

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 21.09.2012 20:59:10  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb1...

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *П.Н. Северенчук*

**Гигиеническая оценка микроклимата рабочей зоны:**  
методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М.Попов, Л.В.Шульга, В.В.Протасов. Курск, 2012. 19с.: ил. 1, табл. 5. Библиогр.: с. 16.

Излагаются методические рекомендации по оценке влияния параметров метеорологических условий на рабочих местах на организм человека

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать                      Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 1,10. Уч.-изд.л. 1,00. Тираж 50 экз. Заказ                      . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

### **Цель лабораторной работы:**

ознакомится с гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений;

изучить методы и приборы, применяемые для контроля параметров микроклимата, и правила их использования;

оценить параметры микроклимата, создаваемые с помощью лабораторной установки.

### **Общие положения**

Состояние воздушной среды обитания человека оказывает существенное влияние на его самочувствие, настроение, работоспособность и здоровье в зависимости от физического состояния воздуха и наличия в нем тех или иных механических или биологических примесей.

Метеорологические условия (микроклимат) в рабочей зоне производственного помещения характеризуется величиной атмосферного давления, температурой, влажностью, скоростью движения воздуха и мощностью тепловых излучений. Гигиеническое значение этих показателей заключается в основном в их влиянии на тепловое равновесие организма.

Рабочей зоной следует считать пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся рабочие места.

Микроклимат в производственном помещении зависит от технологических процессов. Для некоторых производственных процессов металлургической, машиностроительной, приборостроительной, химической промышленности характерны повышенные температуры воздуха вблизи рабочей зоны. Ряд процессов проводится при строго определенных параметрах микроклимата, малейшее изменение которых приводит к браку (например, планарная технология, лазерная сварка и т.п.). В прямой зависимости от технологического процесса может быть и влажность воздуха в производственном помещении, например, в травильных, гальванических цехах машиностроительных заводов. Параметры микроклимата на производстве (температура, влажность и скорость движения воздуха) регламентируются в ССБТ ГОСТ 12.1.005-88. Они зависят от:

тяжести выполняемой физической работы;

наличия в производственном помещении источников явного тепла (нагретое оборудование, нагретые материалы), т.е. тепла, увеличивающего температуру воздуха в помещении;

времени года.

По показателю тяжести все выполняемые работы делятся на три категории:

легкие физические работы (категория I) – все виды деятельности с расходом энергии не более 150 ккал/ч (174 Вт);

средней тяжести физические работы (категория II) – все виды деятельности с расходом энергии в пределах 151-250 ккал/ч (175-290 Вт).

тяжелые физические работы (категория III) – все виды деятельности с расходом энергии более 250 ккал/ч (290 Вт или 1044 кДж/ч).

При гигиенической оценке влияния физических факторов воздушной среды на организм человека необходимо учитывать весь их комплекс. Для создания комфортного самочувствия людей рекомендуется соблюдать следующие параметры этих факторов в помещениях (микроклимат), представленные в таблице 1.

Оптимальные микроклиматические условия 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 величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Они должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 1, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата определяются Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами

Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке.

Таблица 1 Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

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

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С и выходить за пределы величин, указанных в табл. 1 для отдельных категорий работ.

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, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины. Они должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2 применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

## **Методы и приборы, применяемые для контроля параметров микроклимата, и правила их оценки**

**Определение атмосферного давления.** Атмосферное давление измеряют ртутными барометрами или барометрами-анероидами. Для его непрерывной регистрации используют барографы (барометры-анероиды с записывающим устройством и лентопротяжным механизмом). Величина давления выражается в миллиметрах ртутного столба (или в гектопаскалях). Обычные колебания атмосферного давления находятся в пределах  $(760 \pm 20)$  мм рт. ст. или  $(1\ 013 \pm 26,5)$  гПа ( $1\text{ гПа} = 0,7501\text{ мм рт. ст.}$ ).

При определении атмосферного давления барометром-анероидом перед отсчетом показаний прибора следует постучать пальцем по его стеклу для преодоления инерции стрелки.

**Определение температуры воздуха.** Температуру воздуха в помещениях обычно измеряют ртутными или спиртовыми термометрами. Термометр оставляют в месте измерения на 5 мин, чтобы жидкость в нем приобрела температуру окружающего воздуха, после чего регистрируют температуру. Для этой цели можно использовать аспирационный психрометр, сухой термометр которого более точно регистрирует температуру воздуха, так как его резервуар защищен от воздействия лучистого тепла.

С целью длительной регистрации температуры воздуха (в течение суток, недели) применяют термографы, состоящие из воспринимающего элемента (изогнутой полый металлической или биметаллической пластины, наполненной толуолом), связанного с записывающим устройством, и лентопротяжного механизма.

Для определения средней температуры воздуха в помещении делают три замера по горизонтали на высоте 1,5 м от пола (в середине комнаты, в 10 см от наружной стены и у внутренней стены) и вычисляют среднее значение. По этим же данным судят о равномерности температуры в горизонтальном направлении. Для определения перепадов температуры по вертикали измерение делают у пола на высоте 10 см и на высоте 1,5 м.

**Определение влажности воздуха.** Для характеристики влажности воздуха используют следующие величины: абсолютная, максимальная и относительная влажность, дефицит насыщения и точка росы.

Таблица 2

## Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

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

*Абсолютной влажностью* называется количество водяных паров в граммах, содержащееся в данное время в 1 м<sup>3</sup> воздуха; максимальной влажностью — количество водяных паров в граммах, которое содержится в 1 м<sup>3</sup> воздуха в момент насыщения; относительной влажностью — отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах.

*Относительная влажность* – отношение парциального давления водяного пара  $e$  (т.н. упругость водяного пара, выражаемая в Паскалях) в рассматриваемой воздушной среде к максимальной упругости водяного пара  $E$ , соответствующее температуре среды:  $j = ( e/E ) 100$  %.

*Дефицитом насыщения* называется разность между максимальной и абсолютной влажностью.

*Точка росы* — температура, при которой величина абсолютной влажности равна максимальной.

При гигиенической оценке микроклимата наибольшее значение имеет величина относительной влажности.

Для определения влажности воздуха используют психрометры и гигрометры. Аспирационный психрометр состоит из двух термометров. Их воспринимающие части заключены в металлические трубки, через которые просасывают воздух с помощью вентилятора. Такое устройство обеспечивает защиту термометров от лучистой энергии и постоянную скорость движения воздуха, что делает возможным проведение исследования при постоянных условиях. Конец одного из термометров обернут тонкой материей, и перед каждым наблюдением его смачивают дистиллированной водой при помощи специальной пипетки. Вентилятор заводят ключом и отсчитывают показания через 3 — 4 мин от начала его работы после установления постоянной скорости просасывания воздуха. Абсолютную влажность рассчитывают по формуле

$$K = F_B - 0,5 (t - t_1) \cdot B/755$$

где  $K$  — абсолютная влажность, г/м;  $F_B$  — максимальное давление водяных паров при температуре влажного термометра, мм рт. ст. определяется по таблице (Приложение 1); 0,5 — постоянная;  $t$  — температура сухого термометра;  $t_1$  — температура влажного



термометра;  $B$  — барометрическое давление в момент исследования, мм рт. ст.;  $755$  — среднее барометрическое давление, мм рт. ст.

Абсолютную влажность переводят в относительную по формуле

$$R = (K / F_c) \cdot 100$$

где  $R$  — относительная влажность, %;  $F_c$  — максимальное давление водяных паров при температуре сухого термометра, мм рт. ст. Относительную влажность по показаниям аспирационного психрометра можно определить по психометрическим таблицам или по психометрической номограмме.

При определении относительной влажности с помощью номограммы по вертикальным линиям откладывают значение сухого термометра, по наклонным — влажного. На пересечении этих линий находят относительную влажность.

Гигрометры регистрируют непосредственно относительную влажность воздуха. Они состоят из воспринимающего элемента (пучка обезжиренных волос), механически связанного с регистрирующей частью (стрелкой). Постоянно регистрирует относительную влажность воздуха *гигрограф*, представляющий собой комбинацию гигрометра с записывающим устройством и лентопротяжным механизмом.

**Определение скорости движения воздуха.** Для определения малых скоростей движения воздуха в помещениях (до 1 — 2 м/с) применяют кататермометры, а для больших скоростей (до 50 м/с) — анемометры.

Кататермометр может быть с цилиндрическим или шаровидным резервуаром, заполненным подкрашенным спиртом. У цилиндрического кататермометра на шкалу нанесены деления от 35 до 38 °С. Если нагреть кататермометр до температуры более высокой, чем температура окружающего воздуха, то при охлаждении он потеряет некоторое количество калорий, причем при охлаждении с 38 до 35 °С это количество будет постоянно для прибора. Эту потерю тепла с 1 см<sup>2</sup> поверхности резервуара определяют лабораторным путем и обозначают на каждом кататермометре в милликалориях, деленных на сантиметры квадратные (мккал/см<sup>2</sup>).

Для определения охлаждающей способности воздуха кататермометр нагревают на водяной бане до тех пор, пока спирт не заполнит на  $1/2$ — $2/3$  верхнее расширение резервуара. Затем ката-

термометр вытирают насухо, вешают на штатив в месте, где необходимо определить скорость движения воздуха, и по секундомеру отмечают время, за которое столбик спирта спустится с 38 до 35 °С. Величину охлаждения кататермометра,  $H$ , характеризующую охлаждающую способность воздуха, находят по формуле

$$H = ? / t_c$$

где ? — фактор кататермометра, мкал/см<sup>2</sup>;  $t_c$  — время, за которое столбик спирта опустится с 38 до 35 °С, с.

Шаровой кататермометр в отличие от цилиндрического имеет температурную шкалу от 33 до 40 °С. Работают с ним так же, как с цилиндрическим. При наблюдении за охлаждением кататермометра в пределах разных интервалов температуры необходимо соблюдать следующие условия: среднее арифметическое высшей ( $T_1$ ) и низшей ( $T_2$ ) температуры должно равняться 36,5°С, т.е. можно выбирать интервалы от 40 до 33 °С, от 39 до 34 °С и от 38 до 35 °С.

Для вычисления величины  $H$  в этом случае применяют формулу:

$$H = F (T_1 - T_2) / t$$

где  $F$  — константа кататермометра, мкал/(см · град);  $t$  - время, за которое кататермометр охладится от температуры  $T_1$  до  $T_2$ , с.

Зная величину охлаждения сухого кататермометра и температуру окружающего воздуха, по соответствующим формулам можно вычислить скорость движения воздуха.

Скорость движения воздуха можно также определить по табл. 3.

Таблица 3 Скорость движения воздуха по шаровому кататермометру, м/с

H / Q	V	H / Q	V	H / Q	V	H / Q	V	H / Q	V
0,33	0,048	0,43	0,22	0,53	0,57	0,63	1,1	0,73	1,52
0,34	0,062	0,44	0,25	0,54	0,62	0,64	1,15	0,74	1,57
0,35	0,077	0,45	0,27	0,55	0,68	0,65	1,19	0,75	1,60
0,36	0,09	0,46	0,30	0,56	0,73	0,66	1,22	0,76	1,65
0,37	0,11	0,47	0,33	0,57	0,80	0,67	1,27	0,77	1,70
0,38	0,12	0,48	0,36	0,58	0,88	0,68	1,31	0,78	1,75
0,39	0,14	0,49	0,40	0,59	0,97	0,69	1,35	0,79	1,79
0,40	0,16	0,50	0,44	0,60	1,00	0,70	1,39	0,80	1,84
0,41	0,18	0,51	0,48	0,61	1,03	0,71	1,43	0,81	1,89
0,42	0,20	0,52	0,52	0,62	1,07	0,72	1,48	0,82	1,94

Примечание: Q - разность между средней температурой кататермометра 36,5 °С и температурой воздуха.

Для определения больших скоростей движения воздуха используют два вида *анемометров*: чашечный и крыльчатый. Первым измеряют скорости движения воздуха в пределах от 1 до 50 м/с, вторым — от 0,5 до 15 м/с.

При работе с анемометром следует дать его лопастям вращаться 1—2 мин вхолостую, чтобы они приняли постоянную скорость вращения. При этом необходимо следить за тем, чтобы направление воздушных течений было перпендикулярным к плоскости вращения лопастей прибора.

### **Требования к организации контроля и методам измерения параметров микроклимата**

Измерения показателей микроклимата в целях контроля их соответствия гигиеническим требованиям проводятся в холодный период года - в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее холодного месяца зимы не более чем на 5°C, в теплый период года - в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней максимальной температуры наиболее жаркого месяца не более чем на 5°C. Частота измерений в оба периода года определяется стабильностью производственного процесса, функционированием технологического и санитарно-технического оборудования.

При выборе участков и времени измерения необходимо учитывать все факторы, влияющие на микроклимат рабочих мест (фазы технологического процесса, функционирование систем вентиляции и отопления и др.). Измерения показателей микроклимата проводятся не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце). При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, необходимо проводить дополнительные измерения при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих.

Измерения проводятся на рабочих местах. Если рабочим местом являются несколько участков производственного помещения, то измерения осуществляются на каждом из них.

При наличии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения (нагретых агрегатов, окон, дверных проемов, ворот, открытых ванн и т. д.) измерения следует проводить на каждом

рабочем месте в точках, минимально и максимально удаленных от источников термического воздействия.

В помещениях с большой плотностью рабочих мест, при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения, участки измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха должны распределяться равномерно по площади помещения в соответствии с табл. 4.

Таблица 4

Минимальное количество участков измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

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

При работах, выполняемых сидя, температура и скорость движения воздуха измеряются на высоте 0,1 и 1,0 м, а относительную влажность воздуха - на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки. При работах, выполняемых стоя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,5 м, а относительную влажность воздуха - на высоте 1,5 м.

При наличии источников лучистого тепла тепловое облучение на рабочем месте необходимо измерять от каждого источника, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку. Измерения следует проводить на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола или рабочей площадки.

Температура поверхностей измеряется в случаях, когда рабочие места удалены от них на расстояние не более двух метров. Температура каждой поверхности измеряется аналогично измерению температуры воздуха.

Температура и относительная влажность воздуха при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков на рабочем месте измеряется аспирационными психрометрами. При отсутствии в местах измерения лучистого тепла и воздушных потоков температуру и

относительную влажность воздуха можно измерять психрометрами, не защищенными от воздействия теплового излучения и скорости движения воздуха. Могут использоваться также приборы, позволяющие раздельно измерять температуру и влажность воздуха.

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

Температура поверхностей измеряется контактными приборами (типа электротермометров) или дистанционными (пирометры и др.).

Интенсивность теплового облучения необходимо измерять приборами, обеспечивающими угол видимости датчика, близкий к полусфере (не менее  $160^\circ$ ) и чувствительными в инфракрасной и видимой области спектра (актинометры, радиометры и т. д.).

Диапазон измерения и допустимая погрешность измерительных приборов должны соответствовать требованиям табл. 5.

По результатам исследования составляется протокол, в котором должны быть отражены общие сведения о производственном объекте, размещении технологического и санитарно-технического оборудования, источниках тепловыделения, охлаждения и влаговыделения, приведены схема размещения участков измерения параметров микроклимата и другие данные.

Таблица 5

## Требования к измерительным приборам

Наименование показателя	Диапазон	Предельное отклонение
Температура воздуха по сухому термометру, °С	от -30 до 50	$\pm 0,2$
Температура воздуха по смоченному термометру, °С	от 0 до 50	$\pm 0,2$
Температура поверхности, °С	от 0 до 50	$\pm 0,5$
Относительная влажность воздуха, %	от 0 до 90	$\pm 5,0$
Скорость движения воздуха, м/с	от 0 до 0,5	$\pm 0,05$
	более 0,5	$\pm 0,1$
Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup>	от 10 до 350	$\pm 5,0$
	более 350	$\pm 50,0$

В заключении протокола должна быть дана оценка результатов выполненных измерений на соответствие нормативным требованиям.

### **Задание. Оценить параметры микроклимата, создаваемого с помощью лабораторной установки**

Лабораторная установка (рисунок 2), представляет собой замкнутый объем, в котором можно регулировать параметры микроклимата с помощью вентилятора 1.

