

Лабораторная работа №4а

ИССЛЕДОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

Цель работы: ознакомиться с устройством, принципом действия люксметров; научиться определять естественную освещенность в помещении.

Оборудование: люксметры Ю-116, ТКА –ПКМ (08).

Под естественным освещением понимают освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях, а также через световоды, определяется нормируемым коэффициентом естественной освещенности (КЕО), регламентируемым в зависимости от функционального назначения помещения.

Естественное освещение подразделяется на *боковое, верхнее и комбинированное*. **Боковое** естественное освещение - это естественное освещение помещения через световые проемы в наружных стенах. *Одностороннее боковое* естественное освещение организуется за счет светопроемов, расположенных в одной стене. *Двухстороннее боковое* естественное освещение организуется за счет светопроемов, расположенных в плоскости двух стен.

Верхнее естественное освещение осуществляется через крышные светоаэрационные фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот зданий или световодами.

Комбинированным естественным освещением помещений является сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Если в помещении коэффициент естественной освещенности (КЕО) в точке нормирования ниже **0,1%**, такое помещение классифицируется как помещение **без естественного света**.

Помещение, в котором коэффициент естественной освещенности в точке нормирования ниже нормированного значения для естественного освещения классифицируется как помещения с недостаточным естественным светом.

Помещения, в которых работающий находится большую часть (более 50%) или более 2 часов непрерывно своего рабочего времени должны иметь естественное освещение.

Без естественного освещения допускается проектировать помещения при необходимости соблюдения определенного технологического процесса, а также помещения, размещение которых разрешено в цокольных и подвальных этажах зданий и сооружений.

Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в зависимости от времени суток, года, метеорологических условий. Поэтому в качестве критерия оценки

естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной освещенности (КЕО), или e , не зависящий от вышеуказанных параметров и регламентируемый в зависимости от функционального назначения помещения.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) – отношение освещенности в данной точке внутри помещения $E_{вн}$ к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности E_n , создаваемой светом полностью открытого небосвода (не закрытого зданиями, сооружениями, деревьями) выраженного в процентах, т.е.:

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

где $E_{вн}$ – освещенность внутри помещения в контрольной точке, лк;
 E_n – одновременно измеренная освещенность снаружи помещения, лк.

В производственных помещениях глубиной до 6,0 м при **одностороннем** боковом освещении минимальное значение КЕО нормируется в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1,0 м от стены или линии максимального заглубления зоны, наиболее удаленной от световых проемов.

Характерным разрезом помещения является поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или к продольной оси пролетов помещения. В характерный разрез помещения должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

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

Оценка освещенности при боковом естественном освещении производственных помещений сводятся к определению **минимального значения коэффициента естественной освещенности** КЕО.

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

$$e_{cp} = \frac{0,5e_1 + e_2 + \dots + e_{n-1} + 0,5e_n}{n-1},$$

где e_1, e_2, \dots, e_n — значения КЕО в отдельных точках;
 n — число точек контроля освещенности.

Нормируемое по **СП 52.13330.2016** "Естественное и искусственное освещение" значение КЕО зависит от характеристики зрительной работы, наименьшего размера объекта различения, разряда зрительной работы.

Приборы для определения освещенности

Люксметры предназначены для измерения интенсивности светового потока и рассеянного излучения светового спектра в помещениях различного назначения, на рабочих местах, а также на открытом пространстве.

Различные зарубежные и отечественные компании выпускают целый спектр люксметров различной направленности. При этом приборы проходят ряд испытаний, по завершении которых прибору присваивают индивидуальный номер в Госреестре.

Для выполнения лабораторной работы используются люксметры Ю-116 (рис.1) и люксметр-пульсметр ТКА –ПКМ (08) (рис.2).

Люксметр Ю-116 состоит из фотоэлемента с набором поглотительных насадок и гальванометра. Действие прибора основано на фотоэлектрическом эффекте.

