

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ивановский государственный энергетический  
Университет имени В.И.Ленина»

Кафедра «Безопасности жизнедеятельности»

## **ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ**

Методические указания к лабораторной работе по курсу  
«Безопасность жизнедеятельности»

Иваново – 2009

## **ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Изучение нормируемых качественных и количественных характеристик освещения. Оценка степени влияния отделки интерьера на коэффициент использования (КПД) осветительной установки. Демонстрация преимуществ и недостатков применяемых в настоящее время источников света.

### **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы, производительность, качество труда и безопасность в производственных условиях в значительной мере зависят от условий освещения.

По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть двух систем: общее — осуществляемое расположением светильников на потолке помещения; комбинированное — совокупность общего освещения и местных светильников, расположенных непосредственно на рабочих местах. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается.

#### **1.1. ИСТОЧНИКИ СВЕТА**

В качестве источников света традиционно применяются электрические лампы накаливания и газоразрядные лампы. Однако в последние несколько лет, благодаря развитию технологии, стали активно развиваться светодиодные источники света.

Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Они удобны в эксплуатации, легко монтируются, дешевы, работают в широком диапазоне температур окружающей среды, однако обладают низкой световой отдачей (отношением создаваемого лампой светового потока к потребляемой электрической мощности) 10...20 лм/Вт, тогда как при идеальных условиях 1 Вт соответствует 683 лм, сравнительно небольшим сроком службы до 2500 ч; их спектральный состав сильно отличается от естественного света, нарушается правильная цветопередача. В промышленности они находят применение для организации местного освещения.

Наибольшее применение в промышленности находят *газоразрядные лампы* низкого и высокого давления - приборы, в которых излучение света возникает в результате электрического

разряда в атмосфере паров металлов (ртуть, натрий), галогенов (йод, фтор) и инертных газов, а также явления люминесценции. 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 часов), 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.

К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести наличие вредных для биосферы и человека паров ртути и натрия при их разгерметизации, повышенный уровень ультрафиолетового излучения, радиопомехи, сложную и дорогостоящую пускорегулирующую арматуру, длительный период выхода отдельных типов ламп на номинальный режим (для ламп ДРЛ 3...5 мин), невозможность быстрого вторичного включения лампы при кратковременном отключении питающего напряжения.

Основным и существенным недостатком всех газоразрядных ламп является пульсация светового потока, т. е. непостоянство во времени, излучение света, вызванное переменным током в питающей сети и малой инерционностью процессов, сопровождающих работу этих

ламп.

На рисунке 1 изображена синусоида изменения напряжения в сети  $U$  в В и примерная осциллограмма светового потока лампы  $\Phi_{лп}$  в лм и создаваемой им освещенности  $E$  в лк на рабочем месте.

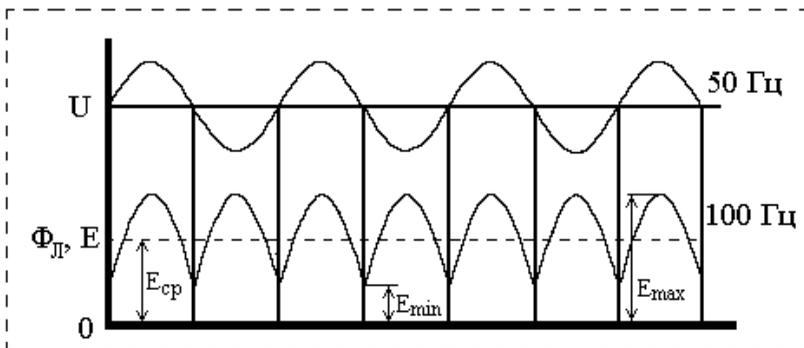


Рисунок 1. Зависимость светового потока от напряжения питания

В момент перехода переменного напряжения через ноль освещенность, создаваемая лампой, достигает минимального значения  $E_{\min}$ , при достижении напряжения максимального значения освещенность принимает значения  $E_{\max}$ . Пульсация освещенности, не всегда заметная глазом, приводит к быстрому утомлению зрения, вызывает в некоторых случаях покраснение глаз, головную боль.

Глубина пульсации оценивается коэффициентом пульсации

$$K_n = (E_{\max} - E_{\min}) / 2E_{\text{ср}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где  $E_{\max}$ ,  $E_{\min}$ ,  $E_{\text{ср}}$  - соответственно максимальная, минимальная и средняя освещенность, создаваемая лампой за период колебаний.

