
	1	30	20																				
				2																			

\* Дополнительно регламентируется в случаях специальных архитектурно-художественных требований.

\*\* Нормируемое значение объединенного показателя дискомфорта в помещениях при направлении линии зрения вверх под углом 45° и более к горизонту и в помещениях с повышенными требованиями к качеству освещения (спальные комнаты в дошкольных образовательных организациях, санаториях, дисплейные классы в общеобразовательных и профессиональных образовательных организациях и т.п.).

\*\*\* Нормируемое значение коэффициента пульсации для детских, лечебных помещений с повышенными требованиями к качеству освещения.

#### Примечания

1 Освещенность следует принимать с учетом 7.3.3 и 7.3.4 настоящего свода правил.

2 Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы устанавливаются при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от работающего при среднем контрасте объекта различения с фоном и светлым фоном. При уменьшении (увеличении) контраста допускается увеличение (уменьшение) освещенности на одну ступень по шкале освещенности в соответствии с 4.1.

3 Связь объединенного показателя дискомфорта UGR с показателем дискомфорта  $M$ , нормируемым [СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278](#), показана в разделе 3.

#### Коэффициенты эксплуатации для естественного и искусственного освещения

Помещения и территории	Примеры помещений	Искусственное освещение			Естественное освещение			
		Коэффициент эксплуатации $MF$ Число чисток светильников в год			Коэффициент эксплуатации $MF$ Число чисток остекления светопроемов в год			
		Эксплуатационная группа светильников по приложению Д			Угол наклона светопропускающего материала к горизонту			
		1-4	5-6	7	0°-15°	16°-45°	46°-75°	76°-90°
1 Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне: а) св. 5 мг/м пыли, дыма, копоти б) от 1 до 5 мг/м пыли, ды-	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов Цехи кузнечные, литейные,	<u>0,50</u> 18	<u>0,59</u> 6	<u>0,63</u> 4	<u>0,50</u> 4	<u>0,56</u> 4	<u>0,59</u> 4	<u>0,67</u> 4
		<u>0,56</u>	<u>0,63</u>	<u>0,63</u>	<u>0,56</u>	<u>0,63</u>	<u>0,67</u>	<u>0,71</u>

ма, копоти	мартеновские, сборного железобетона	6	4	2	3	3	3	3
в) менее 1 мг/м пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, технические, механо-сборочные, пошивочные	$\frac{0,67}{4}$	$\frac{0,71}{2}$	$\frac{0,71}{1}$	$\frac{0,63}{2}$	$\frac{0,67}{2}$	$\frac{0,71}{2}$	$\frac{0,77}{2}$
г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой корродирующей способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	$\frac{0,56}{6}$	$\frac{0,63}{4}$	$\frac{0,63}{2}$	$\frac{0,50}{3}$	$\frac{0,56}{3}$	$\frac{0,59}{3}$	$\frac{0,67}{3}$
2 Производственные помещения с особым режимом по чистоте воздуха при обслуживании светильников:								
а) с технического этажа		$\frac{0,77}{4}$	-	-	-	-	-	-
б) снизу из помещения		$\frac{0,71}{2}$	-	-	-	-	-	-
3 Помещения общественных и жилых зданий:								
а) пыльные, жаркие и сырые	Горячие цехи предприятий общественного питания, охлаждаемые камеры, помещения для приготовления растворов в прачечных, душевые и т.д.	$\frac{0,59}{2}$	$\frac{0,63}{2}$	$\frac{0,63}{2}$	$\frac{0,50}{3}$	$\frac{0,56}{3}$	$\frac{0,59}{3}$	$\frac{0,63}{3}$
б) с нормальными условиями среды	Кабинеты и рабочие помещения, офисные помещения, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы, залы совещаний,	$\frac{0,71}{2}$	$\frac{0,71}{1}$	$\frac{0,71}{1}$	$\frac{0,67}{2}$	$\frac{0,71}{2}$	$\frac{0,77}{1}$	$\frac{0,83}{1}$

4 Территории с воздушной средой, содержащей:	торговые залы и т.д.							
а) большое количество пыли (более 1 мг/м )	Территории металлургических, химических, горнодобывающих предприятий, шахт, рудников, железнодорожных станций и прилегающих к ним улиц и дорог	$\frac{0,67}{4}$	$\frac{0,67}{4}$	$\frac{0,67}{4}$	-	-	-	-
б) малое количество пыли (менее 1 мг/м )	Территории промышленных предприятий, кроме указанных в перечислении а) и общественных зданий	$\frac{0,67}{2}$	$\frac{0,67}{2}$	$\frac{0,67}{2}$	-	-	-	-
5 Населенные пункты	Улицы, площади, дороги, территории жилых районов, парки, бульвары, пешеходные тоннели, фасады зданий, памятники	$\frac{0,63}{2}$	$\frac{0,67}{2}$	$\frac{0,67}{1}$	-	-	-	-
	транспортные тоннели	-	$\frac{0,59}{2}$	$\frac{0,59}{2}$	-	-	-	-

#### Примечания

1 Значения коэффициента эксплуатации, указанные в графе "Естественное освещение", следует умножать: на 0,91 - при применении узорчатого стекла, стеклопластика, армированной пленки и матированного стекла, а также при использовании световых проемов для аэрации; на 1,11 - при применении органического стекла.

2 Значения коэффициентов эксплуатации, указанные в графе "1-4", следует увеличивать при односменной работе по перечислениям б) и г) пункта 1 - на 0,2; по перечислению в) пункта 1 - на 0,1; при двухсменной работе по перечислениям б) и г) пункта 1 - на 0,15.

3 Значения коэффициента эксплуатации и число чисток для транспортных тоннелей, указанные в графах "5-6"4\* и "7", приведены с учетом использования только светильников конструктивно-светотехнической схемы IV таблицы Д.1 приложения Д.

4 Коэффициент эксплуатации при применении световых приборов со светодиодами следует умножать на коэффициент 1,05.



5 Допускается использовать расчетный коэффициент эксплуатации.

## Группы административных районов по ресурсам светового климата

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

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

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата $m$				
		Номер группы административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	1,11	0,91	0,83	1,25
	СВ-СЗ	1	1,11	0,91	0,83	1,25
	З-В	1	1,11	0,91	0,91	1,25
	ЮВ-ЮЗ	1	1,18	1,00	0,91	1,25
	Ю	1	1,18	1,00	0,91	1,33

### Окончание приложения Г

В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	1	1,11	0,91	0,83	1,33
	СВ-ЮЗ	1	1,11	0,83	0,83	1,43
	ЮВ-СЗ	1	1,11	0,91	0,83	1,43
В фонарях типа "шед"	С	1	1,11	0,83	0,83	1,43
В зенитных фонарях	-	1	1,11	0,83	0,83	1,33
Примечания: 1 С - север; СВ - северо-восток; СЗ - северо-запад; В - восток; З - запад; С-Ю - север-юг; В-З - восток-запад; Ю - юг; ЮВ - юго-восток; ЮЗ - юго-запад.						

### Разряды зрительных работ при больших расстояниях от объектов различения до глаз работающего

Разряд зрительной работы	Пределы отношения			
I	Менее 0,0003			
II	От	0,0003	до	0,0006
III	Св.	0,0006	"	0,001
IV	"	0,001	"	0,002
V	"	0,002	"	0,01
VI	"	0,01		

### Коэффициенты отражения и пропускания строительных стекол

Тип стекла, номинальная толщина	Коэффициент пропускания света, относительные единицы	Коэффициент отражения света, относительные единицы	
		стороной с покрытием	стороной без покрытия
Стекло листовое бесцветное			
Флоат-стекло бесцветное, 4-12 мм	0,87-0,91	-	0,08
Стекло многослойное бесцветное			
Флоат-стекло, 6,38-17,52 мм	0,84-0,89	-	0,08
Стекла с покрытиями			
Стекла с низкоэмиссионными мягкими покрытиями (толщиной 4 мм)	0,76-0,90	0,04-0,14	0,05-0,18
Стекла с солнцезащитным мягким	0,08-0,67	0,10-0,51	0,10-0,43

покрытием, для применения в стеклопакете (толщиной 6 мм)			
Стекла с солнцезащитным твердым покрытием для применения в стеклопакете и моноостеклении (толщиной 6 мм)	0,08-0,70	0,10-0,51	0,05-0,41
Стекло листовое, окрашенное в массу (толщиной 6 мм)	0,35-0,73	-	0,05-0,07
Стекла с multifunctional мягкими покрытиями (толщиной 6 мм)	0,16-0,88	0,03-0,37	0,05-0,47
<p>В настоящей таблице приведены характеристики одинарных листовых стекол на основе обзора данных ведущих производителей строительных стекол, представленных на российском рынке. Характеристики остекления (стеклопакетов, двойных ниток остекления и т.п.) рассчитываются по <a href="#">ГОСТ EN 410</a>. Для получения характеристик конкретного остекления необходимо использовать данные производителей либо провести измерения в лаборатории.</p>			

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5**

### **НОРМИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ И КОНТРОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

#### **1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

1. Изучить принципы нормирования искусственного освещения помещений и рабочих мест.
2. Освоить методики расчета искусственного освещения.

#### **2 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

- 2.1 Изучить методику контроля искусственного освещения.
- 2.2 Получить практические навыки оценки искусственного освещения.

#### **3 ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПРИБОРОВ**

- 3.1 Для выполнения работы могут быть применены следующие приборы: люксометры Ю-116, Ю-117, люксметр-пульсметр «Аргус-07», комбинированный прибор ТКА-ПК.

#### **4 ПРАВИЛА ОХРАНЫ ТРУДА**

При выполнении данной лабораторной работы студенты должны соблюдать положения “Инструкции по охране труда в учебных лабораториях кафедры “Безопасность жизнедеятельности” и первичного инструктажа на рабочем месте, проводимого преподавателем на первом занятии лабораторного практикума.

Опасными производственными факторами при проведении лабораторной работы могут являться воздействие электрического тока на человеческий организм и возникновение пожара при различных неисправностях электрической сети (короткое замыкание, пробой изоляции, перегрев токоведущих проводов и т.п.).

Перед включением осветительных приборов необходимо убедиться в исправности электрических соединений (выключателей, штепсельных вилок, розеток).

При обнаружении неисправностей (искрение, запах горячей изоляции, появление напряжения на корпусе и т.п.) необходимо немедленно сообщить преподавателю, проводящему лабораторные занятия. Самостоятельно проводить ремонтные работы электроприборов и электрической сети студентам категорически запрещается.

При поражении электрическим током оказать первую доврачебную помощь пострадавшему и вызвать скорую помощь.

#### **5 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ**

##### **5.1 Основные светотехнические характеристики**

*Искусственное освещение* предусматривается в производственных помещениях при недостатке естественного освещения, а также для освещения по-

мещения в те часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

Для гигиенической оценки освещения используются светотехнические характеристики, принятые в физике.

**Видимое излучение** - участок спектра электромагнитных колебаний в диапазоне длин волн от 380 до 770 нм ( $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ ), регистрируемых человеческим глазом.

**Световой поток  $F$**  - мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею зрительному ощущению. За единицу светового потока принят люмен (лм).

**Световая отдача** (или светоотдача) - излучаемый световой поток на единицу потребляемой мощности (лм/Вт).

**Сила света  $I_a$**  - пространственная плотность светового потока:

$$I_a = \frac{dF}{d\omega}, \quad (1)$$

где  $dF$  световой поток (лм), равномерно распределяющийся в пределах телесного угла  $d\omega$ .

Единица измерения силы света - кандела (кд), равная световому потоку в 1 лм, распространяющемуся внутри телесного угла в 1 стерадиан.

**Освещенность** - поверхностная плотность светового потока, люкс (лк)

$$E = \frac{dF}{dS}, \quad (2)$$

где  $dS$  - площадь поверхности ( $\text{м}^2$ ), на которую падает световой поток  $dF$ .

**Яркость** - поверхностная плотность силы света в заданном направлении. Яркость, являющаяся характеристикой светящихся тел, равна отношению силы света в каком-либо направлении к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к этому направлению. Единицей измерения яркости является кд/ $\text{м}^2$ , это яркость такой плоской поверхности, которая в перпендикулярном направлении излучает света в 1 кд с площади  $1 \text{ м}^2$ .

**Коэффициент пульсации освещенности  $K_n$**  - критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током. Коэффициент пульсации освещенности (в %) определяется по формуле:

$$K_n = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{ср}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $E_{\max}$ ,  $E_{\min}$ ,  $E_{\text{ср}}$  - соответственно максимальное, минимальное и среднее значение освещенности за период ее колебаний, лк.

## 5.1 Виды и схемы искусственного освещения

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на следующие виды:

1. **рабочее** - предусматривается для всех помещений производственных зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта;
2. **аварийное**:
  - для продолжения работ;
  - для эвакуации людей из помещений;
3. **охранное**;
4. **дежурное**.

Часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

Нормируемые характеристики освещения в помещениях и вне зданий обеспечиваются как светильниками рабочего освещения, так и их совместным действием со светильниками аварийного освещения.

Нормируемая освещенность и обеспечивающая ее удельная мощность указываются на рабочих чертежах помещений и рабочих зон.

По конструктивному исполнению различают следующие схемы искусственного освещения, представленные на рис.1.