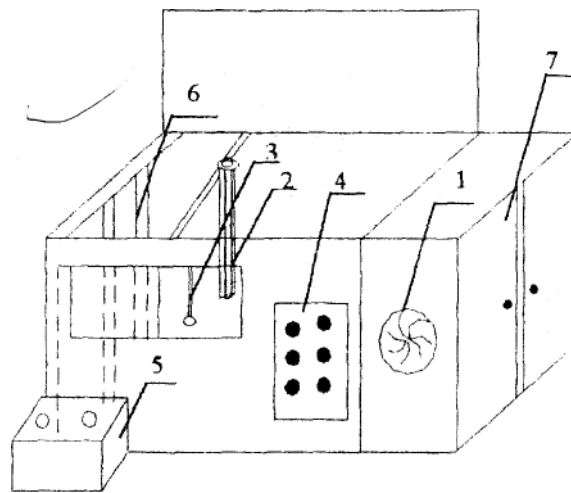


Рис. 3. Схема лабораторной установки: 1 - вентилятор, 2 - аспирационный психрометр; 3 - шаровой кататермометр, 4 - панель управления; 5 - нагревательное устройство; 6, 7 - задвижки.

### **Порядок выполнения работы**

1. На панели управления лабораторной установки включить тумблеры: «Включено», «Подсветка».

2. Подготовить к работе психрометр Ассмана (смочить батист на «влажном» термометре), снять показания обоих термометров и определить относительную влажность воздуха;

3. На панели установки включить тумблер «Подогрев воды». Нагреть воду в стаканчике до 40 °С. Опустить шаровую часть кататермометра в воду и подогреть до заполнения спиртом 1/3 части объема расширения резервуара. Определить время охлаждения кататермометра с 38 °С до 35 °С в секундах.

4. Произвести расчет скорости движения воздуха по таблице 3.

5. Результаты замеров занести в протокол (Приложение № 3).

### **Содержание отчета**

1. Наименование работы.

2. Цель работы.

3. Краткое описание порядка выполняемой работы, наименования и применяемых приборов (краткое описание), понятий параметров микроклимата.

4. Гигиеническое заключение о параметрах формирующегося микроклимата и обоснование возможности выполнения следующих категорий работ :

легкой Ia и Ib;

средней тяжести IIa и IIб:

тяжелой.

### **Пример гигиенического заключения.**

В процессе гигиенической оценки параметров микроклимата на рабочем месте установлено:

1) барометрическое давление — 750 мм рт. ст. (1 000 гПа);

2) температура воздуха в помещении — средняя 24°C; колебания по горизонтали — 1,5 °С; колебания по вертикали — 2 °С на 1 м высоты; суточные колебания (разница между минимальной и максимальной температурой) — 1,5°C (центральное отопление);

3) относительная влажность — 17 %;

4) скорость движения воздуха в помещении — 0,1 м/с.

Установленные показатели не соответствуют гигиеническим нормативам: повышенная средняя температура воздуха (24 °С) и низкая относительная влажность (17 %) будут способствовать обезвоживанию организма в результате усиления теплоотдачи способом испарения. Люди, находящиеся в таких условиях, будут ощущать повышенную жажду и сухость слизистых оболочек. Малая скорость движения воздуха (0,1 м/с) свидетельствует о недостаточном воздухообмене в данном помещении, что будет способствовать уменьшению теплоотдачи способом проведения (конвекции). В данных микроклиматических условиях возможно (или нет) выполнение категории работ Ia (IIa или другой степени тяжести).

Для улучшения состояния воздушной среды в данном помещении рекомендуется усилить интенсивность проветривания помещения и поставить увлажнители воздуха.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение микроклимата производственных помещений. Какими параметрами он характеризуется?
2. Терморегуляция организма и способы теплообмена организма с внешней средой.
3. Дайте определение рабочей зоны, рабочего места.
4. Какие теплоощущения будут преобладать при полученных в ходе лабораторной работы параметрах микроклимата для перечисленных выше категорий работ?
5. Какой из способов теплоотдачи будет преобладать при нагревающем и охлаждающем микроклимате?
5. Какую роль играют влажность и скорость движения воздуха в процессах теплоотдачи?
7. Какой способ теплоотдачи будет преобладать при комфортных условиях микроклимата?

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Руководство Р 2.2..2006-05.
2. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. СанПин 2.2.4.548-96.
3. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
4. Строительные нормы и правила. СНиП 2.01.01. «Строительная климатология и геофизика».
5. Строительные нормы и правила. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
6. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Лабораторный практикум: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Г.Занько, В.М.Ретнев. – М.: Издательский центр «Академия». 2005. – 256 с.
7. Занько Н.Г., Ретнев В.М. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Учебник. –М.: Академия, 2004. – 288 с.
8. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль: руководство. В 2-х т. / Н.Ф.Измеров, Г.А.Суворова, Н.А.Куролесин и др. Т. 1. – М.: Медицина, 1999. – 326 с.; Т. 2. – М.: Медицина. 1999. – 440 с.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Максимальное давление водяных паров при разных температурах, мм рт. ст.

Цельсий градус	Десятая доля градуса									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-1	4,26	4,22	4,19	4,16	4,13	4,10	4,07	4,04	4,01	3,98
0	4,58	4,61	4,65	4,68	4,72	4,75	4,78	4,82	4,86	4,89
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
2	5,29	5,23	5,37	5,41	5,45	5,49	5,52	5,56	5,60	5,64
3	5,68	5,72	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,06
4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50
5*	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,96
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,56	7,63	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,04	8,10	8,16	8,21	8,47	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,84	8,90	8,96	9,02	9,09	9,15
10	9,21	9,29	9,33	9,40	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,78
11	9,84	9,91	9,98	10,0	10,1	10,1	10,2	10,3	10,3	10,4
12	10,5	10,5	10,6	10,7	10,8	10,8	10,9	11,0	11,0	11,1
13	11,2	11,3	11,3	11,4	11,5	11,6	11,6	11,7	11,8	11,9
	11,9	12,0	12,1	12,2	12,3	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7
15	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,2	13,3	13,4	13,5
16	13,6	13,7	13,8	13,9	13,9	14,0	14,1	14,2	14,3	14,1
17	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9	15,0	15,0	15,1	15,2	15,3
18	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9	16,0	16,1	16,2	16,3
19	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0	17,1	17,2	17,3	17,4
20	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18,0	18,2	18,3	18,4	18,5
21	18,6	18,7	18,8	19,0	19,1	19,2	19,3	19,4	19,5	19,7
22	19,8	19,9	20,0	20,1	20,3	20,4	20,5	20,6	20,8	20,9
23	21,0	21,2	21,3	21,4	21,5	21,7	21,8	21,9	22,1	22,2
24	22,3	22,5	22,6	22,7	22,9	23,0	23,2	23,3	23,4	23,6
25	23,7	23,9	24,0	24,1	24,3	24,4	24,6	24,7	24,9	25,0
26	25,2	25,3	25,5	25,6	25,8	25,9	26,1	26,2	26,4	26,5
27	26,7	26,9	27,0	27,2	27,3	27,5	27,7	27,8	28,0	28,1
28	28,3	28,5	28,6	28,8	29,0	29,1	29,3	29,5	29,7	29,8
29	30,0	30,2	30,3	30,5	30,7	30,9	31,1	31,2	31,4	31,6
30	31,8	32,0	32,1	32,3	32,5	32,7	32,9	33,1	33,3	33,5
31	33,7	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,8	35,0	35,2	35,4
32	35,6	35,8	36,0	36,2	36,4	36,6	36,8	37,1	37,3	37,5





## **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



## **ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ РАБОЧИХ МЕСТ**

Методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *П.Н. Северенчук*

**Гигиеническая оценка искусственного освещения рабочих мест:** методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М.Попов, Л.В.Шульга, В.В.Протасов. Курск, 2012. 19с.: табл. 5. Библиогр.: с. 16.

Излагаются методические рекомендации по изучению и измерению основных показателей искусственной освещенности рабочих мест.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать                      Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 1,10. Уч.-изд.л. 1,00. Тираж 50 экз. Заказ                      . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель лабораторной работы:** ознакомиться с основными светотехническими величинами, определяющими условия работы на рабочих местах, видами искусственного освещения, требованиями санитарных норм на производственное освещение, методами и приборами для исследования светотехнических характеристик источников света, светильников и систем освещения.

## 1. Общие положения

### Основные светотехнические величины

Освещение и световая среда характеризуется следующими параметрами.

Световой поток ( $\Phi$ ) — часть электромагнитной энергии, которая излучается источником в видимом диапазоне. Поскольку световой поток — это не только физическая, но и физиологическая величина, так как характеризует зрительное восприятие, для него введена специальная единица измерения люмен (лм).

Сила света ( $I$ ). Так как источник света может излучать свет по различным направлениям неравномерно, вводится понятие силы света как отношения величины светового потока, распространяющегося от источника света в некотором телесном угле  $W$ , измеряемом в стерadianах (ср), к величине этого телесного угла

$$I = \Phi / W.$$

Единица силы света — кандела (кд) — это световой поток в люменах (лм), испускаемый точечным источником в телесном угле 1 ср (лм/ср). Телесный угол определяется отношением площади  $S$ , вырезаемой им из сферы произвольного радиуса  $R$ , к квадрату последнего:

$$W = S / R^2.$$

Полный телесный угол пространства, окружающего точку, равен  $4\pi$  ср, телесный угол каждой из полусфер (верхней и нижней) равен  $2\pi$  ср.

Солнце и искусственные источники света — это первичные источники светового потока, т. е. источники, в которых генерируется электромагнитная энергия. Однако существуют вторичные источники — это поверхности объектов, от которых свет отражается.

Коэффициентом отражения ( $r$ ) называется доля светового потока  $\Phi_{\text{пад}}$ , падающего на поверхность, которая отражается от нее.

$$r = \Phi_{\text{отр}} / \Phi_{\text{пад}}$$

Величина же светового потока, отраженного поверхностью предмета  $\Phi_{\text{отр}}$  и распространяющегося в некотором телесном угле  $W$ , отнесенная к величине этого угла и площади  $S$  отражающей поверхности, называется яркостью ( $L$ ) объекта. По сути — это сила света, излучаемая поверхностью, отнесенная к площади этой поверхности.

Яркость измеряется в кд/м<sup>2</sup>.

Зрительное восприятие в основном определяется яркостью  $L$  равномерно светящейся плоской поверхности площадью 1 м<sup>2</sup> в перпендикулярном к ней направлении при силе света 1 кд. В общем случае яркость определяется по уравнению

$$L = L_0 / (\cos \alpha),$$

где  $\alpha$  — угол, под которым рассматривается поверхность.

Чем больше яркость объекта, тем больший световой поток от него поступает в глаз и тем сильнее сигнал, поступающий от глаза в зрительный центр. Таким образом, казалось бы, чем больше яркость, тем лучше человек видит объект. Однако это не совсем так. Если поверхность (фон), на которой располагается объект, имеет близкую к объекту по величине яркость, то интенсивность засветки участков сетчатки световым потоком, поступающим от фона и объекта, одинакова (или слабо различается), величина поступающих в мозг сигналов одинакова, и объект на фоне становится неразличимым.

Чтобы объект был хорошо виден, яркости объекта и фона должны различаться. Разница между яркостями объекта  $L_o$  фона  $L_\phi$ , отнесенная к яркости фона, называется контрастом.

$$K = (L_o - L_\phi) / L_\phi$$

Величина контраста берется по модулю.

Если объект резко выделяется на фоне (например, черная линия на белом листе), контраст считается большим, при среднем контрасте объект и фон заметно различаются по яркости. При малом контрасте объект слабо заметен на фоне (например, линия бледно-желтого цвета на белом

листе). При  $K < 0,2$  контраст считается малым, при  $K = 0,2 \dots 0,5$  контраст средний, а при  $K > 0,5$  — большим.

Величина яркости объекта тем больше, чем больше коэффициент отражения и падающий на поверхность световой поток.

Световые свойства поверхностей характеризуются коэффициентами отражения, пропускания и поглощения. Указанные коэффициенты — это доля светового потока, которая соответственно отражается, пропускается или поглощается поверхностью.

Для характеристики интенсивности светового потока, падающего на поверхность от источника света, введена величина, получившая название освещенности.

Освещенность ( $E$ ) — это отношение падающего на поверхность светового потока  $\Phi_{\text{пад}}$  к величине площади этой поверхности  $S$

$$E = \Phi_{\text{пад}} / S$$

Измеряется освещенность в люксах (лк) —  $\text{лм}/\text{м}^2$ . Освещенность поверхности не зависит от ее световых свойств.

Таким образом, чем больше освещенность и контраст, тем лучше виден объект, а, следовательно, меньше нагрузка на зрение. Следует обратить внимание на то, что слишком большая яркость отрицательно воздействует на зрение. Как правило, большая яркость связана не со слишком большой освещенностью, а с очень большими коэффициентами отражения (например, зеркальным отражением). При большой яркости имеет место слишком интенсивная засветка сетчатки и возникает явление ослепленности. Такое явление, например, возникает, если смотреть на раскаленную нить лампы накаливания, обладающей большой яркостью.

Поверхности, яркость которых в отраженном или пропущенном свете одинакова во всех направлениях, называются диффузными.

Близки по свойствам к диффузным поверхностям и приравниваются к последним в отраженном свете матовые поверхности бумаги, ткани, дерева, побеленные поверхности, штукатурка, в пропущенном свете — только молочные стекла.

Одной из характеристик, характеризующей зрительную работу, является фон — поверхность, на которой происходит различение объекта, с которым работает человек. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее свет. Отражательная способность определяется коэффициентом отражения —  $\rho$ . В зависимости от цвета и фактуры поверхности значения коэффициента отражения  $\rho$  изменяются в



широких пределах — 0, 02. ..0, 95. Фон считается светлым при  $\rho > 0,4$ ; средним при значениях  $\rho$  в диапазоне 0, 2.. .0,4 и темным при  $\rho < 0,2$ .

Важной характеристикой, от которой зависит требуемая освещенность на рабочем месте, является размер объекта различения — минимальный размер наблюдаемого объекта (предмета), отдельной его части или дефекта, которые необходимо различать при выполнении работы. Например, при написании или чтении текста, чтобы видеть текст, необходимо различать толщину линии буквы — поэтому толщина линии и будет размером объекта различения при написании или чтении текста. Размер объекта различения определяет характеристику работы и ее разряд. Например, при размере объекта менее 0,15 мм разряд работы наивысшей точности (I разряд), при размере 0,15. ..0,3 мм — разряд очень высокой точности (II разряд); 0,3. ..0,5 мм — разряд высокой точности (III разряд) и т. д. При размере более 5 мм — грубая работа.

Очевидно, чем меньше размер объекта различения (выше разряд работы) и меньше контраст объекта различения с фоном, на котором выполняется работа, тем больше требуется освещенность рабочего места, и наоборот.

### **Виды искусственного освещения**

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых недостаточно естественного света, или для освещения помещения в часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

Искусственное освещение может быть общим (все производственные помещения освещаются однотипными светильниками, равномерно расположенными над освещаемой поверхностью и снабженными лампами одинаковой мощности) и комбинированным (к общему освещению добавляется местное освещение работ мест светильниками, находящимися у аппарата, станка, приборов и т. д.). Использование только местного освещения недопустимо, так как резкий контраст между ярко освещенными и неосвещенными участками утомляет глаза, замедляет процесс работы и может послужить причиной несчастных случаев и аварий.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, дежурное, аварийное и охранное. Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы людей и движения транспорта. Дежурное освещение включается во вне рабочее время.

Аварийное освещение предусматривается для обеспечения минимальной освещенности в производственном помещении на случай внезапного отключения рабочего освещения.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.

## 2. Методы контроля параметров освещения

Искусственное освещение оценивают по уровню освещенности горизонтальной поверхности на рабочем месте в соответствии с методическими указаниями «Оценка освещения рабочих мест».

Для измерения освещенности согласно ГОСТ 24940-96 следует использовать люксометры с измерительными преобразователями видимого излучения, имеющими спектральную погрешность не более 10%.

Все применяемые средства измерения в обязательном порядке должны иметь свидетельства о метрологической аттестации и проверке. Перечень рекомендуемых приборов для оценки параметров освещения, занесенных в Госреестр средств измерений, приведен в табл. 1. Аттестация люксометров проводится в соответствии с Гост 8.326-89, поверка – в соответствии с ГОСТ 8.014-72 и ГОСТ 8.023-90.

