

## 2.4. Постановка задач для экспериментальных исследований и порядков работ

- Изучить характер распространения СВЧ-излучения в пространстве.
- Оценить эффективность защиты от СВЧ-излучения с помощью экранирования.

### Порядок работ

- Ознакомиться с мерами по технике безопасности при проведении лабораторной работы и строго выполнять их.
- Подключить СВЧ-печь к сети переменного тока.
- В печь на подставку (перевернутая тарелка) положить, кирпич.
- Установить режим работы печи согласно п.2.2.12. в соответствии с паспортом на конкретную СВЧ-печь. Для СВЧ-печи «Плуто» ее включение в рабочий режим осуществляется в следующей последовательности: открыть дверцу нажатием прямоугольной клавиши в нижней части лицевой панели; установить ручку «мощность» в крайнее правое положение; установить ручку «время» в положение «5 мин»; плотно закрыть дверцу.
- Разместить датчик на отметке 0 по оси X координатной системы. Перемещая датчик по оси Y координатной системы и оси Z (по стойке), определить зоны наиболее интенсивного излучения и с помощью мультиметра зафиксировать их численные значения. Перемещая стойку с датчиком по координате X (удалив его от печи до предельной отметки 50 см), снять показания мультиметра дискретно с шагом 20 мм. Данные замеров занести в табл.3. Построить график распределения интенсивности излучения в пространстве перед печью.
- Разместить датчик на отметке 0 по оси X. Зафиксировать показания мультиметра.
- Почередно устанавливая защитные экраны и фиксировать показания мультиметра.
- Определить эффективность экранирования для каждого экрана по выбранным точкам с использованием формулы:

$$\delta = \left[ \frac{(I-I_0)}{I} \right] \times 100\%,$$

где I - показание мультиметра без экрана;

I<sub>0</sub> - показание мультиметра с экраном.

- Построить диаграмму эффективности экранирования с применением различных защитных экранов.
- Составить отчет о работе.

### 2.5. Общие контрольные вопросы по практической части

- Каким прибором пользовались при измерении интенсивности излучения?
- Приведите количественные и качественные характеристики СВЧ излучения

- Какой из примененных защитных материалов имеет наибольшую эффективность экранирования?

- Существует ли зависимость эффективности экранирования от поверхностной плотности материала?

- Определите характер изменения интенсивности излучения по оси «X» координатной системы.

- Определите характер изменения интенсивности излучения по оси «Y» координатной системы, есть ли зависимость в изменении интенсивности излучения по данным осям координатной системы?

- Как меняется уровень интенсивности излучения в зависимости от удаления от источника излучения и существует ли зависимость при изменении осей.

### 2.6. Отчет о лабораторной работе

- Общие сведения.

- Схема стенда.

- Данные измерений (табл. 3 и 4).

- Построить диаграмму зависимости экранирования от вида материала защитных экранов.  
Выводы.

Таблица 3

Номер измерения	Результаты измерений			Интенсивность излучения
	Значение X, см	Значение Y, см	Значение Z, см	

Таблица 4

Номера защитных экранов	Результаты измерений		
	Эффективность экранирования, δ	Точка 1	Точка 2

### Литература

- Нейман Л.А. Безопасность жизнедеятельности: теория, вопросы и ответы. Учеб. пособие - М.: Вузовская книга, 1997. - 142 с.: ил.
- Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов /Под ред. Л.А.Муравья. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 431 с.
- 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.
- Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. 9-е изд. - М.: ООО Издательство «Омега-Л», 448 с.: ил - Учебное пособие для вузов. Специальная литература.