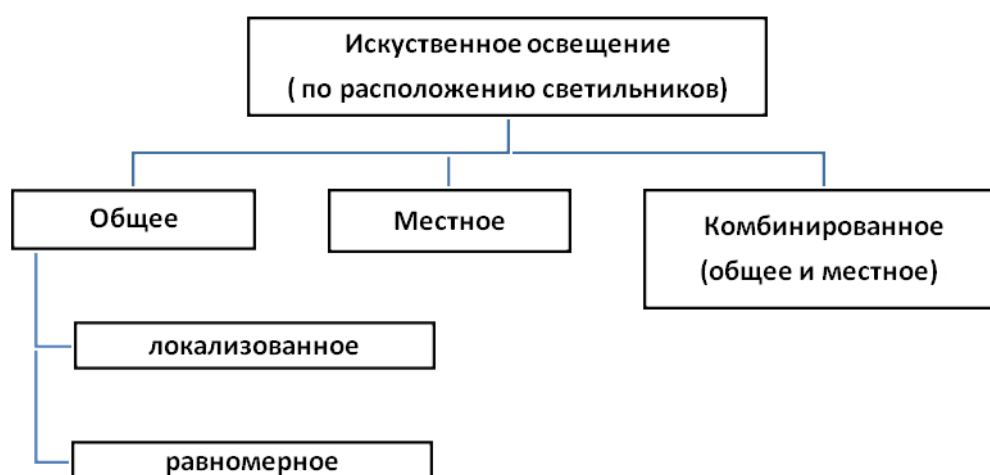


Рисунок 1 – Схемы искусственного освещения

**Общее освещение** предназначено для освещения всего помещения. **Общее равномерное** освещение создает условия для выполнения работ в любом месте освещаемого пространства. При **общем локализованном** освещении светильники размещают в соответствии с расположением оборудования, что позволяет создавать повышенную освещенность на рабочих местах.

**Комбинированное** целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания в процессе работы определенной направленности светового потока.

**Местное** освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним участках. Применение одного местного освещения внутри производственных помещений не допускается

## **5.2 Источники света**

Источники искусственного света (источники оптического излучения) – устройства, предназначенные для превращения какого-либо вида энергии в оптическое излучение; как правило, это лампы. В качестве источников искусственного света в настоящее время применяются:

- лампы накаливания,
- газоразрядные ртутные лампы низкого давления (люминесцентные),
- газоразрядные ртутные лампы высокого давления (ртутные дуговые),
- галогенные лампы,
- натриевые лампы (дуговые натриевые),
- ксеноновые, а также некоторые другие виды.

### **5.2.1 Лампы накаливания**

Лампы накаливания - источник света, преобразующий энергию проходящего по вольфрамовой спирали электрического тока в тепловую и световую. Колбы ламп накаливания вакуумируются или наполняются инертным газом, в среде которого нить накала не окисляется.

#### ***Достоинства ламп накаливания:***

- невысокая стоимость;
- компактность;
- простота включения в осветительную сеть;
- при включении зажигаются мгновенно;
- обеспечивают работоспособность от различных источников тока и в довольно широком диапазоне напряжения;
- стабильность светового потока вне зависимости от условий окружающей среды и в малой зависимости от срока службы лампы.

#### ***Недостатки ламп накаливания:***

- низкая экономичность;
- небольшой срок службы (порядка 1000 ч);
- слепящая яркость требует применения соответствующей арматуры, ограничивающей ослепление;
- срок службы значительно снижается при увеличении напряжения питающей электросети;
- искажение цветопередачи;
- пожароопасность.

Лампы накаливания применяются при резких колебаниях напряжения в сети, температуры и влажности воздуха помещений и открытых территорий, при невысокой нормативной освещенности, для аварийного и эвакуационного и местного освещения.



### **5.2.2. Люминесцентные лампы**

Люминесцентные лампы – это газоразрядные лампы низкого давления, в которых возникающее в результате газового разряда невидимое для человеческого глаза ультрафиолетовое излучение преобразуется люминофорным покрытием в видимый свет.

Газоразрядные лампы низкого давления содержат стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором, наполненную дозированным количеством ртути (30 - 80 мг) и смесью инертных газов под давлением около 400 Па. На противоположных концах внутри трубки размещаются электроды, между которыми, при включении лампы в сеть, возникает газовый разряд, сопровождающийся излучением преимущественно в ультрафиолетовой области спектра. Это излучение, в свою очередь, преобразуется люминофором в видимое световое излучение. В зависимости от состава люминофора люминесцентные лампы обладают различной цветностью.

#### ***Достоинства люминесцентных ламп:***

- высокая экономичность;
- продолжительный срок службы;
- спектр излучения близок к естественному;
- отсутствие слепящей яркости;
- пожаробезопасность.

#### ***Недостатки люминесцентных ламп:***

- большие габариты, сложность конструкции и схемы включения в сеть;
- ограниченная единичная мощность (до 150 Вт)
- зависимость от температуры и влажности окружающей среды (при снижении температуры лампы могут гаснуть и не зажигаться);
- при снижении напряжения в сети более чем на 10 % от номинального значения лампа не зажигается;
- значительное снижение светового потока к концу срока службы;
- пульсация светового потока, приводящая к возникновению стробоскопического эффекта (искажение зрительного восприятия при кратности или совпадении частоты пульсации светового потока и частоты вращения или смены рабочих органов оборудования или объектов зрительных работ: вместо одного предмета видны изображения нескольких, искажается направление и скорость движения, что делает невозможным выполнение производственных операций и ведет к увеличению опасности травматизма);
- лампы содержат вредные для здоровья вещества (ртуть), поэтому нарушение целостности стеклянной трубки при эксплуатации опасно, а вышедшие из строя газоразрядные лампы требуют специальной утилизации.

Люминесцентные лампы применяются для освещения помещений, предназначенных для длительного проведения зрительных работ высокой точности, при необходимости различения цветовых оттенков, для совмещенного освещения при недостатке естественного света.

### **5.2.3. Дуговые ртутные (металлогалогенные) лампы**

К газоразрядным лампам высокого давления (0,03 - 0,08 МПа) относят дуговые ртутные лампы (ДРЛ). В спектре излучения этих ламп преобладают составляющие зелено-голубой области спектра.

#### ***Достоинства дуговых ртутных ламп:***

- долгий срок службы (более 10000 ч);
- компактность;
- высокая светоотдача;
- пожаробезопасность.

#### ***Недостатки дуговых ртутных ламп:***

- усложненная схема включения в сеть;
- длительный период разгорания (порядка 15 мин.);
- искажение цветопередачи;
- пульсации светового потока;
- значительное снижение светового потока к концу срока службы.

Дуговые ртутные лампы применяются для освещения крупногабаритных помещений при отсутствии необходимости различения цветовых оттенков, для освещения улиц, дорог, открытых территорий, при необходимости повышения излучения в ультрафиолетовой части спектра.

### **5.3 Осветительные приборы**

Для освещения производственных помещений лампы помещаются в специальную арматуру, назначение которой:

- защита органов зрения от прямых световых лучей;
- защита ламп от механических повреждений, проникновения пыли, влаги и т.п.;
- подвод электроэнергии и крепление светильника в необходимом участке помещения.

Светильники классифицируют по распределению светового потока и различают следующие виды:

- прямого света и преимущественно прямого света (значительная часть светового потока направлена в нижнюю полусферу);
- рассеянного света (световой поток направлен в верхнюю и нижнюю полусферы примерно одинаково);
- отраженного света и преимущественно отраженного света (значительная часть светового потока направлена в верхнюю полусферу, а на рабочую поверхность падает отраженный свет).

Светильники отраженного и рассеянного света рекомендуются для применения в системах общего освещения. Светильники прямого света применяются преимущественно в качестве местных источников света в системе комбинированного освещения.

По степени защиты различают следующие типы светильников:

- открытые;
- частично пылезащищенные;
- пыленепроницаемые;

- каплезащищенные;
- брызгозащищенные;
- струезащищенные;
- водонепроницаемые;
- повышенной надежности по отношению к взрыву;
- взрывозащищенные.

Область применения различных по степени защиты светильников ясна из их названия.

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

Нормативным документом является **СП 52.13330.2016**

При нормировании учитываются следующие факторы.

##### **1. Характеристика зрительной работы.**

Характеристика зрительной работы определяется минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона.

*Объект различения* - рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые следует контролировать в процессе работы.

*Фон* - поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается: светлым при коэффициенте отражения  $\rho$  светового потока поверхностью более 0,4; средне-светлым при коэффициенте отражения от 0,2 до 0,4; темным при коэффициенте отражения менее 0,2.

*Контраст объекта различения с фоном (K)* определяется отношением абсолютной величины разности яркостей объекта  $B_0$  и фона  $B_f$  к наибольшей из этих двух яркостей. Контраст считается большим при значениях  $K$  более 0,5; средним - при значениях  $K$  от 0,2 до 0,5; малым – при значениях  $K$  менее 0,2.

Все зрительные работы в зависимости от наименьшего размера объекта различения разделены на восемь разрядов, которые обозначаются римскими цифрами от I до VIII. Разряды I-V делятся в зависимости от сочетания характеристики фона и контраста объекта различения с фоном на четыре подразряда, обозначаемые буквами от а до г.

Нормативные значения освещенности повышаются вместе с увеличением продолжительности зрительной работы, с уменьшением размера объекта различения, коэффициента отражения фона и величины контраста объекта различения с фоном.

**2. Система освещения.** Обратите внимание на то, что при системе комбинированного освещения нормативные значения освещенности всегда выше, чем для общего освещения. Это сделано для сглаживания разницы в освещении рабочей поверхности местным светильником и остального пространства помещения, освещаемого светильниками общего освещения. Для зрительных работ разрядов Ia и IIa обязательно применение комбинированного освещения. Для работ разрядов IV г, и V б и ниже по точности рекомендуется применение только общего освещения.

**3. Тип применяемых ламп.** При применении разрядных ламп нормативные значения освещенности повышаются по сравнению с лампами накаливания.

Это делается с учетом более высокой экономичности разрядных ламп и для надежного устранения стробоскопического эффекта.

При применении ламп накаливания их следует снижать по стандартной шкале освещенности:

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

- тоже, общего освещения для разрядов I-V и VII;

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

Нормативы освещенности, приведенные в Приложении А, следует повышать на одну ступень в следующих случаях:

- при работах I-IV разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;

- при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее;

- при специальных повышенных санитарных требованиях (предприятия пищевой, химико-фармацевтической промышленности и т.п.), если освещенность от системы общего освещения - 500 лк и менее;

- при работе или производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения - 300 лк и менее;

- в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

В то же время разрешается снижать нормы освещенности на одну ступень в помещениях, где выполняются работы IV – VI разрядов при кратковременном пребывании людей или оборудование не требует постоянного обслуживания.

Все зрительные работы делятся также на восемь разрядов, обозначаемых буквами русского алфавита от А до З.

Разряды А, Б и В делятся на два подразряда в зависимости от относительной продолжительности зрительной работы.

Разряды Ж и З также делятся на подразряды, но в зависимости от скопления людей в помещении. Нормативные значения освещенности повышаются вместе с увеличением скопления людей, продолжительности зрительной работы и уменьшением размеров объекта различения. В указанных помещениях следует применять, как правило, систему общего освещения с использованием разрядных ламп.

Нормы освещенности следует повышать на одну ступень стандартной шкалы освещенности в следующих случаях:

- при работах разрядов А-В при специальных повышенных санитарных требованиях (предприятия торговли, общественного питания и т.п.);

- при отсутствии в помещениях с постоянным пребыванием людей естественного света;

- при повышенных требованиях к насыщенности помещения светом для зрительных работ разрядов Г-Е (зрительные, концертные залы и т.п.);

- при применении системы комбинированного освещения (читальные залы, конструкторские бюро и т.п.);

- в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

Разрешается снижать нормативы освещенности:

- на одну ступень для разрядов Г-Е при использовании люминесцентных ламп улучшенной цветопередачи;
- на две ступени для всех разрядов при использовании ламп накаливания.

### 5.5 Расчет искусственного освещения

Расчет искусственного освещения предусматривает:

- выбор системы освещения;
- выбор типа источника света;
- выбор типа светильника;
- проведение светотехнических расчетов;
- размещение светильников;
- определение общей установленной мощности.

При проектировании искусственного освещения используются различные методы:

- метод светового потока (коэффициента использования), применяемый для расчета общего равномерного освещения;
- точечный метод (метод силы света), применяемый для расчета общего локализованного, а также местного при комбинированном освещении;
- метод удельной мощности, применимый, в основном для ориентировочных расчетов.

Для расчета методом светового потока используют формулу

$$F_1 = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (4)$$

где  $F_1$  - световой поток одной лампы в зависимости от ее типа и потребляемой мощности, лм;

$E$  - нормативная величина освещенности, лк;

$n$  - число ламп в светильнике, шт;

$N$  - число светильников в освещаемом помещении, шт;

$S$  - площадь пола освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K$  - коэффициент запаса, величина которого зависит от загрязненности атмосферы в освещаемом помещении, типа применяемых источников света и светильников;

$Z = E_{\text{ср}}/E_{\text{min}}$  - коэффициент неравномерности освещения, величина которого принимается обычно:

$Z = 1,15$  - при расчете минимальной освещенности, создаваемой лампами накаливания и дуговыми ртутными (металлогалогенными) лампами;

$Z = 1,1$  - при расчете минимальной освещенности, создаваемой рядами люминесцентных ламп;

$Z = 1,0$  - при расчете средней освещенности, создаваемой источниками света различных типов;

$\eta$  - коэффициент использования светового потока, величина которого зависит от формы и размеров освещаемого помещения, типа ламп и светильников,

высоты их подвеса над рабочей поверхностью и коэффициентов отражения потолка, стен и пола помещения.

Величина  $\eta$  определяется при условии предварительного вычисления индекса помещения  $i$  - вспомогательного фактора, который учитывает геометрические размеры освещаемого помещения

$$i = \frac{A \cdot B}{H_n(A + B)}, \quad (5)$$

где  $A$  и  $B$  - длина и ширина помещения, м ;

$H_n$  - высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

Для расчета **местного освещения**, т.е. освещенности, создаваемой в какой-либо точке рабочей поверхности местными светильниками в системах локализованного и комбинированного освещения, а также для расчета наружного, аварийного и охранного освещения, применяется, как правило, точечный метод (метод силы света).

