

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

В.М. ВОРОНОВА, В.Е. ДУДОРОВ

# ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом  
государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2006

УДК 628.93(076.5)

ББК 31.294я73

В 75

Рецензент

кандидат технических наук В.А. Василенко

В 75

**Воронова, В.М.**

**Искусственные источники света и их эффективность:  
методические указания к лабораторной работе / В.М. Воронова,  
В.Е. Дудоров.- Оренбург:ГОУ ОГУ,2006.-14 с.**

Методические указания устанавливают состав и последовательность выполнения лабораторной работы по определению эффективности искусственных источников света, содержат необходимый справочный материал.

Методические указания могут быть использованы при изучении студентами всех специальностей курса «Безопасность жизнедеятельности».

ББК 31.294я73

© Воронова В.М.,  
Дудоров В.Е., 2006  
© ГОУ ОГУ, 2006

## Содержание

1	Цель работы.....	6
2	Общие сведения.....	6
2.1	Основные параметры ламп.....	6
2.2	Лампы накаливания.....	6
2.3	Газоразрядные лампы.....	8
3	Экспериментальная часть.....	10
3.1	Устройство экспериментальной установки для определения эффективности освещения.....	10
3.2	Методика проведения эксперимента.....	10
3.3	Устройство и принцип действия люксметра Ю-116.....	11
4	Обработка, анализ полученных результатов и выводов.....	12
5	Указания по составлению отчета.....	13
6	Вопросы для самоконтроля.....	13
	Список использованных источников.....	14
	Приложение А.....	15
	Приложение Б.....	16

# 1 Цель работы

Изучить основные виды искусственных источников света, особенности их устройства, конструкции и эффективность их использования.

## 2 Общие сведения

### 2.1 Основные параметры ламп

Искусственное освещение осуществляется с помощью электрических источников света – ламп.

*Основными параметрами* электрических источников света являются:

- номинальное значение напряжения (В);
- мощность (Вт);
- световой поток (лм) – часть лучистого потока, воспринимаемого человеком как свет;
- световая отдача (лм/Вт) – отношение светового потока, излучаемого лампой, к мощности, потребляемой из электрической сети;
- срок службы (ч).

Эти параметры устанавливаются соответствующими ГОСТами. Для некоторых типов ламп они приведены в приложении А.

По способу преобразования электрической энергии в световую источники света делятся на две основные группы: *лампы накаливания и газоразрядные*.

### 2.2 Лампы накаливания

Тепловыми источниками света являются лампы накаливания. Первая лампа накаливания была изобретена в 1873 году выдающимся русским электротехником А. Н. Лодыгиным. В лампах накаливания электрический ток, проходя по вольфрамовой спирали, разогревает, накаливает ее до белого свечения. При этом только 2-4 % электрической энергии превращается в световую, а остальная часть энергии расходуется на тепловое и невидимое излучение. Чтобы вольфрамовая спираль не сгорала, из стеклянной колбы выкачивают воздух. Такие лампы называются *вакуумными*. Для уменьшения интенсивности испарения вольфрамовой спирали и увеличения срока службы лампы, а также для повышения светоотдачи из стеклянной колбы выкачивают воздух и наполняют ее инертными газами: аргоном, криптоном, ксеноном со смесью азота. Такие лампы называются *газонаполненными* и находят широкое применение на практике. Разновидностью газонаполненных ламп накаливания являются *галогенные (галогидные)* лампы (рисунок 1).

Основное отличие галогенных ламп заключается в повышенном сроке их службы, как правило, до 3000 часов. В этих лампах, кроме инертного газа, в колбу вводится незначительное количество чистого йода.

