

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСВЕЩЁННОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ЛЮКСМЕТРА

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Приобретение практических навыков определения естественной и искусственной освещённости рабочих мест, изучение приборов и аппаратуры технических измерений величин освещённости, исследование освещённости в зависимости от силы и высоты расположения источника света и на рабочих местах.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рациональное освещение рабочих мест создает благоприятные условия труда, сохраняет у человека нормальное зрение, способствует улучшению качества выпускаемой продукции или оказываемых услуг и повышению производительности труда. Человеческий глаз воспринимает видимый свет излучения, мощность которого называется световым потоком. Световой поток, падая на поверхность, освещает ее. Плотность потока по освещаемой поверхности называется освещенностью. Для измерения освещенности используют прибор, называемый люксметр.

Нормы производственного освещения предусматривают создание определенного уровня освещенности на рабочих местах, проходах, проездах в зависимости от характера зрительной работы, а также определенных качественных характеристик.

Производственное освещение – это система мер и устройств, обеспечивающих благоприятную работу зрения человека в процессе труда.

Свет представляет собой поток лучистой энергии с длинами волн 740 - 400 нм. **Световой поток** – это количество энергии, излучаемой источником света в единицу времени во всех направлениях, измеряется в люменах (лм).

**Люмен** – световой поток, излучаемый точечным источником света силой в одну канделу (кд) внутри телесного угла в один стерadian (ср).

**Кандела** (свеча) – это сила света, испускаемого с площади  $1/6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$  сечения полного излучателя в направлении, перпендикулярном этому сечению при температуре, равной температуре плавления платины (2042 К) и давлении 101325 Па.

Световой поток определяется по формуле

$$F = J \cdot \omega, \quad (1)$$

где  $J$  – сила света источника, кд;

$\omega$  – телесный угол, ср.

**Люкс** – освещённость, создаваемая световым потоком в один люмен, равномерно распределённым по площади в  $1 \text{ м}^2$ .

Освещённость, лк, определяется по формуле:

$$E = \frac{F}{S}, \quad (2)$$

где  $S$  – поверхность площадью  $1 \text{ м}^2$ .

Различают естественное, искусственное и совмещенное освещение.

Естественное освещение, как наиболее благоприятное следует предусматривать для помещений с постоянным пребыванием людей.

Оно может быть следующих видов:

- боковое освещение помещения - через световые проемы в наружных стенах;
- верхнее естественное освещение помещения - через фонари, световые проемы в стенах, в местах перепада высот здания;
- комбинированное естественное освещение - сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая в помещении освещенность изменяется в широких пределах в зависимости от времени дня, года, состояния облачности и отражающих свойств земного покрова. Поэтому в отличие от искусственного, естественное освещение нельзя задавать количественной величиной освещенности в люксах. Освещение помещения естественным светом характеризуется коэффициентом естественной освещенности (КЕО) - это отношение освещенности внутри помещения к освещенности снаружи. Определяется оно по формуле:

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $E_{\text{вн}}$  – освещенность внутри помещения, лк;

$E_{\text{нар}}$  – освещенность снаружи помещения, лк.

Рассчитанные значения КЕО сравнивают с нормами для данного помещения по СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Наиболее распространенными источниками искусственного освещения (электрическое) являются лампы накаливания и люминесцентные лампы. По назначению искусственное освещение подразделяется на:

- рабочее, предусматривается для всех помещений, зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта;
- эвакуационное - для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения;
- аварийное - освещение безопасности для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения;
- охранное - освещение вдоль границ территории, охраняемой в ночное время;
- дежурное - освещение в нерабочее время;
- бактерицидное;
- эритемное (включает спектр солнечного излучения).

Искусственное освещение бывает: общее, местное, комбинированное.

При общем освещении светильники размещают в верхней части помещения равномерно или над рабочими местами. Местное освещение создается дополнительно к общему светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочем месте. При комбинированном освещении к общему добавляют местное.