Основная расчетная формула

$$E_{\text{местн}} = \frac{J \cdot \cos \alpha}{r^2} = \frac{J \cdot h}{r^3} = \frac{J \cdot \cos \alpha \cdot \sin^2 \alpha}{d^2} = \frac{J \cdot \cos^3 \alpha}{h^2} \text{ лк}, \quad (6)$$

где  $E_{\text{местн}}$  - освещенность в рабочей точке, лк;

$J$  - сила света, излучаемая источником, кд;

$\alpha$ ,  $r$ ,  $d$ ,  $h$  - ясны из нижеприведенной схемы на рисунке 2.

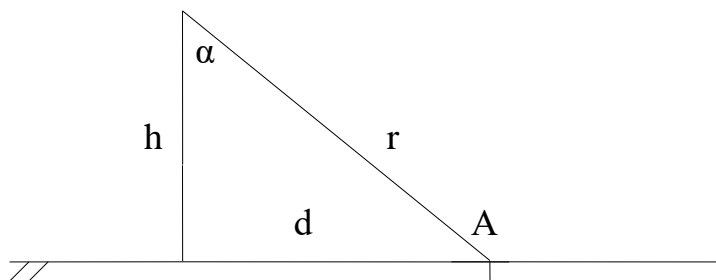


Рисунок 2 – Схема местного освещения

В точке A на схеме расположен объект различения (а при измерениях - датчик прибора). Для облегчения использования расчетной формулы в приложении 3 даются значения  $\cos \alpha$ ,  $\sin^2 \alpha$ ,  $\cos^3 \alpha$  в пределах изменения угла  $\alpha$  от 0 до 90°.

**Расчет комбинированного освещения.** Величина освещенности, создаваемой в данной точке рабочей поверхности светильниками общего и местного освещения, определяется как алгебраическая сумма освещенностей, то есть

$$E_{\text{комб.}} = E_{\text{общ.}} + E_{\text{мест}}, \text{ лк} \quad (7)$$

## 5.6 Контроль искусственного освещения

Контролируемым параметром является минимальная величина освещенности непосредственно на рабочей поверхности. В настоящей работе прибором для измерения освещенности служит объективный люксметр Ю-116, который отличается эксплуатационной надежностью. Датчиком люксметра является селеновый фотоэлемент, преобразующий энергию светового потока в электрическую энергию. Регистрирующей частью люксметра является чувствительный гальванометр, шкала которого проградуирована в единицах освещенности (люксах). Прибор имеет две шкалы и две кнопки управления. При нажатой правой кнопке показания необходимо брать по верхней шкале с пределами измерений от 0 до 100 лк. При нажатой левой кнопке показания следует снимать по нижней шкале с пределами измерений от 0 до 30 лк.

К люксметру прилагаются четыре насадки, маркируемые буквами и цифрами. Полусферическая насадка К, выполненная из белой светорассеивающей пластмассы, служит для уменьшения косинусной погрешности. Насадки М(10), Р(100), Т(1000) ослабляют световой поток, падающий на фотоэлемент, в соответствующее число раз и служат для расширения диапазонов измерений.

Начинать измерения следует установив на фотоэлемент насадки К и Т и нажав правую кнопку управления. При небольшом отклонении стрелки последовательно меняют насадки и нажатие кнопок управления, добиваясь того, чтобы стрелка прибора остановилась как можно ближе к середине шкалы. Величина освещенности определяется путем умножения числа делений шкалы, отсчитываемых стрелкой гальванометра, на коэффициент ослабления светового потока применяемой насадкой.

При проведении измерений необходимо соблюдать следующие требования:

- гальванометр должен сохранять горизонтальное положение, а фотоэлемент располагаться в плоскости рабочей поверхности;
- не извлекайте гальванометр из футляра;
- не затеняйте датчик прибора собственной тенью;
- оберегайте прибор от толчков и ударов и не располагайте его вблизи токоведущих проводов и электроустановок.

## 5.7 Экспериментальная часть

Выполнение лабораторной работы рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:

1. Внимательно прочитать методические указания, выяснить возникшие вопросы у преподавателя.

2. Установить нормативную величину освещенности, ориентируясь на следующие данные:

- учебную лабораторию условно считать **производственным помещением**;
- объектом различения является стрелка люксметра Ю-116, толщина которой равна 0,35 мм;
- характер фона - светлый;
- контраст объекта различения с фоном - большой.

3. Определить расчетным путем необходимое количество светильников  $N$  с двумя люминесцентными лампами для общего равномерного освещения помещения.

Исходные данные для расчета:

- тип помещения - производственное с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне менее  $1 \text{ мг/м}^3$  пыли, дыма, копоти;
- размеры помещения:
  - длина  $A = 9 \text{ м}$ ;
  - ширина  $B = 6 \text{ м}$ ;
- высота подвеса светильников над рабочей поверхностью -  $H_{\text{п}} = 2,4 \text{ м}$ ;
- величина коэффициентов отражения:
  - потолка – 70 %;
  - стен - 50 %;
  - пола - 30 %;
- эксплуатационная группа светильников - 5,
- тип применяемых ламп для общего равномерного освещения – люминесцентные ЛД-40 (либо по заданию преподавателя);
- число люминесцентных ламп в светильнике – 2.

4. Сопоставить расчетное количество светильников с фактическим.

5. Определить расчетным путем, используя точечный метод, ожидаемое значение освещенности от местного источника.

Исходные данные для расчета:

- в местном источнике света применяется лампа накаливания мощностью 60 Вт;
- размеры, необходимые для расчета местного освещения, определить самостоятельно.

6. С помощью люксметра измерить фактическое значение освещенности в точке рабочей поверхности при общем и комбинированном освещении.

7. Сформулировать общий вывод о соответствии искусственного освещения в помещении нормативным требованиям.

8. Оформить отчет о выполненной лабораторной работе по образцу, приведенному в п.6.

9. Защитить отчет у преподавателя.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ И СОДЕРЖАНИЮ ОТЧЕТА**

### **Отчет по лабораторной работе «Нормирование, расчет и контроль искусственного освещения»**

1. Определение нормативной величины освещенности
- разряд выполняемой зрительной работы -
- подразряд выполняемой зрительной работы -
- Нормативная величина освещенности:
- при общем освещении -
- при комбинированном освещении -



2. Определение необходимого количества светильников N для общего равномерного освещения в помещении методом светового потока по формуле

$$N = \frac{E_{\text{общ}} \cdot S \cdot K \cdot Z}{F_1 \cdot n \cdot \eta}, \text{ лк}$$

3. Расчет местного освещения провести точечным методом

$$E_{\text{местн}} = \frac{J \cdot \cos^3 \alpha}{h^2}, \text{ лк}$$

4. Определение фактической величины освещенности путем инструментальных замеров

Схема освещения	Применяемые насадки	Пределы измерений	Освещенность, лк	
			измеренная	нормативная
Общее				
Комбинированное				

**ВЫВОД:**

## **7 ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ**

1. Какие светотехнические характеристики освещения применяются для его гигиенической оценки?

2. Охарактеризуйте применяемые виды и схемы искусственного освещения.

3. Перечислите достоинства, недостатки и области применения источников света различных типов.

4. Приведите классификацию и область применения светильников различных типов.

5. Обоснуйте выбор схемы искусственного освещения для конкретного производственного помещения.

6. Изложите принципы нормирования искусственного освещения.

7. В каких случаях изложенные в СП 52.13330.2016 нормативы освещенности необходимо повысить?

8. В каких случаях разрешается снижать изложенные в СП 52.13330.2016 нормы освещенности?

9. Что предусматривает расчет искусственного освещения?

10. Какие методы расчета применяются при проектировании искусственного освещения?

11. Объясните значения параметров, входящих в основные формулы расчета искусственного освещения.

12. Обоснуйте вывод о соответствии искусственного освещения в помещении учебной лаборатории нормативным требованиям.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ**

#### **1 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ**

При выполнении данной лабораторной работы необходимо соблюдать «Инструкцию по технике безопасности при работе в учебных лабораториях кафедры безопасности жизнедеятельности КубГТУ», а также указания преподавателя, полученные при проведении инструктажа на первом занятии лабораторного практикума.

Запрещается поднимать напряжение ЛАТРа выше 150 В.

Не следует прикасаться к поверхности электроприбора и электропечи.

Прибор для определения температуры вспышки должен стоять на асбестовой подставке. Недопустимо бросать спички, обтирочный материал в сторону. В случае воспламенения керосина необходимо отключить прибор от сети, накрыть очаг возгорания кошмой или засыпать песком.

#### **2 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

2.1. Изучить устройство и принцип работы прибора для определения температуры вспышки.

2.2. Определить температуру вспышки горючей жидкости (по заданию преподавателя). Методика определения температуры вспышки горючей жидкости в закрытом тигле.

2.3. Определить:  
характеристику испытуемой горючей жидкости;  
категорию помещения по взрывопожарной опасности в соответствии с НПБ 105-95; (1 кг керосина;  $Q=41,49$  МДж/кг)  
класс зоны по ПУЭ.

#### **3 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Горение жидкостей представляет собой сложный физико-химический процесс, протекающий при взаимном влиянии кинетических и тепловых явлений. Горение жидкостей происходит в газовой фазе. В результате испарения над поверхностью жидкости образуется паровая струя, смешение и химическое взаимодействие с кислородом воздуха обеспечивает формирование зон горения.

Показателями пожаровзрывоопасности жидкостей является:

группа горючести (классификация жидкостей по горючести);

температура вспышки;

температура воспламенения;

температура самовоспламенения;

нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени;

температурные пределы распространения пламени.

Наибольшее значение при оценке пожарной опасности жидкостей имеет температура вспышки и температура воспламенения.

**ВСПЫШКА** - быстрое сгорание горючей жидкости, не сопровождается образованием газов и не переходит в стационарное горение.

Система оценки пожарной опасности веществ регламентирована **ГОСТ 12.1.044-84** “Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Методы определения”.

В настоящей работе проводится определение температуры вспышки горючей жидкости в закрытом тигле.

**ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ** - самая низкая температура горючего вещества, при которой в условиях специального испытания над его поверхность образуются пары и газы, способные вспыхивать от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для возникновения устойчивого горения.

По температуре вспышки из группы горючих жидкостей выделяют легко воспламеняющиеся (ЛВЖ). Легковоспламеняющимися называются горючие жидкости с температурой вспышки не более 61 °С в закрытом тигле.

**ТЕМПЕРАТУРА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ** - самая низкая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний

происходит резкое увеличение скорости изотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением.

**ТЕМПЕРАТУРА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ** - наименьшая температура вещества, при которой вещество выделяет горючие пары или газы с такой скоростью, что после зажигания возникает устойчивое пламенное горение

Таблица 1

Классификация горючих жидкостей

Горючесть			Температура вспышки °С	Вещество
Легковос- пламеня ющиеся (ЛВЖ)	1 разряд	Особоопасные ЛВЖ	-18	ацетон, бензин, серный эфир
	2 разряд	постоянно опасные ЛВЖ	-13 +23	бензол, этиловый спирт
	3 разряд	опасные при повышенной температуре	+23 +61	хлор, скипидар
Горючие жидкости (ГЖ)			> 61	керосин, додекан, пентадекан, эти- ленгликоль

## 4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении работы необходимо выполнить:

- рассчитать предполагаемую температуру вспышки испытуемой жидкости /п.4.1/;
- провести испытания /п.4.2/;
- рассчитать поправку  $\Delta t$  на атмосферное давление /формула 2/;
- вычислить температуру вспышки /формула 3/;
- определить по измеренной температуре испытуемой жидкости категорию помещения /п. 4.3/;
- определить по температуре вспышки испытуемой жидкости класс зоны /п. 4.4/;
- рассчитать категорию помещения и класс зоны по варианту, предложенному преподавателем /таблица 7/.

4.1. Рассчитать предполагаемую температуру вспышки жидкости. Температура вспышки жидкости рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{всп}} = (t_{\text{кип}} + 273) \cdot K - 273 \quad (1)$$

где:  $t_{\text{кип}}$  – температура кипения жидкости, определяемая по таблице 2

$K$  - эмпирический коэффициент равный 0,736.

Для расчета предполагаемой температуры вспышки жидкости берется нижнее значение температуры кипения, так как в расчете определяется потенциальная пожарная опасность жидкости.