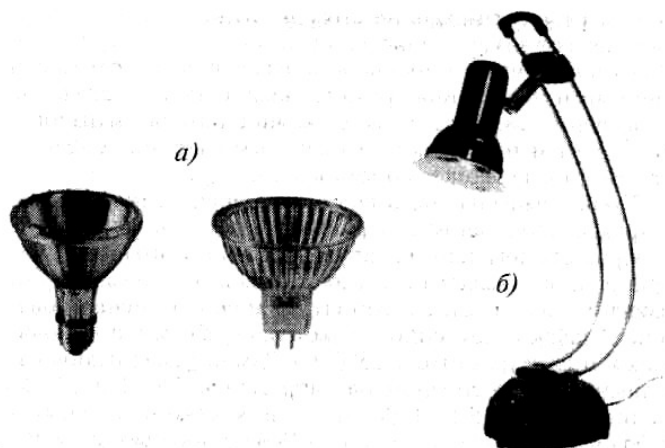


Рисунок 1 – Галогенные лампы

При работе лампы пары йода вступают в реакцию с частицами испарившегося вольфрама нити накала, образуя газообразное соединение йодид вольфрама, который, попав в зону высоких температур вблизи нити накала, распадается снова на вольфрам и йод. Вольфрам осаждается на нити накала, а частицы йода возвращаются к колбе и вновь принимают участие в галоидном цикле. Для протекания галоидного цикла необходимо, чтобы стенки колбы имели температуру от 500 до 700 °С, а нить накала должна быть не менее 2500 °С. Колба галоидной лампы изготавливается из кварцевого стекла, чаще всего в виде трубки диаметром от 10 до 12 мм, а нить накала размещается по оси трубчатой колбы.

К недостаткам ламп накаливания следует отнести:

- излучаемый ими свет отличается от естественного преобладанием лучей желто-красной части спектра, что искажает естественную расцветку предметов;
- малая световая отдача (от 10 до 15 лм/Вт);
- низкий КПД (от 10 до 13 %);
- срок службы ламп накаливания снижается при их вибрациях, частых включениях и выключениях, не вертикальном положении;
- короткий срок службы (от 1000 до 2000 ч).

Несмотря на имеющиеся недостатки, в настоящее время лампы накаливания все еще находят широкое применение в связи:

- простотой в эксплуатации;
- надежностью;
- компактностью;
- низкой стоимостью.

Низкий срок службы ламп накаливания связан с ограниченным сроком использования вольфрамовой спирали, которая работает при больших температурах (около 2500 °С). Лампы накаливания изготавливают в основном на напряжение 220 В и 127 В, мощностью от 15 до 1500 Вт, а для местного освещения рабочих мест на напряжение от 12 до 36 В мощностью до 100 Вт.

Преимущества галоидных (галогенных) перед обычными лампами накаливания:

- световой поток в них к концу службы уменьшается на 3-4 % против 15-20 %;
- увеличенный срок службы (до 3000 ч.);
- спектральный состав светового потока близок к естественному;
- световая отдача на 15-20 % выше, а размеры значительно меньше обычных ламп накаливания.

Галогенные лампы отличаются высокой механической прочностью, нагревостойкостью и не разрушаются при работе в резко меняющейся температуре окружающей среды.

### 2.3 Газоразрядные лампы

В газоразрядных лампах видимое излучение создается электрическим разрядом в газах или парах металлов. В большинстве случаев такое излучение имеет ту или иную цветность и непосредственно для целей освещения малопригодно. Этот недостаток был устранен применением в газоразрядных лампах порошкообразных кристаллических светосоставов-люминофоров, подбор которых позволяет получить излучение любой цветности. Основными типами газоразрядных ламп, получивших широкое применение на предприятиях, являются трубчатые люминесцентные лампы и лампы типа ДРЛ (дуговая ртутная люминесцентная).

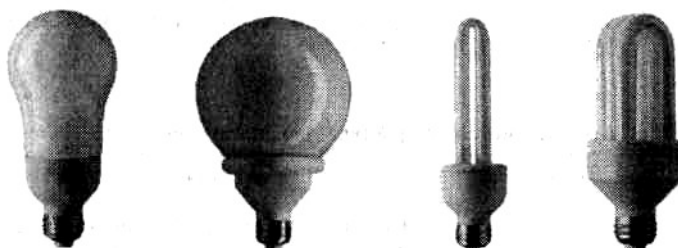


Рисунок 2 – Современные компактные люминесцентные лампы

Сейчас выпускаются люминесцентные лампы (рисунок 2) различной мощности, напряжения, формы и цветности излучения. Люминесцентные лампы имеют ряд существенных преимуществ:

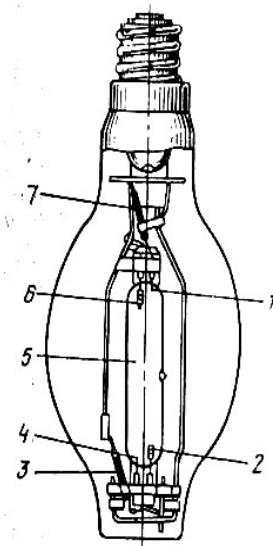
- высокая световая отдача, достигающая 76 лм/Вт (при максимум 18 лм/Вт у ламп накаливания);
- большой срок службы, достигающий до 10000 ч;
- возможность иметь различный спектральный состав света, в том числе и близкий к естественному дневному свету;
- незначительный нагрев поверхности трубки (до 5°С);
- относительно малая яркость светящейся поверхности.

