

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

Отчет по лабораторной работе №3
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

**Исследование эффективности и качества
искусственного освещения**

Выполнили:

Студенты гр.092-3

Чубарова Е.Д.

Варченко А.А.

Батомункуев П.М.

Лазарева П.С.

Доманова П.О.

Мошкина К.А.

Проверил(а):

Доцент каф. РЭТЭМ

_____ Панина Г.В

2023

1. Цель работы

Измерение основных параметров, характеризующих искусственное освещение помещений; ознакомление с методиками его нормирования и расчета.

2. Теоретический материал

Освещение – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Оно влияет на настроение и самочувствие, определяет эффективность труда.

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – одно из важнейших условий создания благоприятных и безопасных условий труда. Около 80 % из общего объема информации человек получает через зрительный аппарат.

Качество получаемой информации во многом зависит от освещения:

неудовлетворительное в количественном или качественном отношении освещение не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Нерационально организованное освещение может, кроме того,

явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени и пульсации освещенности ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие

наблюдаемого объекта. Поэтому рациональное освещение помещений и рабочих мест – одно из важнейших условий для создания благоприятных и безопасных условий труда. В зависимости от источника света освещение

может быть трех видов: естественное, искусственное и совмещенное (смешанное). Для гигиенической оценки освещения используются

светотехнические характеристики, принятые в физике. Видимое излучение – участок спектра электромагнитных колебаний в диапазоне длин волн от 380 до 770 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$), регистрируемых человеческим глазом. Световой поток F – мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею зрительному ощущению. За единицу светового потока принят люмен (лм).

Сила света I – пространственная плотность светового потока:

$$I = dF/d\omega ,$$

где dF световой поток (лм), равномерно распределяющийся в пределах телесного угла $d\omega$. Единица измерения силы света – кандела (кд), равная световому потоку в 1 лм (люмен), распространяющемуся внутри телесного угла в 1 стерадиан.

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

$$E=dF/dS ,$$

где dS – площадь поверхности, 2 м ; 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:

$$B = (I/dS)*\cos\alpha,$$

где I – сила света, кд; dS – площадь излучающей поверхности, 2 м ; α – угол между направлением излучения и плоскостью, 1 рад . Единицей измерения яркости является кд/ м^2 , это яркость такой плоской поверхности, которая в перпендикулярном направлении излучает силу света в 1 кд с площади 1 м^2 .

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 три вида: общее, местное 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. В качестве источников искусственного освещения применяются лампы накаливания и газоразрядные лампы. В лампах накаливания источником света является раскаленная вольфрамовая проволока. Эти лампы дают непрерывный спектр излучения с повышенной (по сравнению с естественным светом) интенсивностью в желто-красной области спектра. По конструкции лампы накаливания бывают вакуумные, газонаполненные, в том числе галогенные.

Общим недостатком ламп накаливания является сравнительно небольшой срок службы (менее 2000 ч) и малая световая отдача (отношение создаваемого лампой светового потока к потребляемой электрической мощности) (8–20 лм/Вт). В промышленности они находят применение для организации местного освещения.

Наибольшее применение в промышленности находят газоразрядные лампы низкого и высокого давления. Газоразрядные лампы низкого давления, называемые люминесцентными, содержат стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором, наполненную дозированным количеством ртути (30–80 мг) и смесью инертных газов под давлением около 400 Па. На противоположных концах внутри трубки размещаются электроды, между которыми, при включении лампы в сеть, возникает газовый разряд,

сопровождающийся излучением преимущественно в ультрафиолетовой области спектра. Это излучение, в свою очередь, преобразуется люминофором в видимое световое излучение. В зависимости от состава люминофора люминесцентные лампы обладают различной цветностью. В последние годы появились газоразрядные лампы низкого давления со встроенным высокочастотным преобразователем. Газовый разряд в таких лампах (называемый вихревым) возбуждается на высоких частотах (десятки кГц) за счет чего обеспечивается очень высокая светоотдача. К газоразрядным лампам высокого давления (0,03–0,08 МПа) относят дуговые ртутные лампы (ДРЛ). В спектре излучения этих ламп преобладают составляющие зелено-голубой области спектра. Основными достоинствами газоразрядных ламп является их долговечность (свыше 10000 ч), экономичность, малая себестоимость изготовления, благоприятный спектр излучения, обеспечивающий высокое качество цветопередачи, низкая температура поверхности. Светоотдача этих ламп колеблется в пределах от 30 до 105 лм/Вт, что в несколько раз превышает светоотдачу ламп накаливания.

Известны два подхода к нормированию освещенности рабочих поверхностей. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03» определяет наименьшую освещенность рабочих поверхностей в производственных помещениях в зависимости от вида производимой деятельности, а СНиП 23–05–95 «Естественное и искусственное освещение» – в зависимости от характеристики зрительной работы, определяемой минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона. В этом документе используются следующие основные понятия:

- 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; среднесветлым при коэффициенте отражения от 0,2 до 0,4; темным при коэффициенте отражения менее 0,2.
- Контраст объекта различения с фоном определяется отношением абсолютной величины разности яркостей объекта V_o и фона V_f к

наибольшей из этих двух яркостей. Контраст считается большим при значениях более 0,5; средним – при значениях от 0,2 до 0,5; малым – при значениях менее 0,2.