## Эффективность и качество освещения

## 1. Теоретическая часть

## 1.1. Цель лабораторной работы

Целью работы является:

- изучение количественных и качественных характеристик освещения;
- оценка влияния типа светильника и цветовой отделки интерьера помещения на освещенность и коэффициент использования светового потока;
- демонстрация преимуществ и недостатков, применяемых в настоящее время источников света

## 1.2. Актуальность вопроса

До 90 % информации поступает человеку через зрительный канал. От освещения во многом зависит качество получаемой информации, рациональность организованное освещение может являться причиной травматизма. Освещенность рабочих мест играет существенную роль в процессе производства. От хорошего освещения зависит безопасность работ, производительность труда и качество выполняемой работы.

## 1.3. Основные теоретические сведения

## 1.3.1. Общие положения

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

## 1.3.2. Светотехнические характеристики

## Количественные характеристики

*Энергия излучения (лучистая энергия)* - энергия электромагнитного излучения (дж).

*Поток излучения (лучистый поток, мощность излучения)* – полная энергия, переносимая электромагнитным излучением (в том числе и светом) в единицу времени. Вт. Полная энергия отражает энергию всех электромагнитных волн. Но для светотехники интерес представляют лишь те излучения, которые воспринимаются глазом человека как свет – видимое излучение.

*Видимое излучение* - участок спектра электромагнитных колебаний в диапазоне длин волн от 380 до 770 нм (1 нм = 10<sup>-9</sup> м), воспринимаемых человеческим глазом.

*Световой поток (F)* – мощность лучистой энергии, оцениваемая по произвольному его зрительному опущению, люмен (лм). Т.е. световой поток – это часть лучистой энергии, воспринимаемая глазом человека как свет.

*Сила света (Ia)* – пространственная плотность светового потока, канделла (кд).

$$I_a = dF/d\omega. \quad (1)$$

В системе СИ сила света является одной из основных единиц, а все остальные светотехнические единицы – производными от силы света.

*Освещенность (E)* - поверхностная плотность светового потока, люкс (лк).

Освещенность измеряется люксметром или рассчитывается.

$$E = dF/dS. \quad (2)$$

*Яркость (B)* - отношение силы света, излучаемой в рассматриваемом направлении, к площади светящейся поверхности, нт (нт).

$$B = I_a / dS^* \cos \alpha. \quad (3)$$

К количественным характеристикам относят также светимость (светность) и некоторые другие.

## Качественные характеристики

*Фон* – поверхность на которой рассматривается объект различения, характеризуются коэффициентом отражения  $\rho$ .

*Коэффициент отражения* - отношение отраженного от поверхности светового потока к падающему на нее световому потоку.

$$\rho = F_{отр}/F_{пад}.$$

Коэффициент отражения зависит от цвета и фактуры поверхности и колеблется в пределах 0,02-0,95. При  $\rho < 0,2$  фон считается темным, от 0,2 до 0,4 – средним, и более 0,4 – светлым.

*Объект различения, мм* – размер наименьшего элемента, который необходимо увидеть в процессе работы.

*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 – большим.

*Коэффициент пульсации, Кп (%)* - измеряется с помощью прибора пульсометра. Пульсации освещенности на рабочей поверхности утомляют зрение, могут вызывать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта за счет появления стробоскопического эффекта.

Значение Кп меняется от нескольких процентов (для ламп накаливания) до нескольких десятков процентов (для люминесцентных ламп). Малое значение Кп для ламп накаливания объясняется большой тепловой инерцией нити накала, препятствующей заметному уменьшению светового потока лампы в момент перехода мгновенного значения переменного напряжения сети через 0 (рис. 1). В то же время газоразрядные лампы обладают малой инерцией и меняют свой



световой поток почти пропорционально амплитуде сетевого напряжения (рис. 1).

Для уменьшения коэффициента пульсации освещенности Кп люминесцентные лампы включаются в разные фазы трехфазной электрической сети. Это хорошо поясняет нижняя кривая на рис. 1, где показан характер изменения во времени светового потока (и связанной с ним освещенности), создаваемого тремя люминесцентными лампами, включенными в одну фазу А и в три различные фазы сети. 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.

