

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3
«ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОСВЕЩЕНИЯ»

Казань 2020 г.

Цель работы: изучить количественные и качественные характеристики освещения, оценить влияние типа светильника и цветовой отделки интерьера помещения на освещенность и коэффициент использования светового потока.

Задание студентам:

1. Ознакомиться с работой установки
2. Ознакомиться с работой люксметра-пульсметра.
3. Измерить освещенность, создаваемую различными источниками света.
4. По измеренным значениям освещенности определить коэффициент использования осветительной установки.
5. Составить отчет о работе.

Введение

Любая сфера жизнедеятельности: производственная, социальная, культурно-бытовая - требуют организации освещения помещений, дорог, транспортных средств, объектов, сооружений и многого другого.

В относительных единицах электроэнергия, затрачиваемая на освещение, может показаться незначительной, но в абсолютных цифрах представляет собой весьма внушительную величину. Более того, мировые тенденции таковы, что по мере развития производительных сил, доля энергии, затрачиваемой на освещение, возрастает.

Общепризнанно, что естественное освещение является наиболее благоприятным для человека, как в физиологическом, так и в психологическом плане. Однако производственная деятельность человека не укладывается в рамки светового дня, а существующие источники света не настолько эффективны, чтобы заменить дневное освещение, как по спектральному составу, так и по временной изменчивости. Выход нужно искать в интегрировании искусственного и естественного освещения при максимальном использовании последнего. Эта точка зрения в настоящее время является общепринятой не только среди врачей – гигиенистов, но и среди лиц, занимающихся поиском новых подходов к энергосбережению в освещении. Очевидно, что этот аспект должен превалировать при проектировании новых и реконструкции старых зданий и сооружений. С учётом этих факторов должно устанавливаться и искусственное освещение: ряды одновременно включаемых ламп должны располагаться вдоль окон, должно практиковаться приближение светильников к рабочим поверхностям с целью увеличения освещенности в данный момент и в данном месте, изменение направления светового потока с помощью поворота отражающих и рассеивающих элементов осветительного прибора и т.п., а главное – применение систем управления светом.

Таким образом, при внедрении энергоэффективного освещения, необходимо, наряду с экономией энергии, повышать уровни освещённости, равномерность освещённости, снижать блескость источников света и удовлетворять прочим качественным показателям освещения.

1. Общие сведения

Эффективность электроосвещения оценивается расходом электроэнергии на освещение 1 м² площади помещений. Введенный с 1 января 1995 года федеральный стандарт США Ashrae/IES 90.1-90R устанавливает расход электроэнергии на освещение 1 м² помещения в размере 1,4-20,4 Вт при норме освещенности E=500 лк. Эту величину можно взять за основу при построении концепции энергосбережения в освещении. Следует отметить и такие показатели освещения, как уровень цветопередачи и уровень пульсаций светового потока. С учетом вышеизложенного и коэффициента использования светового потока в помещениях, равного 0,7, необходимы светильники со световой эффективностью не менее 35,7 лм/Вт. Уровень цветопередачи должен быть не менее 0,8, а уровень пульсаций светового потока - не менее 0,1 без акустических шумов в звуковом (20 Гц - 20 кГц) диапазоне.

В зависимости от источника света освещение может быть трех видов: *естественное, искусственное и совмещенное (смешанное).*

1.1. Светотехнические характеристики освещения

Для оценки освещения используются светотехнические характеристики, принятые в физике.

Видимое излучение – участок спектра электромагнитных колебаний в диапазоне длин волн от 380 до 770 нм (1 нм = 10⁻⁹ м), регистрируемых человеческим глазом.

Световой поток F – мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею зрительному ощущению. За единицу светового потока принят люмен (лм). Световой поток в 1 лм белого света равен 4,6·10⁻³Вт (1 Вт = 217 лм).

Сила света I_α - пространственная плотность светового потока:

$$I_{\alpha} = dF / d\omega \quad (1),$$

где: *dF* – световой поток (лм), равномерно распределяющийся в пределах телесного угла *dω*. Единица измерения силы света - кандела (кд), равная световому потоку в 1 лм (люмен), распространяющемуся внутри телесного угла в 1 стерадиан.