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, провоцируя ошибочные действия операторов, что в свою очередь, может явиться причиной травматизма.

Сглаживание пульсации достигается применением нескольких рядом работающих ламп со сдвигом фаз питающего напряжения (подключением ламп к разным фазам трехфазной сети) или существенным повышением частоты переменного тока ( $f > 1000$  Гц) при помощи специальных устройств питания.

Самыми перспективными источниками света на сегодняшний день являются *светодиодные лампы и матрицы*. Светодиод – полупроводниковый прибор, способный излучать электромагнитные колебания при прохождении через него электрического тока в прямом направлении. Достаточно длительное время с момента своего появления светодиоды служили лишь как маломощные индикаторы, заменяя собой сигнальные лампочки в электронных устройствах. С развитием технологии производства светодиоды стали конкурировать с лампами накаливания и люминесцентными лампами. Светодиоды гораздо эффективнее превращают электроэнергию в свет, чем другие его источники. Светоотдача светодиодов в 10 раз больше, чем светоотдача ламп накаливания. Светодиоды всегда излучают в узком спектральном диапазоне, то есть их свет имеет ярко выраженную окраску. Для получения белого цвета (светового излучения, в котором представлены все цвета из видимого спектра) раньше использовали комбинацию нескольких светодиодов с разным цветом свечения (красным, зеленым, синим). В настоящее время для получения белого света на поверхность кристалла с длиной волны, соответствующей синему цвету наносят специальный люминофор, который поглощает синий цвет и сам начинает излучать свет во всем видимом спектре. Оттенки белого можно варьировать, вплоть до полного сходства с солнечным светом. Так же светодиоды могут излучать свет в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазоне.

Достоинствами светодиодов являются высокая экономичность, виброустойчивость, большой срок службы (до 100 000 часов и более), механическая надежность и прочность, очень низкая инерционность, способность без ущерба работать в импульсном режиме, низкая теплоотдача. Кристалл полупроводника, заключенный в корпус светодиода, имеет микроскопические размеры. Поэтому светодиод можно рассматривать как точечный источник света. Корпус его можно сделать самым миниатюрным. Обычно пластиковый корпус представляет собой устройство фокусировки света в заданном телесном угле, препятствуя светопотерям в других направлениях. Размеры корпуса определяют размер источника света. Благодаря

этому светодиоды могут размещаться внутри любого устройства благодаря своим незначительным размерам. Они могут быть легко установлены в любом, нужном положении с помощью специальных направляющих. Еще одной отличительной особенностью светодиодов является жестко заданный угол половинной яркости (угол между направлениями, на которых сила света в два раза ниже, чем на оси), он обычно лежит в пределах от 30 до 120 градусов, и благодаря ему светодиодные источники света могут быть как узконаправленными, так и широкоугольными.

Недостатком светодиодов в первую очередь является их довольно высокая стоимость (которая, однако в последнее время существенно сокращается). Кроме дороговизны светодиодов, их существенным недостатком являются повышенные требования к источнику питания (светодиоды должны питаться постоянным током, а кроме того по причине очень большой нелинейности величины излучаемого светового потока от напряжения питания и малой инерционности их следует питать от источника с минимальными колебаниями величины выходного напряжения). Еще одним недостатком светодиодов является тот факт, что даже при незначительном превышении температуры кристалла установленных норм, срок службы светодиода резко сокращается.

## **1.2. НОРМИРОВАНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ**

Для оценки совершенства искусственного освещения в соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) предусмотрены светотехнические параметры количественного и качественного характера.

*К количественным параметрам* относится освещенность  $E$  в люксах на рабочем месте, которая рассчитывается или измеряется с помощью люксметра.

*К качественным параметрам* относится коэффициент пульсации освещенности  $K_{п}$  в %, измеряемый с помощью прибора пульсомера. Эти параметры для действующих осветительных установок должны соответствовать значениям, указанным в нормах.

Принято раздельное нормирование параметров освещения в зависимости от применяемых источников света и системы освещения. Величина параметров устанавливается согласно характеру зрительной работы, который зависит от размеров объектов различения, характеристики фона и контраста объекта с фоном.

*Объект различения* в мм — размер наименьшего элемента, который необходимо увидеть в процессе работы (точка на экране ПЭВМ, самая тонкая линия на чертеже или приборной шкале и т. п.).

*Фон* — поверхность, на которой рассматривается объект различения, характеризуется коэффициентом отражения  $\rho$ . При  $\rho$  менее 0,2 фон считается темным, от 0,2 до 0,4 — средним и более 0,4 — светлым.