Таблица 2

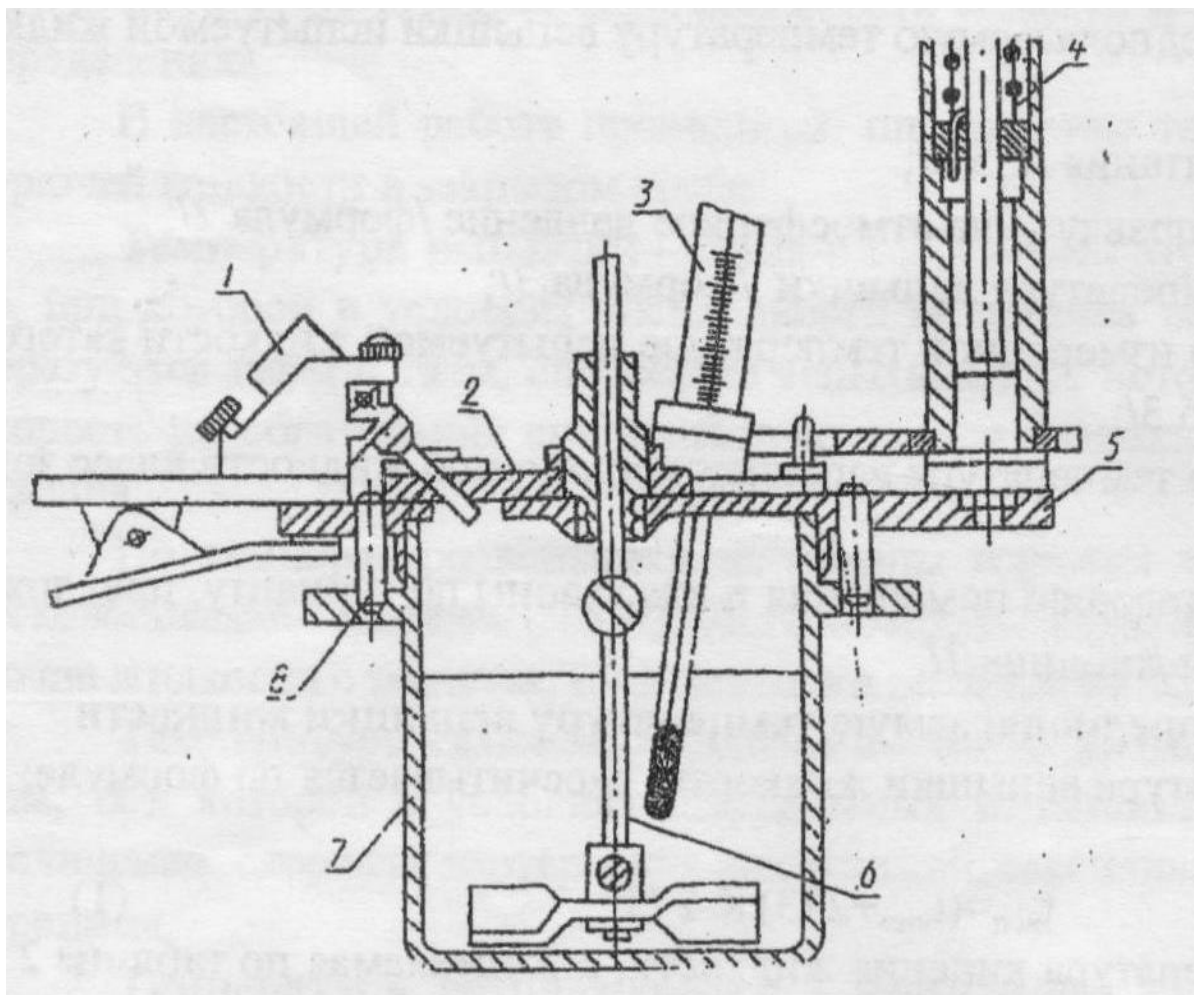
Температуры кипения веществ

Наименование горючей смеси	Температура кипения, °С	Температура вспышки, °С
Ацетон	56	-18
Бензин АИ-98	-	-36
Бензин авиационный	-	237
Дизельное топливо “Л”	234	110
Керосин (прямой перегонки)	190-230	62
Масло трансформаторное	300	147

### 4.2. Проведение эксперимента

Температура вспышки экспериментально определяют в приборах закрытого и открытого типов.

Прибор закрытого типа представлен на стенде и на рис. 1.



1 – зажигающая горелка; 2 – заслонка; 3 – термометр; 4 – пружинный механизм; 5 – крышка; 6 – мешалка; 7 – тигель; 8 – штифт, фиксатор крышки

Рисунок 1

В качестве реакционного сосуда используют металлический тигель с внутренним диаметром 51 мм и высотой 56 мм. Тигель закрыт крышкой, на которой расположены: зажигательное устройство, заслонка с поворотным устройством и мешалка. Тигель, крышку и мешалку изготавливают из материалов, не вступающих в химическое взаимодействие с испытуемыми веществами, например, из нержавеющей стали.

В тигель заливают испытуемую жидкость по указателю уровня заполнения на глубине 21,8 мм от верхнего края тигля.

Включают обогрев прибора и нагревают исследуемую жидкость со скоростью 5-6°C в мин. Испытание на вспышку начинают проводить при достижении температуры образца на 17 °C ниже предполагаемой температуры вспышки и повторяют через каждый 1 °C повышения температуры для жидкости с температурой вспышки до 104 °C.

В момент испытания на вспышку перемешивание прекращают.

Поворотом пружинного механизма открывают заслонку на крышке и опускают пламя горелки внутрь тигля за 0,5 с, оставляют 1 с и быстро убирают пламя. Следят за пламенем при открывании и закрывании заслонки.

За температуру вспышки принимают показания термометра в момент появления первого пламени над поверхностью жидкости. За температуру вспышки исследуемой жидкости принимают среднее арифметическое значение температур вспышки, полученных на трех образцах.

Поправка  $\Delta t$  на атмосферное давление в  $^{\circ}\text{C}$  вычисляют по формуле:

$$\Delta t = 0,27 (101,3 - P_a) \quad (2)$$

где  $P_a$  – атмосферное давление, кПа.

Фактическую температуру вспышки испытуемой жидкости вычисляют по формуле:

$$t_{\text{всп.}} = t_{\text{всп.ср.}} + \Delta t \quad (3)$$

### 4.3. Определить категорию помещений и зданий по **НПБ 105-03**

4.3.1. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с табл. 3.

4.3.2. Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в табл. 3 от высшей (А) к низшей (Д).

Таблица 3

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности  
(сокращенная выкопировка из НПБ 105-03)

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	<p>Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более <math>28^{\circ}\text{C}</math> в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.</p> <p>Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа</p>

Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

4.3.3. Определение пожароопасной категории помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее по тексту - пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в табл. 4.

4.3.4. При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) горючих, трудно горючих жидкостей, твердых горючих и трудно горючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка (Мдж) определяется из соотношения

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \times Q_{H1}^p, \quad (3)$$

где:  $G_1$  - количество 1-го материала пожарной нагрузки, кг;

$Q_{H1}^p$  - низшая теплота сгорания 1-го материала пожарной нагрузки, Мдж кг.

Удельная пожарная нагрузка (Мдж м ) определяется из

$$g = Q / S, \quad (4)$$

где  $S$  - площадь размещения пожарной нагрузки, м (но не менее 10 м)

Таблица 4

Удельная пожарная нагрузка

Категории	Удельная пожарная нагрузка на участке Мдж м	Способ размещения
B1	более 2200	не нормируется
B2	1401-2200	см. Примечание 2
B3	181-1400	см. Примечание 2
B4	1- 180	на любом участке пола помещения площадью 10 м Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно Примечанию 1

**Примечание:**

1. В помещениях категорий B1-B4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в табл. 4. В помещениях категории B4 расстояния между этими участками должны быть более предельных.

В таблице 5 приведены рекомендуемые значения предельных расстояний ( $l_{пр}$ ) в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков  $q_{кр}$  (кВт м<sup>-2</sup>) для пожарной нагрузки, состоящей из твердых горючих и трудногорючих материалов.

Величины  $l_{пр}$  приведены в табл.5, рекомендуются при условии, если  $H > 11$  м; если  $H < 11$  м, то предельное расстояние определяется

как  $l = l_{пр} + (11 - H)$ , где  $l_{пр}$  -определяется из таблицы 5, а  $H$  - минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия),м.

Значение  $q_{кр}$  для некоторых материалов пожарной нагрузки приведены в табл. 6.

Если пожарная нагрузка состоит из различных материалов, то значение  $q_{кр}$  определяется по материалу с минимальным значением  $q_{кр}$ .

Для пожарной нагрузки, состоящей из ЛВЖ или ГЖ, рекомендуемое расстояние ( $l_{пр}$ ) между соседними участками размещения (разлива) пожарной нагрузки рассчитывается по формулам

$$l_{пр} > 15 \quad \text{при } H > 11 \quad (5)$$

$$l_{пр} > 26 - H \quad \text{при } H < 11 \quad (6)$$

Таблица 5



Рекомендуемые значения предельных расстояний ( $l_{пр}$ ) в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков ( $q_{кр}$ )

$q_{кр}$ кВт м <sup>-2</sup>	5	10	15	20	25	30	40	50
$l_{пр}$ , м	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

2. Если при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки  $Q$ , определенное в п.4.3.4, превышает или равно

$$Q > 0,64 \times q \times H^2,$$

то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно.

Таблица 6

Критические плотности падающих лучистых потоков  $q_{кр}$

Материалы	$q_{кр}$ , кВт м <sup>-2</sup>
Древесина (сосна влажностью 12%)	13,9
Древесностружечные плиты (плотностью 417 кг м <sup>-3</sup> )	8,3
Торф брикетный	13,2
Торф кусковой	9,8
Хлопок-волокно	7,5
Слоистый пластик	15,4
Стеклопластик	15,3
Пергамин	17,4
Резина	14,8
Уголь	35,0
Рулонная кровля	17,4
Сено, солома (при минимальной влажности до 8%)	7,0

Таблица 7

Низшие теплоты сгорания материалов

Вещество	Низшие теплоты сгорания, МДж/кг
Авиационный бензин	41
Оксид углерода	
Нитролинолеум	91,671
Линолеум поливинилхлоридный	14,000
Нафталин	17,8
Бумага	6,0
Ацетон	31,4
Древесина еловая	12,000
Картон	15,681
Пенопласт	31,0
ПСК	12,008
Асбозбонитовая плита	23,434

Горох зерно	40,0
Пропан	20,44
Спирт метиловый	76,38
Табак	16,493
Сахар	5,640

#### 4.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ЗОН (ПО ПУЭ)

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) все производственные объекты, в которых размещается электрооборудование, по взрывопожароопасности делятся на взрывоопасные и пожароопасные зоны.

Таблица 8

##### Классификация взрывоопасных зон (по ПУЭ)

Класс зоны	Характеристика взрывоопасной зоны
В - I	Взрывоопасная концентрация горючих газов или паров ЛВЖ существует при нормальных режимах работы
В - Ia	Взрывоопасная концентрация горючих газов или паров ЛВЖ появляется при авариях или неисправностях
В - Ib	То же, что в В - Ia, но при условиях: 1. нижний предел воспламенения смеси равен 15% и более; 2. смесь обладает резким запахом при предельно-допустимых концентрациях; 3. взрывоопасная концентрация местная, не превышает 5% свободного объема помещений
В - Ig	Наружные установки. Взрывоопасные концентрации появляются только при авариях или неисправностях.
В - II	Взрывоопасная концентрация горючих пылей или волокон существует при нормальных режимах работы
В - IIa	Взрывоопасная концентрация горючих пылей или волокон появляется при авариях или неисправностях

Таблица 9

##### Классификация пожароопасных зон (по ПУЭ)

Класс зоны	Характеристика пожароопасных зон (по ПУЭ)
II - I	Зоны расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 °С
II - II	Зоны расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м <sup>3</sup> к объему воздуха
II - IIa	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества
II - III	Расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются

	горючие жидкости с температурой вспышки более 61 °С или твердые горючие веществ
--	---

### Задание для расчета категории помещения

В помещении хранятся или перерабатываются вещества, количество, площадь их размещения и низшие теплоты сгорания которых приведены в таблице 10. Рассчитать удельную пожарную нагрузку по варианту и определить категорию помещения (В1-В4) по таблице 4.

Таблица 10

Данные для расчета

Вариант	Вещество	Низшая теплота сгорания МДж/кг	Количество материала, кг	Площадь размещения пожарной нагрузки, м <sup>2</sup>
1	Табак ферментир.	16.6	1000	200
2	Табак нефермент.	14.8	100	5.0
3	Уголь(антрацит)	25.0	500	3.0
4	Дрова	11.0	4000	10.0
5	Бензин	44.1	3000	150.0
6	Дизтопливо	42.7	6000	50.0
7	Керосин	43.0	2000	15.0
8	Спирт этиловый	27.2	500	4.0
9	Сено, солома	7.0	2500	20.0
10	Горох, зерно	3.0	2000	25.0

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется температурой вспышки, от каких факторов зависит температура вспышки.
2. Определение температур воспламенения и самовоспламенения.
3. Причины взрывов и пожаров.
4. Порядок определения категории помещения и здания.
5. Принцип определения класса зоны (по ПУЭ).
6. Привести примеры категорий помещений и классификацию зон по специальности студента.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник противопожарных норм строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест. М.: Стройиздат 1991. - 495 с.
2. Правила устройства электроустановок. М.: Энергия, 1996. - 464 с.
3. Нормы пожарной безопасности. НПБ 105-03.

**ОТЧЕТ**  
по лабораторной работе  
«Определение взрывопожароопасных свойств веществ»

**Теоретическая часть**

1. Определение характеристик горючих жидкостей и оценка их пожарной опасности (температура вспышки и др.).
2. Принципы категорирования помещений и зданий по НПБ 105-03.
3. Классификация зон взрывопожароопасности по ПУЭ.

**Результаты эксперимента**

1. Горючая жидкость \_\_\_\_\_
2. Температура кипения \_\_\_\_\_
3. Расчетная температура вспышки (см. формулу 1) \_\_\_\_\_
4. Расчет поправки на барометрическое давление (см. формулу 2). \_\_\_\_\_
5. Экспериментальная температура вспышки \_\_\_\_\_. С учетом поправки \_\_\_\_\_
6. Определить разряд жидкости \_\_\_\_\_
7. Определить категорию помещения и здания по НПБ 105-03 \_\_\_\_\_
8. Определить класс зоны по ПУЭ \_\_\_\_\_
9. Выполнить расчет категории помещения по пожарной опасности (В1-В4) по варианту, заданному преподавателем (Приложение 1).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ

#### Учебные вопросы

1. Средства защиты органов дыхания.
2. Средства защиты кожи.
3. Медицинские средства защиты.

Время: 4 часа.

#### Общие положения

На многих объектах экономики (ОЭ) существуют такие виды работ, при которых персонал может получить опасное для здоровья воздействие. Опасные и вредные для людей воздействия могут неизмеримо вырасти при возникновении чрезвычайной ситуации (ЧС), а также при ликвидации их последствий. Во всех этих случаях для защиты человека необходимо применять средства индивидуальной защиты (СИЗ).