Освещенность – поверхностная плотность светового потока, люкс (лк):

$$E = dF / dS \quad (2),$$

где: *dS* – площадь поверхности (м²), на которую падает световой поток *dF*.

Яркость B – поверхностная плотность силы света в заданном направлении. Яркость, являющаяся характеристикой светящихся тел, равна отношению силы света в каком-либо направлении к площади проекции

светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к этому направлению.

$$B = I_{\alpha} / dS \cdot \cos \alpha, \quad (3),$$

где I_{α} - сила света, кд; dS - площадь излучающей поверхности, м^2 ; α - угол между направлением излучения и плоскостью, град.

Единицей измерения яркости является $\text{кд}/\text{м}^2$, это яркость такой плоской поверхности, которая в перпендикулярном направлении излучает силу света в 1 кд с площади 1 м^2 .

1.2. Искусственное освещение

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых испытывается недостаток естественного света, а также для освещения помещения в те часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

По принципу организации искусственное освещение можно разделить на два вида: общее и комбинированное.

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

Комбинированное освещение состоит из общего и местного. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания в процессе работы определенной направленности светового потока. *Местное* освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним участках. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях запрещается, так как резкий контраст между ярко освещенными и неосвещенными местами утомляет зрение, замедляет скорость работы и нередко является причиной несчастных случаев.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на *рабочее, аварийное, эвакуационное и охранное*.

Рабочее освещение предусматривается для всех помещений производственных зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта.

Аварийное освещение в помещениях и на местах производства работ необходимо предусматривать, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования может привести к взрыву, пожару, длительному нарушению технологического процесса или работы объектов жизнеобеспечения. Наименьшая освещенность, создаваемая аварийным освещением, должна составлять 5 % освещенности, нормируемой

для рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территории предприятий.

Эвакуационное освещение следует предусматривать в местах, отведенных для прохода людей, в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей в количестве более 50 человек. Это освещение должно обеспечивать на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц освещенность не менее 0,5 лк в помещениях и 0,2 лк на открытой территории.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территории, охраняемой в ночное время. Охранное освещение должно обеспечивать освещенность не менее 0,5 лк на уровне земли.

1.3. Источники искусственного освещения

Лампы накаливания

Лампы накаливания - наиболее распространенный источник света, широко используемый в быту, магазинах и других коммерческих учреждениях. Принцип действия лампы основан на нагревании нити накала, обычно вольфрамовой, при прохождении через нее электрического тока. Лампы накаливания имеют ряд преимуществ, среди которых: низкие первоначальные затраты, великолепное качество цветопередачи, хорошие возможности по управлению степенью концентрации и направлением света, гибкость и удобство применения без необходимости использовать устройства запуска и стабилизации.



Однако лампы накаливания имеют относительно короткий срок службы (обычно 1000 часов), и более 95% энергии в них преобразуется в тепло и только 5% - в свет. Именно эти свойства лам накаливания способствовали развитию современных, более эффективных источников света: галогенных, люминесцентных, компактных люминесцентных и газоразрядных ламп.

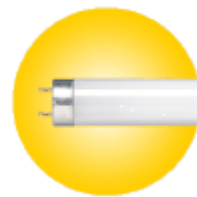
Галогенные лампы.

Галогенные лампы являются компактными источниками света с высокой световой отдачей, преобразившими всю отрасль осветительных приборов. В отличие от обычных ламп накаливания, в галогенных лампах используется галогенный газ, благодаря которому лампы светят ярче без снижения срока службы. По сравнению с лампами накаливания галогенные лампы более эффективны в преобразовании электрической энергии в свет при меньших размерах. Основные преимущества галогенных ламп: используют энергию с большей эффективностью, срок службы в шесть раз больше, чем у ламп накаливания, обладают ярким белым светом, позволяют лучше управлять световым пучком и направлять его с лучшей точностью, имеют компактные размеры, создавая новые возможности для дизайнеров.



Люминесцентные лампы.