Таблица 1

### Перечень средств измерений для оценки освещенности

№п/п	Наименование прибора	Технические характеристики		
		Пределы измерений, лк	Питание	Масса, кг
1	Люксометр типа «Кварц-21»	0,1. ..100 000	Сеть 220 В, 50 Гц.	0,6
2	Люксометр типа «Аргус-01»	0... 200 000	Автономное	0,25
3	Люксометр типа Ю-116	5.. .100 000	Автономное	1,75
4	Люксометр Ю-117	0,1. ..100 000	Автономное	2,0

Принцип действия наиболее широко применяемых люксометров Ю-116 и Ю-117 основан на фотоэлектрическом эффекте. В качестве фотоэлемента используется селеновый фотоэлемент, так как его спектральная чувствительность близка к спектральной чувствительности глаза человека. При освещении поверхности фотоэлемента световым потоком в нем возникает фототок, величина которого пропорциональна плотности светового потока.

Регистрирующей частью является чувствительный гальванометр, отградуированный непосредственно в люксах.

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

Для определения контрольных точек план помещения разбивают на равные, по возможности квадратные, части. Контрольные точки размещают в центре каждого квадрата. Минимальное число контрольных точек для измерения определяют исходя из размеров помещения и высоты подвеса светильников над рабочей поверхностью. Для этого рассчитывают индекс помещения  $i'$  по формуле

$$i' = a b / h_0 (a + b)$$

где  $a$  – ширина помещения, м;  $b$  – длина помещения, м;  
 $h_0$  – высота подвеса светильника, м.

Минимальное количество контрольных точек  $N$  для измерения средней освещенности квадратного помещения определяют по таблице 2.

При размещении контрольных точек на плане помещения их сетка не должна совпадать с сеткой размещения светильников. В случае совпадения сеток число контрольных точек на плане помещения целесообразно увеличить.

При расположении в помещении крупногабаритного оборудования контрольные точки не должны располагаться на оборудовании. Если контрольные точки попадают на оборудование, сетку контрольных точек следует сделать более частой и исключить точки, попадающие на оборудование.

Таблица 2

Количество контрольных точек измерений освещенности для различных значений индекса помещения

Индекс помещения	Число точек измерения
Менее 1	4
От 1 до 2 включительно	9
Свыше 2 до 3 включительно	16
Свыше 3	25

Измерение освещенности при рабочем и аварийном освещении следует производить в темное время суток, когда отношение естественной освещенности к искусственной составляет не более 0,1, измерение освещенности при эвакуационном освещении – когда значение естественной освещенности не превышает 0,1 лк.

В начале и конце измерений следует измерить напряжение на щитах распределительных сетей освещения.

Если освещение определяют днем, то вначале следует измерить освещенность, создаваемую смешанным освещением (естественным и искусственным), а затем при выключенном искусственном освещении. Разность между полученными данными составит величину освещенности, создаваемую искусственным освещением.

При проведении измерений освещенности рабочих мест необходимо соблюдать следующие требования:

на измерительный фотометрический датчик не должна падать тень от человека;

измерительный прибор не должен располагаться вблизи сильных магнитных полей.

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

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

Результаты измерений освещенности оформляют в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Если освещение определяют днем, то вначале следует измерить освещенность, создаваемую смешанным освещением (естественным и искусственным), а затем при выключенном искусственном освещении. Разность между полученными данными составит величину освещенности, создаваемую искусственным освещением.

Измерение яркости рабочих поверхностей для определения соответствия ее установленным нормам производится в соответствии с ГОСТ 26824-86 «Здания и сооружения. Методы измерения яркости». Для измерения яркости применяются яркомеры ЯРМ-3, ЯСО-1, Агрус 02 и другие.

Показатель ослепленности и коэффициент пульсации определяются расчетными методами.

### **3. Описание лабораторной установки**

Для экспериментального исследования искусственной освещенности на рабочей поверхности в зависимости от различных факторов применяется специальная установка. Установка включает в себя исследуемый светильник местного освещения «Альфа», штатив, позволяющий изменять высоту подвеса светильника над рабочей поверхностью, измерительный блок люксметра, селеновый фотоэлемент люксметра Ю-116. Лампа светильника включается в сеть электропитания 220 В через ЛАТР. Высота подвеса светильника определяется по расстоянию от уровня нити накала лампы до рабочей поверхности стола. Все приборы размещены в специальной затемненной комнате, позволяющей исключить влияние естественной освещенности на получаемые результаты измерений.

### **4. Порядок выполнения работы**

Перед началом выполнения экспериментальных исследований студенты должны ознакомиться с правилами техники безопасности при проведении работ в данной лаборатории и изучить Инструкцию по эксплуатации люксметра Ю-116.

**Задание № 1. Исследовать освещённость на рабочей поверхности в зависимости от напряжения на светильнике и высоты его подвеса.**

Светильник располагается на высоте 300 мм от рабочей поверхности стола.

Изменяя напряжение на светильнике с помощью ЛАТРа измерить освещённость  $E$  люксметром. При этом фотоэлемент устанавливают под светильником на рабочей поверхности. Результаты измерений занести в таблицу 3.

Таблица 3

Напряжение, В	40	80	120	160	200	220
Освещённость, лк						

Подготовить и заполнить таблицу 4 установив на ЛАТРе напряжение 220 В, изменяя высоту подвеса светильника над рабочей поверхностью от 300 до 550 мм.

Таблица 4

Значения освещённости при различной высоте подвеса  
светильника

Высота подвеса светильника, мм	300	350	400	450	500
Освещённость, лк					

По данным таблицы 3 и 4 построить графики зависимости уровня освещённости от исследуемых параметров.

## **Задание 2. Исследование распределения освещённости в продольной плоскости**

Светильник располагается на высоте 300 мм от рабочей поверхности стола. Напряжение на ЛАТРе 220 В. Фотоэлемент люксметра устанавливают на рабочей поверхности стола под лампой накаливания (точка 0).

Затем производят измерение уровня освещённости перемещая фотоэлемент по рабочей поверхности стола на расстояние 100, 150, 200, 250 и 300 мм от 0 точки.

Аналогичным образом производят измерения освещенности рабочей поверхности, устанавливая высоту подвеса светильника на отметках 350, 400, 450 и 500 мм.

Полученные результаты заносят в таблицу 5.

Таблица 5

Исследование распределения освещенности в продольной плоскости

Высота подвеса светильника, мм	Освещенность рабочей поверхности на расстоянии от «0» точки, мм					
	0	100	150	200	250	300
300						
350						
400						
450						
500						

### Задание 3. Исследование освещенности рабочей поверхности в зависимости от угла ее наклона

Светильник располагается на высоте 300 мм от рабочей поверхности стола. Напряжение на ЛАТРе 220 В. Фотоэлемент люксметра устанавливают на рабочей поверхности стола на расстоянии 300 мм от «0» точки. Включают лампу накаливания и измеряют освещенность рабочей поверхности в горизонтальной плоскости.

Проводят измерение освещенности рабочей поверхности изменяя угол наклона фотоэлемента люксметра в вертикальной плоскости от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  через каждые  $15^\circ$ . Угол наклона рабочей плоскости фотоэлемента определяют с помощью транспортира.

Полученные результаты заносят в таблицу 6.

Таблица 6

Результаты исследования освещенности на наклонной плоскости

Угол наклона рабочей поверхности, градус	0	15	30	45	60	75	90
Освещенность, лк							

#### **Задание 4. Оценка соответствия уровня искусственной освещенности рабочих мест персонала инструментального цеха требуемым нормам**

В соответствии с планом проведения инспекторского контроля освещенности рабочих мест в инструментальном цехе произведено измерение показателей освещенности в 16 точках. Размер цеха: длина – 20 м, ширина 12 м. Высота свеса светильников 3,6 м. Уровень освещенности в контролируемых точках: 215 лк – 4 точки; 209 лк – 4 точки, 209 лк – 2 точки и 195 лк – 6 точек. Напряжение на щите распределительной сети в начале измерений 215 в в конце измерений – 227 в. Наименьший размер объектов различения 0,4 мм. Контраст объекта с фоном – средний. Характеристика фона – темный.

Оценить соответствие уровня средней освещенности рабочих мест предъявляемым требованиям. Заполнить протокол (Приложение 2).

#### **Задание 5. Оценка соответствия уровня средней освещенности рабочих мест студентов в учебной аудитории**

Произвести измерения и расчет средней освещенности рабочих (учебных) мест студентов в учебной аудитории. Оценить соответствие средней освещенности рабочих мест предъявляемым требованиям

##### **Содержание отчета**

Отчет должен содержать:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Теоретическую часть, включающую общие сведения об искусственной освещенности рабочих мест, основных светотехнических величинах, методах и приборах, применяемых в этих целях.
4. Результаты исследования горизонтальной освещенности в зависимости от напряжения в электрической сети и высоты подвеса светильника (табл. 3 и 4).
5. Результаты исследования освещенности распределения освещенности в продольной плоскости (табл. 5).
6. Графики зависимости уровня освещенности от исследуемых параметров (задание 2)



7. Результаты исследования освещенности рабочей поверхности в зависимости от угла ее наклона (табл. 6) и график зависимости  $E = f(\alpha)$ .
8. Результаты расчетов соответствия уровня средней освещенности (задания 4 и 5) предъявляемым требованиям
9. Выводы по результатам исследований.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое освещенность поверхности, в чем она измеряется?
2. Основные светотехнические величины.
3. Системы и виды производственного освещения.
4. Влияние параметров световой среды на здоровье и работоспособность человека.
5. В чем преимущества и недостатки газоразрядных ламп по сравнению с лампами накаливания?
6. Почему для газоразрядных ламп установлены более высокие нормы освещенности, чем для ламп накаливания при одном и том же разряде зрительной работы? Почему эти нормы выше для комбинированного освещения по сравнению с общим?
7. Какие правила необходимо соблюдать при измерении освещенности люксметром?

### **Список использованных источников**

1. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Естественное и искусственное освещение СНиП 23-05-95/Минстрой России, М., 1995, 35 с.
2. Производственная санитария и гигиена труда: Учебное пособие для вузов/ Е.В.Глебова — М.: Высшая школа, 2005. - 383 с.
3. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4-е/Под общей ред. С. В Белова. — М.: Высшая школа, 2004. ~ 606 с.
4. Безопасность и охрана труда: Учебное пособие для вузов/Под ред. О. Н. Русака. - СПб.: МАНЭБ, 2001. - 279 с.
5. Руководство. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль. Т. 1, Т. 2 / Измеров Н. Ф., Суворов Г. А., Куралесина Н. А. — М.: Медицина, 1999. — 764 с.
6. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Лабораторный практикум: Учеб. пособие для студ. высш.

учеб. заведений / Н.Г.Занько, В.М.Ретнев. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 256 с.

7. ГОСТ 24940-96. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.

8. ГОСТ 8.014-72 ГСИ. Методы и средства поверки фотоэлектрических люкметров

9. ГОСТ 8.023-90 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений световых величин непрерывного и импульсного излучений

10. ГОСТ 8.326-89 ГСИ. Метрологическая аттестация средств измерений

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Требования к освещению помещений промышленных предприятий (СниП 23-05-95)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение			
						Освещенность, лк			
						при системе комбинированного освещения	при системе освещения	общего	
						всего	в том числе от общего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	-	
						3500	400	-	
				б	Малый	Средний	3000	300	750
					Средний	Темный	2500	300	600

			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	
			г	Средний Большой "	Светлый " Средний	
Высокой точности	От 0,30 до 0,50		а	Малый	Темный	
		Ш				
			б	Малый Средний	Средний Темный	
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	

			г	Средний Большой "	Светлый " Средний	
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	
			б	Малый Средний	Средний Темный	
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	
			г	Средний Большой "	Светлый " Средний	
Малой точности	Св. 1 до 5		а	Малый	Темный	

		V	б	Малый Средний	Средний Темный
	в		Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	
	г		Средний Большой "	Светлый " Средний	

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



## ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ СПЕКТРАЛЬНОГО ШУМА, ЕГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания к проведению лабораторной работы по  
дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очной и  
заочной формы обучения всех специальностей и направлений

Курск 2012

УДК 658

Составители: В.М. Попов, В.В. Юшин, В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *П.Н. Северенчук*

**Исследование уровня спектрального шума, его спектрального состава и эффективности звукопоглощающих материалов: методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М.Попов, В.В.Юшин, В.В.Протасов. Курск, 2012. 9с.: Библиогр.: с. 8.**

Излагается метод измерения уровня звукового давления спектрального состава шума с помощью прибора ПИ-6 и эффективности звукопоглощающих материалов (экранов).

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать                      Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 0,52. Уч.-изд.л. 0,47. Тираж 50 экз. Заказ                      . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.



**ЦЕЛЬ РАБОТЫ.** Ознакомиться с прибором для измерения шума, нормальными требованиями к производственным шумам, исследовать эффективность некоторых мер защиты от шума.

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Внедрение в промышленность новых технологических процессов, автоматизация и механизация производственных процессов часто приводят к тому, что человек подвергается действию шума и вибрации высоких интенсивностей.

Действуя на центральную нервную систему, шум оказывает неблагоприятное влияние на весь организм человека: понижает остроту слуха, снижает скорость и точность сенсомоторной реакции, ухудшает сложнокоординированные действия.

Шум вызывает отрицательные эмоции – досаду, раздражение. Под действием шума риск ошибок со стороны оператора увеличивается и может стать причиной аварий или несчастного случая.

Шумом принято считать совокупность звуков различной частоты и интенсивности, которые беспорядочно изменяются во времени и вызывают у людей неприятные субъективные ощущения.

Человек слышит механические колебания упругой среды с частотой 16-20000 Гц. Эти колебания называются звуковыми или акустическими.

При малой частоте колебаний звук воспринимается как низкий; при большой – как высокий.

Пространство, в котором распространяются звуковые волны, называется звуковым полем. Давление и скорость движения частиц воздуха в каждой точке звукового поля изменяются во времени. Звуковые волны возбуждают колебания частиц воздушной среды, в результате чего изменяется атмосферное давление. Это атмосферное давление по сравнению с давлением, существующим в невозмущенной среде, называют звуковым давлением и измеряют в Паскалях (Па).

При распространении звуковой волны переносится звуковая энергия.

Количество энергии, переносимой волной в звуковом поле в единицу времени через единицу площади, перпендикулярной распространению волны, носит название силы звука или интенсивности и измеряется в Вт/м<sup>2</sup>.

Интенсивность звука (Вт/м<sup>2</sup>) связана со звуковым давлением зависимостью  $J = \frac{P^2}{\rho \cdot C}$ , где  $\rho$  и  $C$  – соответственно плотность и скорость

звука в данной среде.

Скорость распространения звуковой волны в атмосфере при  $t=20^{\circ}\text{C}$  составляет 344 м/с.

Человек, в силу своих физиологических особенностей органов слуха, воспринимает не саму величину раздражителя (звука), а его прирост. В соответствии с законом Вебера-Фехнера прирост силы слухового ощущения пропорционален логарифму отношения интенсивностей двух сравниваемых раздражителей. Это дало основание ввести понятие уровня интенсивности звука и измерять не абсолютные, а относительные величины интенсивности, взятые по отношению к пороговому значению  $J_n=10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup> на частоте 1000 Гц (порог слышимости и выражать в децибелах (дБ)).

Тогда уровень интенсивности звука (шума) будет определяться по формуле

$$L_J = 10 \cdot \lg \frac{J}{J_0},$$

где  $J$  – интенсивность звука в данной точке Вт/м<sup>2</sup>.

Так как интенсивность звука пропорциональна квадрату звукового давления, то при переходе от значений уровней интенсивности к значениям уровней звуковых давлений получим

$$L_P = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ},$$

где  $P_0$  – звуковое давление на пороге слышимости ( $2 \cdot 10^{-5}$  Па).

Величина уровня интенсивности звука используется при акустических расчетах, а уровня звукового давления – при измерении шума и оценки его воздействия на человека.

Уровни звукового давления измеряются с помощью шумомера. Разложение сложного колебательного процесса (шума) на простейшие составляющие называют частотным анализом шума, а зависимость амплитуд отдельных составляющих или их уровней от частоты колебаний – спектром шума. Спектр получают, используя анализаторы шума (набор электрических фильтров, которые пропускают сигнал в определенной полосе частот).

Наибольшее распространение получили фильтры с постоянной полосой пропускания (октавные фильтры).