*Контраст объекта с фоном* — характеризует соотношение яркости рассматриваемого объекта и фона. При слабом различении объекта на фоне контраст считается малым, объект заметен на фоне — средним; четко различается на фоне — большим.

При выборе нормируемой освещенности размер объекта различения регламентирует выбор зрительного разряда от I до VIII в таблице норм. Сочетание характеристики фона и контраста объекта с фоном определяет подразряд зрительной работы от а до г. Допустимые значения наименьшей освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях в соответствии со СНиП 23-05-95 приведены в Приложении 1.

Таблица норм содержит минимально допустимые значения освещенности на рабочих местах при использовании газоразрядных ламп. Если использованы для освещения лампы накаливания, то значение освещенности, указанное в таблице, снижается на одну ступень по следующей шкале 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 750, 1000, 1250, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000. Например, в таблице для конкретного разряда и подразряда зрительной работы указана цифра 200 лк, ищем ближайшую меньшую цифру 150 лк — это и будет норма освещенности для ламп накаливания.

При проектировании осветительных установок стремятся обеспечить требования норм при минимальных затратах электроэнергии с сохранением равномерного распределения яркостей в поле зрения, исключаящих слепящее действие самих ламп. Для этого применяют светильники с рассеивающими экранами, матовыми стеклами, что приводит к частичной потере световой энергии (на 10... 15 %).

По конструкции различают светильники прямого света, концентрирующие световой поток в нижнюю полусферу с помощью белого или зеркального отражателя; рассеянного света (при равномерном распределении света в пространстве) и отраженного света (световой поток направлен в верхнюю полусферу).

Светлая окраска потолка, стен, мебели, оборудования способствует

увеличению освещенности на рабочих местах за счет лучшего отражения и созданию более равномерного распределения яркостей в поле зрения. В этом случае увеличивается коэффициент использования осветительной установки  $\eta$ . Этот коэффициент зависит от типа источника света и светильника, геометрии помещения и коэффициентов отражения потолка и стен. Коэффициент использования осветительной установки приближенно может быть рассчитан как

$$\eta = \Phi_{\text{пол}} / \Phi_{\text{л}}, \quad (2)$$

где  $\Phi_{\text{пол}}$  — световой поток в люменах, обеспечивающий горизонтальную освещенность по всей площади помещения, равный произведению средней освещенности  $E_{\text{ср}}$  в лк на площадь помещения  $S_{\text{п}}$  в м<sup>2</sup>;  $\Phi_{\text{л}}$  — суммарный стандартный световой поток примененных ламп.

### 1.3. ИЗМЕРЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ

Применяемые в настоящее время приборы для измерения освещенности — люксометры имеют фотоэлементы со спектральной чувствительностью, совмещенной со спектром ламп накаливания (ЛН), поэтому при измерениях освещенности ЛН осуществляется прямой отчет по показаниям прибора. При измерениях естественной освещенности вводится поправочный множитель  $K_x = 0,8$ , для ламп ДРЛ — 1,09; люминесцентных ламп белого света ЛБ, ЛХБ — 1,17, дневного света ЛД, ЛДЦ — 0,99; натриевых ламп ДНаТ — 1,2; для светодиодов теплого белого света — 0,98; для светодиодов холодного белого света — 0,15.

Освещенность, создаваемая электрическими лампами, в большой степени зависит от величины питающего напряжения  $U$  в В. В процессе аттестации осветительной установки может оказаться, что дефицит освещенности обусловлен не малой мощностью и количеством источников света, а низким, в момент измерений, напряжением в питающей сети. В связи с изложенным необходимо параллельно измерять напряжение и производить пересчет освещенности на номинальное значение — 220 В с учетом коэффициента

$$K_z = \frac{220}{220 - K_n (220 - U_{\text{изм}})}, \quad (3)$$

где  $U_{\text{изм}}$  — напряжение в сети в момент измерения освещенности;  $K_n$  — коэффициент, определяемый по таблице 1.

Таблица 1. Значения коэффициента влияния напряжения на освещенность

Источник света	$K_n$
Лампы накаливания	4
Люминесцентные лампы при использовании балластного сопротивления индуктивного	3
емкостного	1
Лампы ДРЛ, ДРИ, ДНаТ	3
Светодиоды при использовании источника питания стабилизированного	1
нестабилизированного	8

Окончательно фактическая освещенность

$$E_{\text{факт}} = E_{\text{изм}} \cdot K_x \cdot K_z, \quad (4)$$

$E_{\text{изм}}$  — измеренная освещенность по показанию прибора;  $K_x$  — коэффициент, учитывающий спектр излучения источников света;  $K_z$  — коэффициент, учитывающий значение напряжения в сети.