Совмещенное освещение – это освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным. Нормирование осуществляется от ряда факторов, например, от назначения освещения, вида освещаемого объекта, характеристики зрительной работы и т.д.

## ОПИСАНИЕ ЛЮКСМЕТРА

**Люксметр "ТКА-ЛЮКС"** предназначен для измерения освещенности в видимой области спектра (380 ÷ 760) нм, создаваемой различными источниками, произвольно пространственно расположенными, диапазоне освещенности.

**Область применения.** Промышленные предприятия и организации (службы охраны труда и техники безопасности, службы главного энергетика), учебные заведения, научные центры, музеи, библиотеки и архивы, предприятия транспорта и связи, центры метрологии и сертификации, медицинские учреждения, центры Госсанэпиднадзора, аттестация рабочих мест, сельское хозяйство и многие другие. Прибор измерения освещенности для работы с фотолюминесцентными материалами (в т.ч. для получения лицензии МЧС. Диапазоны измерения указаны в ГОСТ 12.2.143-2009).

Таблица 1 - Технические характеристики люксметра "ТКА-ЛЮКС"

Диапазон измерений освещенности	10 ÷ 200 000 лк
Основная относительная погрешность измерений освещённости	± 6,0 %
Включая нелинейность световой характеристики	± 2,0 %
Включая пределы допускаемой относительной погрешности, вызванной отклонением относительной спектральной чувствительности от относительной спектральной световой эффективности	± 4,0 %
Включая пределы допускаемой относительной погрешности градуировки по источнику А	± 3,0 %
Включая пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности, вызванной пространственной характеристикой фотометрической головки люксметра (не более) при углах: — 5° — 15° — 30° — 60°	± 0,5 % ± 1,0 % ± 5,0 % ± 15,0 %
Пределы дополнительной относительной погрешности прибора при измерении оптических величин, за счет изменения чувствительности фотометрической головки при изменении температуры воздуха в зоне измерений на каждые 10 °С	± 3,0 %
Жидкокристаллический дисплей	3½ разряда
Температура окружающего воздуха	0 ... +40 °С
Относительная влажность воздуха при температуре окружающего воздуха 25°С	до 85 %
Атмосферное давление	84 ÷ 106,7 кПа
Элемент питания - типоразмер батареи «Крона»	9 В
Измерительный блок	155x77x40 мм
Фотометрическая головка	Ø36x21 мм
Масса прибора	0,4 кг