В настоящее время многие работающие получают спецодежду, спецобувь и другие средства защиты. Их использование должно обеспечить достаточную безопасность, а связанные с их применением неудобства должны быть минимальными.

При пользовании СИЗ необходимо строго выполнять требования, изложенные в их сопроводительной документации. Необходимо твердо знать, когда, почему и как следует применять данный конкретный вид СИЗ, каковы правила ухода за ними, их бережения и эксплуатации.

Номенклатура СИЗ обширна. Выбор определенных СИЗ для данной обстановки зависит от конкретных опасных факторов, что устанавливается разведкой. Часто при развитии ЧС (пожар, аварийный выброс агрессивных химических отравляющих веществ или радиоактивных веществ) приходится применять изолирующие СИЗ.

При выборе применяемых СИЗ необходимо руководствоваться требованиями **Основных санитарных правил ОСП-72/80**.

Изолирующие СИЗ применяются, если фильтрующие средства защиты не обеспечивают достаточную защиту от попадания токсичных веществ через органы дыхания или кожу. Наибольшую опасность представляет первый период ЧС, когда уровни и концентрации наиболее велики, а меры защиты в достаточной мере не принимаются, прогноза и информации нет и могут наблюдаться элементы паники.

СИЗ в определенной степени предохраняют от ожогов.

Имеется несколько видов классификации СИЗ.

#### **По назначению:**

- средства защиты органов дыхания;
- средства защиты кожи;
- медицинские средства защиты.

### ***По принципу защиты:***

фильтрующие, очищающие воздух;

изолирующие, которые обеспечивают изоляцию от внешней среды (тогда дыхание осуществляется за счет регенерации выдыхаемого воздуха). Защищают от радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ), биологических средств (БС), агрессивных химических отравляющих веществ (АХОВ).

### ***По способу изготовления:***

изготовленные промышленностью (табельные средства);

простейшие (подручные) средства индивидуальной защиты.

СИЗ промышленного изготовления накапливаются в расчете на все население территории по соответствующим нормам (на личный состав формирований – 110 %), а простейшие СИЗ изготавливаются из расчета полной обеспеченности, то есть по числу недостающих.

В первую очередь обеспечиваются:

категоризованные города и ОЭ;

личный состав формирований гражданской обороны (ГО);

города и ОЭ, где размещены опасные производства.

Во вторую очередь обеспечивается население категоризованных городов и ОЭ.

В третью очередь – остальное население.

Штаб ГО соответствующего уровня проводит расчет потребности в средствах индивидуальной и медицинской защиты, исходя из норм накопления и финансового обеспечения, заявляет потребности, приобретает СИЗ и организует их хранение с обеспечением своевременной выдачи населению.

Раздача производится через заранее созданные пункты выдачи, места расположения которых известны населению и готовы к поступлению СИЗ со складов хранения.

Создание пунктов выдачи СИЗ осуществляется по территориально-производственному принципу (ОЭ, РЭУ). На этом же пункте выдают медицинские средства защиты. При выполнении работ в очагах поражения спасатели могут использовать различные СИЗ.

## **1. Средства защиты органов дыхания**

Для защиты органов дыхания применяются **противогазы, респираторы и простейшие средства**, изготавливаемые самим населением.

**Противогазы** защищают от попадания в органы дыхания, а также в глаза и на лицо РВ, ОВ, СДЯВ и БС.

**Респираторы и простейшие средства** защищают от попадания в органы дыхания веществ, находящихся в аэрозольном состоянии, главным образом, радиоактивной пыли.

### **1.1. Фильтрующие противогазы**

В типовом варианте фильтрующие противогазы состоят из противогазовой коробки и лицевой части, уложенных в матерчатую сумку. В комплект про-

тивогаза также входят коробка с не запотевающими пленками или специальный «карандаш», предназначенный для предохранения стекол очков от запотевания.

Для защиты населения используются следующие *фильтрующие противогазы*:

для взрослого населения – ГП-5, ГП-5М, ГП-7, ГП-7В;

для детей – ПДФ-Ш, ПДФ-Д, ПДФ-2Ш, ПДФ-2Д, КЗД.

**Гражданский противогаз ГП-5** (рисунок 1.1) был разработан для защиты от поражающих факторов ядерного взрыва. Но при катастрофе на Чернобыльской АЭС оказалось, что радиоактивная пыль проникала через коробку ГП-5. Поэтому был разработан противогаз ГП-7.

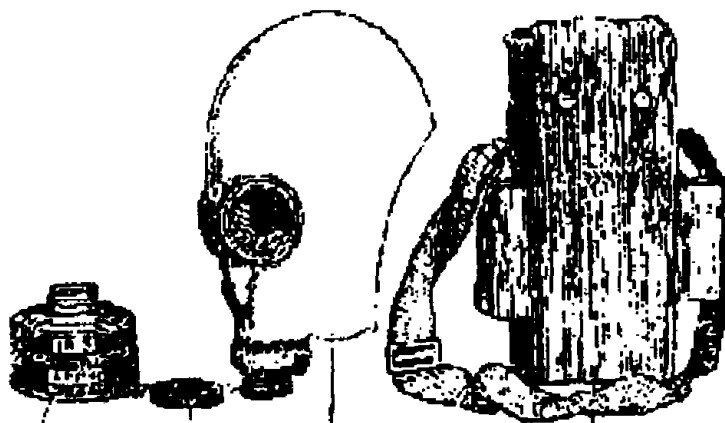


Рисунок 1.1 – Противогаз ГП-5

В состав комплекта гражданского фильтрующего противогаза ГП-5 входят два основных элемента: фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-62у.

Внутри фильтрующе-поглощающей коробки ГП-5 расположены противоаэрозольный фильтр и шихта. Лицевая часть ШМ-62у представляет собой шлем-маску, изготовленную из натурального или синтетического каучука.

**Противогаз ГП-5М** отличается от противогаза ГП-5 шлем-маской. Шлем-маска ШМ-66му, входящая в комплект противогаза ГП-5М, в отличие от ШМ-62у, имеет переговорное устройство мембранного типа и вырезы для ушей.

В состав комплекта фильтрующего **противогаза ГП-7** входят:

фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к;

лицевая часть в виде маски гражданского противогаза (МГП);

сумка;

гидрофобный трикотажный чехол;

коробка с не запотевающими пленками;

утеплительные манжеты.

Фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к по конструкции аналогична коробке ГП-5, но с улучшенными характеристиками.

Лицевая часть МГП представляет собой маску объемного типа с наголовником в виде пластины с пятью лямками и уступами для регулирования.

Гидрофобный трикотажный чехол надевается на противогазовую коробку и служит для предохранения ее от заражения, снега, пыли и влаги.

В состав комплекта **противогаза ГП-7В** входит лицевая часть МПП-В, которая аналогична лицевой части МПП, но дополнительно под переговорным устройством имеется приспособление для приема воды, представляющее собой резиновую трубку с мундштуком и ниппелем. Оно может присоединяться с помощью специальной крышки к фляжке.

Противогаз ГП-7ВМ отличается маской (М-80), которая позволяет без затруднений и искажений работать с оптическими приборами.

Фильтрующий противогаз не защищает от угарного газа, поэтому к его коробке приходится присоединять гопколитовый патрон. Он обеспечивает защиту в течение 80 мин. и работоспособен, если его вес не превышает на 20 грамм вес, указанный на патроне.

Для обеспечения выполнения работ в условиях задымления или для увеличения времени защитного действия противогаз ГП-7 укомплектован гофрированной трубкой и дополнительным патроном ДПГ-1 или ДПГ-3.

**Противогаз детский фильтрующий школьный ПДФ-Ш** (рисунок 1.2) предназначен для детей школьного возраста от 7 до 17 лет, а **противогаз детский фильтрующий дошкольный ПДФ-Д** – для детей в возрасте от 1,5 до 7 лет.

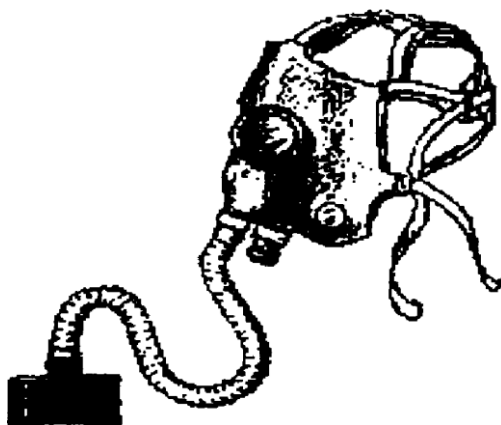


Рисунок 1.2 – Противогаз ПДФ

Противогазы ПДФ-Ш и ПДФ-Д комплектуются фильтрующе-поглощающими коробками ГП-5, ПДФ-2Д, ПДФ-2Ш – коробкой ГП-7 и лицевыми частями МД-3 или ШМ-62у.

Лицевая часть МД-3 – это объемная маска из мягкой эластичной резины с очками и наголовником. В корпус маски вмонтирован металлический патрубок, в котором размещается клапан вдоха. На патрубке крепится соединительная гофрированная трубка. В нижней части корпуса маски находится узел выдоха, в котором размещены два выдыхательных клапана.

**Камера защитная детская (КЗД)** с ручным насосом для прокачивания воздуха через фильтрующую коробку предназначена для защиты детей в возрасте до 1,5 лет от ОВ и БС в интервале температур от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+30^{\circ}\text{C}$ .



В комплект входит камера защитная КЗД (рисунок 1.3), накидка для защиты от атмосферных осадков, картонная коробка и полиэтиленовый мешок для хранения камеры.

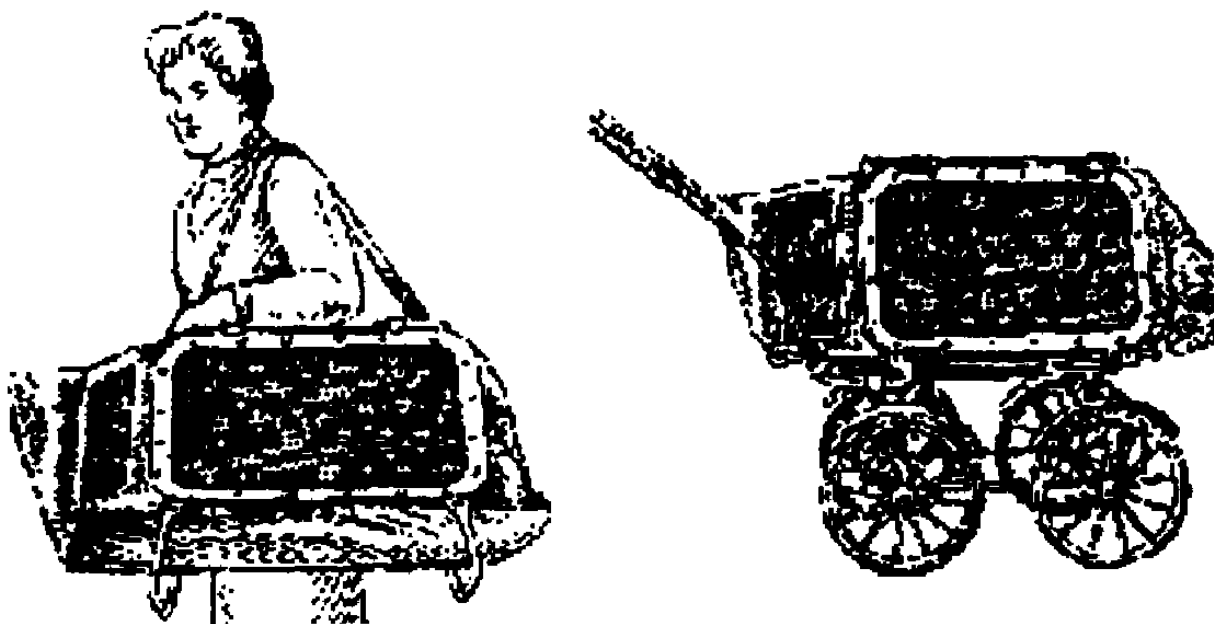


Рисунок 1.3 – Камера защитная детская

Основным узлом камеры является оболочка из прорезиненной ткани. Она монтируется на разработанном металлическом каркасе, который вместе с поддоном образует кровать-раскладушку. В оболочку камеры вмонтированы два диффузно сорбирующих элемента, через которые воздух снаружи, очищаясь, проникает внутрь камеры. Для наблюдения за ребенком в оболочке камеры имеется два смотровых окна, а для ухода – рукавицы из прорезиненной ткани. Ребенок помещается в камеру через специальное отверстие, которое герметизируется. Переносится камера с помощью плечевой тесьмы. Непрерывный срок пребывания ребенка в камере – 6 часов. Подготовленная к использованию камера весит 4 кг.

## 1.2. Подбор фильтрующих противогазов

Противогаз является надежным средством защиты, если он исправен и его лицевая часть подобрана по размеру. Правильно подобранная шлем-маска (маска) должна плотно прилегать к лицу, не вызывая болевых ощущений. Для подбора необходимого размера шлем-маски нужно измерить голову по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляют до 0,5 см. При величине размера до 63 см – второй, от 68,5 до 70,5 см (для ШМ-66му от 68,5 и более) – третий, от 71 см и более четвертый рост шлем-маски.

Для подбора маски любого противогаза измеряют высоту лица (расстояние между точкой наибольшего углубления переносицы и самой нижней точкой подбородка на средней линии оси лица), затем по таблице 1.1 определяют необходимый рост маски.

Таблица 1.1 – Рост шлем-маски

Наименование измерений	Рост шлем-маски			
	1	2	3	4
Высота лица, мм	До 72	72-87	88-95	96-103

При подборе шлем-маски для противогазов ПДФ-Ш измерения проводят так же, как при подборе шлем-маски для взрослых противогазов. Правильно подобранная лицевая часть должна прилегать к лицу ребенка и не смещаться при резких поворотах головы.