## 1.4. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Установка выполнена в виде модели помещения со съемными боковыми и задней стенками на магнитных креплениях (рисунок 2). Съемные стены 1 с одной стороны окрашены в светлые тона, с другой — в более темные, что позволяет моделировать два типа помещений. В верхней части 2 передней стенки располагаются органы управления 3 вентилятором 4, расположенным внутри модели помещения, и выключатели ламп 5. Вентилятор с регулируемой частотой вращения крыльчатки служит для демонстрации стробоскопического эффекта и регулирования температурного режима внутри установки.

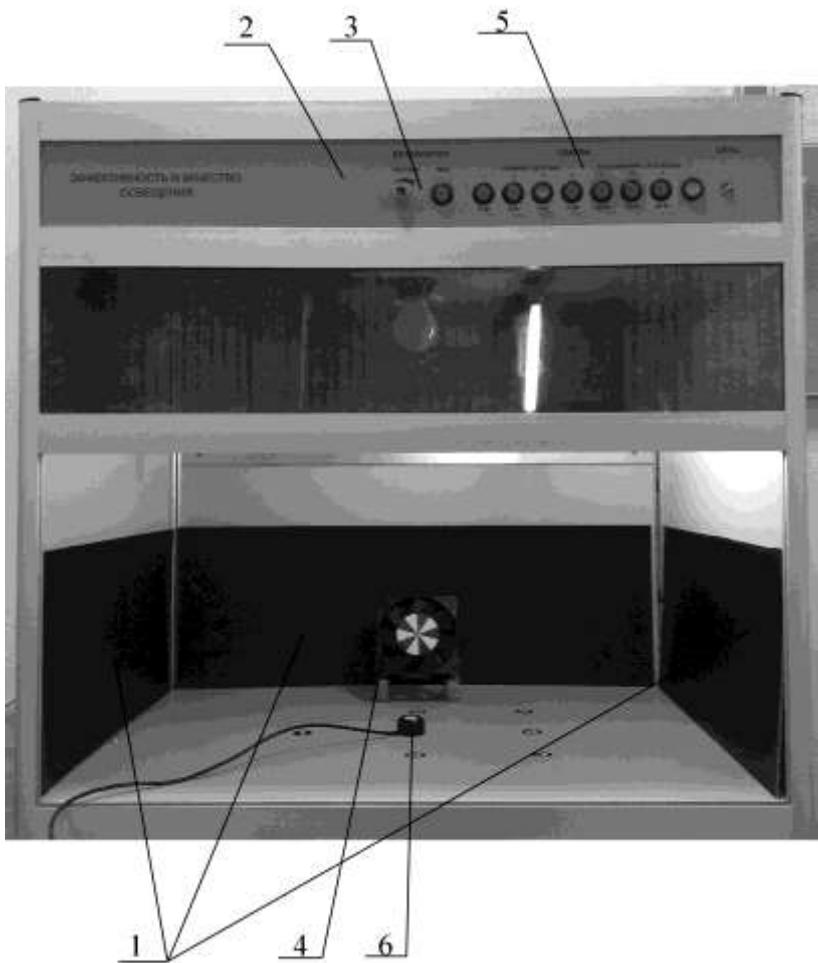


Рисунок 1. Схема лабораторной установки

На потолке модели помещения смонтировано восемь ламп различной конструкции:

лампа накаливания с криптоно-ксеноновым наполнением грибовидной формы мощностью  $W = 60$  Вт, световым потоком  $\Phi_l = 720$  лм (выключатель №5);

лампа накаливания матовая — 60 Вт, 395 лм (выключатель №6);  
галогенная лампа накаливания, содержащая пары йода, — 50 Вт, 900 лм (выключатель №7);

люминесцентные компактные лампы ЛБ в виде сдвоенных прямых светящихся трубок, включенные в три разные фазы через индуктивное балластное сопротивление — 9 Вт, 800 лм (выключатели №1, №2, №3);

люминесцентная лампа ЛД в виде сдвоенной спирали, подключенная через емкостное балластное сопротивление и преобразователь питающего напряжения с частотой 10 кГц — 11 Вт, 1060 лм (выключатель №4);

светодиодная лампа накаливания, состоящая из 30 последовательно включенных светодиодов - 3 Вт, 120 лм с углом половинной яркости 120° (выключатель №8).