Свет в этих лампах возникает в результате преобразования покрытием из люминофора ультрафиолетового излучения газового разряда в видимый свет. Это исключительно эффективный способ преобразования энергии в свет. Благодаря большой излучающей поверхности свет люминесцентных ламп более рассеян и менее направлен, чем у "точечных" источников, таких как лампы накаливания, галогенные или газоразрядные лампы. Это качество в сочетании с высокой эффективностью преобразования электроэнергии в свет делает люминесцентные лампы идеальными для освещения больших помещений: офисов, коммерческих, промышленных и общественных зданий. На выбор потребителю предлагаются лампы теплого белого, холодного белого цветов, а также лампы, свет которых близок к естественному дневному. Предлагаются лампы со стандартным галофосфатным люминофором, отличающиеся низкой ценой, а также с многополосными люминофорами, обеспечивающими лучшую цветопередачу и значительную экономию электроэнергии. *Компактные люминесцентные лампы.*



Появление компактных люминесцентных ламп стало главным прорывом в технологии изготовления люминесцентных ламп.

По сравнению с лампами накаливания компактные люминесцентные лампы обеспечивают: такой же световой поток при потреблении лишь 20% электроэнергии, в 10-12 раз больший срок службы, таким образом эксплуатационные расходы существенно понижаются.