Октава – диапазон частот, в котором верхняя граница частоты вдвое больше нижней. Для обозначения октавы берут не диапазон частот, а среднегеометрические частоты,

$$f_{CP} = \sqrt{f_B \cdot f_H},$$

где  $f_B$ ,  $f_H$  – соответственно верхняя и нижняя граничные частоты полосы, Гц.

Весь диапазон частот разбит на восемь октав со следующими среднегеометрическими значениями 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000, 5000 Гц.

Измерение спектра шума в октавных полосах проводят для сравнения шума машины, нормирования шума и др.

## I. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка состоит из:

- шумовой камеры с источником шума;
- прибора для измерения параметров шума;
- набора экранов из различных материалов, позволяющих исследовать изменение параметров шума.

Шумовая камера выполнена в виде звукоизолированного короба с крышкой, разделенного на два отсека, в одном из которых установлен источник исследуемого шума, в другом – микрофон измерительного прибора.

В направляющие между отсеками камеры можно устанавливать звукопоглощающие перегородки (экраны) из различных материалов (пенопласт, фанера, войлок) и др.

В качестве источника шума использован ленточный магнитофон, на ленте которого записаны различные производственные шумы (электродвигателей, вентиляторов, станков и т.д.). Лента склеена в виде кольца, что обеспечивает непрерывность воспроизведения без перемотки ленты. Для включения установки на передней стенке камеры расположен пульт управления, позволяющий осуществлять включение источника шума и подключение измерительного прибора. Для измерения уровня звукового давления и частотного анализа шума использован измеритель шума и вибраций ИШВ-1. Он позволяет измерять действующие значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровней звука по частотным характеристикам А, В, С и Лин. Пределы динамического диапазона при измерении уровня звука 30...140 дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

В данной лабораторной работе из комплекта ИШВ-1 используются: прибор измерительный ПИ-6, капсуль микрофонный пьезоэлектрический М101 и предусилитель микрофонный ПМ-4.

Принцип работы ПИ-6 таков: мембрана микрофона, воспринимая звуковые колебания, создает в нем переменное электрическое напряжение, значение которого пропорционально уровню звукового давления. Это напряжение поступает на вход усилителя, увеличивается в определенное число раз, выпрямляется и измеряется стрелочным индикатором проградуированным в децибелах.

## II. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

1. Заземлить прибор ПИ-6.
2. Вставить микрофон в отверстие камеры и подсоединить его разъему «Вход» прибора ПИ-6.
3. Сетевую вилку прибора ПИ-6 включить в розетку «Сеть 220» пульта установки.
4. Установить переключатели на передней панели прибора в исходное положение:
  - Делитель I - положение 90
  - Делитель II - положение 540
  - Род работы - положение «ОТКЛ»
  - Род измерения - положение «А»
  - Переключатель Звук – Вибрация – положение «Звук»

## III. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

- 3.1. Измерение общего уровня шума
  1. Подключить установку к сети 220В.
  2. Включить тумблер «Сеть» на пульте управления установки. При этом загорается сигнальная лампа.
  3. Установить переключатель «Род работы» прибора в положение «Контроль питания». При этом сигнальная лампа прибора ПИ-6 должна мигать, а стрелка прибора находиться в секторе «Батарея». После 5 минут самопрогрева прибор готов к работе.
  4. Переключатель «Род работы» поставить в положение «Быстро».
  5. Включить на пульте управления тумблер «Источник шума».

Если при измерениях стрелка прибора находится в левой части шкалы, она выводится в правую часть изменением положения переключателей «Делитель I», а затем «Делитель II», пока стрелка не

будет в правой части от нуля шкалы.

Результат измерения  $L_{\text{общ}}$  равняется сумме показаний обоих переключателей и стрелочного прибора. Записать результат измерения в табл. I(п.10). Вернуть переключатель «Делитель II» в исходное положение – (40 дБ).

### 3.2. Измерение уровней звукового давления в октавных полосах

При измерении уровня звукового давления в октавных полосах частот переключатель «Делитель I» остается в том положении, которое было при измерении общего уровня шума и в дальнейшем пользоваться им недопустимо. Измерение производится при установке переключателя «Род измерения» в положение «Фильтры».

Переключатель «Частота» устанавливается в положение 63 Гц. Изменяя при необходимости положение переключателя «Делитель II», определить уровень звукового давления на этой частоте. По аналогии провести замеры на всех других частотах. Если при изменении низкочастотных составляющих возникают резкие колебания стрелки прибора, следует переключатель «Род работы» установить в положение «Медленно» и тогда снимать показания.

Полученные результаты занести в табл. 1 По данным измерений построить спектр шума и сравнить его кривой допустимого шума, построенной по данным допустимых значений уровня шума, взятых из табл. 1. Сделать выводы.

### 3.3. Определение эффективности снижения уровня шума различными звукопоглощающими материалами

1. Открыть крышку камеры и, не меняя положение микрофона и источника шума, установить в пазах камеры перегородки из различных звукопоглощающих материалов (по заданию преподавателя) и закрыть крышку.

2. Включить приборы, произвести измерения шума и его анализ так же, как это делалось в предыдущем опыте.

3. Полученные данные занести в табл. 1 отчета.

4. После окончания этих измерений выключить приборы и источник шума и вынуть перегородки из камеры.

5. Построить график спектра шума с учетом использования различных звукопоглощающих материалов. Сравнить его с графиком спектра шума, выполненным в пункте 3.2.

6. По результатам измерений шума в камере без шумопоглощающих перегородок и с ними определить эффективность в дБ применения звукопоглощающих материалов по формуле

$$\Delta L = L - L_{\text{погл}},$$

где  $\Delta L$  – эффективность звукопоглощения;  $L$  – уровень звукового давления в октавной полосе, измеренное до установки прокладок;  $L_{\text{погл}}$  – уровень звукового давления в октавной полосе, измеренное с установленной прокладкой.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Понятие шума.
2. Что такое уровень звукового давления и в каких единицах он выражается?
3. Спектры шума и их типы.
4. Методы борьбы с шумом.
5. От чего зависит эффективность установки звукопоглощающей облицовки?
6. Приборы для измерения шума. Принцип действия прибора ПИ-6.

### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Характеристика прибора для измерения шума.
2. Данные по исследованию звукопоглощающих свойств различных материалов занести в табл. 2.  
Сравнить звукопоглощающий эффект различных материалов.  
Сделать вывод.
3. Измеренные значения звукового давления в октавных полосах, в дБ, занести в таблицу 1.  
Построить график частотного спектра шума по предельно-допустимым уровням (данные см. табл. 1) и по измеренным значениям уровней звукового давления в октавных полосах (фактический спектр шума).
4. Построить график частотного спектра.  
Дать заключение о необходимости снижения уровня шума.  
Указать методы снижения

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник / под ред. Э. А. Арустамова. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Дашков и К, 2004. - 496 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: учебник / под ред. С. В. Белова. - 4-е изд., испр. и доп. - М. : Высшая школа, 2004. - 606 с.



## **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



## **ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ**

Методические указания к проведению лабораторной работы по  
дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очной и  
заочной формы обучения всех специальностей и направлений

Курск 2012



УДК 658

Составители: В.М. Попов, В.В. Юшин, В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *П.Н. Северенчук*

**Первая помощь при поражении электрическим током:** методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М.Попов, В.В.Юшин, В.В.Протасов. Курск, 2012. 11с.: ил. 2. Библиогр.: с. 11.

Излагается основные виды электротравм, порядок проведения искусственного дыхания по методу «изо рта в рот» и закрытого массажа сердца.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать                      Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 0,64. Уч.-изд.л. 0,58. Тираж 50 экз. Заказ                      . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** освоить методы оказания первой помощи пострадавшему от действия опасного фактора и приобрести навыки проведения реанимации.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Проходя через живые ткани человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Различают также механические повреждения от воздействия электрического тока. Это приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местное поражение тканей и органов, так и общее поражение организма. Различают два вида поражений электрическим током: местные электрические травмы и электрический удар, которые резко отличаются друг от друга.

**Электротравмами** являются поражения тканей и органов электрическим током: ожоги, электрические знаки, электрометаллизация кожи, электроофтальмия и механические повреждения.

*Электрические ожоги* происходят при значительных токах более 1 А. Контактные ожоги происходят при прикосновении к сильно нагретым частям электрооборудования. Наиболее часто происходят дуговые ожоги: в электроустановках напряжением до 1000 В при попадании человека в зону действия электрической дуги, возникающей между токоведущими частями; в электроустановках напряжением свыше 1000 В – при случайном приближении к токоведущим частям на опасное расстояние, меньшее или равное разрядному.

*Электрические знаки* возникают при хорошем контакте с токоведущими частями. Они представляют собой припухлость с затвердевшей в виде мозоли кожей желтовато-белого цвета круглой или овальной формы.

*Электрометаллизация кожи* – проникновение под поверхность кожи частиц металла вследствие разбрызгивания и испарения его под действием тока.

*Электроофтальмия* – поражение глаз вследствие воздействия ультрафиолетового излучения электрической дуги.

*Механические повреждения* возникают при падении с высоты вследствие резких произвольных движений или потери сознания, вызванных действием электрического тока.

**Электрический удар** наблюдается при воздействии малых токов (обычно несколько сотен миллиампер) и при напряжениях, как правило,

до 1000 В. При этом происходит поражение внутренних органов – ток действует на нервную систему и на мышцы, причем может возникнуть паралич пораженных органов. Различают четыре группы электрических ударов: судорожное сокращение мышц без потери сознания; судорожное сокращение мышц с потерей сознания; потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания; клиническая смерть.

Электрические удары представляют большую опасность. Остановке сердца при поражении предшествует так называемое фибрилляционное состояние. Фибрилляция сердца заключается в беспорядочном сокращении и расслаблении мышечных волокон сердца. Электрический ток, вызывающий такое состояние, называется *пороговым фибрилляционным током*. При переменном токе он находится в пределах 100 мА – 5 А, при постоянном токе – 300 мА – 5 А. При токе более 5 А происходит немедленная остановка сердца, минуя состояние фибрилляции. Если через сердце пострадавшего пропустить кратковременно ток 4 – 6 А, мышцы сердца сокращаются и после отключения тока сердце продолжает работать. На этом принципе основано действие дефибриллятора – прибора для восстановления работы сердца, остановившегося или находящегося в состоянии фибрилляции.

Таким образом, при остановке и фибрилляции сердца работа его самостоятельно не восстанавливается, поэтому необходимо оказание первой помощи в виде искусственного дыхания и непрямого массажа сердца. Как известно, в состоянии клинической смерти человек может находиться в течение 3 – 5 мин. Если за данный промежуток времени человеку не оказывается помощь, клиническая смерть переходит в биологическую смерть – необратимый процесс отмирания клеток.

При поражении электрическим током прежде всего необходимо оказать потерпевшему первую помощь: освободить его от действия тока, а затем, до прибытия врача, оказать первую медицинскую помощь. Для освобождения от тока необходимо быстро выключить токоведущие части или провода, которых он касается, или оттянуть его от проводов, перерезать или перерубить провода инструментом с изолированными ручками. Чтобы самому не попасть под напряжение, надо одеть резиновые перчатки или галоши, обернуть руку сухой тканью, а под ноги положить сухую доску, сверток одежды и т. п.

Если потерпевший подает признаки жизни или без сознания, необходимо расстегнуть одежду, согреть тело, сбрызнуть водой. При прекращении дыхания и остановке сердца необходимо делать искусственное дыхание «рот в рот» или «рот в нос» и непрямой массаж сердца.

## Порядок проведения искусственного дыхания по методу «изо рта в рот»

1. Убедиться в проходимости дыхательных путей пострадавшего. Если челюсти у него сжаты, их разжимают каким-нибудь плоским предметом. Полость рта освобождают от слизи (или посторонних предметов).

2. Пострадавшего укладывают на спину и расстегивают одежду, стесняющую дыхание и кровообращение.

3. Голову пострадавшего запрокидывают назад так, чтобы подбородок находился на одной линии с шеей. В этом положении корень языка отходит от входа в гортань, благодаря чему обеспечивается полная проходимость верхних дыхательных путей. Для сохранения достигнутого положения головы под лопатки пострадавшего подкладывают валик из свернутой одежды.

4. Одновременно следует выдвинуть вперед нижнюю челюсть и удержать ее в этом положении, чтобы не западал язык.

5. Затем оказывающий помощь делает глубокий вдох и, прижав свой рот ко рту пострадавшего, вдвывает в его легкие воздух.

После того, как грудная клетка пострадавшего достаточно расширится, вдувание воздуха прекращают. У пострадавшего при этом происходит пассивный выдох. Тем временем, оказывающий помощь делает снова глубокий вдох и повторяет вдувание.

Частота таких вдуваний для взрослых – 12-16, для детей – 18-20 раз в минуту.

На время вдувания воздуха ноздри пострадавшего зажимают пальцами, а после прекращения вдувания их открывают для облегчения пассивного выдоха.

Операции повторяют до восстановления самостоятельного дыхания у пострадавшего.

## Порядок проведения массажа сердца

Для восстановления сердечной деятельности применяют непрямой или закрытый массаж сердца. Для этого:

1. Пострадавшего укладывают на спину.

2. Оказывающий помощь становится сбоку или в изголовье пострадавшего и кладет ему ладонь своей руки на нижнюю треть грудины

посередине. Другая рука накладывается на тыльную поверхность первой руки для усиления давления.

3. Энергичным толчком обеих рук оказывающий помощь смешает переднюю часть грудной клетки пострадавшего на 4-5 см. в сторону позвоночника. После надавливания следует быстро отнять руки.

Закрытый массаж сердца следует проводить в ритме нормальной работы сердца, т. е. 60-70 надавливаний в минуту.

С помощью закрытого массажа не удастся вывести сердце из состояния фибрилляции. Для устранения фибрилляции служат специальные аппараты – дефибрилляторы. Работу сердца восстанавливают однократным импульсным разрядом тока длительностью 10 мкс. и амплитудой 15-20 А при напряжении до 6 кВ., который создает дефибриллятор. Основным элементом дефибриллятора является конденсатор, который заряжается от сети, а затем разряжается через грудную клетку пострадавшего.

Одновременное проведение закрытого массажа сердца и искусственного дыхания выполняют, когда пострадавший находится в состоянии клинической смерти.

Если помощь оказывает один человек, очередность операций следующая: производится 2-3 вдувания воздуха, а затем 10 толчков в область сердца. За минуту необходимо сделать не менее 12 вдуваний и 60 надавливаний.

## 1. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Для быстрого и эффективного обучения приемам экстренной сердечно-легочно-мозговой реанимации используют тренажер «Витим-2». В настоящей лабораторной работе отрабатываются методы выполнения сердечно-легочно-мозговой реанимации (СЛМР) в режиме «1:5» (режим, в котором в каждом цикле производится один акт «вентиляция легких» и пять актов «компрессия сердца»). Такой режим используют, когда в реанимации участвуют два человека.

Выполнение программы СЛМР на тренажере «Витим-2» возможно в двух вариантах:

- а) отработка программы с использованием пульта;
- б) ручная отработка навыков реанимации с использованием муляжа.

Тренажер «Витим-2» содержит следующие составные элементы:

- муляж – устройство, имитирующее часть человеческого тела без верхних и нижних конечностей;
  - дисплей – устройство видеоимитаторов основных жизненно важных органов человека;
  - блок управления – устройство для управления реанимационными состояниями человека;
  - пульт управления – устройство для выбора одной из учебных программ реанимации;
- дефибриллятор – устройство, имитирующее одиночный импульс тока при электроимпульсной дефибрилляции сердца.

Блок-схема тренажера «Витим-2» изображена на рис. 1.