Основными недостатками этих ламп являются:

- сложность схемы включения для трубчатых ламп,
- зависимость характеристик ламп от температуры окружающей среды и напряжения питающей сети,
- значительное снижение светового потока к концу срока службы (до 50 %),
- вредные для зрения пульсации светового потока при питании лампы переменным током.

Освещение движущихся предметов пульсирующим потоком может привести к так называемому стробоскопическому эффекту, который проявляется в искаженном зрительном восприятии истинного характера движения.

Газоразрядная лампа ДРЛ (рисунок 3) конструктивно отличается от люминесцентных ламп. Она состоит из прямой кварцевой трубки (горелки), смонтированной в стеклянном баллоне, стенки которого изнутри покрыты люминофором. Внутри горелки находятся дозированная капелька ртути и газ аргон; в торцы ее впаяны вольфрамовые активированные электроды. Лампа имеет резьбовой цоколь.



1, 4 – зажигающие электроды; 2, 6 – основной электрод; 7 – резисторы; 8 – кварцевая горелка.

Рисунок 3 – Дуговая ртутная лампа (ДРЛ)

Электрический разряд в парах ртути высокого давления ( $5 \cdot 10^5 - 10^6$  Па), возникающий в лампе под действием приложенного к ней напряжения, сопровождается интенсивным излучением света, в спектре которого почти полностью отсутствуют оранжево-красные лучи. Этот недостаток устраняется люминофором, покрывающим внутренние стенки баллона и подобранном таким образом, что он под действием ультрафиолетовых лучей разряда излучает свет оранжево-красного цвета. Смешиваясь с основным световым потоком лампы, он исправляет его цветность и делает лампу пригодной для целей освещения.

Лампы ДРЛ рекомендуется применять для общего освещения производственных помещений преимущественно высотой 6 м и более, если по характеру работы не требуется точное различие цветов и оттенков, основных проходов и проездов, с интенсивным движением транспорта и людей на территориях предприятий, других участков открытых пространств, требующих повышенной освещенности.

### 3 Экспериментальная часть

#### 3.1 Устройство экспериментальной установки для определения эффективности освещения

Экспериментальная установка (рисунок 4) включает в себя:

- 1 – лампу накаливания;
- 2 – люминесцентную лампу той же мощности;
- 3 – выключатели;
- 4 – прибор для измерения освещенности люксметр Ю-116. Лампы расположены на одинаковой высоте над рабочим столом.

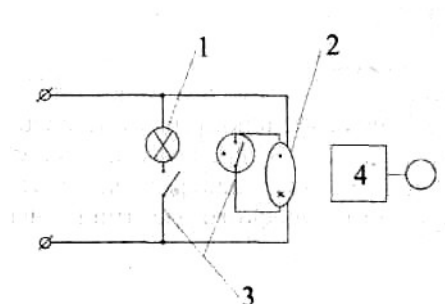


Рисунок 4 –Схема экспериментальной установки

#### 3.2 Методика проведения эксперимента

3.2.1. Включить лампу накаливания в сеть переменного тока напряжением 220 В. Люксметром измерить освещенность, создаваемую этой лампой на поверхности рабочего стола.

3.2.2. Выключить лампу накаливания и включить люминесцентную лампу. Произвести аналогичные измерения освещенности люксметром.

3.2.3. Измерения освещенности производить при отсутствии естественного освещения (в светлое время суток окна должны быть плотно закрыты шторами).



### 3.3 Устройство и принцип действия люксметра Ю-116

Люксметр Ю-116 применяется для контроля и измерения освещенности, создаваемой естественным и искусственным освещением. Принцип действия основан на явлении фотоэлектрического эффекта (превращение световой энергии в электрическую), имеющего место при попадании света на поверхность фотоэлементов прибора. Возникающий в цепи прибора ток влияет на величину отклонения стрелки прибора и пропорционален освещенности на рабочей поверхности фотоэлемента.