В соответствии со СНиП 23–05–95 все зрительные работы делятся на 8 разрядов и 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 табл. 1 (в зарубежных нормах размер объекта различения часто указывают в угловых минутах).

Еще одним важным параметром, характеризующим качество освещения, является его пульсация, которая возникает из-за питания источников света переменным напряжением. Особо большие значения она имеет при использовании малоинерционных источников света, которыми являются люминесцентные лампы. Пульсации освещенности на рабочей поверхности не только утомляют зрение, но и могут вызывать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта за счет появления стробоскопического эффекта – кажущегося изменения или прекращения 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 $f_{всп} = f_{вращ}$, медленно вращающимся в обратную сторону при $f_{всп} > f_{вращ}$, медленно вращающимся в ту же сторону при $f_{всп} < f_{вращ}$, где $f_{всп}$ и $f_{вращ}$ - соответственно частоты вспышки и вращения диска. Пульсации освещенности вращающихся объектов могут вызывать видимость их неподвижности и быть причиной травматизма.

Величину пульсации освещения характеризуют коэффициентом пульсации освещенности K_p :

$$K_p = (E_{max} - E_{min}) / 2E_{ср}$$

где E_{max} – максимальное значение пульсирующей освещенности на рабочей поверхности; E_{min} – минимальное значение пульсирующей освещенности; $E_{ср}$ – среднее значение освещенности. Значение K_p меняется от нескольких процентов (для ламп накаливания) до нескольких десятков процентов (для люминесцентных ламп). Малое значение K_p для ламп накаливания объясняется большой тепловой инерцией нити накала, препятствующей заметному уменьшению светового потока $F_{лн}$ ламп в момент перехода мгновенного значения переменного напряжения сети через 0.

В то же время, газоразрядные лампы обладают малой инерцией и меняют свой световой поток $F_{лл}$ почти пропорционально амплитуде сетевого напряжения. Поэтому величина коэффициента пульсации освещенности рабочей поверхности стола нормируется для газоразрядных ламп в соответствии с табл. 2, а при работе с ПЭВМ она не должна превышать 5 %.

Для уменьшения коэффициента пульсации освещенности $K_{п}$ люминесцентные лампы включают в разные фазы трехфазной электрической сети. Это хорошо поясняет нижняя кривая на рис. 2, где показан характер изменения во времени светового потока (и связанной с ним освещенности), создаваемого тремя люминесцентными лампами, включенными в фазу А лл (F) и в три различные фазы сети лл (3F). В последнем случае за счет сдвига фаз на $1/3$ периода провалы в световом потоке каждой из ламп компенсируются световыми потоками двух других ламп, так что пульсации суммарного светового потока существенно уменьшаются. При этом среднее значение освещенности, создаваемой лампами, остается неизменным и не зависит от способа их включения. 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 и определяется как отношение фактического светового потока к суммарному световому потоку используемых источников света, определенному по их номинальной мощности в соответствии с нормативной документацией:

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

$$F_{ф} = E_{ср}S,$$

Где S – площадь помещения, m^2 .

Итоги лабораторной работы.

Светлый фон	Светодиодная лампа	Лампа накаливания	Люминесцентная лампа
Центральная точка	330	960	560
Левая верхняя точка	222	660	525

Правая верхняя точка	180	700	835
Правая нижняя точка	250	820	699
Левая нижняя точка	390	850	440
Среднее значение	274,4	798	611,8

Темный фон	Светодиодная лампа	Лампа накаливания	Люминесцентная лампа
Центральная точка	250	667	350
Левая верхняя точка	147	347	260
Правая верхняя точка	107	380	460
Правая нижняя точка	154	511	455
Левая нижняя точка	297	625	285
Среднее значение	191	506	362

*n — относительный показатель преломления для граничащих сред.

$$n = F_{\text{факт}} / F_{\text{лампы}}$$

$$F_{\text{факт}} = E_{\text{ср}} * S$$

Светлый фон

Первая лампа (светодиодная лампа)

$$S = 83 * 65 = 5395$$

$$F_{\text{факт}} = 274,4 * 5395 = 1\,480\,388$$

$$n = 1\,480\,388 / 53 = 27\,931,8$$

Вторая лампа (лампа накаливания)

$$F_{\text{факт}} = 798 * 5395 = 4\,305\,210$$

$$n = 4\,305\,210 / 730 = 5\,897,5$$

Третья лампа (люминесцентная лампа)

$$F_{\text{факт}} = 611,8 * 5395 = 3\,300\,661$$

$$n = 3\,300\,661/600 = 5\,501,1$$

Тёмный фон

Первая лампа (светодиодная лампа)

$$S = 85 * 65 = 5395$$

$$F_{\text{факт}} = 191 * 5395 = 1\,030\,445$$

$$n = 1\,030\,445/53 = 19\,442,4$$

Вторая лампа (лампа накаливания)

$$F_{\text{факт}} = 506 * 5395 = 2\,729\,870$$

$$n = 2\,729\,870/730 = 3\,739,5$$

Третья лампа (люминесцентная лампа)

$$F_{\text{факт}} = 362 * 5395 = 1\,952\,990$$

$$n = 1\,952\,990/600 = 3\,255$$