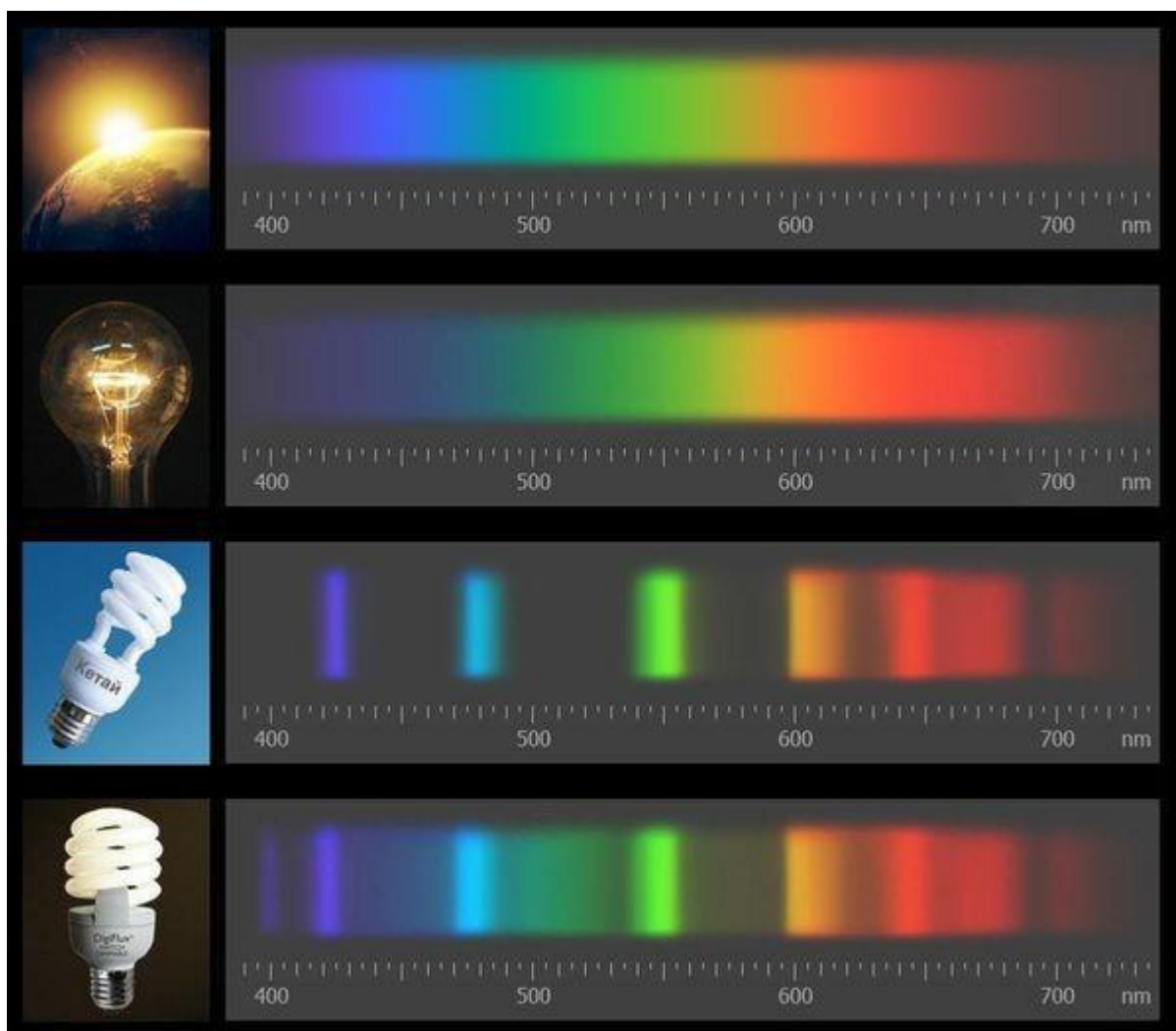


Компактные люминесцентные лампы выделяют меньше тепла и дают больше света, преобразуя 25% электрической энергии в видимый свет (лампы накаливания преобразуют лишь 5% в свет, а остальные 95% - в тепло). Благодаря экономии энергии Вы платите меньше. Их срок службы в 10 раз превышает срок службы у ламп накаливания, так что затраты на техническое обслуживание осветительных приборов также снижаются. Столь значительная экономия, в то же время, не отражается на качестве: точная цветопередача и отсутствие мерцания сохраняются на протяжении всего срока службы лампы.

Газоразрядные лампы.

Принцип действия газоразрядной лампы основан на выделении световой энергии при прохождении электрического тока через газ или пар. Эти лампы обладают высокой энергетической эффективностью и надежностью в течение длительного времени. Почти для всех газоразрядных ламп высокой интенсивности необходимы балласт и пусковое устройство. Существует четыре вида газоразрядных ламп: металлогалогенные лампы; натриевые лампы высокого давления; ртутные лампы высокого давления.





Спектральные характеристики различных источников света

1.4. Нормирование искусственного освещения

Наименьшая освещенность рабочих поверхностей в производственных помещениях устанавливается в зависимости от характеристики зрительной работы и регламентируется строительными нормами и правилами СНиП 23-05-95 “Естественное и искусственное освещение”.

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

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

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

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

В соответствии со СНиП 23-05-95 все зрительные работы делятся на 8 разрядов в зависимости от размера объекта различения и условий зрительной работы. Допустимые значения наименьшей освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях в соответствии со СНиП 23-05-95 приведены в Приложении 1. (В зарубежных нормах размер объекта различения часто указывают в угловых минутах).

Кроме цветности источников света и цветовой отделки интерьера, влияющих на субъективную оценку освещения, важным параметром, характеризующим качество освещения, является коэффициент пульсации освещенности K_Π :

$$K_\Pi = (E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}) / 2E_{\text{ср}} \cdot 100\% \quad (4),$$

где: $E_{\text{макс}}$ - максимальное значение пульсирующей освещенности на рабочей поверхности; $E_{\text{мин}}$ - минимальное значение пульсирующей освещенности; $E_{\text{ср}}$ - среднее значение освещенности.

Нормируемые значения K_Π для газоразрядных ламп

Система освещения		Коэффициент пульсации освещенности, % при разрядах зрительной работы		
		I, II	III	IV-VIII
Общее освещение		10	15	20
Комбинированное освещение	а) общее	20	20	20
	б) местное	10	15	20

Пульсации освещенности на рабочей поверхности не только утомляют зрение, но и могут вызывать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта за счет появления стробоскопического эффекта. *Стробоскопический эффект* – кажущееся изменение или прекращение движения объекта, освещаемого светом, периодически изменяющимся с определенной частотой. Например, если вращающийся белый диск с черным сектором освещать пульсирующим световым потоком (вспышками), то сектор будет казаться: неподвижным при частоте $f_{\text{всп}} = f_{\text{вращ}}$, медленно вращающимся в обратную сторону при $f_{\text{всп}} > f_{\text{вращ}}$, медленно вращающимся в ту же сторону при $f_{\text{всп}} < f_{\text{вращ}}$, где $f_{\text{всп}}$ и $f_{\text{вращ}}$ - соответственно частоты вспышек и вращения диска. Пульсации освещенности на вращающихся объектах могут вызывать видимость их неподвижности, что в свою очередь, может явиться причиной травматизма.