Стробоскопический эффект - кажущееся изменение или прекращение вращения объекта, освещаемого светом, периодически изменяющимся с определенной частотой.

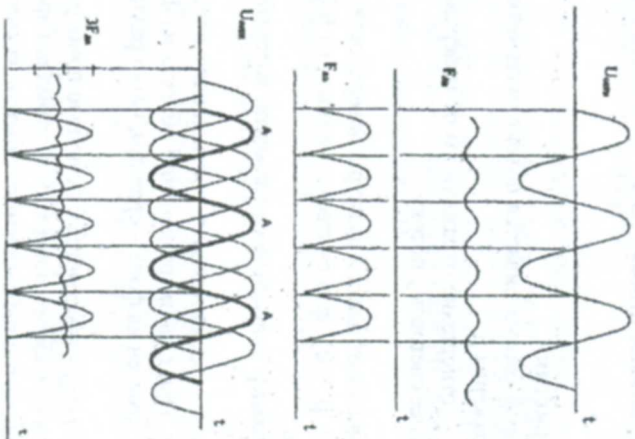


Рис. 1

### 1.3.3. Виды освещения

В зависимости от источника света освещение может быть трех видов: естественное, искусственное и смешанное.

Естественное освещение считается более полезным, чем искусственное, однако оно меняется в зависимости от времени суток, погоды, времени года и т.д. 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 два вида: общее 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 резко контраст между ярко освещенными и неосвещенными местами ухудшает 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.

Эвакуационное освещение следует предусматривать в местах, отведенных для прохода людей, в проходах и на лестницах, служящих для эвакуации людей в количестве более 50 человек.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территории, охраняемой в ночное время.

### 1.3.4. Источники искусственного света

Лампы накаливания - источник света - раскаленная спираль из тугоплавкого материала (вольфрамовая). Они дают непрерывный спектр излучения с преобладанием желто-красных лучей. По конструкции бывают вакуумные, газо-



наполненные, бесспиральные (галогенные), бесспиральные с криптоксеновым наполнением, зеркальные и др.

Недостатки:

- малый срок службы (около 1000 часов);
- низкий КПД — 3,2%;
- низкая световая эффективность потока излучения (7-20 лм/Вт);
- искажение цветов (преобладание в спектре желтых и красных лучей).

*Газоразрядные лампы.* Вызывают низкого и высокого давления.

Газоразрядные лампы низкого давления — люминесцентные. Представляют собой стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта тонким слоем твердого кристаллического вещества — люминофора. Колба лампы наполнена дозированым количеством паров ртути (30-80мг) и инертным газом (обычно аргоном) при давлении около 400 Па. По обоим концам трубки укреплены электроды. При включении лампы электрический ток, протекающий между электродами, вызывает в парах ртути электрический разряд, сопровождающийся излучением (электролюминесценцией). Это излучение, воздействуя на люминофор, преобразуется в световое излучение (фотолюминесценция). В зависимости от состава люминофора люминесцентные лампы обладают различной цветностью, в том числе близкой к естественному. Газоразрядные лампы дают более равномерное освещение, наиболее долговечны, экономичны, имеют высокую светоотдачу.

Газоразрядные лампы высокого давления — дуговые, ртутные, натриевые и др. В спектре излучения преобладают зеленые и голубые тона. Недостатки газоразрядных ламп:

- пульсация светового потока;
- шум;
- сложность подключения;
- зависимость от внешней среды;
- чувствительность к изменению напряжения в сети и др..

#### 1.4. Нормирование искусственного освещения

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.