Получив противогаз, необходимо осмотреть и проверить исправность всех его частей, затем правильно собрать и проверить противогаз на герметичность. Проверенный и исправный противогаз в собранном виде укладывают в сумку.

Противогаз носят уложенным в сумку на левом боку, клапаном сумки от себя, плечевая лямка сумки – через правое плечо. Верх сумки должен быть на уровне талии, клапан застегнут.

Противогаз может быть в трех положениях:

«походном»;

«наготове»;

«боевом».

В **«походном»** положении, - когда нет непосредственной угрозы возникновения ЧС, - сумка с противогазом находится в положении, указанном выше.

В положении **«наготове»** сумку с противогазом надо закрепить поясной тесьмой на левом боку, а клапан сумки отстегнуть.

При переводе противогаза в **«боевое»** положение необходимо затаить дыхание и закрыть глаза, снять головной убор, вынуть противогаз из сумки, надеть лицевую часть (маску или шлем-маску), сделать резкий выдох, открыть глаза, надеть головной убор и застегнуть клапан сумки. Противогаз считается надетым правильно, если стекла очков узла лицевой части находятся против глаз, шлем-маска (маска) плотно прилегает к лицу, тесемки крепления маски не перекручены.

Снимается противогаз по команде «Противогаз снять!». Самостоятельно противогаз может быть снят только в случае, если станет достоверно известно, что опасность миновала. Снятую шлем-маску (маску) после обеззараживания следует вывернуть, тщательно протереть или просушить и только после этого уложить в сумку.

### 1.3. Промышленные противогазы

Ряд ОЭ используют промышленные противогазы (их нельзя применять при недостатке кислорода в воздухе).

Существует несколько марок промышленных фильтрующих противогазов, которые являются индивидуальным средством защиты органов дыхания и зрения рабочих различных отраслей промышленности, сельского хозяйства от воздействия вредных веществ (газов, паров, пыли, дыма и туманов), присутствующих в воздухе.

Промышленные противогазы комплектуются лицевыми частями от гражданских противогазов. В зависимости от состава вредных веществ противогазовые коробки специализированы по назначению и могут содержать в себе один или несколько специальных поглотителей или поглотитель и аэрозольный фильтр.

По внешнему виду коробки различного назначения отличаются окраской и буквенными обозначениями (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Маркировка коробок промышленных противогазов

Марка коробки	Тип коробки. Опознавательная окраска	Вредные вещества, от которых защищает коробка
1	2	3
А, А <sub>8</sub>	Без противоаэрозольного фильтра (ПАФ), коричневая	Пары органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, анилин, соединения бензола и его гомологов, тетраэтилсвинец), фосфор и хлорорганические ядохимикаты
А	С ПАФ, коричневая с белой вертикальной полосой	То же, а также пыль, дым и туман
В, В <sub>8</sub>	Без ПАФ, желтая	Кислые газы и пары (сернистый газ, хлор, сероводород, синильная кислота, окислы азота, хлористый водород, фосген), фосфор и хлорорганические ядохимикаты
В	С ПАФ, желтая с белой вертикальной полосой	То же, а также пыль, дым, туман
Г, Г <sub>8</sub>	Без ПАФ, черная и желтая	Пары ртути, ртуть, органические ядохимикаты на основе этилмеркурхлорида
Г	С ПАФ, черная и желтая с белой вертикальной полосой	То же, а также пыль, дым и туман, смесь паров ртути и хлора
Е, Е <sub>8</sub>	Без ПАФ, черная	Мышьяковый и фосфористый водород
Е	С ПАФ, черная с белой вертикальной полосой	То же, а также пыль, дым, туман
К	Зеленая	Пары аммиака
КД, КД <sub>8</sub>	Без ПАФ, серая	Аммиак, сероводород и их смеси
КД	С ПАФ, серая с белой вертикальной полосой	То же, а также пыль, дым, туман
КВ	Желто-серая	Смесь двуокси азота и аммиака
М	Без ПАФ, красная	Оксид углерода в присутствии органических паров (кроме практически несорбирующихся веществ, например, метана, бутана, этана, этилена и др.), кислых газов, аммиака, мышьяковистого и фосфористого водорода.
М	С ПАФ, красная с белой вертикальной полосой	То же, а также пыль, дым, туман
С	Голубая	Сернистый ангидрид
СО	Без ПАФ, белая	Оксид углерода

Окончание таблицы 1.2

СОХ	Защитная	Оксид углерода, хлор, производственная пыль
БКФ	С ПАФ, зеленая с белой вертикальной полосой	Кислые газы и пары, пары органических веществ, мышьяковистого и фосфористого водорода и различные аэрозоли (пыль, дым, туман)

Примечания: 1. При пользовании противогазом марки Г необходимо вести учет времени работы каждой коробки. По истечении 100 и 80 часов соответственно для марок Г без ПАФ и Г с ПАФ они считаются отработанными и должны заменяться новыми.

2. Отработка фильтрующих коробок марок М и СО определяется по увеличению массы. При увеличении массы коробок М на 35 г и коробок СО на 50 г по сравнению с первоначальной (на корпусе эта масса указана) коробки считаются отработанными и заменяются новыми.

#### 1.4. Изолирующие противогазы

Изолирующие противогазы являются специальными средствами защиты органов дыхания от любых вредных примесей, находящихся в воздухе, независимо от их свойств и концентраций. Они используются также в тех случаях, когда невозможно применение фильтрующих противогазов, например, при наличии в воздухе очень высоких концентраций СДЯВ и ОВ или любой вредной примеси, при содержании в воздухе кислорода менее 16%, а также при работе под водой на небольшой глубине.

По принципу действия изолирующие противогазы делятся на две группы:

- на основе химически связанного кислорода – пневматогены (ИП-4, ИП-5);
- на основе сжатого кислорода или воздуха – пневматофоры (КИП-7, КИП-8).

Изолирующие противогазы ИП-4 (рисунок 1.4), ИП-5 и кислородные изолирующие приборы КИП-7, КИП-8 обеспечивают защиту от АХОВ любой концентрации.

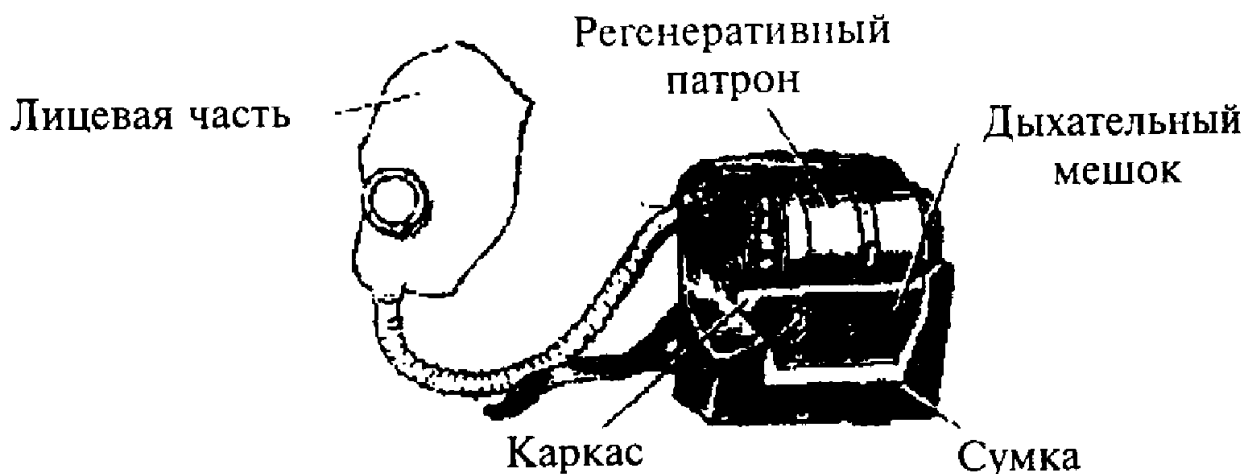


Рисунок 1.4 – Изолирующий противогаз ИП-4

Для обеспечения безопасности работ внутри емкостей, колодцев и других помещений, где возможно скопление вредных газообразных веществ (в концентрации свыше 0,5 %) или содержание кислорода менее 16 %, применяют **шланговые противогазы** ПШ-1Б (воздушный шланг 10 м, предохранительный пояс и сигнально-спасательная веревка), ПШ-20РВ (длина шланга 20 м) или ПШ-40РВ (длина шланга 40м).

Исходя из принципа защитного действия, основанного на полной изоляции органов дыхания от окружающей среды, время пребывания в изолирующих противогазах зависит не от физико-химических свойств СДЯВ, ОВ, РВ и БС и не от их концентраций и т.д., а от запаса кислорода и характера выполняемой работы. Изолирующими противогазами обеспечиваются аварийно-спасательные подразделения горноспасательной, газоспасательной и других служб.

### 1.5. Респираторы

Респиратор представляет собой облегченное СИЗ органов дыхания от вредных газов, паров и аэрозолей. Используется для работы при заражении воздуха в незначительной концентрации.

Очистка воздуха в респираторах от вредных газов и паров осуществляется за счет физико-химических процессов (абсорбции, хемосорбции, катализа), а от аэрозолей – фильтрацией через волокнистые материалы.

В настоящее время применяются следующие респираторы:

- противогазовый респиратор - РПГ-67;
- респиратор - Р-2 (рисунок 1.5, а, б) ;
- универсальный респиратор – РУ-60М;
- респиратор – ШБ-1 “Лепесток” (рисунок 1.5, в);
- респиратор – РПП-57 (рисунок 1.5, г);
- респиратор – ПРБ-5 (рисунок 1.5, д);
- респиратор – ПРШ-59 (рисунок 1.5, е).

Защита от вредных паров и газов (таблица 1.3) осуществляется противогазовым респиратором РПГ-67, а от газов, паров и аэрозолей – универсальным респиратором РУ-60М.

Таблица 1.3 – Время защитного действия респираторов, мин.

Наименование АХОВ	Марка патрона	Концентрация АХОВ, мг/л	РПГ-67	РУ-60М
Бензол	А	10	60	35
Сероводород	В	2	50	30
Сернистый газ	В	2	50	30
Пары ртути	Г	0,01	1200	900
Аммиак	КД	2	30	20
Сероводород	КД	2	50	20
Аммиак	К	2	45	-



Рисунок 1.5 – Респираторы:  
а – Р-2 (общий вид); б – Р-2 (в рабочем положении); в – ШБ-1 «Лепесток»;  
г – РПП-57; д – ПРБ-5; е – ПРШ2 – 59; ж – ватно-марлевая повязка

Для взрослого населения наибольшее применение нашли респираторы Р-2 и ШБ-1.

**Респиратор Р-2** представляет собой фильтрующую полумаску с оголовьем. Маска снабжена двумя клапанами вдоха и одним клапаном выдоха с предохранительным экраном. Наружная часть полумаски изготовлена из полиуретанового пенопласта зеленого цвета, а внутренняя – из тонкой воздухонепроницаемой полиэтиленовой пленки, в которую вмонтированы клапаны вдоха. Между полиуретановым пенопластом и полиэтиленовой пленкой расположен фильтр из полимерных волокон. Респиратор имеет носовой зажим, предназначенный для поджима полумаски к лицу в области переносицы.

Принцип действия респиратора основан на том, что при вдохе воздух последовательно проходит через фильтрующий полиуретановый слой маски, где очищается от грубодисперсной пыли, а затем через фильтрующий полимерный волокнистый материал, в котором происходит очистка воздуха от тонкодисперсной пыли. После очистки вдыхаемый воздух через клапаны вдоха попадает в подмасочное пространство и в органы дыхания. При выдохе воздух из подмасочного пространства выходит через клапан выдоха.

Респираторы Р-2 изготавливают трех ростов, для подбора которых измеряют высоту лица:

99-109 мм – 1-й рост;

109-119 мм – 2-й рост;

более 119 мм – 3-й рост.

Для детей младшего возраста дополнительно выпускают респираторы нулевого размера (Р-2д).

Респиратор Р-2 обеспечивает возможность пребывания в нем до 12 часов, Р-2д – до 4 часов.

Чтобы подогнать респиратор Р-2, нужно проверить его исправность, надеть полумаску на лицо так, чтобы подбородок и нос разместились внутри ее, одна не растягивающаяся тесьма оголовья располагалась бы на теменной части головы, а другая – на затылочной. С помощью пряжек, имеющих на тесемках, необходимо отрегулировать их длину таким образом, чтобы надетая полумаска плотно прилегала к лицу. На подогнанной надетой полумаске следует прижать концы носового зажима к носу.

Надевание респиратора производится по команде «Респиратор надеть!» или самостоятельно. При надевании респиратора не следует сильно прижимать полумаску к лицу и обжимать носовой зажим. После снятия респиратора необходимо произвести его дезактивацию – удалить пыль с наружной части полумаски с помощью щетки или путем вытряхивания. Внутреннюю поверхность полумаски необходимо протереть тампоном и просушить, после чего респиратор необходимо вложить в полиэтиленовый пакет, который надо закрыть кольцом и убрать в противогазовую сумку.

**Респиратор ШБ-1** («Лепесток») широко применялся в Чернобыле при ликвидации аварии на АЭС и хорошо зарекомендовал себя. Это респиратор одноразового пользования, безмерный, в качестве фильтрующего элемента используют ткань Петрянова.

## **1.6. Простейшие средства защиты органов дыхания**

Простейшие средства защиты органов дыхания (СЗОД) (рисунок 1.5, ж) изготавливаются населением самостоятельно. Они рекомендуются в качестве СЗОД от РВ и БС. Для защиты от СДЯВ и ОВ они, как и респираторы, непригодны.

К простейшим СЗОД относятся:

ватно-марлевые повязки (ВМП);

противопылевые тканевые маски ПТМ-1.

Каждый человек должен иметь их по месту жительства или месту работы.