На освещенность рабочих поверхностей в производственном помещении влияют отражение и поглощение света стенами, потолком и другими поверхностями, расстояние от светильника до рабочей поверхности, состояние излучающей поверхности светильника, наличие рассеивателя света и т.д. Вследствие этого полезно используется лишь часть светового потока, излучаемого источником света.

1.5. Коэффициент использования осветительной установки

Расчет искусственного освещения предусматривает: выбор типа источника света, системы освещения и светильника, проведение светотехнических расчетов, распределение светильников и определение потребляемой системой освещения мощности. Величина, характеризующая эффективность использования источников света, называется *коэффициентом использования светового потока или коэффициентом использования осветительной установки* (η) и определяется как отношение фактического светового потока ($F_{\text{факт}}$) к суммарному световому потоку ($F_{\text{ламп}}$) используемых источников света, определенному по их номинальной мощности в соответствии с нормативной документацией:

$$\eta = F_{\text{факт}} / F_{\text{ламп}} \quad (7)$$

Значение фактического светового потока $F_{\text{факт}}$ можно определить по результатам измерений в помещении средней освещенности $E_{\text{ср}}$ по формуле:

$$F_{\text{факт}} = E_{\text{ср}} \cdot S \quad (8),$$

где: S – площадь помещения, м^2 .

При проектировании освещения для оценки светового потока $F_{\text{факт}}$ используется формула:

$$F_{\text{факт}} = E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z \quad (9),$$

где: E – нормируемая освещенность, лм (Приложение 1), K_3 – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников (обычно K_3 – 1,3 для ламп накаливания и 1,5 для люминесцентных ламп). Z – коэффициент неравномерности освещения (обычно $Z = 1,1 - 1,2$).

Отражающие свойства поверхностей помещения можно учесть с помощью коэффициента отражения светового потока ρ . В случае равномерно диффузного отражения, когда отраженный световой поток рассеивается с одинаковой яркостью во всех направлениях, яркость участка равномерно диффузно отражающей поверхности равна:

$$B_{\text{отр}} = E \cdot \rho / \pi \quad (10),$$

где E – освещенность поверхности.

2. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из макета производственного помещения, оборудованного различными источниками искусственного освещения, и люксметра-пульсаметра для измерения значений освещенности и коэффициента её пульсаций. Макет и люксметр-пульсаметр устанавливаются на стол лабораторный.

Внешний вид макета представлен на рис.1. Макет имеет каркас 1 из алюминиевого профиля, пол 2, потолок 3, боковые стенки 4, заднюю стенку и переднюю стенку 5. Задняя и боковые стенки являются съемными и могут устанавливаться любой из двух сторон внутрь макета помещения, фиксируясь в проемах каркаса с помощью магнитных защелок. Одна сторона стенок окрашена в светлые тона, другая - в темные тона, при этом нижняя окрашенная половина стенки темнее верхней.