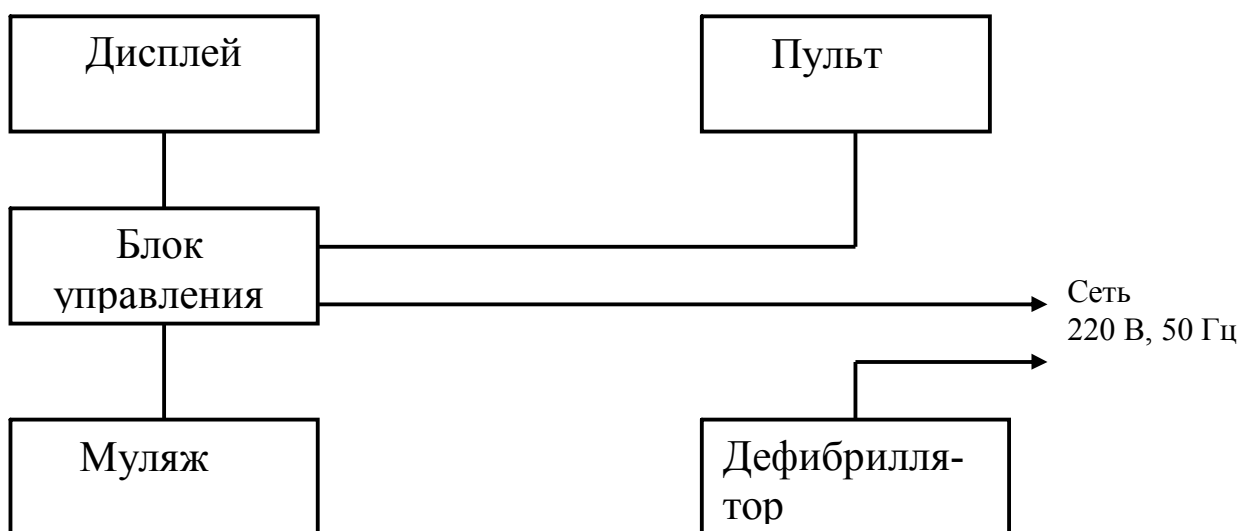


Рис. 1. Блок-схема тренажера «Витим-2»

## 2. ПОДГОТОВКА ТРЕНАЖЕРА К РАБОТЕ

2.1. Вилку сетевого шнура блока управления включить в розетку сети 220 В 50 Гц и на задней панели нажать на клавишу «сеть». При этом на передней панели загораются два светодиода, сигнализирующие о подключении сети 220 В и наличии напряжения 5 В.

2.2. Нажать на кнопку «готовность» на пульте. Обозначения кнопок смотри на рис. 2. На индикаторе времени дисплея высветится значение времени «00». На экране изображение отсутствует. Тренажер готов к работе.

### 3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

#### 3.1. Отработка программы СЛМР в режиме «1:5» с использованием пульта



Рис. 2 Функциональные смысловые назначения криптограмм пульта управления

3.1.1. Нажать на пульте управления кнопку «СЛМР», при этом на дисплее имитируется работающее сердце, артериальный кровоток, работающие легкие, кора головного мозга розовая, включена индикация поясного ремня. На индикаторе времени показания «00» (не изменяют-

ся). Через 15 с. включается кратковременный звуковой сигнал, на индикаторе начинается отсчет контрольного времени, отведенного для реанимации, с интервалом 1 с. На дисплее имитируется состояние клинической смерти: сердце расслаблено, легкие опавшие, кора головного мозга темная.

3.1.2. Нажать на кнопку «пояс», при этом на дисплее исчезнет индикация пряжки поясного ремня.

3.1.3. Нажать на кнопку «запрокидывание головы» или «выдвижение нижней челюсти», удерживая эту кнопку, нажать кратковременно (не более 0,5 с.) на кнопку «вентиляция легких», а затем в течение не более 6 с. нажать на кнопку «компрессия сердца» не менее 5 раз.

3.1.4. В течение контрольного времени реанимации (90 с.) произвести не менее 10 циклов «вентиляция легких – компрессия сердца».

По истечении контрольного времени при правильном соблюдении последовательности операций, на индикаторе времени зафиксируются показания «00», на дисплее включится видеоимитация организма живого человека.

Если оживление не произошло, то раздел 3.1 методики повторить.

3.2. Ручная отработка навыков реанимации с использованием муляжа «Витим – 2»

Обычно этот режим выполняют два человека. Один делает искусственную вентиляцию легких, другой – наружный массаж сердца. Перед началом отработки реанимации убедиться у руководителя занятий о проведении антисептической обработки муляжа.

3.2.1. Нажать на пульте управления кнопку «СЛМР». На дисплее в течение 15 с. индицируется нормальная жизнедеятельность человека

Через 15 с. после появления кратковременного звукового сигнала и имитации на дисплее состояния клинической смерти приступить к реанимации. Для этого необходимо:

3.2.2. Нажать на пряжку поясного ремня на муляже, при этом на дисплее исчезнет индикация пряжки поясного ремня.

3.2.3. Реаниматор, осуществляющий искусственную вентиляцию легких, должен запрокинуть голову муляжа назад в положение умеренного затылочного разгибания. Одна рука при этом подкладывается под шею муляжа, другая накладывается на лоб. На дисплее индицируется освобождение гортани для прохождения воздуха.



3.2.4. Приступить к экстренной искусственной вентиляции легких методом «рот в рот». Зажимая большим и указательным пальцами отверстия в крыльях носа, делать глубокий вдох, плотно прижаться губами к полуоткрытому рту муляжа, сделать энергичный выдох, затем слегка отстраниться ( для пассивного выдоха).

Визуально проконтролировать экскурсии передней стенки грудной клетки муляжа. При эффективном вдувании воздуха она поднимается, затем во время пассивного выдоха возвращается в исходное положение. Одновременно на дисплее появится изображение нормально расширенных легких, которое исчезнет после пассивного «выдоха».

Объем нагнетаемого воздуха является важным реанимационным параметром. За нормальный объем принят показатель объема, равный 1000 – 1500 мл. Значения ниже и выше соответственно определяют недостаточный или чрезмерный объем нагнетаемого воздуха. Указанный объем воздуха должен нагнетаться под положительным давлением, равным 5 – 15 см. вод. ст.

При нагнетании объема воздуха более 2000 мл, а также при создании в дыхательных путях муляжа давления, равного 20 см. вод. ст. и выше, на муляже имитируется растяжение желудка. В этом случае необходимо быстро удалить воздух из желудка следующим образом:

- повернуть муляж на бок;
- удалить воздух из желудка путем осторожного надавливания пальцами руки на переднюю брюшную стенку между мечевидным отростком грудины и пупком по направлению к груди.

3.2.5. Реаниматор, делающий наружный массаж сердца, должен положить ладонную поверхность кисти на нижнюю часть грудины, перпендикулярно по отношению к ее оси, на два поперечных сечения пальца выше мечевидного отростка. Ладонь другой руки наложить на первую под углом 90 градусов. Пальцы рук не должны касаться поверхности грудной клетки, это существенно снижает опасность переломов ребер пострадавшего. Обе руки должны быть выпрямлены в локтевых сгибах, плечи должны нависать над грудной клеткой муляжа.

3.2.6. Массаж осуществлять энергичным резким надавливанием на грудину так, чтобы она смещалась вертикально вниз к позвоночнику на 3 – 4 см. прилагаемое усилие должно лежать в пределах 14 – 28 кг. Частота нажатий должна быть не менее 60 раз в минуту.

3.2.7. Чередую не менее пяти нажатий на грудину с одним актом искусственного дыхания, в течение контрольного времени реанимации

(90 с.) произвести не менее 10 циклов «вентиляция легких – компрессия сердца».

По истечении контрольного времени, при правильном выполнении приемов реанимации, на индикаторе времени зафиксированное значение «00», на дисплее включится видеоимитация организма живого человека.

В случае ошибок в действиях реаниматоров оживление не произойдет. Процесс реанимации необходимо повторить.

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Действие электрического тока на организм человека.
2. Меры первой помощи и правила ее оказания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник / под ред. Э. А. Арустамова. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Дашков и К, 2004. - 496 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: учебник / под ред. С. В. Белова. - 4-е изд., испр. и доп. - М. : Высшая школа, 2004. - 606 с.

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



## ПОЖАРНО-ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений

УДК 658

Составители: В.В. Юшин, В.М. Попов, В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *П.Н. Северенчук*

**Пожарно-охранная сигнализация:** методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Юшин, В.М.Попов, В.В.Протасов. Курск, 2012. 17с.: ил. 10, табл. 1. Библиогр.: с. 15.

Излагаются методические рекомендации по ознакомлению с автоматической пожарной и пожарно-охранной сигнализацией и изучению принципиальных схем извещателей, приемной станции, линий связи, а также в определении инерционности тепловых извещателей.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать                      Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 0,99. Уч.-изд.л. 0,89. Тираж 50 экз. Заказ                      . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы заключается в ознакомлении с автоматической пожарной и пожарно-охранной сигнализацией, в изучении принципиальных схем извещателей, приемной станции, линий связи и в определении инерционности тепловых извещателей.

## **ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ**

Автоматическая пожарная сигнализация основывается на явлениях, которые возникают при загорании (пожаре). Внешне пожар воспринимается как интенсивное горение, представляющее собой сложный химический процесс, сопровождающийся повышением температуры окружающей среды, излучением энергии, света и выделением продуктов горения.

Горящие вещества излучают энергию, которая зависит от температуры пламени, изменяющейся в пределах от 650 до 2000°C и более. Количество воздуха, участвующее в процессе горения, влияет на состав продуктов горения. При недостатке воздуха сгорание вещества неполное, что ведет к выделению большого количества дыма.

Окружающая среда, в частности воздух, характеризуется определенным состоянием, которое принято считать за нормальное. Поэтому перечисленные выше явления такие как: появление дыма или открытого огня, повышение температуры и т.п. свидетельствуют о начинающемся или имеющемся или имеющем место пожаре. Фиксирование этого изменения окружающей среды возможно применением автоматических приборов, которые способны реагировать на явления, сопутствующие загоранию. Такие приборы называются автоматическими пожарными извещателями (АПИ).

Каждая система автоматической пожарной сигнализации состоит из извещателей, сети пожарной сигнализации, приемной станции или коммутатора с источниками питания. На рис.1 приведена классификация систем пожарной сигнализации. В составе систем пожарной сигнализации выделяют комбинированные системы, предназначенные для сигнализации при возникновении пожара или проникновения нарушителей в охраняемое помещение.

Системы пожарной и пожарно-охранной сигнализации разделяются на автономные и централизованные.

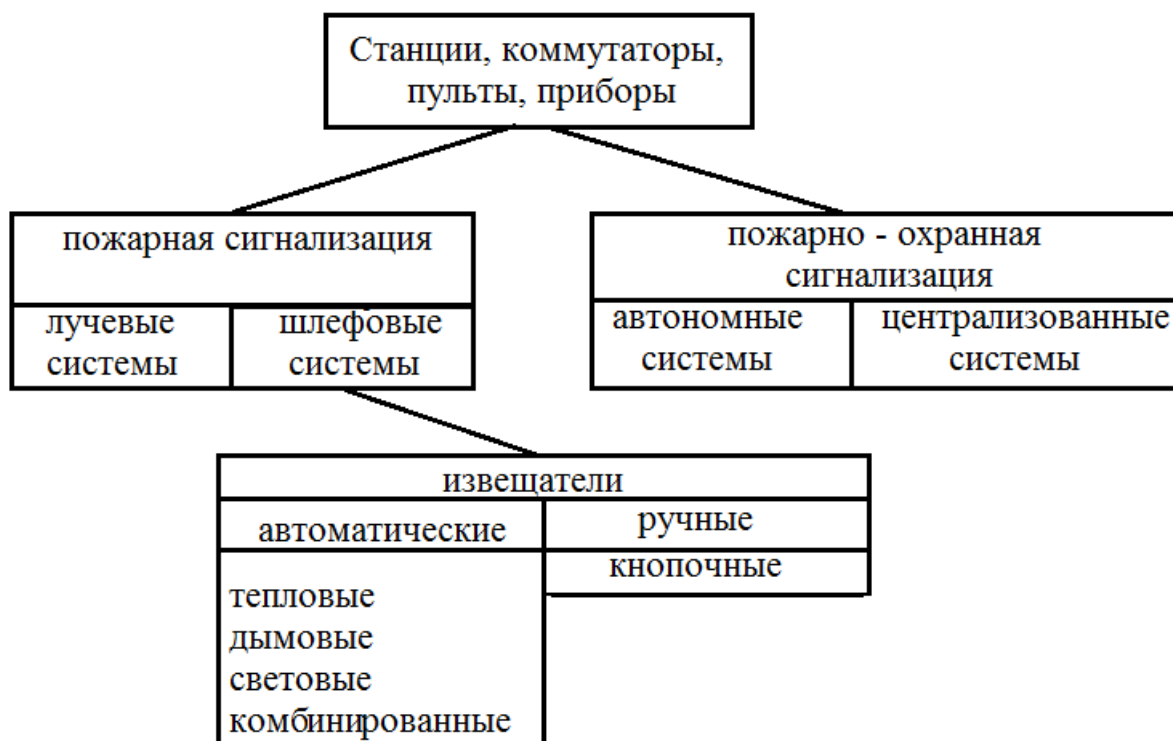


Рис.1 Классификация систем пожарной и пожарно-охранной сигнализации

Автономные системы осуществляют охрану отдельных объектов с подачей сигналов тревоги на место установки приемно-контрольной аппаратуры.

Централизованные системы предусматривают наблюдение за охраняемым объектом с пульта централизованного наблюдения, устанавливаемого в помещении охраны.

Более эффективными являются централизованные системы. Внедрение централизованных систем сигнализации позволяет значительно снизить численность охраны, повысить ее надежность, оперативность в применении мер по ликвидации пожаров.

Системы автоматической пожарной сигнализации с установками активного пожаротушения обеспечивают не только оповещение о начавшемся пожаре, но и локальное тушение его в начальной стадии.

По способу проведения в действие пожарные извещатели подразделяются на ручные (кнопочные) и автоматические.

Автоматический пожарный извещатель является одним из главных элементов автоматической пожарной сигнализации.

В зависимости от факторов, вызывающих срабатывание извещателей, АПИ в соответствии с ССБТ ГОСТ 12.4.009-83 «Пожарная техника для защиты объектов» делятся на четыре группы:

1. Тепловые, реагирующие на повышение температуры.
2. Дымовые, реагирующие на появление дыма.

3. Световые, реагирующие на появление открытого пламени.

4. Комбинированные.

По способу включения извещателей в сеть, системы пожарной сигнализации разделяют на кольцевые (шлейфные) и лучевые. В кольцевых системах их включают последовательно в одну линию, в лучевых имеется несколько лучей, в которые их включают параллельно.

Основные виды систем (станций) пожарной сигнализации приведены на плакатах у стенда. Для сравнения эффективности работы извещателей используются следующие основные параметры:

*Чувствительность* - определяется величиной минимального количества тепла, дыма и излучения, приводящего к срабатыванию извещателя.

*Зона действия* - объем пространства или площадь, в пределах которых регистрируется очаг загорания.

*Инерционность* - определяется временем, измеряемым с момента воздействия на извещатель определенного источника (тепла, дыма или излучения), до срабатывания его. Инерционность является решающим фактором при определении защитных возможностей извещателя.

**Тепловые извещатели.** Принцип действия заключается в изменении свойств чувствительных элементов при изменении температуры.

Тепло, переданное извещателю, может вызвать в нем различные действия. Наиболее простое использование тепла в извещателях заключается в расплавлении легкоплавкой вставки, вследствие чего происходит замыкание или размыкание цепи. Вторым методом использования тепла построен на тепловом расширении металлов или газов, и третий заключается в использовании теплосопровителений полупроводников, которые при нагревании значительно уменьшают свое электрическое сопротивление. В современных тепловых извещателях используется в основном третий способ.

В качестве чувствительных элементов применяют биметаллические пластинки различных геометрических форм, легкоплавкие сплавы, термопары, полупроводниковые и магнитные материалы.

Тепловые извещатели бывают максимального действия типа ИП-104-1; ИП-105-2/1: термоизвещатель ТРВ, ДТЛ. Эти извещатели срабатывают при определенном пороговом значении температуры.

Извещатели дифференциального действия типа ДПС-038 на

термопарах, ПТИМ, которые срабатывают при заданной скорости нарастания температуры.

Максимально-дифференциального действия МДПИ-028 - срабатывают при достижении одного из двух выше указанных параметров.

Регулировка термоизвещателей производится:

*максимальных* - в пределах от  $+20$  до  $+120^{\circ}\text{C}$  с разделением этого диапазона на три интервала от  $+20$  до  $50^{\circ}\text{C}$ : от  $+40$  до  $100^{\circ}\text{C}$  и от  $+80$  до  $+120^{\circ}\text{C}$ ;

*дифференциальных* - на скорость нарастания температуры от  $5^{\circ}$  до  $10^{\circ}\text{C}$  в минуту.