На нижней плоскости обозначены точки, на которых следует располагать датчик б комбинированного прибора «ТКА-ПКМ» для измерения освещенности и коэффициента пульсации соответствующего источника света.

В качестве примеров зрительной работы даются две печатные платы, рисунки которых выполнены на светлом и темном фоне. Размером объекта различения являются толщина самого тонкого проводника, размер посадочного отверстия или линии символа буквенного обозначения, размер которого наименьший и его необходимо увидеть в процессе выполнения работы.

## 2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

*Задание I.* Нормирование количественного параметра освещения

- 1) Включить одну любую газоразрядную лампу.
- 2) Измерить освещенность в трех точках на уровне пола модели помещения. Определить среднее значение фактической освещенности в лк, используя выражение (4). Напряжение в питающей сети определить с помощью лабораторного стенда по электробезопасности.
- 3) Лампу выключить.
- 4) Визуально для обеих печатных плат оценить характеристику фона (светлый, средний или темный), контраст объекта с фоном (большой, средний или малый), минимальный размер объекта различения (с помощью оптического визира). По таблицам норм определить, к какому разряду зрительных работ относится работа с печатными платами (I, II, III или IV), а по соотношению фона и контраста определить подразряд (а, б, в или г). Так как в модели

помещения лампы располагаются на потолке, считать освещение общим. Определить освещенность, необходимую для создания комфортных условий. Измеренное и выбранное по таблице значение освещенности занести в отчет, форма которого приведена в таблице 2.

Таблица 2. **Нормирование количественного параметра освещения**

Зрительная работа	Характеристика фона	Контраст объекта с фоном	Размер объекта, мм	Разряд и подразряд зрительной работы	Норма освещенности ламп, лк			Измеренная освещенность для ламп, лк		
					газоразрядные	накаливания	светодиодные	газоразрядные	накаливания	светодиодные
Рисунок на темной плате										
Рисунок на светлой плате										

5) Включить одну из ламп накаливания и повторить действия по пункту 2, 3, 4. Учесть, что величина нормируемой освещенности для ламп накаливания снижается на одну ступень.

6) Выключить лампу накаливания и включить светодиодную лампу. Повторить действия пункта 2, 3, 4.

Сделать вывод о соответствии нормам измеренных значений освещенности. Внести предложения.

### *Задание II.* Нормирование качественного параметра освещения

1) По таблице норм для найденных в первом задании разрядов зрительной работы определить допустимый коэффициент пульсации КП в %. Занести в отчет (см. в конце данной лабораторной работы).

2) По прибору люксметру-пульсметру определить последовательно коэффициент пульсации отдельно для каждой лампы накаливания (выключатели №5, №6, №7), для люминесцентных ламп (выключатели №3 и №4) и для светодиодной лампы (выключатель №8). Значения занести в отчет, форма которого приведена в конце данной лабораторной работы.

3) Включить вентилятор и одну люминесцентную лампу (выключатель №1). Регулятором частоты вращения крыльчатки

вентилятора добиться возникновения иллюзии вращения периферийной части вентилятора в одну сторону, а центральной части — в противоположную. Это и есть стробоскопический эффект.

4) Добавочно включать последовательно люминесцентные лампы (выключатели №2 и №3), убедившись визуально в исчезновении стробоскопического эффекта, измерить коэффициент пульсации КП при одновременной работе двух и трех люминесцентных ламп. Сравнить с нормой. Объяснить причину исчезновения пульсации.

Все результаты занести в таблицу 3.

Таблица 3. Нормирование качественного параметра освещения

КП, допусти мый по нормам, %	КП, измеренный для ламп, %							светодиод ной
	накаливания			газоразрядных				
	криптоно- ксеноновой	молочно го цвета	галоген ной	спираль ной формы	в форме трубки	для двух ламп	для трех ламп	

**Задание III.** Оценка энергетической эффективности источников света

1) Отдельно для каждой лампы (выключатели №1, №4, №5, №6, №7, №8) измерить создаваемую на уровне пола освещенность  $E_{\text{факт}}$ . Светочувствительный элемент люксметра каждый раз располагать под соответствующей лампой. Условия работы различных ламп в модели помещения считать практически одинаковыми.