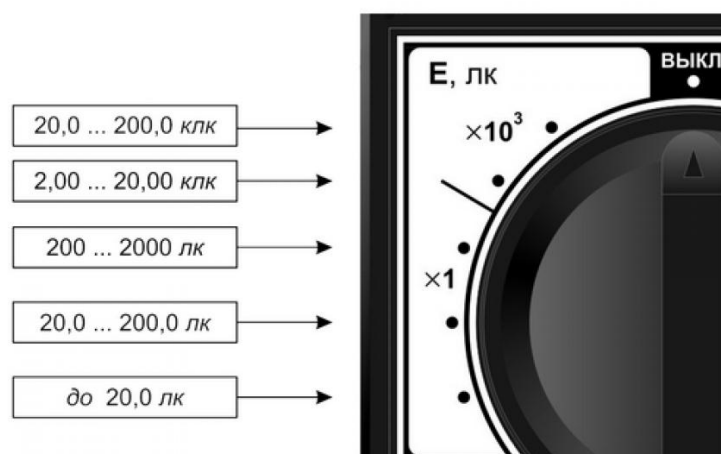


Рисунок 1 – Настройки диапазона измерения прибора

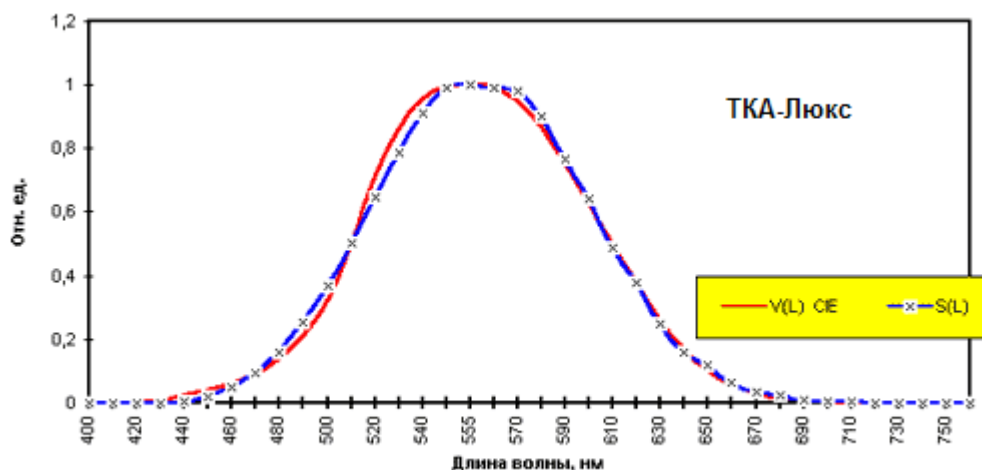


Рисунок 2 – Относительная спектральная чувствительность люксметра

### ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ И ЛЮКСМЕТРА

Установка состоит из лабораторного штатива (1), в верхней части которого неподвижно укреплены светильник с люминесцентной лампой (2) и светильник лампой накаливания (3). На стойке штатива подвижно смонтирована площадка (5) – имитатор рабочего места, на которую закрепляют фотоэлемент (4) со сменными насадками. Фотоэлемент подключают через штепсельный разъём к люксметру (7), регистрирующему освещённость рабочего места в опытах. Лампу накаливания подключают в сеть через ЛАТР (лабораторный автотранспортер) (6) для вариации силы источника света (3).

Люксметр состоит из измерителя и датчика. В пластмассовом корпусе измерителя находятся: прибор магнитоэлектрической системы, усилитель на микросхемах, переключатель рода работ, элементы электрических цепей и батареи питания. На передней панели измерителя расположены: отсчётное устройство и корректор, кнопки переключателя вида работ и насадки диапазонов измерений. На левой боковой стенке корпуса измерителя есть штепсельный разъём для подключения фотоэлемента (ФЭС).

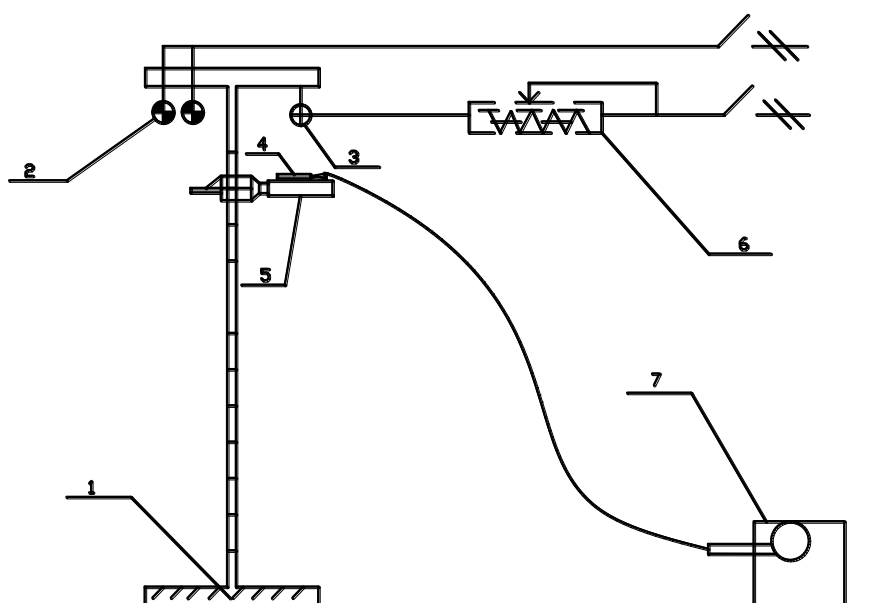


Рис. 3. Принципиальная схема лабораторной установки:

1 – штатив; 2 – светильник с лампами дневного света; 3 – светильник с лампой накаливания; 4 – датчик освещенности; 5 – площадка-имитатор рабочего места (передвижная); 6 – ЛАТР; 7 – люксметр фотоэлектрический переносной

Датчик (фотоэлемент селеновый) смонтирован в пластмассовом корпусе, соединяется с вторичным прибором электропроводом с вилкой. В комплект прибора входят: насадки М, Р, Т для разных диапазонов измерений и корригирования люксметра по спектральной чувствительности. Насадка К применяется только совместно с насадками М, Р, Т, являясь устройством для предохранения фотоэлемента от механических повреждений и для исправления косинусной погрешности люксметра (учёт угла падения света).

Наименьшую погрешность измерения прибор даёт, работая в горизонтальном положении. Во время работы люксметра необходимо периодически проверять установку стрелки измерителя на 0 и в случае необходимости выверять это положение корректором.

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

### **Определение естественной освещённости**

Подготовить люксметр к работе: кнопкой «Контроль питания» проверить напряжение батарей (стрелка прибора должна отклониться на чёрный сектор шкалы); нажать кнопку «Выкл.» и проверить нулевое положение стрелки прибора; корректором установить «0»; подключить к измерителю фотоэлемент.

На рабочем столе (по указанию преподавателя) произвести 4 - 6 измерений освещённости при полностью выключенном искусственном освещении в лаборатории, результаты занести в таблицу 2. Снаружи лаборатории провести также 4 - 6 замеров освещённости и результаты занести в таблицу 2.

Рассчитать средние значения естественной освещённости по формуле 3. Данные занести в таблицу 2.

Полученные результаты сравнить с санитарными нормами освещённости СНиП 23-05-95 для горизонтальной рабочей плоскости. При проектировании величины освещённости учитывается световой пояс, местоположение объекта, технические измерения, поэтому по СНиП 23-05-95 определяют номер светового пояса Волгоградской области, коэффициент светового климата Т и коэффициент солнечного климата С, зависящие от светового пояса и расположения световых проёмов по сторонам света. Затем рассчитывают нормативное значение КЕО, % по формуле (4) (используется только при проектировании):

$$e_H^{IV} = e_H^{III} \cdot m \cdot c, \quad (4)$$

где  $e_H^{III}$  – нормативное значение КЕО для третьего пояса, см. табл.2 приложения;

$m$  – коэффициент светового климата для третьего пояса, составляет 0,9;

$c$  – коэффициент солнечного климата, составляет 0,95.

Сравнив расчётное значение с нормированной величиной КЕО, делают вывод о достаточности расчётной величины естественной освещённости на рабочем месте при данной площади световых проёмов.

### **Определение искусственной освещённости на рабочем месте**

1. Включить светильник с лампами дневного света типа ЛБ. Закрепить фотоэлемент на площадке-имитаторе рабочего места, и подготовить к работе люксметр (рис.1). Произвести замеры освещённости во всех фиксированных положениях площадки-имитатора рабочего места по высоте. Результаты измерений занести в таблицу 1.

2. Выключить светильник с лампами дневного света и включить лампу накаливания. ЛАТР установить на максимальную силу света лампы. [Напряжение 220В].

При фиксированном положении площадки-имитатора рабочего места к светильнику изменять ЛАТРом напряжение лампы накаливания. В 6 - 8 положениях стрелки на шкале вольтметра произвести измерения освещённости. Результаты занести в таблицу 1. По результатам измерений построить графики  $E = f(L, U)$ .

3. Измерить освещённость на рабочих местах 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и занести в таблицу 1. Полученные на рабочих местах результаты сравнить с нормой освещённости по СНиП 23-05-95.