Искусственное освещение должно обеспечивать освещенность на рабочих местах в соответствии с нормами. В основу нормирования освещенности положены следующие параметры: фон, характер зрительной работы, контраст объекта с фоном, тип ламп, система освещения. Нормы освещения приведены в Приложении 1: «Допустимая наименьшая освещенность рабочих поверхностей в производственных помещениях (по СНиП 23-05-95)»

При проектировании искусственного освещения рабочих мест учитывается освещенность в зависимости от степени светлоты фона и контраста, которые в свою очередь зависят от цвета окраски стен. В зависимости от цвета окраски стен резко изменяется коэффициент отражения (например, поверхности стен темных тонов имеют меньший коэффициент отражения, нежели светлых тонов).

#### 1.5. Контрольные вопросы по теоретической части

1. Перечислите количественные светотехнические характеристики.
2. Перечислите качественные светотехнические характеристики.
3. В чем заключается физическое различие между силой света и освещенностью? В каких единицах эти параметры измеряются?
4. Перечислите виды освещения.
5. Как разлагается искусственное освещение по принципу организации?
6. Как разлагается искусственное освещение по функциональному назначению?
7. Перечислите источники искусственного света, их достоинства и недостатки.
8. Перечислите негативные влияния, оказываемые неэффективным освещением на здоровье человека.
9. Перечислите освещенности, создаваемые аварийным, рабочим и эвакуационным освещением в порядке возрастания. Ответ обоснуйте.

#### 2. Практическая часть

##### 2.1. Описание лабораторной установки

Установка выполнена в виде модели помещения с прозрачной стационарной передней и со съемными боковыми стенками. Съемные стены с одной стороны окрашены в светлые тона, с другой в более темные, что позволяет моделировать два типа окраски стен помещений. В верхней части передней стенки располагаются органы управления вентилятором, расположенным внутри модели помещения, и выключатели ламп. Вентилятор с регулируемой частотой вращения крыльчатки служит для демонстрации спробокопического эффекта и регулирования температурного режима внутри установки.

Внешний вид макета представлен на рис.2.

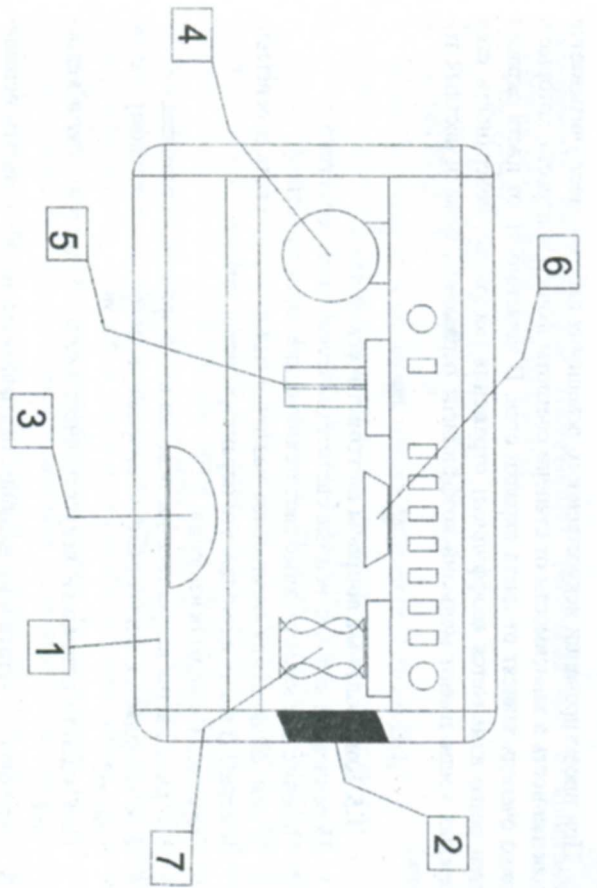


Рис.2

1. каркас из алюминиевого профиля;
2. съемные боковые стенки;
3. вентилятор;
4. лампы накаливания (2 шт.);
5. люминесцентные лампы типа КЛ19 (3 шт.);
6. галогенная лампа;
7. люминесцентная лампа типа СКЛЭН.