Для изготовления ВМП требуется:

- кусок марли размером 100х50 см (для детей 80х40 см);
- слой ваты (40 г) размером 30х20х2 см (для детей 20х15х1,5 см);
- ножницы, иголки, нитки.

Изготовление ВМП производится следующим образом:

1. Расстиляется на твердой поверхности марля.
2. На средней части куска марли укладывается подготовленный ровный слой ваты.
3. Свободные от ваты концы марли по всей длине куска с обеих сторон завертываются, закрывая вату.
4. Концы марли вне ваты (по 35 см для взрослых и 30 см для детей) с обеих сторон посередине разрезаются ножницами, образуя две пары завязок.
5. Обшиваются (обметываются) завязки сметками ниток с помощью иголки.

Если имеется марля, но нет ваты, можно изготовить марлевую повязку.

Для этого вместо ваты на середину куска марли укладывают 5-6 слоев марли.

Если нет марли, но есть бинт, из него сшивается кусок марли нужного размера. Чтобы вата не сбивалась, а все время была распределена ровным слоем по всей длине поверхности, ее можно закрепить, пришив несколькими строчками в виде наметки.

При использовании ватно-марлевую повязку накладывают на лицо так, чтобы нижний край ее закрывал низ подбородка, а верхний доходил до глазных впадин, при этом хорошо закрывал рот и нос. Разрозненные концы повязки завязывают: нижние – на темени; верхние – на затылке. Неплотности можно закладывать ватными тампонами.

При использовании повязки защищать глаза необходимо противопыльными (защитными) очками различного устройства или очками для плавания.

Очки можно сделать и самому - на полоску стекла или прозрачной пленки наклеить ободок из поролона (сечением 20х20 мм), а по краям укрепить завязки.

## **2. Средства защиты кожи**

По принципу защитного действия средства защиты кожи (СЗК) подразделяются на **фильтрующие** и **изолирующие**.



**Фильтрующие СЗК** представляют собой хлопчатобумажную одежду (комбинезон), пропитанную специальной пастой. При этом воздухопроницаемость материала сохраняется, а пары ОВ при прохождении через ткань задерживаются или нейтрализуются.

Комплект защитной фильтрующей одежды (ЗФО-58) состоит из комбинезона особого покроя, двух пар портянок, мужского нательного белья (рубаша, кальсоны) и подшлемника. Нательное белье, подшлемник и портянки должны не допустить потертостей и раздражения кожных покровов.

ЗФО-58 применяется в комплекте с противогазом, резиновыми сапогами и перчатками. Комбинезоны выпускают трех размеров: 1-й – для людей ростом до 160 см, 2-й – от 161 до 170 см, 3-й – выше 171 см.

**Изолирующие СЗК** изготавливают из воздухонепроницаемых материалов, обычно специальной эластичной и морозостойкой прорезиненной ткани.

Они могут быть герметичными и негерметичными.

Герметичные СЗК закрывают все тело и защищают от паров и капель СДЯВ и ОВ, негерметичные – только от капель. Наряду с защитой от СДЯВ и ОВ они предохраняют кожные покровы и одежду от заражения РВ и БС.

К изолирующим СЗК относятся:

защитные комбинезон и костюм;

легкий защитный костюм Л-1;

общевоинской защитный комплект.

**Защитный комбинезон** состоит из сшитых в одно целое куртки, брюк и капюшона. Костюм отличается от комбинезона тем, что куртка с капюшоном и брюки изготовлены отдельно. В комплект комбинезона и костюма входят, кроме того, подшлемник, резиновые сапоги и резиновые перчатки.

Защитные комбинезоны и костюмы в зависимости от роста человека выпускают трех размеров:

1-й – для людей ростом до 165 см;

2-й – от 165 до 172 см;

3-й – выше 172 см.

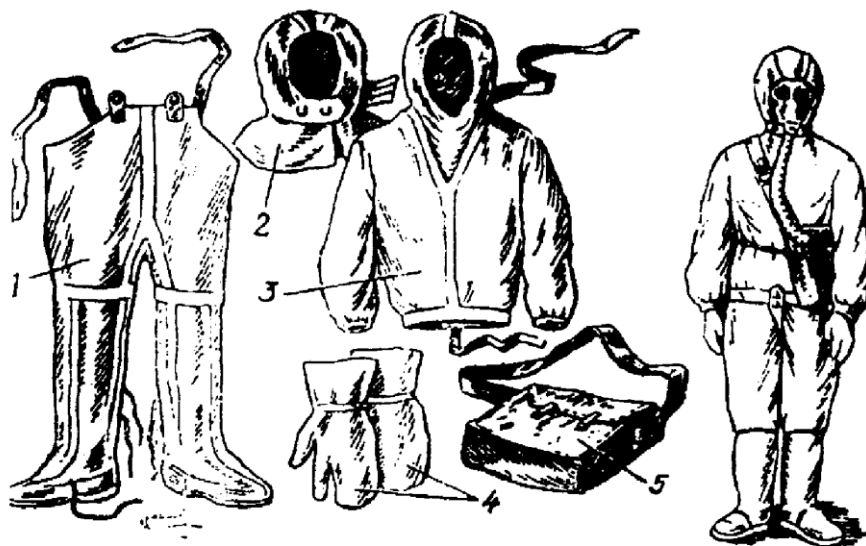
**Легкий защитный костюм Л-1** (рисунок 1.6) изготавливается из прорезиненной ткани и состоит из брюк, сшитых заодно с чулками (1), подшлемника (2), рубашки с капюшоном (3), двухпалых перчаток (4), сумки для упаковки костюма Л-1 (5). Есть возможность использовать охлаждающий костюм из хлопчатобумажной белой ткани, который надевается поверх костюма Л-1 и регулярно увлажняется. Размеры костюма Л-1 аналогичны размерам защитного комбинезона (костюма).

**Общевоинской защитный комплект (ОЗК)** (рисунок 1.6) состоит из защитного плаща ОП-1, защитных чулок (прорезиненная ткань) с усиленной подошвой (брезент, резина) и защитных перчаток (с обтюраторами из пропитанной специальным составом ткани). Защитные перчатки зимние – двухпалые, летние – пятипалые (резиновые). Защитный плащ имеет рукав и капюшон.

Плащ выпускается пяти размеров:

1-й для людей ростом до 165 см;

2-й – от 165 до 170 см;



Легкий защитный костюм Л-1

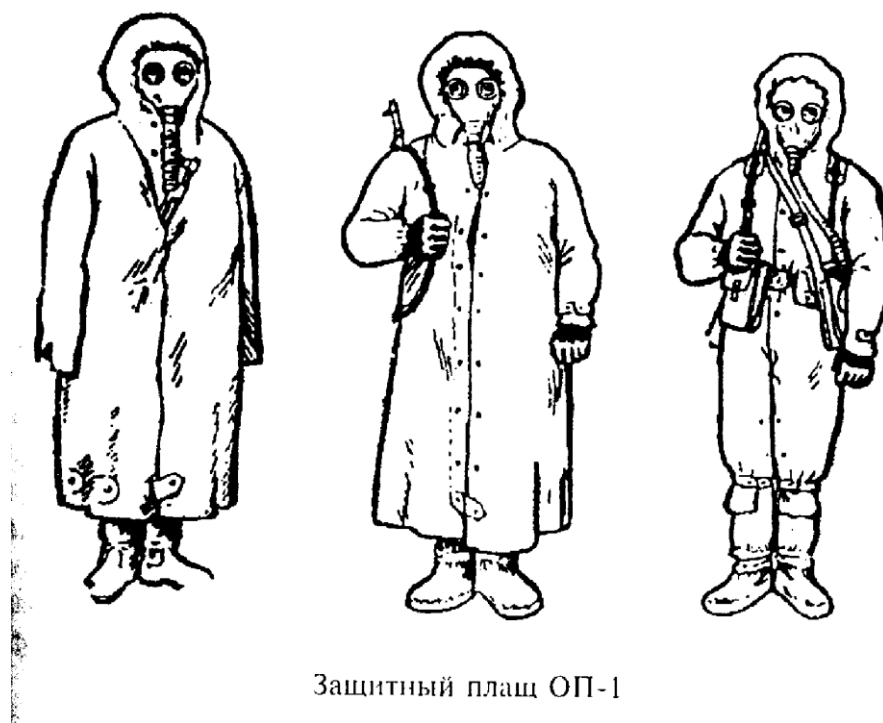


Рисунок 1.6 – Изолирующие средства защиты кожи

3-й – от 171 до 175 см;

4-й – от 176 до 180 см;

5-й – выше 180 см.

Чулки надевают поверх обычной обуви и крепятся к ногам с помощью хлястиков, а к поясному ремню - с помощью тесемок. Чулки выпускают трех размеров: 1-й – для обуви №№ 37 - 40, 2-й – 41 - 42, 3-й – 43 и более. Перчатки выпускают двух размеров.

ОЗК в зависимости от того, для каких целей его используют, может быть

применен в виде накидки (при защите от РВ, СДЯВ и ОВ, БС), надетым на рукава (при действиях на местности, зараженной РВ и БС, а также при выполнении работ по обеззараживанию техники и транспорта) и в виде комбинезона (при действиях в РОУ ЧС).

Изолирующая защитная одежда сильно влияет на теплообмен организма. При высокой температуре и тяжелой работе организм сильно перегревается, что может привести к тепловому удару. По этой причине использование изолирующей защитной одежды ограничено по времени (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Время пребывания людей в изолирующей защитной одежде при различной температуре наружного воздуха

Температура наружного воздуха, °С	Время пребывания в изолирующей защитной одежде, мин.	
	без влажного экранирующего комбинезона	с влажным экранирующим комбинезоном
30 и выше	15 - 20	60 – 90
25 - 29	до 30	90 - 120
20 - 24	до 45	120 – 150
15 - 19	до 120	более 180
ниже 15	более 180	более 180

При работе в тени, а также в пасмурную или ветреную погоду сроки пребывания в изолирующей защитной одежде увеличиваются в 1,5 раза.

Повторное пребывание в изолирующей защитной одежде возможно после 30 - минутного отдыха (в тени, вне зараженного участка местности).

Зимой изолирующие СИЗ надеваются на верхнюю одежду.

**Простейшие средства защиты кожи** – это обычная одежда и обувь, накидки и плащи из полимеров, прорезиненной ткани, пальто из грубого материала (драп, сукно, кожа). Они могут защищать от радиоактивной пыли, БС, капельных ОВ в течение 10 мин. Для защиты ног используются валенки, резиновые сапоги, боты, галоши, обувь из кожи и кожзаменителей. Для защиты рук применяют резиновые или кожаные перчатки, брезентовые рукавицы.

Покрой обычной одежды не предусматривает полной герметизации тела. Необходимо принимать меры для герметизации нагрудного разреза, воротника, обшлагов. Одежда застегивается на все пуговицы, воротник поднят, обшлага рукавов и брюк обвязываются тесьмой, шея обматывается шарфом, капюшон поднят. Брюки выпущены поверх обуви, куртки, рубашки, пиджаки надо заправлять в брюки и подпоясывать.

### 3. Медицинские средства индивидуальной защиты

Медицинские средства индивидуальной защиты предназначены для профилактики поражения и оказания первой медицинской помощи. Их своевременное и правильное использование может спасти человеку жизнь, предупредить

доть или значительно уменьшить степень тяжести поражения.

К медицинским средствам защиты относятся:

аптечка индивидуальная;

индивидуальный противохимический пакет;

перевязочный пакет;

дегазационный пакет.

### 3.1. Аптечка индивидуальная АИ-2

Аптечка индивидуальная АИ-2 позволяет предотвратить развитие тяжелых последствий воздействия на человека некоторых поражающих факторов при ЧС.

Содержимое аптечки (рисунок 1.7) составляют шприц-тюбик и пеналы разной окраски с лекарствами, размещенные в пластмассовом футляре и удерживаемые внутренними перегородками корпуса. Каждое лекарство находится в строго определенном месте, что позволяет быстро найти необходимое средство. В холодное время года аптечку рекомендуется хранить в нагрудном кармане для предупреждения замерзания лекарственных средств.

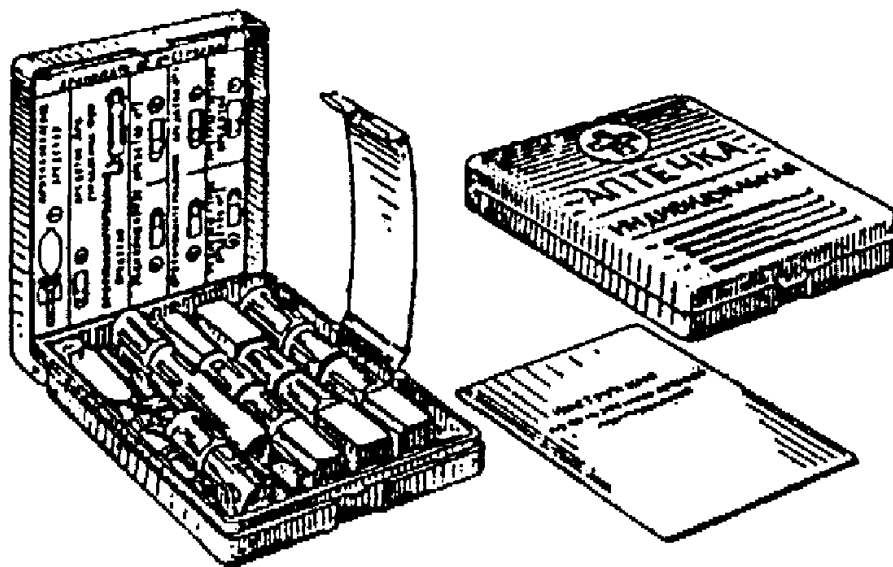


Рисунок 1.7 – Аптечка индивидуальная АИ-2

Медикаментозные средства, содержащиеся в аптечке, применяются в зависимости от обстановки, как по указанию врача, так и самостоятельно, в соответствии с инструкцией, с которой знакомится население в процессе обучения и которая вложена в аптечку.