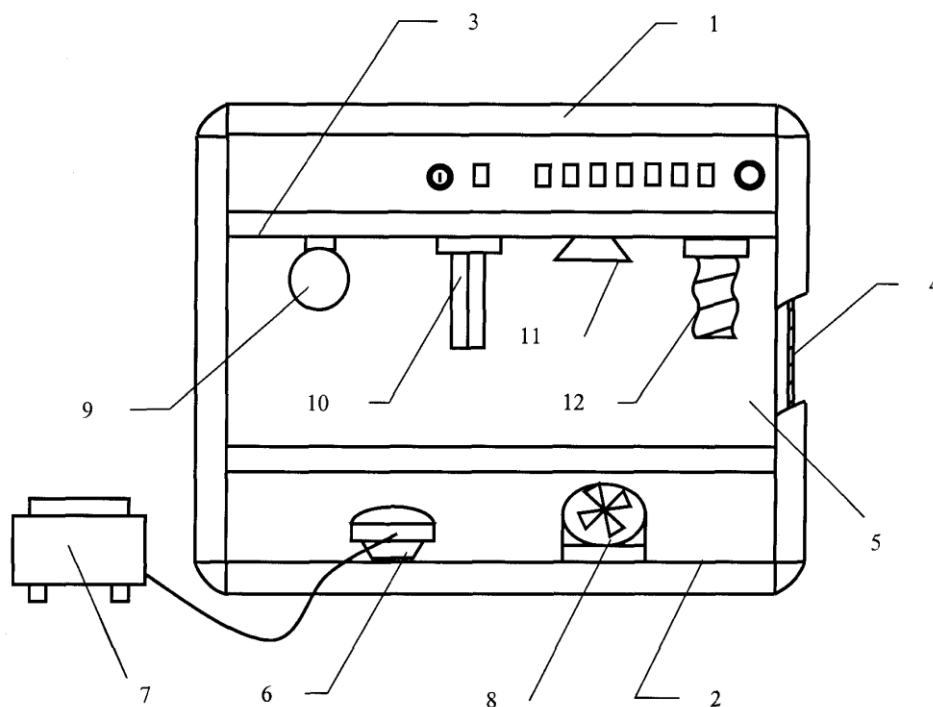


Рис.1. Внешний вид макета:

1-каркас, 2- пол, 3-потолок, 4- боковые стенки, 5-передняя стенка, 6- измерительная головка люксметра-пульсаметра, 7- люксметр-пульсаметр, 8- вентилятор, 9-патроны с лампами накаливания, 10-патроны с люминесцентными лампами типа КЛ9 , 11- патрон с галогенной лампой, 12- патрон с люминесцентной лампой типа СКЛЭН

Передняя стенка 5 жестко вмонтирована в каркас и выполнена из тонированного прозрачного стекла.

В передней нижней части каркаса 1 предусмотрено окно для установки измерительной головки 6 люксметра-пульсаметра 7 внутрь каркаса.

На полу 2 размещен вентилятор 8 для наблюдения стробоскопического эффекта и охлаждения ламп в процессе работы.

На потолке 3 размещены 7 патронов, в которых установлены две лампы накаливания 9, три люминесцентные лампы 10 типа КЛ9, галогенная лампа люминесцентная лампа 12 типа СКЛЭН с высокочастотным преобразователем. Вертикальная проекция ламп отмечена на полу 2 цифрами, соответствующими номерам ламп на лицевой панели макета.

Включение электропитания установки производится автоматом защиты, находящимся на задней панели каркаса, и регистрируется сигнальной лампой, расположенной на передней панели каркаса.

На передней панели каркаса (рис.2) расположены органы управления и контроля, в том числе:

- лампа индикации включения напряжения сети;
- переключатель для включения вентилятора;
- ручка регулирования частоты вращения вентилятора;
- переключатели (1-7) для включения ламп.

Электропитание ламп накаливания и люминесцентных ламп осуществляется от разных фаз. Схема позволяет включать отдельно каждую лампу с помощью соответствующих переключателей, расположенных на передней панели каркаса (рис.2).

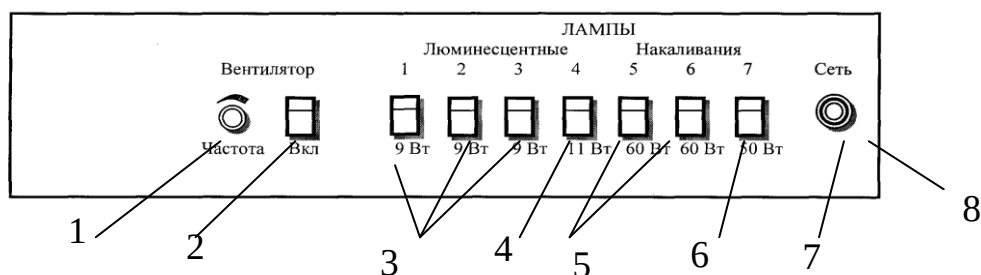


Рис.2. Передняя панель каркаса:

1-ручка регулирования частоты вращения вентилятора, 2-переключатель для включения вентилятора, 3-переключатель для включения люминесцентной лампы 9Вт, 4- переключатель для включения люминесцентной лампы 11Вт, 5-переключатель для включения лампы накаливания 60Вт, 6- переключатель для включения галогенной лампы 50Вт, 7- лампа индикации включения напряжения сети, 8-передняя панель каркаса.

Конструктивно люксметр-пульсаметр состоит из двух функциональных блоков: фотометрической головки (1) и блока обработки сигнала (2), связанных между собой гибким многожильным кабелем (рис. 3).

Порядок работы с прибором следующий:

- включите прибор кнопкой «ВКЛ/ВЫКЛ»;
- для правильного обнуления прибора произвести затемнение датчика прибора и нажмите кнопку «HOLD» (процесс обнуления сопровождается надписью на индикаторе: «ПОДОЖДИТЕ, ИДЕТ ИЗМЕРЕНИЕ»)

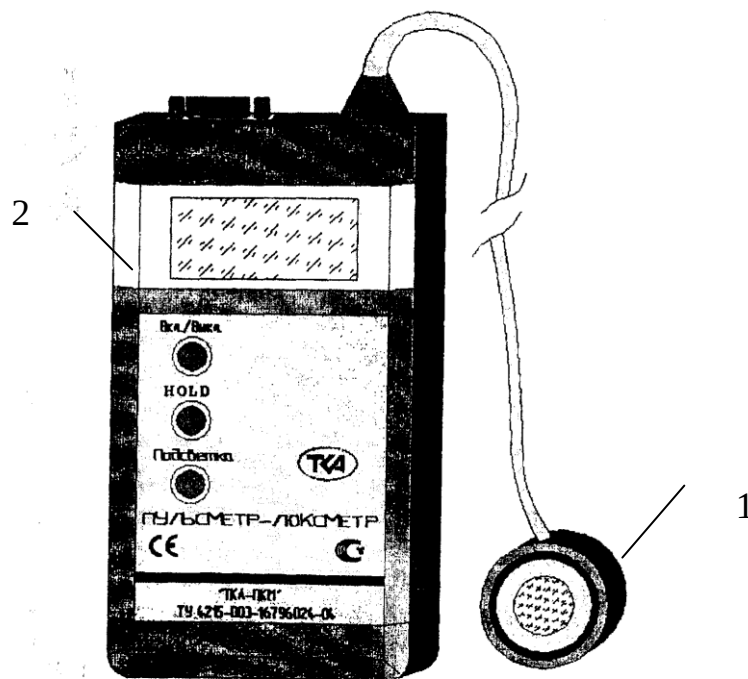


Рис.3 Люксметр – пульсаметр:

1 - фотометрическая головка, 2 - блок обработки сигнала

3. Требования безопасности при выполнении лабораторной работы

3.1. К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторной установки, принципом действия и мерами безопасности при проведении лабораторной работы.

3.2. Для предотвращения перегрева установки при длительной работе ламп необходимо включить вентилятор.

3.3. После проведения лабораторной работы отключить электропитание стенда и люксметра-пульсаметра.

4. Порядок проведения лабораторной работы

4.1. Установить стенки макета производственного помещения таким образом, чтобы стороны, окрашенные в темные тона были обращены внутрь помещения.

4.2. Включить установку с помощью автомата защиты, находящимся на задней панели каркаса.

4.3. Включить лампы (выбор ламп производится по заданию преподавателя).

4.4. Произвести измерение освещенности с помощью люксметра-пульсаметра не менее чем в пяти точках макета производственного помещения (в центре и углах пола), определить среднее значение освещенности $E_{ср}$.

4.5. Установить стенки макета производственного помещения таким образом, чтобы стороны, окрашенные в светлые тона были обращены внутрь помещения.