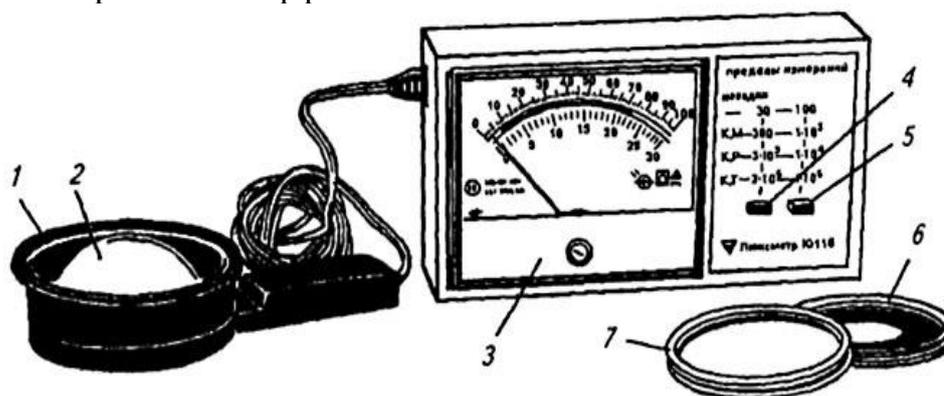


Рисунок 1 Люксметр Ю–116:

1 – селеновый фотоэлемент; 2 – насадка К; 3 –показывающий прибор (гальванометр); 4,5 – кнопки переключения диапазонов измерений (левая: 5...30 лк; правая: 20...100 лк), 6, 7 – насадки М, Р, Т.

Световой поток, падающий на селеновый фотоэлемент, вызывает

электрический ток, величина которого фиксируется стрелкой гальванометра пропорционально величине светового потока.

Прибор имеет две шкалы измерения: от 0 до 30 лк (нижняя) и от 0 до 100 лк (верхняя) и соответствующие им кнопки управления.

При нажатии левой кнопки отсчет показаний ведется по нижней шкале 0 - 30 лк, при нажатии правой - по верхней шкале в пределах 0 - 100 лк.

Наибольшую погрешность измерений прибор дает при малых отклонениях стрелки гальванометра. Поэтому на каждой шкале точкой обозначено допустимое начало измерения. На шкале 0 - 30 лк эта точка находится над отметкой 5 лк, а на шкале 0 - 100 лк - над отметкой 20 лк.

Для измерения больших освещенностей (свыше 100 лк) на фотоэлемент надевают светопоглощительные насадки **К, М, Р, Т**.

Насадка **К** выполнена в виде полусферы из белой светорассеивающей пластмассы и служит для уменьшения косинусной погрешности, связанной с углом падения света на фотоэлемент. Насадка **К** применяется только совместно с одной из насадок **М, Р** или **Т**.

При использовании насадок **К** и **М** коэффициент ослабления светового потока составляет 10, при использовании насадок **К** и **Р** - 100, а насадок **К** и **Т** - 1000.

Показания прибора при использовании насадок умножают на соответствующий коэффициент ослабления.

Люксметр Ю-116 отградуирован для измерения освещенности, создаваемой лампами накаливания. При контроле естественной освещенности показания люксметра следует умножить на 0,8, а при измерении освещенности, создаваемой газоразрядными лампами, показания прибора умножают на следующие поправочные коэффициенты: 1,15 для ламп типа ЛБ; 0,88 – ЛД; 1,2 – ДРЛ.

Прибор ТКА –ПКМ (08) предназначен для измерения коэффициента пульсации источников излучения и освещенности в видимой области спектра 380...760 нм. В основе прибора лежит принцип преобразования сигнала непрерывным образом, основанный на дискретизации аналогового сигнала и дальнейшее преобразование последовательности дискретных отсчетов. Работа идет в дискретном времени с дискретизацией отсчетов, выбираемой встроенным 8-ми канальным 12-ти разрядным АЦП. Отсчеты сигналов представляются в виде двоичных слов. Эти слова затем преобразуются в цифровом процессоре по заданному алгоритму. Для визуализации процесса преобразования сигнала используется знакосинтезирующий жидкокристаллический индикатор.

Область применения

Среди показателей качества световой среды особое место занимает пульсация освещенности. Известно, что колебания освещенности с

частотой 100 Гц, превышающей критическую частоту слияния световых мельканий, зрительно не воспринимаются, однако отрицательное воздействие пульсации освещенности на биоэлектрическую активность мозга подтверждена многочисленными исследованиями. Установлено также возрастание отрицательного действия колебаний света на организм человека с увеличением глубины колебаний. Это определяет требования к ограничению глубины пульсации освещенности при изменении во времени светового потока.