Таблица 1 - Результаты измерений освещённости

1	2	3	Естественная освещённость					Искусственная освещённость						
			4	Измеренная		7	8	Измерение освещённости на рабочих местах						
				5	6			Лампа дневного света		Лампа накаливания		Лаборатория		
								9	10	11	12	13	14	15
Наименование помещения для исследования освещённости	Плоскость измерения Г – горизонтальная, В – вертикальная	№ измерения	Расстояние от источника света внутри помещения, м	Внутри помещения, лк	Снаружи помещения, лк	Экспериментальное значение КЕО, %	Нормативное значение КЕО, %	Расстояние от источника света, м	Освещённость , лк	Напряжение U, В	Освещённость, лк	№ рабочего места	Освещённость, лк	Нормативное значение, лк

### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Сформулировать цель работы.
2. Вычертить структурную схему лабораторной установки с обозначением позиций и элементов.
3. Заполнить табл.1.
4. Построить графики зависимости искусственной освещённости:
  - а) от расстояния источника света до рабочего места  $E = f(L)$



б) от напряжения (силы источника света)  $E = f(U)$



5. Сделать выводы о достаточности естественной и искусственной освещённости на рабочем месте.

### ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

1. Дайте определение производственного освещения.
2. Дайте определение термина и единицы измерения силы света и светового потока.
3. Дайте определение термина, единицы измерения и формулы освещённости.
4. Дайте определение коэффициента естественной освещённости (КЕО), изложите методику его расчёта.
5. Как подразделяется естественное освещение?
6. Как подразделяется искусственное освещение?
7. Каковы устройство и порядок работы люксметра ТКА-ЛЮКС?
8. Изложите кратко порядок выполнения лабораторной работы.
9. Дайте анализ результатов и графических зависимостей, полученных в результате выполненной вами лабораторной работы.
10. Изложите причины нормирования освещённости на рабочих местах.

### ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Лабораторная установка не требует производства каких-либо монтажных и сборочных работ перед опытом. Запрещается студентам производить какие-либо монтажно-сборочные работы.
2. Напряжение питания лабораторной установки 220В переменного тока. Опасно для жизни. Необходимо соблюдать предельную осторожность при пользовании розетками.
3. Перед включением лабораторной установки в электросеть необходимо убедиться в исправности изоляции проводов регулирующих устройств и разъемов электросети.
4. Включение установки в сеть разрешается только с разрешения преподавателя или лаборанта.
5. При измерении освещенности снаружи помещения необходимо соблюдать предельную осторожность при спуске и подъеме по лестнице, особенно в дождь, снег и мороз.
6. Действия по измерениям не требуют применения усилий. Если при приложении небольшого усилия к регулятору нет необходимого изменения, во избежание повреждения прибора, необходимо обратиться к лаборанту.
7. При пользовании люксметром исключаются ударные нагрузки, во избежание повреждения прибора и особенно датчика.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Нормы освещённости общественных и вспомогательных зданий (СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение)

Помещения	Высота плоскости замера над полом, м: Г – горизонтальной, В – вертикальной	Искусственное освещение над полом рабочей поверхности, лк	КЕО, %	
			Верхнее или с боковым освещением	При боковом освещении
Учебные и исследовательские лаборатории, препаратормские химии, вычислительной техники (залы), физики, фотоэлектронные и др.	Г – 0,8	300	–	1,5
Аудитории, методические кабинеты технического черчения и т.п.	В – на середине доски	500	–	–
	Г – 0,8 на рабочих столах	300	–	1,0
Читальные залы, мастерские дерево- и металлообработки	Г – 0,8	300	3	1,0
Машбюро, ИВЦ, деканаты	Г – 0,8	400	4	1,5
Спортзалы и комплексы	Пол	200	3	1,0
	В – 2,0	75	–	–
Фойе, актовые залы, кинозалы, столовые и буфеты	Пол	200	–	–
	В – 0,8	200	2	0,5