Биметаллическая пластинка 1 состоит из двух спрессованных слоев металла с разными коэффициентами линейного расширения  $\beta_1$  и  $\beta_2$  (Рис.2). При нагревании металл с большим коэффициентом

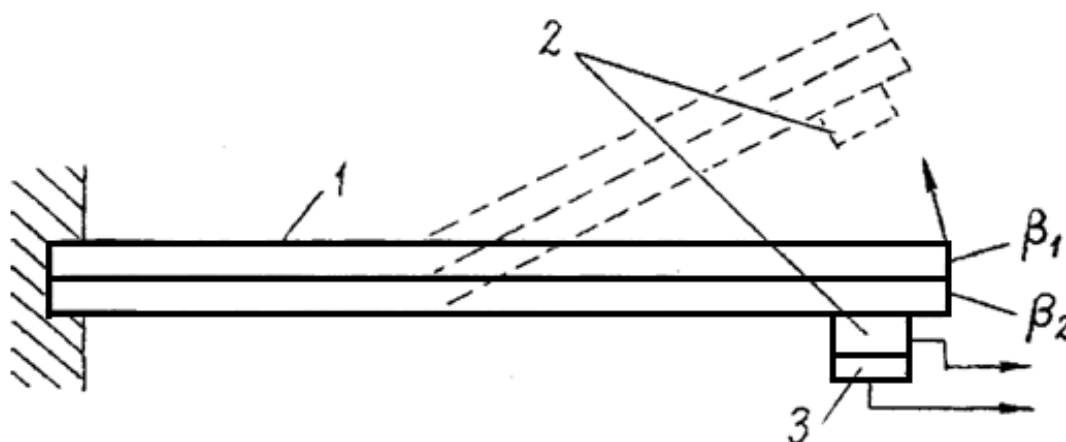


Рис.2 Биметаллический чувствительный элемент.

линейного расширения (активный) удлиняется, пластинка прогибается в сторону пассивного слоя и переключает контакты цепи сигнализации (подвижный 2 и неподвижный

Извещатель тепловой легкоплавкий ДТЛ. Чувствительный элемент 1 с температурой плавления  $72^{\circ}\text{C}$  соединяет две металлические пластинки 2 (Рис.3), которые крепятся винтами 4 на цоколе 5 и закрыты защитным колпачком 3. При нагревании сплав расплавляется и пластинки 2 размыкают цепь сигнализации 6.



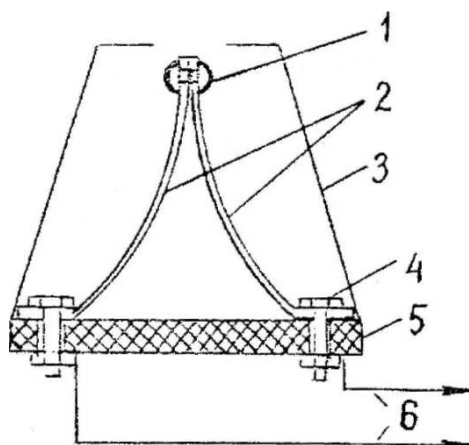


Рис.3. Схема извещателя ДТЛ.

Извещатели ТРВ (термореле взрывозащищенное) состоит из латунной трубки 5, соединенной со стержнем 3 и контактной группой 2 (рис.4). При нагревании трубка 5 удлиняется больше, чем стержень и тянет его за собой - контактная группа размыкает цепь сигнализации 6. Температура срабатывания устанавливается винтом 4 пружины 1.

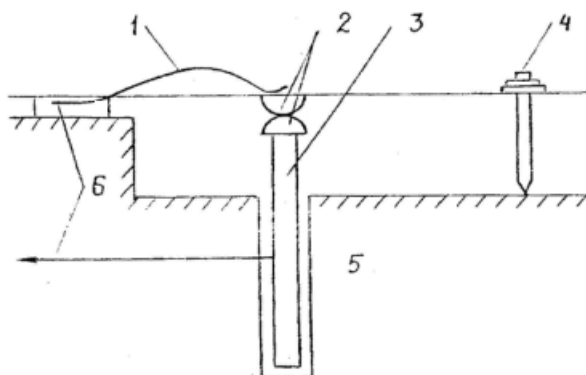
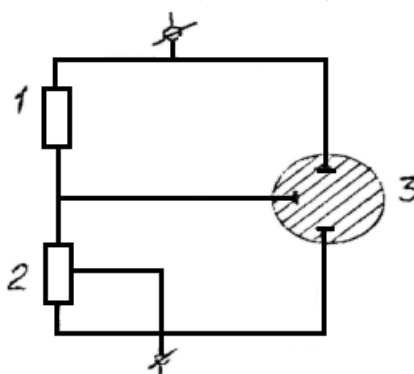


Рис.4. Извещатель ТРВ

Принципиальная схема полупроводникового теплового извещателя максимального действия (ПТИМ) показана на рис.5



1- полупроводниковое термосопротивление; 2- регулировочное сопротивление; 3- тиратрон

Рис.5. Схема полупроводникового теплового извещателя максимального действия ПТИМ

С повышением температуры окружающей среды полупроводниковое термосопротивление 1 (датчик) резко уменьшается и напряжение на управляющем электроде сетки тиратрона повышается. Как только это напряжение превысит напряжение зажигания, тиратрон 3 «зажигается», т.е. извещатель срабатывает. При этом между анодом и катодом тиратрона 3 пройдет значительный ток, который усилит ток к линии и обеспечит приведение в действие линейное реле, установленное в приемном аппарате.

Извещатель максимального действия ИП 105-2/1 (ИТМ) собран на магнитоуправляемом контакте (герконе). При нормальной температуре контакты 1 замкнуты под действием продольного магнитного поля магнитной системы датчика, которая состоит из двух кольцевых постоянных магнитов 2 и термочувствительного феррита 3, расположенного между ними (Рис.6).

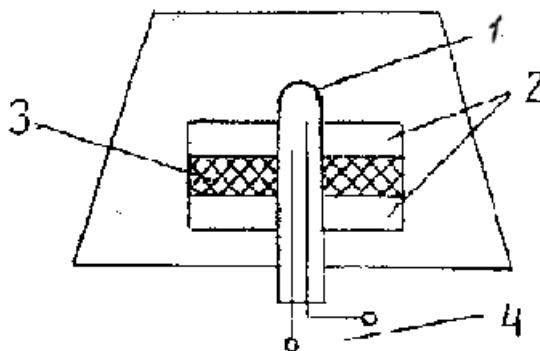


Рис. 6. Извещатель магнитный ИТМ

Под действием окружающей температуры, при достижении ею заданной величины, магнитная проницаемость феррита резко уменьшается, магнитное поле ослабляется, контакты геркона размыкают цепь сигнализации 4.

**Дымовые извещатели.** В начальной стадии пожар, как правило, развивается медленно и в течение длительного времени идет процесс тления с выделением большого количества продуктов горения (дыма) без значительного повышения температуры помещения. Тепловые извещатели в этих условиях срабатывают с большим опозданием.

Дым обладает двумя важными свойствами: он способен уменьшать интенсивность светового потока и изменять ионизацию воздушной среды, поскольку частицы дыма почти всегда несут в себе электрические заряды.

Отечественной промышленностью выпускаются автоматические дымовые извещатели, основанные на оптических свойствах дыма (оптико-электронные) типа фотоэлектрических ИДФ, ДИП и

радиоизотопные (ионизационные) типа АДИ, РИД-1.

Работа фотоэлектрических извещателей основана на обнаружении дыма по ослаблению первичного светового потока за счет уменьшения прозрачности окружающей среды.

В радиоизотопных извещателях чувствительным элементом является ионизационная камера (Рис.7), состоящая из двух электродов 1 и источника  $\alpha$ -частиц 2 (изотоп плутония-239), который испускает

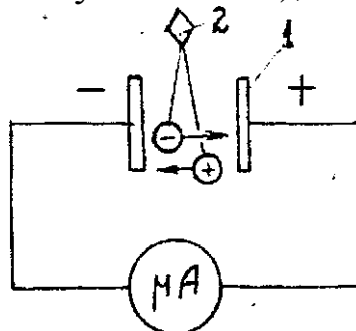


Рис.7. Ионизационная камера

$\alpha$ -частицы, ионизирующие воздушное пространство в камере. Положительно заряженные ионы перемещаются под действием силового поля к отрицательному электроду, а легкие отрицательные ионы и электроны - к положительному электроду. Между электродами возникает ионизационный электрический ток, сила которого уменьшается при попадании в камеру дыма и снижения степени ионизации газа. Электронная схема извещателя реагирует на изменение ионизационного тока и вырабатывает сигнал тревоги.

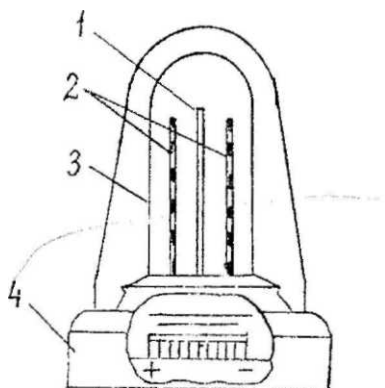
В собранном состоянии извещатель АДИ-1 совершенно безопасен для окружающих, т.к. излучение полностью поглощается ионизационной камерой и стенками корпуса извещателя. Он рассчитан на многократное действие при температурах от  $-30$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  с относительной влажностью до 80%. Зона действия одного извещателя около  $100\text{ м}^2$ , а общая контролируемая установкой площадь составляет 10 тыс.м<sup>2</sup>.

**Световые извещатели.** Процесс горения сопровождается выделением лучистой энергии, количество которой увеличивается с повышением температуры. При высоких температурах в спектре излучения содержатся более короткие волны (видимый свет и ультрафиолетовые лучи), а при низких температурах - длинные (инфракрасные излучения).

Принцип работы извещателей, реагирующих на появление света, основан на использовании счетчиков фотонов (СИ-1, СИ-4Ф) и

фоторезисторов (ДПИД).

В автоматическом извещателе типа СИ (рис.8), реагирующем



1- катод; 2- цилиндрический анод;  
3- стеклянный баллон; 4- основание  
Рис.8. Автоматический извещатель типа СИ

на излучение пламени, в качестве датчика принят счетчик фотонов типа СФУ-2. Счетчик представляет собой цилиндрический стеклянный баллон, наполненный смесью газов. В нем помещены два электрода, один из которых выполнен в виде вытянутой по оси металлической нити, а другой - в виде цилиндра с вырезами. Для того, чтобы счетчик реагировал на какой-либо узкий спектр частот для противопожарных целей достаточно ограничиться диапазоном ультрафиолетовых излучений. Баллон счетчика изготавливают с определенными пропускными способностями.

К электродам счетчика подводится высокое напряжение (1200В). Если счетчик не освещен, то сопротивление газовой среды между электродами высокое и ток через счетчик не проходит. При освещении счетчика фотоны света, переходя через стекло в баллон, сталкиваются с атомами газа и ионизируют их. Образовавшиеся ионы под действием электрического поля перемещаются к электродам счетчика. Отрицательные ионы, попавшие на анод, приводят к появлению кратковременных импульсов тока в цепи счетчика. Электромагнитное реле, включающее сигнал тревоги, срабатывает тогда, когда усредненная величина импульсов счетчика фотонов превысит определенное значение, которое определяется критическим положением, или так называемым порогом срабатывания.

Данные	Извещатели		
	тепловой ПТИМ	дымовой АДИ-1	световой СИ
Принцип работы	на замыкание	на замыкание	по принципу прямой видимости
Температурный режим окружающей среды	от -30 до +40	от-30 до +60	от -60 до +40
Относительная влажность окружающей среды	до 98	до 80	до 80
Площадь, контролируемая извещателем, м <sup>2</sup>	до 30	до 100	до 600
Инерционность извещателя, с	15	6	срабатывает мгновенно

### **ПРИЕМНАЯ СТАНЦИЯ**

Приемная станция предназначена для приема сигналов от автоматических и ручных извещателей и подачи сигналов тревоги. Приемные станции электрической пожарной сигнализации устанавливаются в пожарной или сторожевой охране или в других помещениях (телефонные станции, дежурные комнаты и др.), обеспечивающих круглосуточно надежный прием сигналов тревоги.

В современных установках автоматической пожарной сигнализации принята лучевая система включения извещателей, т.е. каждому извещателю или их группе подводится пара проводов. В некоторых случаях разрешается объединение линий пожарной сигнализации с телефонной связью.

### **ПОЖАРНО-ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ**

При оборудовании объекта автономной системой пожарно-охранной сигнализации контрольно-сигнальные приборы устанавливаются внутри охраняемого объекта или в помещениях сторожевой охраны.

Все возможные места прикосновения на охраняемый объект (двери, окна, люки, лазы и др.) блокируются при помощи датчиков охранной сигнализации (электрические, емкостные, вибрационные и ультразвукового действия). В шлейф блокировки последовательно с датчиками охранной сигнализации или в самостоятельный шлейф включают автоматические тепловые извещатели максимального действия. Извещатели устанавливаются на потолке охраняемого помещения. При пожаре они срабатывают, выдавая сигнал тревоги

через прибор охранной сигнализации на местные или выносные сигналы тревоги. Блок-схема автономной пожарно-охранной сигнализации приведена на рис.9.

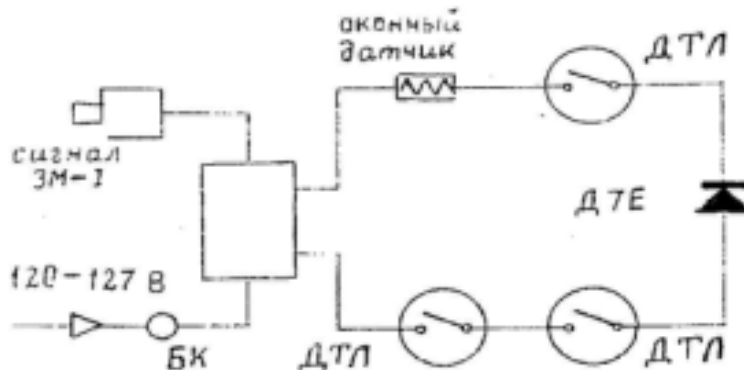
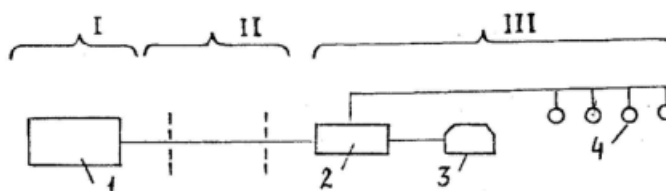


Рис.9. Блок-схема пожарно-охранной сигнализации

Для сигнализации о пожаре или повреждении шлейфа блокировки используют звонок громкого боя, сирену или сигнальную лампу. Режим сигнализации может быть непрерывный звуковой, мигающий световой или кратковременный звуковой и мигающий световой. При этом обеспечивается возможность подключения линии выносной сигнализации к пульту централизованного наблюдения.

Система пожарной сигнализации по телефонным проводам приведена на рис.10.



I - телефонная станция ЦБ; II- абонентская линия; III - охраняемое помещение; 1 - коммутатор; 2 - релейная приставка; 3 - телефонный аппарат; 4 - пожарные (пожарно-охранные) извещатели.

Рис.10. Схема пожарной сигнализации по телефонным проводам

В охраняемом помещении III автоматические извещатели 4 подключаются к телефонной линии через релейную приставку 2. В обычных условиях извещатели и приставка отключены от телефонной линии и не влияют на качество телефонной связи. В случае возникновения в защищаемом помещении пожара срабатывает извещатель и автоматически подключает релейную приставку к телефонной линии.

Этим самым от релейной приставки обеспечивается подача особо тревожного сигнала на коммутатор 1.

## ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

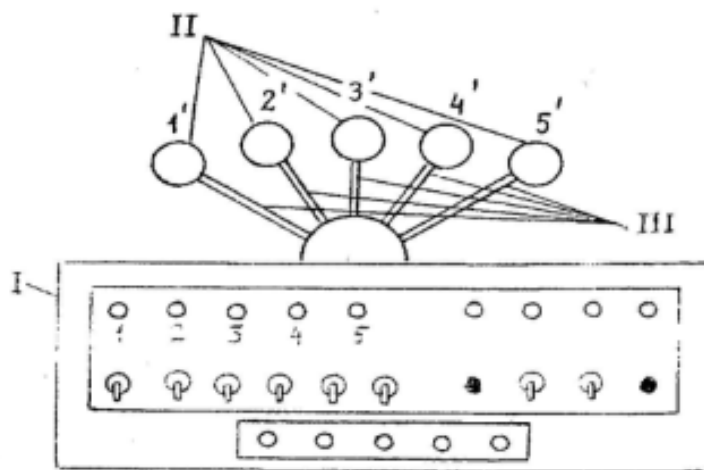
Лабораторная установка автоматической пожарной сигнализации (рис. 11) состоит из узлов типовой аппаратуры сигнализационной тепловой пожарной установки СПТУ-1. В качестве приемной станции для извещателей типа ПТИМ-1 используется станция СТ-5, которая включает в себя пять лучей с возможностью подключения в каждый луч до 5 извещателей.

Питание станции осуществляется от сети переменного тока, напряжением 220 В с потребляемой мощностью 55 Вт.

Станция СТ-5 рассчитана на нормальную работу при температуре окружающей среды от  $-18$  до  $+35^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности до 80%.

К приемной станции СТ-5 подключены пять тепловых извещателей типа ПТИМ-1, шестой извещатель представлен в разрезе.

При воздействии на извещатель теплового источника на сигнальном табло приемной станции загорается лампочка с номером, соответствующим порядковому номеру луча и одновременно звонит звонок.



I - приемная станция СТ-5;

II - тепловые извещатели ПТИМ-1 (1', 2', 3', 4', 5');

III - линии связи;

1, 2, 3, 4, 5 - лучи для подключения извещателей.

Рис. 11. Схема лабораторной установки

Установка пожарно-охранной сигнализации состоит из прибора «Сигнал», пожарных извещателей АТП-3М и ДТЛ, включенных последовательно в шлейф блокировки охранного вибрационного датчика. При нарушении линии блокировки или при пожаре подается звуковой и световой сигнал.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ НА СТАНЦИИ**

1. Ознакомиться с содержанием работы и конструкцией установки.
2. На лицевой панели станции СТ-5 тумблеры извещателей №1 «Звонок тревоги» и «Автомат» поставить в положение «Включено».
3. Подать напряжение на станцию путем включения вилки в розетку и тумблера «Сеть». Включение станции проконтролировать появлением зеленого сигнала «ВКЛЮЧЕНО».
4. Поднести источник тепла (электрическую лампочку) поочередно к каждому из извещателей ПТИМ-1, включить секундомер и определить время срабатывания (инерционность) извещателей (появление световых сигналов на линии 1 «Пожар» и звукового сигнала).
5. Отключить станцию от электросети и перевести тумблеры линии связи в положение «ВКЛЮЧЕНО».
6. Результаты измерений записать в отчет.
7. Включить при помощи выключателя прибор «Сигнал-31».
8. Легким постукиванием около вибрационного датчика вызвать звуковой и световой сигнал.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Назначение и область применения автоматической пожарной и пожарно-охранной сигнализации.
4. Элементы автоматической пожарной сигнализации.
5. Типы и параметры автоматических извещателей.
6. Элементы автоматической пожарно-охранной сигнализации.
7. Механизм появления сигнала тревоги на станции СТ-5.
8. Результаты измерений времени срабатывания извещателей ПТИМ.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Виды пожарных сигнализаций. Преимущества и недостатки.
2. Виды систем пожарной сигнализации: автономные, централизованные.
3. Виды систем пожарной сигнализации по способу включения в сеть: кольцевые (шлейфные), лучевые. Их преимущества и недостатки.
4. Виды извещателей.
5. Основные параметры извещателей. .
6. Принцип устройства и действия различных видов извещателей.
7. Принцип выбора извещателей.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности
2. СП 5.13130.2009 Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические
3. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
4. ГОСТ Р 53325-2009 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний

## Приложение 1

### Выбор типов пожарных извещателей в зависимости от назначения защищаемого помещения и вида пожарной нагрузки

Перечень характерных помещений производств, технологических процессов	Вид пожарного извещателя
1 Производственные здания:	Дымовой, тепловой, пламени
1.1 С производством и хранением: изделий из древесины синтетических смол, синтетических волокон, полимерных материалов, текстильных, текстильно-галантерейных, швейных, обувных, кожевенных, табачных, меховых и целлюлозно-бумажных изделий, целлулоида, резины, резинотехнических изделий, горючих рентгеновских и кинофотопленок, хлопка	
лаков, красок, растворителей, ЛВЖ, ГЖ, смазочных материалов, химических реактивов, спиртоводочной продукции	Тепловой, пламени
щелочных металлов, металлических порошков	Пламени
муки, комбикормов, других продуктов и материалов с выделением пыли	Тепловой, пламени
1.2 С производством: бумаги, картона, обоев, животноводческой и птицеводческой продукции	Дымовой, тепловой, пламени
1.3. С хранением: негорючих материалов в горючей упаковке, твердых горючих материалов	Дымовой, тепловой, пламени
Помещения с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, АТС	Дымовой
2 Специальные сооружения:	Дымовой, тепловой
2.1 Помещения для прокладки кабелей, для трансформаторов и распределительных устройств, электрощитовые	
2.2 Помещения для оборудования и трубопроводов по перекачке горючих жидкостей и масел, для испытаний двигателей внутреннего сгорания и топливной аппаратуры, наполнения баллонов горючими газами	Пламени, тепловой
2.3 Помещения предприятий по обслуживанию автомобилей	Дымовой, тепловой, пламени
3 Административные, бытовые и общественные здания и сооружения:	Дымовой

3.1 Зрительные, репетиционные, лекционные, читальные и конференц-залы, кулуарные, фойе, холлы, коридоры, гардеробные, книгохранилища, архивы, пространства за подвесными потолками	
3.2 Артистические, костюмерные, реставрационные мастерские, кино- и светопроjectionные, аппаратные, фотолаборатории	Дымовой, тепловой, пламени
3.3 Административно-хозяйственные помещения, машиносчетные станции, пульта управления, жилые помещения	Дымовой, тепловой
3.4 Больничные палаты, помещения предприятий торговли, общественного питания, служебные комнаты, жилые помещения гостиниц и общежитий	Дымовой, тепловой
3.5 Помещения музеев и выставок	Дымовой, тепловой, пламени
4 Здания и помещения с большими объемами:  Атриумы, производственные цеха, складские помещения, логистические центры, торговые залы, пассажирские терминалы, спортивные залы и стадионы, цирки и пр.	Дымовой
5 Помещения с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, АТС, серверные, Data и Call центры, центры обработки данных	Дымовой

## Приложение 2

### Места установки ручных пожарных извещателей в зависимости от назначений зданий и помещений

Перечень характерных помещений	Место установки
1 Производственные здания, сооружения и помещения (цеха, склады, и т.п.)	
1.1 Одноэтажные	Вдоль эвакуационных путей, в коридорах, у выходов из цехов, складов
1.2 Многоэтажные	То же, а также на лестничных площадках каждого этажа
2 Кабельные сооружения (туннели, этажи и т.п.)	У входа в туннель, на этаж, у аварийных выходов из туннеля, у разветвления туннелей
3 Административно-бытовые и общественные здания	В коридорах, холлах, вестибюлях, на лестничных площадках, у выходов из здания

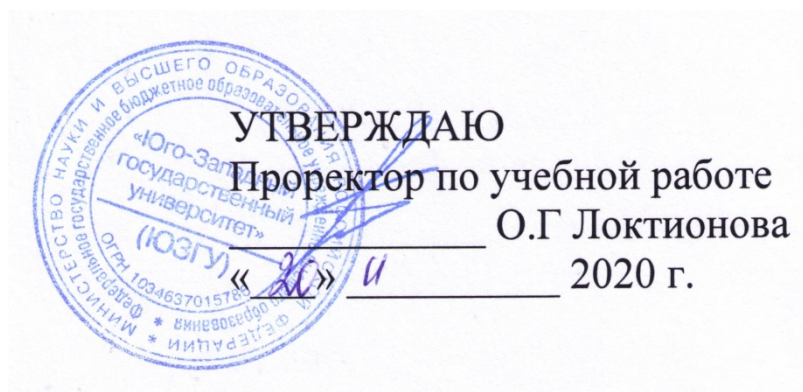






**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра охраны труда и окружающей среды



**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПАСНОСТИ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Безопасность труда, безопасность жизнедеятельности» для студентов всех направлений подготовки

Курск 2020





### **Цель работы:**

1. Изучение характеристик опасности электрических сетей и влияющих на нее факторов.
2. Исследование характеристик трехфазных электрических сетей в нормальном и аварийном режимах.
3. Измерение опасных факторов трехфазных электрических сетей с изолированной и заземленной нейтралью источника питания на специальном лабораторном стенде.
4. Построение графиков измерения характеристик опасных факторов, полученных экспериментальным методом.

### **Общие положения**

Рассмотрим факторы, влияющие на степень поражения электотоком человека:

1.1 Сила тока: человек начинает чувствовать ток в пределах от 0,5 до 10 мА, такой ток называют осязаемым или пороговым значением ток;

1.2 Ток 15-20 мА называют опасным надпороговым не отпускающим током;

1.3 Ток 80-100 мА называют фибрилляционным током, могущим вызвать остановку сердца и клиническую смерть.

#### **2. Длительность протекания ток**

Ток длительностью воздействия более 3-5 с при неотпускающем токе может вызвать паралич сердечной мышцы и привести к потере сознания.

3. Род ток: переменный ток промышленной частоты более опасный чем постоянный ток при напряжении источника до 400-600 В. Свыше 600 В более опасным является постоянный ток.

4. Частота тока. Наиболее опасным является ток с частотой от 20 до 100 Гц. Токи высокой частоты более 500 кГц не вызывают электрического удара, но являются опасными по тепловому воздействию на внутренние органы и ткани.

5. Путь протекания тока: наименее опасный нога – нога и наиболее опасный правая рука – левая нога. Неблагоприятный климат (температура, влажность) увеличивает опасность поражением током.

Физиологическое и психологическое состояние человека влияет на степень сопротивления организма воздействию электрического тока.

### **Характеристики трехфазных сетей переменного тока промышленной частоты**

Трехфазные сети подразделяются на следующие виды:

2.1 Трехпроводные с изолированной нейтралью при напряжении до 1000 В;

2.2 Четырехпроводные с заземленной нейтралью при напряжении до 1000 В;

2.3 Трехпроводные с заземленной нейтралью при напряжении выше 35 кВ.

Изолированной нейтралью называется нейтральная точка источника питания (генератора, трансформатора), не присоединенная к заземляющему устройству.

Глухозаземленной нейтралью называется нейтраль источника питания, присоединенная к заземляющему устройству через малое сопротивление или непосредственно.

В соответствии с требованиями ПУЭ (правила устройства электроустановок) защитное сопротивление не должно превышать 10 Ом в установках с напряжением до 1000 В и в установках выше 1000 В защитное сопротивление не должно превышать 4 Ома. В промышленности применяют трехпроводные сети с изолированной нейтралью и четырехпроводные с заземленной нейтралью.

В подавляющем большинстве электроустановки напряжением до 1000 В работают от четырехпроводных сетей с глухозаземленной нейтралью. С помощью нулевого провода потребителей включают на фазное напряжение. Нулевой защитный проводник и нулевой рабочий проводник являются рабочими элементами схемы.

При анализе опасности электрических сетей наиболее общими являются следующие схемы включения человека в электрическую цепь: двухфазное включение – прикосновение человека одновременно к двум фазам; при этом включении человек попадает под линейное напряжение и ток через человека равен:

$$I_h = \frac{\sqrt{3} * U_{\phi}}{R_h}, \quad (1)$$

Однофазное включение – прикосновение к одной фазе и земле, включение на фазное напряжение и более низкий ток. При это ток через человека равен:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h}, \quad (2)$$

Где  $U_\phi$  – фазное напряжение, В;  $R_h$  – сопротивление человека.

Также важным является режим работы сети – нормальный и аварийный, характеризующийся повышенной опасностью для человека и возникающий в случае замыкания одной из фаз на землю или на токопроводящие корпуса электроустановок.

Анализ безопасности электрических сетей сводится к определению величины тока, который проходит через тело человека, когда он случайно становится элементом действующей электрической цепи (например, при прикосновении к проводам, которые находятся под напряжением).

При расчете защиты от поражения электрическим током используют предельно допустимые значения тока и напряжения прикосновения.

### **Содержание отчета по работе.**

4.1 Экспериментальная часть работы выполняется на специальном лабораторном стенде, позволяющим моделировать исследуемые трехфазные сети напряжением до 1000 В.

Существующие в реальных сетях распределенные сопротивления изоляции и емкости проводов соответственно заменены в схеме стенда сосредоточенными сопротивлениями и емкостями. Изменяя значения этих сопротивлений и емкостей, можно имитировать на стенде каждую из исследуемых сетей с необходимыми параметрами. Сопротивление тела человека имитируется с помощью набора резисторов. Ток, протекающий через человека, измеряется амперметром РА 2. Ток в сети измеряется амперметром РА 1. Напряжение, под которым оказывается человек, прикоснувшись к фазному проводу, измеряется вольтметром РV.

### 4.2 Порядок выполнения работы.

4.2.1 Привести стенд в исходное положение: все тумблеры поставить в положение «отключено» (вниз), переключатели поставить в крайнее левое положение. Включить питание стенда сдвоенным тумблером «Устройство».

4.2.2 Экспериментальные исследования параметров трехфазной сети с изолированной нейтралью. Сеть работает без замыкания на землю.

Опыт №1. Сопротивления всех трех фаз устанавливаются одинаковыми  $R_1=R_2=R_3=R_{u3}$ . Величина  $R_{u3}$  меняется в соответствии с заземлением от 1 кОм до 400 кОм. Емкость проводов всех фаз одинакова и неизменна  $C_1=C_2=C_3=C=0,1$  кОм.

Переключатель  $R_h$  поставить в положение 1, что соответствует сопротивлению тела человека  $R_h=1$  кОм.

Миллиамперметром измеряется ток  $I_h$ , протекающий через сопротивление тела человека при изменении сопротивления изоляции

$$I_h=f(R_{u3}), C=0,1 \text{ мкФ}$$

Результаты измерений заносятся в табл.1

Таблица 1 – Зависимость тока  $I_h$ , протекающего через тело человека, от сопротивления изоляции.

Исследуемый параметр	Сопротивление изоляции $R_{u3}$ , кОм				
	1	2	5	10	400
Ток $I_h$ , измеренный в опыте, мА					

По результатам измерений построить график зависимости  $I_h=f(R_{u3})$ , при  $C=\text{const}$ ; сравнить полученные результаты с теоретическими, сформулировать выводы по результатам опыта №1.

Опыт №2. Емкости проводов всех трех фаз устанавливаются одинаковыми  $C_1=C_2=C_3=C_{u3}$ . Величина  $C_{u3}$  меняется в соответствии с заданием. Сопротивление изоляции всех трех фаз одинаковы и не изменяются  $R_{u3}=400$  кОм. Миллиамперметром измеряется ток  $I_h$ .

$$I_h=f(C), R_{u3}=400 \text{ кОм}$$

Результаты измерений помещаются в табл.2.

Таблица 2 – Зависимость тока  $I_h$ , протекающего через тело человека, от емкости фаз относительно земли

Исследуемый параметр	Емкость сети относительно земли, мкФ							
	0	0,1	0,2	0,6	1,0	1,6	1,8	2,0
Ток $I_h$ , измеренный в опыте, мА								

По результатам измерений построить график зависимости  $I_h=f(C_{u3})$ , при  $R=\text{const}$ ; сравнить полученные результаты с теоретическими, сформулировать выводы по результатам опыта №2.

Опыт №3. Сопротивление изоляции фаз устанавливаются неодинаково  $R_1 \neq R_2 \neq R_3$ . Емкость проводов относительно земли для всех одинакова и неизменна  $C=0,1$  мкФ.

Миллиамперметром измеряется ток, протекающий через сопротивление тела человека, в зависимости от того, к какой фазе он прикасается  $I_h=f(R_1, R_2, R_3)$ .