Люксметр представляет собой сочетание фотоэлемента со светорассеивающей насадкой и миллиамперметра, имеющего две шкалы: от 0 до 30 лк, от 0 до 100 лк. Для увеличения пределов измерения люксметр снабжен переключателем пределов на две кнопки. Левая кнопка предназначена для работы со шкалой от 0 до 30 лк, правая – со шкалой от 0 до 100 лк. Для измерения больших значений освещенности применяют светофильтры с коэффициентом ослабления 100, 100 или 1000. Таким образом, диапазон измеряемых уровней освещенности люксметром Ю-116 со светофильтром – до 100 тыс. лк. Для измерения освещенности, создаваемой не лампами накаливания, показания люксметра следует умножить на поправочный коэффициент  $K$ , значение которого приведены в приложении Б.

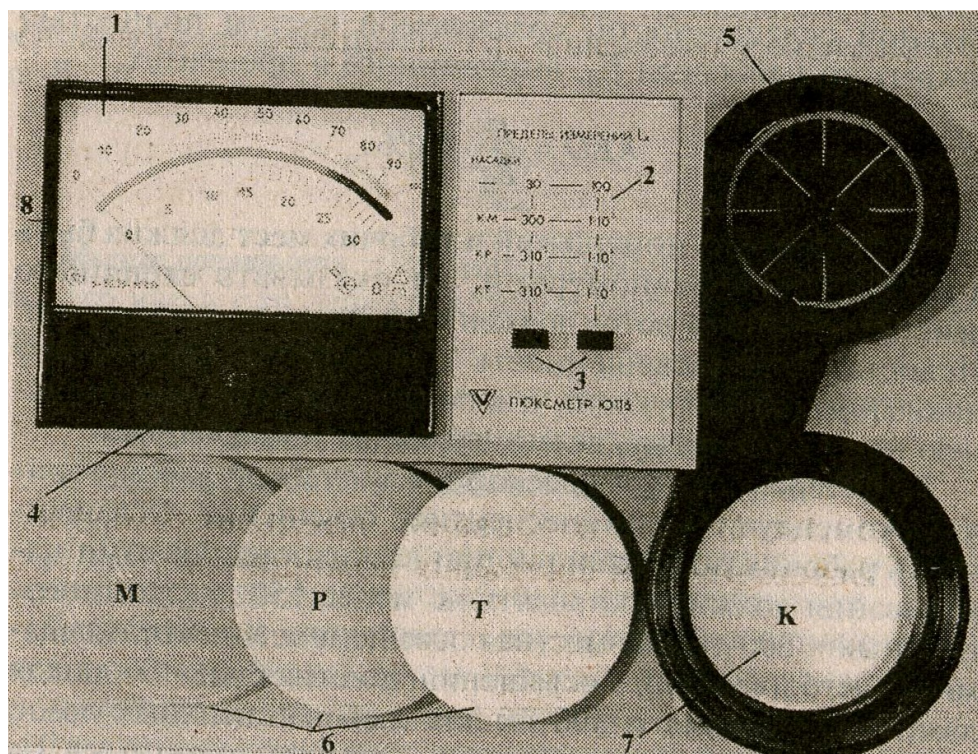


Рисунок 5 – Люксметр Ю-116

Люксметр Ю-116 (рисунок 5) состоит из измерителя, люксметра, 1 и отдельного фотоэлемента 5 с насадками 6 и 7. В качестве фотоэлектрического

датчика используется селеновый фотоэлемент. На передней панели измерителя имеются кнопки переключателя 3 и табличка 2 со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок. Прибор имеет две шкалы (0-100 и 0-30), на которых, точками отмечено начало диапазона измерений. На шкале 0—100 точка находится под отметкой 20, на шкале 0—30 — над отметкой 5. Прибор имеет корректор 4 для установки стрелки в нулевое положение. На боковой стенке корпуса измерителя расположена вилка 8 для присоединения фотоэлемента.

Для уменьшения косинусной погрешности, возникающей при падении световых лучей на освещаемую поверхность под углом, применяется насадка 7 на фотоэлемент, выполненная в виде полусферы из белой светорассеивающей пластмассы. Эта насадка применяется не самостоятельно, а совместно с одной из трех других насадок 6, обозначенных буквами М, Р, Т. Каждая из этих трех насадок совместно с насадкой 7 (К) образует три поглотителя с коэффициентом ослабления, соответственно 10, 100, 1000 и применяется для расширения диапазонов измерений с 5-30 и 20-100 лк до 50-300, 200-1000; 500-3000, 2000-10000; 5000-30000, 20000-100000 лк.