Самостоятельно (при наличии показаний) применяются следующие препараты:

- средство при отравлении нервно-паралитическими веществами (при первых признаках поражения);
- противоболевое средство (при травмах и ожогах, сопровождающихся сильными болями);

- противобактериальное средство № 2 (при ранениях, ожогах и при возникновении желудочно-кишечных расстройств после облучения);
- противорвотное средство (при появлении тошноты, вызванной воздействием ионизирующего излучения, а также контузиями и другими факторами).

Только по указанию специалиста применяются:

- радиозащитные средства;
- противобактериальное средство № 1;
- профилактическое средство против фосфорорганических отравляющих веществ (ФОВ);
- противорвотное средство – в преддверии воздействия радиации в больших дозах.

Необходимо строго соблюдать установленные дозировки лекарственных средств во избежание снижения их эффективности или, наоборот, проявления отрицательного воздействия на организм при передозировке.

В гнезде № 1 аптечки находится шприц-тюбик с 2% раствором **промедола**. Промедол – сильное болеутоляющее средство. Применяется как средство профилактики шока при сильных болях, вызванных переломами, обширными ранами, разможением тканей и ожогами. При пользовании шприц-тюбиком необходимо:

- извлечь шприц-тюбик из аптечки;
- одной рукой взяться за ребристый ободок канюли, другой – за корпус и повернуть его по часовой стрелке до прокола мембраны;
- держа шприц-тюбик за канюлю, снять колпачок, защищающий иглу;
- удерживая шприц-тюбик за ребристый ободок канюли и не сжимая пальцами корпуса, ввести иглу в мягкие ткани бедра, ягодицы или плеча (можно через одежду) до канюли;
- выдавить содержимое тюбика, сжимая его корпус;
- не разжимая пальцев, извлечь иглу.

Шприц-тюбик после введения его содержимого необходимо прикрепить к повязке или одежде на видном месте.

В гнезде № 2 размещен круглый пенал красного цвета с антидотом против ФОВ – **тареном** (6 таблеток). Одна таблетка принимается по команде. При появлении признаков отравления необходимо принять еще одну таблетку самостоятельно. Повторно препарат можно принять не ранее, чем через 5 -6 часов.

В гнезде № 3 размещен длинный круглый пенал без окраски с противобактериальным средством № 2. В пенале находится 15 таблеток **сульфадиметоксина** (сульфаниламидный препарат длительного действия). Принимается при возникновении желудочно-кишечных расстройств после облучения, при ранениях и ожогах с целью предупреждения инфицирования. В 1-й день принимается 7 таблеток, в последующие два дня – по 4 таблетки в день.

В гнезде № 4 размещены два восьмигранных пенала розового цвета с радиозащитным средством № 1 (по 6 таблеток в каждом). В качестве радиозащитного средства применяется **цистамин**, действие которого основано на понижении радиочувствительности организма. За 30-40 минут до облучения следует принять 6 таблеток. При необходимости повторный прием допускается

через 4-5 часов.

В гнезде № 5 расположены два четырехгранных пенала без окраски с противобактериальным средством № 1 по 5 таблеток в каждом. В качестве средства экстренной не специфической профилактики инфекционных заболеваний используется **хлортетрациклин**. Препарат принимается при угрозе бактериального заражения, а также при обширных ранах и ожогах с профилактической целью против гнойных осложнений. Первый прием – 5 таблеток, повторно (через 6 часов) еще 5 таблеток.

В гнезде № 6 находится четырехгранный пенал белого цвета – радиозащитное средство № 2 (10 таблеток **йодистого калия** по 0,25 г). Взрослые и дети старше двух лет принимают препарат по 0,25 г один раз в день в течение 7 дней с момента выпадения радиоактивных осадков (дети до двух лет принимают по 0,04 г в день) после еды, запивая киселем, чаем или водой.

При отсутствии йодистого калия используют 5% йодную настойку, которую взрослым и детям старше двух лет дают по 3 - 5 капель (детям до двух лет – по 1-2 капли) на прием в стакане молока или воды после еды три раза в день в течение 7 дней.

Запоздание с приемом препаратов йода ведет к снижению его защитного действия. Так, если они принимаются через 2 - 3 часа после поступления радиоактивного йода в организм, эффективность препаратов снижается на 25 - 30 %, а через 5 - 6 часов – на 50%. В более поздние сроки применение препаратов йода практически мало эффективно. Своевременно принятые препараты йода предупреждают накопление (попадание) в щитовидную железу радиоактивного изотопа йода, следовательно, предупреждают ее поражение.

В гнезде № 7 расположен круглый пенал голубого цвета, в котором находится противорвотное средство – **этаперазин** (5 таблеток). Препарат принимается по 1 таблетке сразу после облучения, а также при появлении тошноты, рвоты как после облучения, так и после контузии, сотрясения мозга. При продолжающейся тошноте этаперазин следует принимать повторно по 1 таблетке через 3 - 4 часа.

Детям до 8 лет при приеме всех препаратов из аптечки АИ-2 дают на один прием  $\frac{1}{4}$  часть таблетки, кроме йодистого калия. От 8 до 15 лет –  $\frac{1}{2}$  таблетки. Противобактериальное средство детям старше 8 лет дается в полной дозе, до двух лет – не дается.

В индивидуальной аптечке нет средств общеуспокаивающего действия и ослабляющих чувство страха. В ЧС, как показала практика, эти средства необходимы.

Поэтому можно рекомендовать населению в этих целях дополнительно к содержимому АИ-2 использовать **транквилизаторы** (типа элениума, сибазона, фенозепама).

### 3.2. Индивидуальный противохимический пакет

Индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8, ИПП-10) предназначен для обеззараживания капельно-жидких фосфорорганических СДЯВ и ОВ, а также ядов кожно-нарывного действия, попавших на открытые участки

кожи, одежду и индивидуальные средства защиты в качестве частичной специальной обработки.

ИПП-8 (рисунок 1.8) имеет один стеклянный флакон с дегазирующей жидкостью, четыре марлевые салфетки и инструкцию, упакованные в целлофановую герметичную пленку. Жидкость пакета не обладает дезинфицирующим действием.

При обнаружении капель СДЯВ и ОВ на коже, одежде или средствах защиты необходимо:

- вскрыть пакет и обильно смочить тампон жидкостью из флакона;
- протереть тампоном открытые участки кожи и наружную поверхность маски противогАЗа;
- смочить другой тампон и протереть им воротник и края манжет одежды, прилегающие к открытым участкам кожи;
- обильно смочить еще один тампон и промокательными движениями пропитать одежду до кожи в местах попадания на нее капель СДЯВ и ОВ.

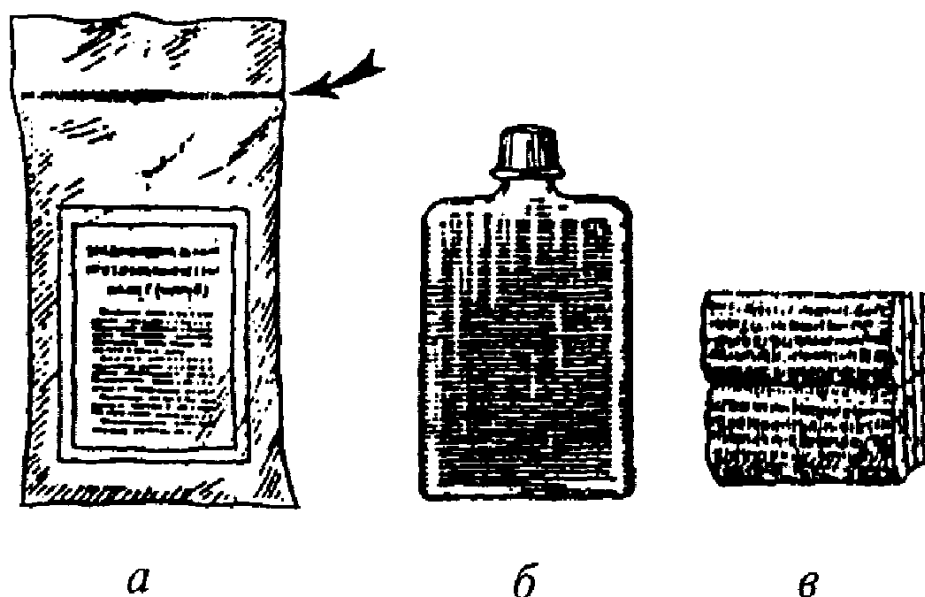


Рисунок 1.8 – Индивидуальный противохимический пакет ИПП-8:  
а – общий вид; б – флакон с жидкостью; в – ватно-марлевые тампоны.

При обработке кожи необходимо соблюдать осторожность и следить за тем, чтобы жидкость пакета не попала в глаза. При ее попадании необходимо промыть глаза водой или 0,25 - 0,5% раствором хлорамина.

В ИПП-10 дегазирующая жидкость находится в металлическом баллоне. Обработка ею производится путем наливания в ладонь и обтирания ею лица, шеи и кистей рук. Жидкость пакета обладает и дезинфицирующим действием.

Обработка кожи, одежды жидкостью ИПП производится немедленно после попадания на них СДЯВ и ОВ.

При отсутствии индивидуального противохимического пакета частичную специальную обработку можно произвести 5% раствором аммиака, 10% рас-

твором хлорамина, хлоризвестковым молоком и другими средствами.

### **3.3. Пакет перевязочный индивидуальный**

Пакет перевязочный индивидуальный (ППИ) предназначен для наложения первичной повязки на рану, ожоговую поверхность.

Он содержит обеззараженный перевязочный материал, который заключен в две оболочки: наружную из прорезиненной ткани, с напечатанным на ней способом вскрытия и употребления, и внутреннюю - из бумаги.

В складке внутренней оболочки имеется безопасная булавка.

Оболочки обеспечивают стерильность перевязочного материала, предохраняют его от механических повреждений, сырости и загрязнения.

Материал, находящийся в пакете, состоит из марлевого бинта шириной 10 см и длиной 7 м и двух равных по величине ватно-марлевых подушек размером 17х32 см. Одна из подушек пришита к бинту, другая связана с ним подвижно и может свободно передвигаться по длине бинта.

Правила пользования пакетом:

- разорвать прорезиненную оболочку по надрезу и снять ее;
- вынуть из складки бумажной оболочки булавку, вколоть ее временно в свою одежду, вскрыть оболочку;
- взять левой рукой конец бинта, развернуть его до головки, правой – взять скатку бинта и, разведя руки, развернуть повязку, оставляя каждую подушечку сложенной вдвое (в случае большой раны или ожога подушечки следует развернуть полностью);
- при развертывании повязки касаться руками только наружной поверхности подушек, не трогая их внутренней стороны, которой они накладываются на рану;
- наложить повязку на рану (ожоговую поверхность) и закрепить конец бинта булавкой.

Для оказания само- и взаимопомощи в качестве индивидуальных средств используют также индивидуальные перевязочные пакеты (ИПП), которые по своему устройству принципиально не отличаются от пакета перевязочного индивидуального (ППИ), но вместо прорезиненной оболочки – покрыты оболочкой из воощенной бумаги, которая вскрывается путем разрыва вклеенной в нее нитью.

Правила наложения повязки ИПП:

- при наложении повязки на небольшую поверхность подушки следует накладывать одну на другую;
- при наложении повязки на большую поверхность левой рукой придвинуть подушку к неподвижной и наложить их рядом;
- при сквозном ранении или наличии близко расположенных друг к другу ран следует правой рукой отодвинуть подвижную подушечку от неподвижной настолько, чтобы ими можно было закрыть обе раны;
- повязку закрепить бинтом, булавкой.

Наложённую на рану повязку нельзя перекладывать или передвигать, так как при этом могут быть дополнительно занесены в рану с окружающей ее ко-



жи микробы, радиоактивные вещества и др.

В случае ранения грудной клетки, когда из раны выделяется пенистая, кровянистая жидкость или при вдохе слышно всасывание воздуха, на рану накладывается окклюзивная (герметическая) повязка.

### 3.4. Индивидуальный дегазационный пакет

Комплект для дегазации оружия и обмундирования ИДП-С (рисунок 1.9) состоит из восьми индивидуальных дегазационных пакетов (ИДП), предназначенных для дегазации с помощью силикагелевых пакетиков оружия и обмундирования, зараженных парами ОВ типа зоман.



Рисунок 1.9 – Индивидуальный дегазационный пакет

Для обработки обмундирования используется малый или большой силикагелевый пакет. После обработки тщательно вытряхнуть (выколотить) обмундирование.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Виды классификации средств индивидуальной защиты.
2. Средства защиты органов дыхания.
3. Фильтрующие противогазы
4. Как осуществляется подбор фильтрующих противогазов?
5. Особенности промышленных противогазов.
6. Для чего используют изолирующие противогазы?
7. Принцип действия респиратора.
8. Назовите простейшие средства защиты органов дыхания.
9. Как подразделяются средства защиты кожи?
10. Для чего предназначены медицинские средства защиты.

## **Список использованных источников**

1. Федеральный закон от 24.07.98 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».
2. ГОСТ 12.4.021-75 ССБТ. Системы вентиляционные. общие требования.
3. ГОСТ 12.0.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
5. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Классификация.
6. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
7. ГОСТ 12.2.007.13-2000. ССБТ. Лампы электрические. Требования безопасности.
8. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
9. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
10. СН 181-70 Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий.
11. МДС 21-1.98 Предотвращение распространения пожара. Пособие к СНиП 21-01-97 "Пожарная безопасность зданий и сооружений".
12. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
13. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
14. СП 56.13330.2011 Производственные здания.
15. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
16. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
17. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с изменением № 1)
18. НПБ 105-03. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной опасности.
19. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
20. Руководство Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.