Переключатель  $\Pi_\phi$  поочередно ставить на каждую из фаз, параметры  $R_{u3}$  сети и  $C_{u3}$  не изменять. Переключатель  $R_h$  поставить в положение 1кОм. Показания миллиамперметра записать в строку 1, табл.3

Таблица 3 – Сопротивление изоляции фаз в зависимости от исследуемого аппарата

Номер строки	Исследуемый параметр	Сопротивление изоляции фаз, кОм		
		Первой, 2	Второй, 5	Третьей, 10
1	Ток $I_h$ , измеренный в случае, когда работает в нормальном режиме			
2	Ток $I_h$ , измеренный в случае, когда появилось замыкание на землю, мА			

В сети появилось замыкание на землю одной из фаз.

Опыт №4. Сопротивление изоляции фаз устанавливаются неодинаковыми  $R_1 \neq R_2 \neq R_3$ . Емкость проводов относительно земли для всех фаз одинакова и неизменна  $C=0,1$  мкФ.

Замыкание на землю одной из фаз имитируется кнопкой «Замыкание фазы на землю».

Миллиамперметром измеряется ток, протекающий через сопротивление тела человека, в зависимости от того к какой фазе он прикоснулся, в то время как любая другая фаза замкнулась на землю.

$$I_h=f(R_1, R_2, R_3)$$

Переключатель  $P_{\phi}$  поочередно ставить на каждую из фаз и в момент измерения тока включать кнопку «Замыкание на землю» для имитации замыкания на землю. Параметры сети не изменять. Переключатель  $R_h$  поставить в положение 1 кОм.

Показания миллиамперметра записать в строку 2, табл.1.3

По результатам экспериментов сформулировать выводы и отличительные особенности протекания тока через тело человека в нормальных параметрах сети и аварийных.

4.2.3 Экспериментальные исследования параметров трехфазной сети с заземленной нейтралью в нормальном и аварийном режимах работы проводится аналогично приведенным выше для параметров трехфазных сетей с изолированной нейтралью с заполнением табл. 2.1, 2.2, 2.3 и построением графических зависимостей. В сети с заземленной нейтралью в нормальном режиме работы:

А) Заземлить нейтраль, включить тумблер  $R_0$ ;

Б) Для измерения тока в аварийном режиме включить тумблер «Шунтирование».

По результатам выполненных теоретических и экспериментальных исследований сформулировать выводы о влиянии различных параметров сетей на опасность поражения человека электрическим током.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током.

2. Зависимость тяжести поражения человека от частоты тока и рода тока.

3. Путь протекания тока в теле человека наименее опасный и наиболее опасный.

4. Характерные особенности воздействия электрического тока на человека.

5. Индивидуальные и коллективные среды защиты человека от поражения электрическим током.

6. Приведите основные характеристики трехфазных электрических сетей промышленной частоты.

7. В чем суть методики анализа опасности электрических сетей.

## Библиографический список

1. П.А. Долин, Справочник по технике безопасности [текст]. П.А. Долин – 8 изд. перераб. и дополн. – М: Энергоиздат. 2006.800с.,ил.
2. Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности при эксплуатации электроустановок). Изд.7.- М.:2007,380с.,ил.
3. Михайлов В.Е. Основы электробезопасности 7-е изд.- Л.Энергия, 2005.348с.

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра охраны труда и окружающей среды



## **ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ**

Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» и «Безопасность труда» для студентов всех направлений подготовки

Курск 2020





## Лабораторная работа №1

### Исследование эффективности защитного заземления

#### Цель работы:

проверить измерением эффективность действия защитного заземления в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.

#### Общие сведения

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т.е. при замыкании на корпус.

При прикосновении человека к заземленному корпусу, имеющему контакт с одной из фаз, часть тока замыкания на землю будет проходить через человека, а если корпус не заземлен, то через человека проходит весь ток замыкания на землю (однополюсное прикосновение).

Защитному заземлению подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека и не имеющие других видов защиты. Так, корпуса электрических машин, трансформаторов, светильников и др. нетоковедущие части могут оказаться под напряжением при замыкании на корпус. Если корпус не заземлен, то прикосновение к нему также опасно, как и прикосновение к фазе. При заземлении корпуса ток через тело человека при его прикосновении к корпусу будет тем меньше, чем меньше ток замыкания на землю и сопротивление цепи заземления и чем ближе человек стоит к заземлителю. Защитное заземление представляет собой заземляющее устройство.

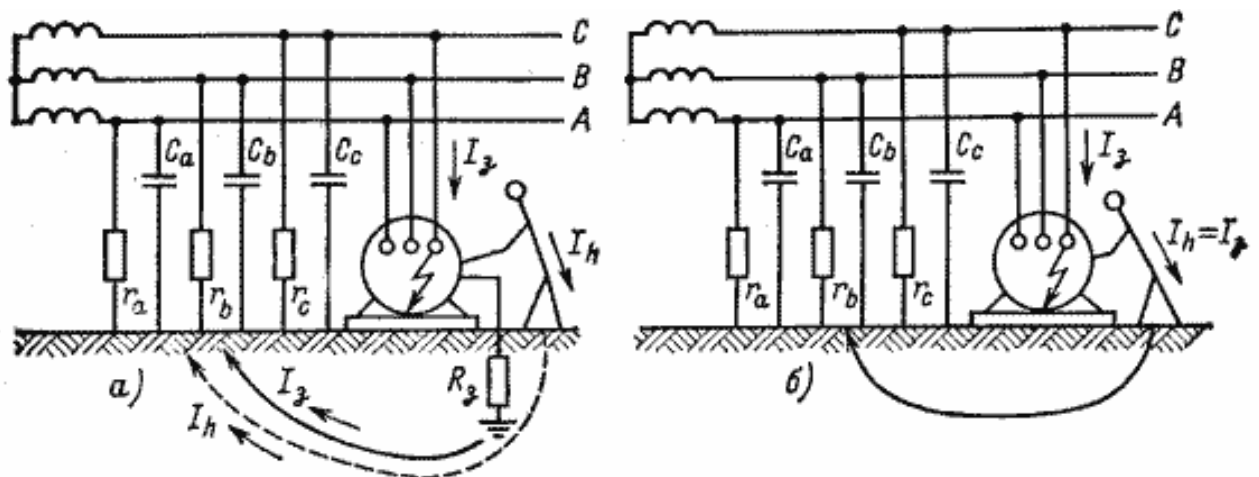


Рис.1. Прикосновение к корпусу, оказавшемуся под напряжением:  
 а-при исправном заземлении; б-при отсутствии заземления

Заземляющее устройство – это совокупность проводников и заземлителей. Заземлитель – это проводник или совокупность металлических соединенных проводников, находящихся в соприкосновении с землей. В качестве заземлителя, в первую очередь, необходимо использовать естественные заземлители (железобетонные фундаменты).

В качестве искусственных заземлителей применяются стальные стрежни из уголкового стали 60\*60 мм, стальные трубы 35-50 мм. Стрежни и трубы длиной от 2,5 до 5 м погружают в грунт вертикально и соединяют стальной шиной сечением не менее 100 квадратных миллиметров.

Заземляющий проводник – это проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителем. По расположению заземлителей относительно заземляемых частей заземляющие устройства подразделяются на выносные и контурные.

При выносном заземлении (рис.2) заземлители располагаются на некотором удалении от заземляемого оборудования, которое может оказаться вне поля растекания, и человек будет защищен только за счет малого сопротивления цепи заземления.

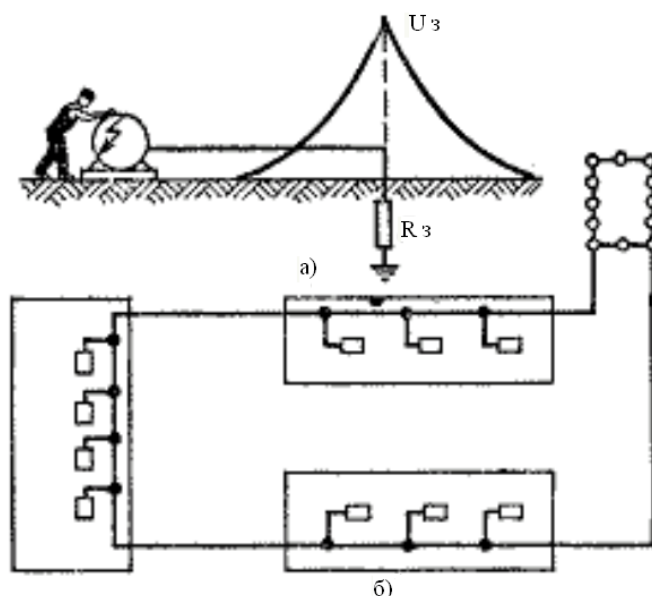


Рис.2. Выносное заземление: а-принципиальная схема, б-план

При контурном заземлении (рис.3) заземлители располагаются по контуру вокруг заземляемого оборудования, при этом поля растекания отдельных заземлителей накладываются, и разность потенциалов между точками поверхности внутри контура уменьшается. Для большего выравнивания потенциалов внутри контура прокладывают горизонтальные металлические полосы, соединенные с заземлителями-выравнивание потенциалов.

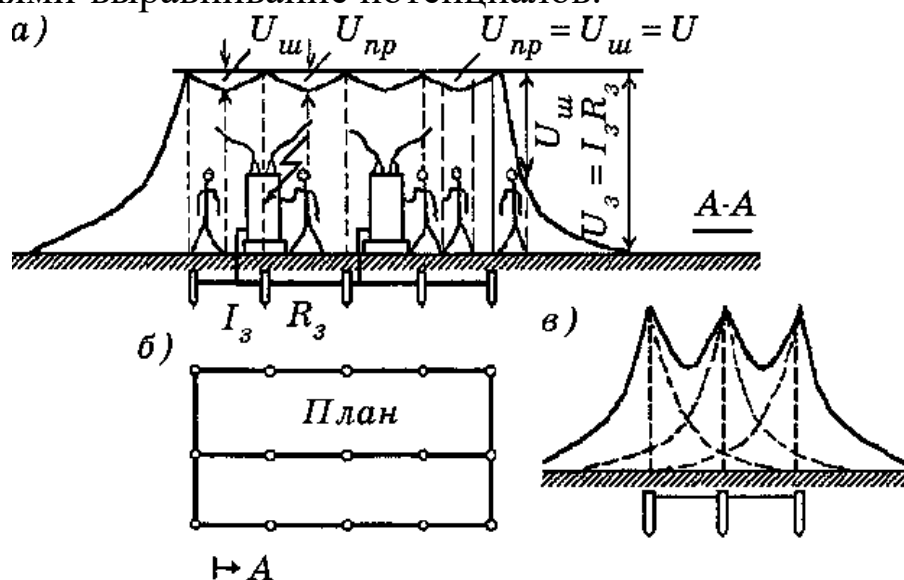


Рис.3. Контурное заземление: а-разрез; б-план; в-распределение потенциалов

Все элементы заземляющих устройств соединяются сваркой. Заземляющие проводники соединяются с заземляемым оборудовани-

ем при помощи болтов, винтов, шпилек из металла, стойкого к коррозии или покрытых таким металлом, как и контактные площадки.

Для сетей до 1000 В сопротивление защитного заземления не должна превышать 4 Ом.

### **Порядок выполнения работы**

- Включить тумблер «Устр»
- Поставить переключатель « $R_{\text{чел}}$ » в положение 1, что соответствует сопротивлению тела человека  $R_{\text{чел}}=1000$  Ом.
- Поставить  $R_1=R_2=R_3=\text{const}$ ,  $C_1=C_2=C_3=\text{const}$ .
- По показаниям миллиамперметра записать величину тока, проходящего через человека.
- Включить тумблер « $r_3$ », имитирующий соединение корпуса с заземляющим устройством, и записать ток, проходящий через тело человека.
- Отключить все тумблеры.

### **Содержание отчета**

Отчет должен включать:

- Принципиальную схему защитного заземления;
- Результаты замера тока, протекающего через человека, и выводы о возможных мероприятиях по повышению эффективности защитного заземления.

## Лабораторная работа №2

### Исследование эффективности зануления

#### Цель работы:

проверить измерением эффективность действия зануления в сети с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000 В.

#### Общие сведения

Занулением называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением (рис.4).

Задача зануления: устранение опасности поражения людей током при замыкании на корпус. Принцип действия зануления – превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание, т.е. замыкание между фазным и нулевым проводами с целью создания большого тока, способного обеспечить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную установку от питающей сети. Такой защитой являются плавкие предохранители или автоматические выключатели, устанавливаемые перед потребителями энергии для защиты от токов короткого замыкания. Скорость отключения поврежденной установки, т.е. время с момента появления напряжения на корпусе до момента отключения установки от питающей электросети, составляет 5-7 с при защите установки плавкими предохранителями и 1-2 с при защите автоматами.

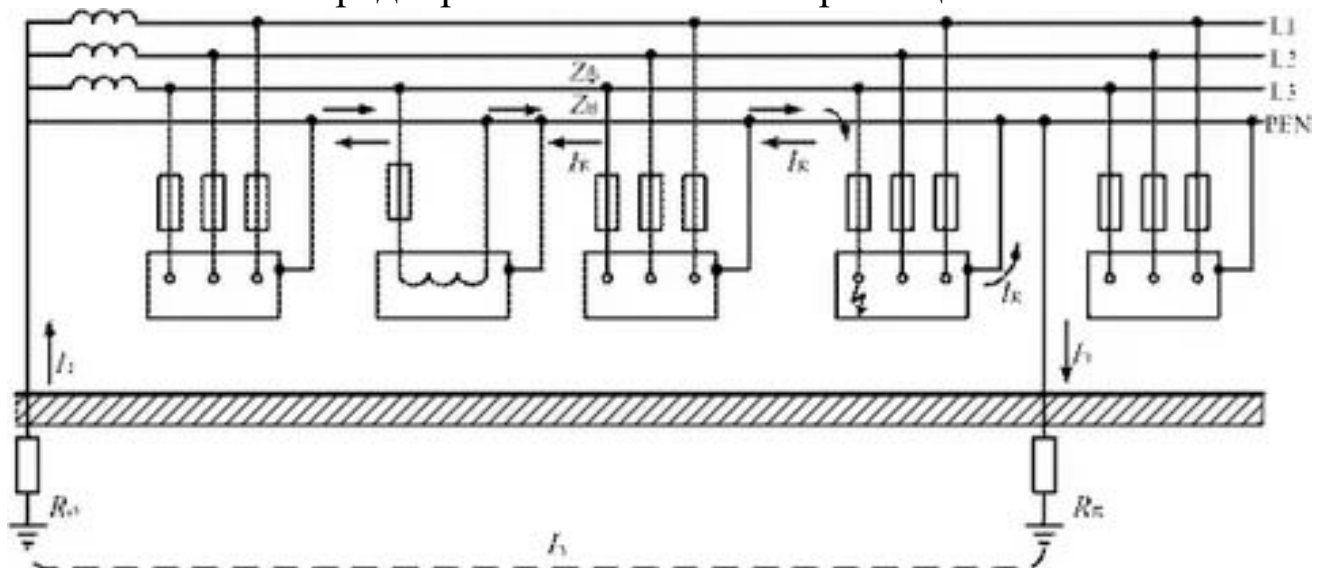


Рис.4. Принципиальная схема зануления

Область применения зануления – трехфазные четырехпроводные сети напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью.

### **Порядок выполнения работы**

- Включить тумблер «У<sub>стр</sub>».
- Включить тумблер «R<sub>0</sub>», имитирующий заземленный режим нейтрали.
- Создать режим K<sub>з</sub>, включив тумблер «R<sub>чел</sub>» в положении 1.
- Включить тумблер «ЗАНУЛЕНИЕ», фиксировать автоматическое отключение установки.

### **Содержание отчета**

Отчет должен включать:

- Принципиальную схему зануления.
- Выводы о возможных мероприятиях по повышению эффективности зануления.

### **Контрольные вопросы**

1. Сущность защитного заземления.
2. Область применения защитного заземления.
3. Сущность зануления.
4. Область применения зануления.

### **Библиографический список**

- 1.Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / Л.А. Михайлов [и др.]; ред.: Л.А. Михайлов. – СПб.: Питер, 2007. – 301с
2. Основы электробезопасности в электроустановках: учебное пособие / К.Б. Кузнецова; ред.: / К.Б. Кузнецова. – Москва: Высшая школа, 2017. – 195с
- 3.Электробезопасность. Теория и практика / П.А. Долин; ред.:/ П.А. Долин. – Москва: МЭИ, 2012 –284с