На потолке модели помещения смонтировано 7 ламп различной конструкции:

- лампа накаливания с криптоно-ксеноновым наполнением грибовидной формы мощностью  $W=60$  Вт, световым потоком  $\Phi_{л}=800$  лм (выключатель Л5);
- лампа накаливания матовая –  $W=60$  Вт,  $\Phi_{л}=730$  лм (выключатель Л6);
- галогенная лампа накаливания, содержащая пары йода –  $W=50$  Вт,  $\Phi_{л}=850$  лм (выключатель Л7);
- люминесцентные компактные лампы ЛБ в виде двоянных прямых святищихся трубок, включенные в три разные фазы через индуктивное балластное сопротивление –  $W=9$  Вт,  $\Phi_{л}=600$  лм (выключатели Л1, Л2, Л3);
- люминесцентная лампа ЛД в виде двоянной спирали, подключенная через емкостное балластное сопротивление и преобразователь питающего напряжения с частотой 10 кГц –  $W=11$  Вт,  $\Phi_{л}=700$  лм (выключатель Л4).

На передней панели каркаса (рис. 2) расположены органы управления и контроля:

1. лампа индикации включения напряжения сети;
2. переключатель для включения вентилятора;
3. ручка регулировки частоты вращения вентилятора;
4. переключатели (1–7) для включения ламп.

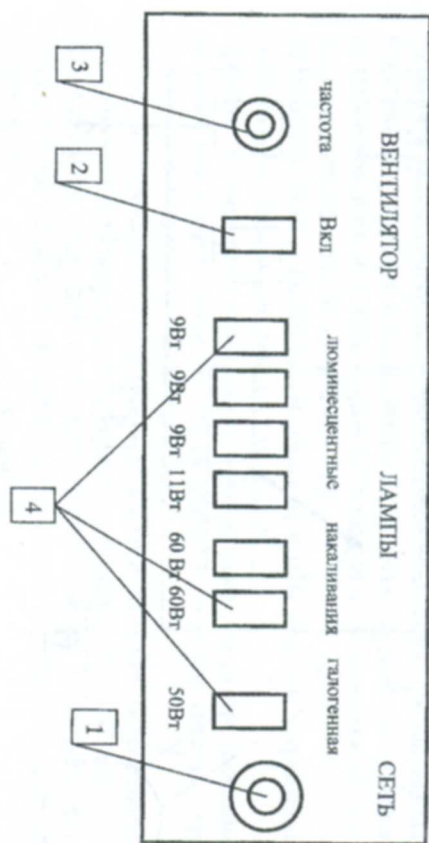


Рис.2

Люксметр-пульсаметр (рис. 3) состоит из:

1. корпус;
2. стрелочный индикатор;
3. переключатель режима измерения (освещенность – Е, коэффициент пульсации  $K_{п}$ );
4. переключатель диапазона измерения (100 – 30);
5. переключатель включения напряжения сети со встроенным индикатором;
6. измерительная головка (приемник светового потока);
7. насадки.