4.6. Произвести измерение освещенности не менее чем в пяти точках макета производственного помещения, определить среднее значение освещенности.

4.7. Полученные данные занести в табл. 1.

8. Повторить измерения для другого типа ламп.

4.9. По результатам расчетов сделать вывод об экономичности рассмотренных источников света и целесообразности их использования

4.10. Выключить стенд.

Таблица 2. Номинальное значение светового потока для разного типа ламп и мощности

Тип ламп	Номинальная мощность, Вт	Номин. световой поток, лм
Лампа накаливания	60	730
Лампа накаливания криптоновая	60	800
Лампа люминесцентная КЛ9	9	600
Лампа люминесцентная СКЛЭН	11	700
Лампа галогеновая	50	850

Контрольные вопросы

1. От чего зависит эффективность электроосвещения помещения?
2. Перечислите светотехнические характеристики освещения.

3. Виды искусственного освещения.
4. Перечислите источники искусственного освещения.
5. Как измеряют искусственное освещение.
6. Какие параметры влияют на качество освещения?
7. Перечислите этапы расчета искусственного освещения.
8. Как называется характеризующая эффективность использования источников света и как она определяется?
9. Напишите формулу для определения фактического светового потока $F_{\text{факт.}}$.
10. Для каких целей предназначен прибор люксметр-пульсаметр?

[illegible]

Литература

1. ГОСТ 24940-96. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности. – М.: ГУП ЦПП.- 1997. - 24с.
2. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение М.: Информреклам-издат.1995.-19с.

Приложение 1

Допустимая наименьшая освещенность рабочих поверхностей в производственных помещениях (по СНиП 23-05-95)

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Под-разряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Освещенность, лк			Сочетание нормируемых значений Р и Кп
					Характеристика фона	Комбинированное освещение	Общее освещение	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Наивысшей точности	Менее 0,15	I		малый	Темный	5000	-	20 и 10
			а	малый	средний	4000*	1250	20 и 10
			б	средний	темный	3000	1000	10 и 10
			в	малый	светлый	2500*	750	20 и 10
			г	средний	средний	2000	600	10 и 10
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II		большой	темный	1500	400	20 и 10
				большой	светлый	1000	300	10 и 10
			а	малый	темный	4000*	-	20 и 10
			б	малый	средний	3000*	750	20 и 10
			в	средний	темный	2000*	500	20 и 10
Высокой точности	Свыше 0,3 до 0,5	III		большой	светлый	1000	300	20 и 10
			а	малый	темный	2000	500	40 и 15
			б	малый	средний	1500	400	20 и 15
			в	средний	темный	1000	300	40 и 15
			г	малый	светлый	750	200	20 и 15
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV		большой	средний	750	300	40 и 15
				большой	темный	600	200	20 и 15
			а	малый	светлый	400	200	20 и 15
			б	малый	средний	750	300	40 и 15
			в	средний	темный	500	200	20 и 15
Малой точности	Свыше 1,0 до 5,0	V		большой	светлый	400	200	20 и 15
				большой	средний	300	150	20 и 15
			а	малый	темный	750	300	20 и 15
			б	малый	средний	500	200	20 и 15
			в	средний	темный	400	200	20 и 15

1	2	3	4	5	6	7	8
			в	малый средний большой	светлый средний темный	400	200
			г	средний большой большой	светлый светлый средний	300	150
Грубая (очень малой точности)	Более 5,0	У I	-	Независимо от характеристики фона и контраста объекта с фоном	Независимо от характеристики фона и контраста объекта с фоном	-	150
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах		У II	-	То же	То же	-	200
Общее наблюдение за ходом производст- венного процесса: постоянное							
периодичес- кое при пос- тоянном пре- бывании лю- дей в поме- щении		У III	а	То же	То же	-	75
периодичес- кое при пе- риодическом пребывании людей в помещении			б	То же	То же	-	50
Общее наб- людение за инженерны- ми коммуни- кациями			в	То же	То же	-	50
			г	То же	То же	-	20

* - Для зрительных работ с трехмерными объектами различения при проектировании местного освещения освещенность следует снижать на одну ступень шкалы.