2) Определить для каждой лампы величину удельной освещенности  $E_{\text{уд}} = E_{\text{факт}}/W_{\text{л}}$  [лк/Вт], т. е. количество люкс в условиях эксперимента, приходящиеся на 1 Вт электрической мощности. Оценить во сколько раз газоразрядная, галогенные и светодиодная лампы эффективнее обычной лампы накаливания. Результаты занести в таблицу 4. Сделать вывод.

Таблица 4. Оценка энергетической эффективности источников света

Тип лампы	накаливания			газоразрядная		светодиодной
	криптоно-ксеноновая	молочного цвета	галогенная	спиральной формы	в форме трубки	
Освещенность, лк						
Удельная освещенность, лк/Вт						

**Задание IV.** Оценка коэффициента использования осветительной установки

1) Включить одну лампу (выключатель №5).

2) Измерить освещенность в трех точках на уровне пола, определить среднее значение фактической освещенности  $E_{\text{факт}}$  (4). Выключить лампу.

3) Принимая во внимание, что площадь пола в модели помещения  $S_{\text{п}} = 0,42 \text{ м}^2$ , используя выражение (2), определить коэффициент использования осветительной установки.

4) Перемонтировать боковые и заднюю стенки модели помещения обратной стороной, повторить действия по пункту 1 и 2. Результаты занести в таблицу 5. Сделать вывод.

Таблица 5. Оценка коэффициента использования осветительной установки

Окраска стен	Освещенность, лк				Коэффициент использования $\eta$
	точка 1	точка 2	точка 3	средняя	
Светлая					
Темная					

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственной освещение					Естественное освещение	Совмещенное освещение		
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации			КЕ 0 е, %		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе общего		Р	Кп, %				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
наивысшей точности	менее 0,15	I	a	малый	темный	5000 4500	500 500		20 10	10 10	-		6,0	2,0
			б	малый средний	средний темный	4000 3500	400 400	1250 1000	20 10	10 10				
			в	малый средний большой	светлый средний темный	2500 2000	300 200	750 600	20 10	10 10				
			г	средний большой	светлый	1500 1250	200 200	400	20	10				
очень высокой точности	от 0,15 до 0,30	II	a	малый	темный	4000 3500	400 400		20 10	10 10	-	-	4,2	1,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
высокой точности	от 0,30 до 0,50	III	a	малый	темный	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	-	-	3,0	1,2
			б	малый средний	средний темный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	малый средний большой	светлый средний темный	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	малый средний большой	светлый « средний	400	200	200	40	15				
средней точности	от 0,50 до 1,0	IV	a	малый	темный	750	200	300	40	20	4,0	1,5	2,4	0,9
			б	малый средний	средний темный	500	200	200	40	20				
			в	малый средний большой	светлый средний темный	400	200	200	40	20				
			г	малый средний большой	светлый средний	-	-	200	40	20				
малой точности	от 1,0 до 5,0	V	a	малый	темный	400	200	300	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6

1	2	3	4	5 6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
грубая (очень малой точности)	более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	-	-	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6	
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	более 0,5	VII		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	-	-	200	40	20	3	'	1,8	0,6	
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное	от 1,0 до 5,0	VII	а		-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6	
периодическое при постоянном пребывании людей в помещении			б	«			75				1	0,3	0,7	0,2
периодическое при периодическом пребывании людей в помещении			в	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	-	-	50	-	-	0,	0,2	0,5	0,2	
общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	-	-	20	-	-	0,3	0,1	0,2	0,1	

## Контрольные вопросы

1. Существующие системы искусственного освещения.
2. Принципиальное отличие ламп накаливания от газоразрядных.
3. Принципиальное отличие светодиодных ламп.
4. Преимущества и недостатки газоразрядных ламп.
5. Преимущества и недостатки светодиодных ламп.
6. Причины и последствия пульсации светового потока газоразрядных ламп.
7. По каким параметрам нормируется освещение?
8. Чем определяется характер зрительной работы?
9. Каким образом на практике можно увеличить коэффициент использования осветительной установки  $\eta$ ?
10. Какие поправочные коэффициенты вводятся при измерении освещенности люксметром?
11. Зачем при измерениях освещенности измерять напряжение в сети?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Денисенко Г.Ф. Охрана труда. – М.: Высш. шк. 1985. – 319с.
2. Фильев В.И. Регулирование условий труда на предприятиях РФ. – М.:Интел-Синтез, 1996. – 161с.
3. СНиП 23-05-45 Естественное и искусственное исвещение. – М.:Стройиздат, 1996.