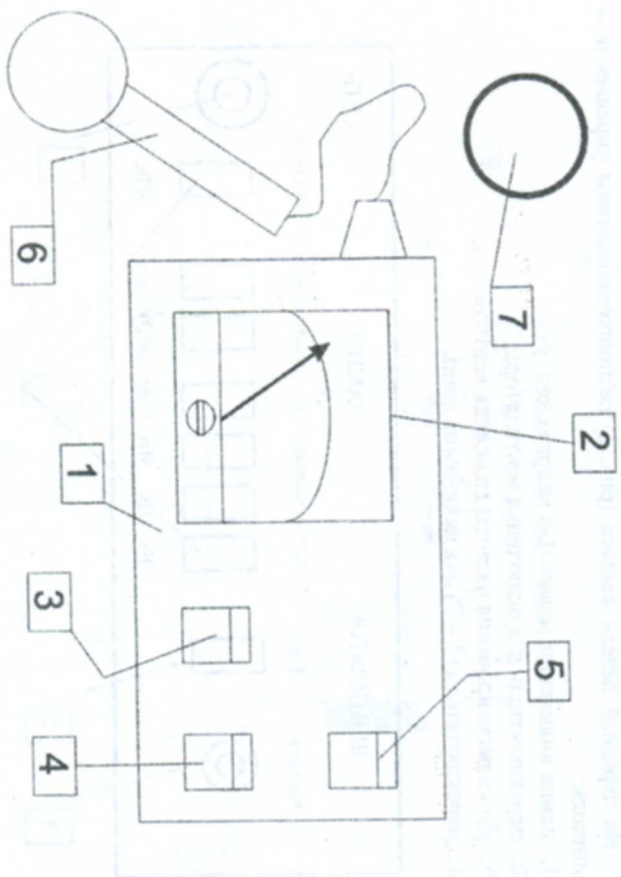


Рис. 3

Прибор позволяет измерять освещенность в диапазоне от 5 до 100 000 лк. Выбор диапазона определяется насадками. Для выполнения лабораторной работы установлены насадки, при которых вся шкала прибора соответствует 1000лк.

## 2.2. Требования безопасности при выполнении лабораторной работы

1. К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторной установки, принципом действия и мерами безопасности при проведении лабораторной работы.
2. Для предотвращения перерыва установки при длительной работе лампы необходимо включить вентилятор.
3. После проведения лабораторной работы отключить энергоснабжение стенда люксметра-пульсаметра.

## 2.3. Задачи для проведения экспериментов:

1. Определить зависимость фактического светового потока от окраса стен помещений.
2. Определить зависимость коэффициента использования осветительной установки от окраса стен помещений.
3. Определить зависимость коэффициента пульсации от вида лампы.
4. Экспериментально создать условия и провести наблюдения стробоскопического эффекта.

## 2.4. Порядок выполнения работы

1. Установить стенки макета таким образом, чтобы стороны, окрашенные в темные тона, были обращены внутрь стенда.
2. Включить установку.
3. Проверить работоспособность люксметра-пульсаметра, определите цену деления на каждой шкале.
4. Включить лампы (выбор ламп производится по заданию преподавателя)
5. Произвести измерения освещенности с помощью люксметра-пульсаметра не менее чем в пяти точках макета (в центре и по углам макета), определить среднее значение освещенности  $E_{ср}$ .
6. Установить стенки макета таким образом, чтобы стороны, окрашенные в светлые тона, были обращены внутрь макета.
7. Произвести измерения освещенности с помощью люксметра-пульсаметра не менее чем в пяти точках макета (в центре и по углам макета), определить среднее значение освещенности  $E_{ср}$ .
8. Сравнить полученные в результате измерений значения освещенности с допустимыми значениями освещенности, приведенными в таблице 1.
9. По результатам измерений освещенности для варианта с темной и светлой окраской стен вычислить значение фактического светового потока  $F_{факт}$  по формуле:

$$F_{факт} = E_{ср} \times S, \quad (4)$$

где  $S$  – площадь макета помещения,  $m^2$ . ( $S = 0,42 m^2$ );

$E_{ср}$  – среднее значение освещенности.

10. Вычислить коэффициент использования осветительной установки  $\eta$  для варианта с темной и светлой окраской стен по формуле:

$$\eta = F_{факт} / F_{ламп}. \quad (5)$$

Суммарный световой поток  $F_{ламп}$  выбрать по номинальной мощности для каждого типа ламп по табл. 2.

Таблица 2

Тип лампы	Номинальная мощность, Вт	Номинальный световой поток, лм
Лампа накаливания	60	730
Лампа накаливания криптоновая	60	800
Лампа люминесцентная КЛД	9	600 (465)*
Лампа люминесцентная СКЛЭН	11	700
Лампа галогенная	50	850