Устройство и принцип работы.

Приборы комбинированные выпускаются в компактном портативном исполнении из двух функциональных блоков: фотометрической головки и блока обработки сигнала, связанных между собой гибким многожильным кабелем (рис. 2).



Рисунок 2. Внешний вид прибора ТКА –ПКМ (08)

На лицевой стороне блока обработки сигнала расположены следующие органы управления и индикации:

жидкокристаллический индикатор;

кнопка питания Вкл./Выкл.;

кнопка управления Режим;

кнопка подсветки индикатора Подсветка;

Фотоприёмный элемент формирующими спектральные характеристики, располагаются в фотометрической головке.

На задней стенке блока обработки сигналов расположена крышка батарейного отсека.

Принцип работы прибора заключается в преобразовании фотоприёмным устройством излучения в электрический сигнал с последующей обработкой его микроконвертором и цифровой индикацией числовых значений коэффициента пульсаций в % и освещенности в лк.

Для измерения желаемой характеристики излучения достаточно расположить фотометрическую головку прибора в плоскости измеряемого объекта.

ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. До начала работы с прибором потребитель должен внимательно ознакомиться с назначением прибора, его техническими данными и характеристиками, устройством и принципом действия, а также с методикой проведения измерений.

2. Эксплуатация прибора допускается только в рабочем наличие элемента питания. Для этого необходимо открыть крышку батарейного отсека на блоке обработки сигнала и при необходимости установить элемент питания.

3. Включите прибор кнопкой Вкл./Выкл.

4. На экране после включения появляется надпись фирмы производителя и название прибора.

5. Для правильного обнуления прибора произвести затемнение датчика прибора и нажать кнопку Режим. Процесс обнуления сопровождается надписью на индикаторе: “ПОДОЖДИТЕ, ИДЕТ ИЗМЕРЕНИЕ”.

6. После пропадания предупреждающей надписи прибор переходит в основной режим измерений. Первая строка « E = » выводит текущую освещённость в лк, во второй строке « Кп = » –коэффициент пульсаций светового потока в %.

В случае измерения освещённости, расположите фотометрическую головку параллельно плоскости измеряемого объекта. Проследите за тем, чтобы на окно фотоприемника не падала тень от оператора, производящего измерения, а также тень от временно находящихся посторонних предметов.

Подождите 2 - 3 сек. и считайте с цифрового индикатора измеренное значение. При увеличении сигнала, создаваемого источником светового потока, в строке E происходит автоматический переход численного значения освещённости в клк. При выходе за пределы измерений освещенности появиться надпись: “ОСВЕЩЕНИЕ ИЗБЫТОЧНО”.

7. Для запоминания измеренного показания на индикаторе прибора необходимо кратковременно нажать кнопку Режим. В правом поле индикатора появится надпись “HOLD”. Для продолжения измерений еще раз нажать кнопку Режим.

8. Если во время работы прибора появится “ЗАМЕНИТЕ БАТАРЕЙКУ”, то необходимо произвести замену элемента питания.

9. Прибор выключается кнопкой Вкл./Выкл.

Требования к проведению замеров

В соответствии с ГОСТ 24940-2016 измерение КЕО проводят в

помещениях, свободных от мебели и оборудования, не затеняемых озеленением и деревьями, при вымытых и исправных стеклах в окнах. Измерение КЕО может также производиться при наличии мебели, затенении деревьями и неисправных или невымытых стеклах, что должно быть зафиксировано при оформлении результатов измерений.

Для измерения КЕО выбирают дни со сплошной облачностью, покрывающей весь небосвод. Искусственное освещение в помещениях на период измерений выключают.

Контрольные точки размещают на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола). Первую и последнюю точки принимают на расстоянии 1 м от поверхности наружных стен и внутренних перегородок (или оси колонн). Число контрольных точек должно быть не менее 5.