*Примечание* - Если величина измеряемой освещенности неизвестна, то измерения производятся с установки на фотоэлемент насадок К и Т. С целью ускорения поиска диапазона измерений, который соответствует показаниям прибора в пределах 20—100 делений по шкале 0—100 и 5—30 делений по шкале 0—30, поступают следующим образом: последовательно устанавливают насадки К, Т; К, Р; К, М, и при каждой насадке сначала нажимают правую кнопку, а затем левую.

Если при насадках К, М и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до 5 делений по шкале 0-30, измерения производят без насадок, т. е. открытым фотоэлементом.

## 4 Обработка, анализ полученных результатов и выводов

4.1 Вычислить отношение освещенностей, даваемых люминесцентной лампой и лампой накаливания.

4.2 Рассчитать световую отдачу по формуле

$$\psi = \frac{\Phi}{N}, \quad (4.1)$$

где  $\Phi$  – световой поток лампы, лм (выбирать по приложению А);

$N$  – мощность, потребляемая лампой из сети, Вт.

4.3 Результаты расчетов свести в таблицу 1. Сделать вывод об экономичности и эффективности исследуемых источников света и целесообразности их использования.

## 5 Указания по составлению отчета

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;
- краткие сведения об электрических источниках света;
- таблица результатов замеров освещенности и расчетов световой отдачи ламп;
- выводы по полученным результатам.

Таблица 1 – Результаты расчета

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение, В	Световой поток лампы, лм	Освещенность в расчетной точке, лк	Световая отдача лампы, лм/Вт

## 6 Вопросы для самоконтроля

- 6.1 Назовите основные параметры электрических источников света?
- 6.2 Какой принцип действия ламп накаливания?
- 6.3 Назовите недостатки ламп накаливания?
- 6.4 Какой принцип действия газоразрядных ламп?
- 6.5 Какие существуют типы газоразрядных ламп?
- 6.6 Назовите преимущества газоразрядных ламп?

## Список использованных источников

1 Справочная книга для проектирования электрического освещения /под ред. Г.М. Кнорринга.-Л.:”Энергия”,1976.-384 с.

2 **Сегеда, Д.Г.** Охрана труда в пищевой промышленности /Д.Г. Сегеда, В.И. Дашевский - М: Легкая и пищевая промышленность, 1983.-344с.

3 **Кравчя, Э.М.** Охрана труда и основы энергосбережения: учеб. пособие/ Э.М. Кравчя, Р.Н. Козел, И.П. Свирид. – Мн.: ТетраСистемс,2004.-208с.: ил.

**Приложение А**  
**(справочное)**  
**Технические характеристики ламп**

Таблица А.1 – Световой поток люминесцентных ламп напряжением 220 В

Тип лампы	Световой поток, лм, при мощности, Вт						
	15	20	25	30	40	65	80
ЛДЦ	500	820	1135	1450	2100	3050	3560
ЛД	540	920	1280	1640	2340	3575	4070
ЛХБ	675	935	1330	1720	2600	3820	4440
ЛБ	760	1180	1640	2100	3000	4550	5220

*Примечание* - ЛДЦ – лампы дневного света с улучшенной цветопередачей; ЛД – лампы дневного света; ЛХБ – лампы холодного света; ЛБ – лампы белого света

Таблица А.2 – Световой поток ламп накаливания общего назначения

Мощность, Вт	Тип лампы	Световой поток, лм	Мощность, Вт	Тип лампы	Световой поток, лм
15	В	105	150	Г	2000
25	В	220	150	Б	2100
40	Б	400	200	Г	2800
40	БК	460	200	Б	2920
60	Б	715	300	Г	4600
60	БК	790	500	Г	8300
100	Б	1350	750	Г	13100
100	БК	1450	1000	Г	18600

*Примечание* - В - вакуумные; Б - биспиральные газонаполненные; БК - биспиральные криптоновые; Г - газонаполненные

## Приложение Б (справочное)

Таблица Б.1 – Поправочный коэффициент К люксметра Ю-116

Наименование источника освещения	Значение поправочного коэффициента К
Лампы накаливания	1
Лампы марки ЛД	0,88
Лампы марки ЛДЦ	0,95
Лампы марки ЛБ	1,15
Лампы марки ДРЛ	1,2
Естественное освещение	0,8