При определении коэффициента естественной освещенности проводят одновременные измерения освещенности в контрольных точках внутри помещений $E_{вн}$ и наружной освещенности $E_{нар}$ на горизонтальной площадке, освещаемой всем светом небосвода (например, снаружи на кровле здания или на другом возвышенном месте).

Измерения проводятся двумя наблюдателями с помощью двух люксметров, оснащенных светофильтрами для косинусной и спектральной коррекции фотоэлементов и предварительно проградуированных. Для соблюдения одномоментности измерений освещенности наблюдатели должны быть оснащены хронометрами.

Каждое измерение освещенности внутри помещения должно сопровождаться одновременным измерением внешней освещенности. Измерения в каждой точке для исключения случайных ошибок следует проводить не менее двух раз, полученные результаты следует усреднять.

Порядок выполнения работы

1. Не вынимая прибора из футляра, подключить к нему фотоэлемент с помощью штепсельной розетки, находящейся на боковой стенке прибора. Обратит внимание, чтобы выступ в розетке соответствовал при включении пазу на вилке фотоэлемента.

2. Установить на фотоэлемент одну из поглотительных насадок (начиная с насадки Т), чтобы стрелка прибора находилась в диапазоне измерения шкалы (от 5 до 30 по нижней шкале или от 20 до 100 – по верхней).

3. Произвести измерения **естественной** освещенности вне помещения на расстоянии не ближе 10 м от здания на открытой территории. Располагать фотоэлемент на открытом солнце не следует. В случае отсутствия выхода на улицу, измерения произвести с наружной стороны окна, для чего открыть форточку и положить фотоэлемент на

подоконник со стороны улицы. Полученные показания увеличить в 2 раза.

4. Выключить искусственное освещение в аудитории.

5. Устанавливая соответствующую поглотительную насадку произвести измерения естественной освещенности вдоль стены, противоположной световым проемам, в пяти равноудаленных точках, расположенных на высоте рабочих мест (парт) и на расстоянии 1 метра от стены. Фотоэлемент при этом должен находиться в горизонтальном положении. Тень от человека и посторонних предметов должна отсутствовать.

6. Полученные результаты измерений естественной освещенности занести в таблицу 2.

7. Рассчитать коэффициент *KEO*

8. По таблице 1 определить разряд выполняемой работы, сравнить полученные данные с нормами освещения по **СП 52.13330.2016**, сделать выводы и предложить мероприятия, направленные на нормализацию освещения в данном помещении.

Таблица 1 Гигиенические нормативы показателей естественного, искусственного и совмещенного освещения в основных и вспомогательных помещениях общественных зданий (извлечение из СП 52.13330.2016)

Помещения	Разряд и подразряд зрительной работы	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
			КЕО e_n , %, не менее		КЕО e_n , %, не менее		Освещенность, $E_{ср.}$, лк, не менее			Объединенный показатель дискомфорта UGR, не более	коэффициент пульсации и освещенности, Кп, % не более <3>
			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11
Организации для детей старше 7 лет и молодежи											
Учебные помещения, кабинеты, аудитории, комнаты самоподготовки	А-2	Рабочие столы и парты: на поверхности стола	4,0	1,5	2,1	1,3	-	-	300	21	10
	А-1	Середина доски: В-1,5	-	-	-	-	-	-	500	-	10
Учебные кабинеты черчения и рисования	А-1	Г - на поверхности стола	4,0	1,5	2,1	1,3	-	-	500	21	10
	А-1	В - на доске	-	-	-	-	-	-	500	-	10

Форма отчета
Таблица 2. Результаты замеров

Номер точки измерения	Естественное освещение		КЕО, е, %		
	снаружи здания, $E_{нар}$, лк	в помещении, $E_{вн}$, лк			
		Ю-116	ТКА	Ю-116	ТКА
1					
2					
3					
4					
5					
Фактическая освещенность		$e_{min} =$	$e_{min} =$		

Вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Как измеряется естественная освещенность в производственном помещении?
2. Что такое коэффициент естественного освещения (КЕО)?
3. Перечислите основные требования к организации измерения показателей естественного освещения?
4. Для чего предназначен из чего состоит люксметр Ю116?
5. Для чего предназначен из чего состоит люксметр-пульсметр «ТКА – ПКМ (08)»?
6. Объясните порядок работы с люксметром Ю116.