

## Содержание

1	Цель работы	3
2	Порядок выполнения работы	3
3	Описание лабораторной установки	3
4	Краткие теоретические сведения	4
5	Методические указания	6
6	Контрольные вопросы	8

					<b><i>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0001</i></b>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Выполнил</i>					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>					У	2	7
<i>Н. Контр.</i>					<b><i>ЭБ-31</i></b>		
<i>Утвердил</i>							

Снятие характеристик ламп нака-  
ливания

## 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Изучить конструкцию ламп накаливания, их характеристики; определить светоотдачу при колебании напряжения питания.

## 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1 Ознакомиться с лабораторной установкой и записать технические (паспортные) данные ламп накаливания и измерительных приборов.

2.2 Ознакомиться с конструкцией ламп накаливания различных типов.

2.3 Собрать электрическую схему согласно рис. 1 и провести опыт по определению светоотдачи ламп накаливания при различных значениях напряжения питания.

2.4 Составить отчет по работе

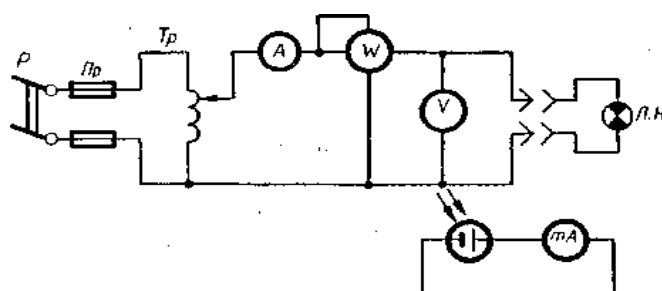


Рисунок 1 - Электрическая схема для проведения опыта с лампами накаливания

## 3 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Для проведения лабораторной работы по изучению конструкции ламп накаливания и определению светоотдачи при колебаниях напряжения питания лабораторная установка должна состоять из набора ламп накаливания различных типов и конструкций: нормальных, биспиральных, автомобильных и тракторных напряжением 6 и 12 в, кинопроекторных, прожекторных и др. Лампы различных типов и конструкций рекомендуется монтировать на демонстрационных щитах в собранном и разобранном виде.

Над каждым элементом лампы должна быть надпись с наименованием его, а над собранной лампой – надписи с указанием типа, мощности, светоотдачи и срока службы.

К щитку лабораторного стола должны быть подведены напряжения 6, 12, 127 и 220 в, необходимо иметь устройство для изменения этих напряжений в пределах  $\pm 10 \div 15\%$ .

На лабораторном столе надо иметь комплект электроизмерительных приборов — амперметр, вольтметр, ваттметр, люксметр и др.

					<b>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0001</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		3

#### 4 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В лампах накаливания всегда используется тепловое излучение, характер которого зависит от температуры тела нити накала. Показателями теплового излучения при работе лампы накаливания являются спектральный состав, величина потока излучения и к. п. д. В излучении имеются видимые и невидимые лучи, причем лишь небольшая часть излучения заключена в видимой части спектра.

Коэффициент полезного действия лампы накаливания невысок и составляет примерно 3—5%. При повышении температуры нити накала повышается к. п. д. и улучшается спектр излучения, но при этом сокращается срок службы лампы, так как нагревание материала нити накала связано с распылением и испарением материала нити.

Основными характеристиками ламп накаливания являются: номинальное напряжение, световой поток, световая отдача, мощность и средний срок службы.

*Номинальное напряжение* — то напряжение, на которое рассчитана лампа для работы. Отечественная промышленность выпускает лампы накаливания на различные величины номинального напряжения в зависимости от типа и назначения ламп. Так, автомобильные лампы изготавливаются на номинальное напряжение 6 или 12 в; железнодорожные — на 24, 50 и 75 в; лампы для местного освещения — на 12 и 36 в, а лампы накаливания осветительные общего назначения — на 127 и 220 в.

*Световой поток* — это лучистый поток, излучаемый лампой накаливания. Он оценивается по производимому им световому ощущению и зависит от температуры нагрева материала нити накаливания и мощности лампы. Световой поток обозначается буквой  $F$  и измеряется в люменах (лм).

С течением времени (в процессе работы лампы) световой поток лампы снижается вследствие уменьшения излучения нити накала и загрязнения внутренней поверхности колбы.

*Световая отдача* лампы представляет собой отношение излучаемого ею светового потока к электрической мощности, потребляемой лампой:

$$H = F/P_0, \quad (1)$$

где  $F$  — световой поток, лм;  $P_0$  — мощность, потребляемая лампой, вт.

Величина световой отдачи находится в сложной зависимости от температуры тела накала лампы. Лампы накаливания большой мощности, а также источники света низкого напряжения, обладающие более толстой нитью и, следовательно, допускающие более высокую температуру нагрева, имеют более высокую световую отдачу, чем источники малой мощности и с более высоким номинальным напряжением.

*Средний срок службы*, В процессе горения лампы происходит распыление материала нити, ведущее к постепенному разрушению ее и к уменьшению светового потока. Согласно действующему стандарту (ГОСТ 2239—60) номинальная средняя продолжительность горения нормальных осветительных ламп накаливания составляет 1000 ч. Взаимная связь отдельных характеристик ламп накаливания от напряжения может быть выражена графически и с некоторым приближением

					<b>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0001</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		4

аналитически. Для приближенного аналитического расчета применительно к газонаполненным лампам с температурой накала нити  $T = 2800$  К можно пользоваться следующими соотношениями:

при определении тока

$$I/I_0 = (U/U_0)^{0,53};$$

при определении мощности лампы

$$P/P_0 = (U/U_0)^{1,53};$$

при определении светового потока

$$F/F_0 = (U/U_0)^{3,67}; \quad (2)$$

при определении световой отдачи

$$H/H_0 = (U/U_0)^{2,14};$$

при определении срока службы лампы

$$L/L_0 = (U/U_0)^{-14,8};$$

в этих формулах  $F$ —световой поток,  $лм$ ;  $H$ —световая отдача лампы,  $лм/вт$ ;  $L$ —срок службы лампы,  $ч$ ;  $I$ —ток лампы,  $а$ ;  $U$ —напряжение лампы,  $в$ ;  $P$ —мощность лампы,  $вт$ . Индекс «0» обозначает значение характеристики при номинальном режиме.

Конструкция лампы накаливания, а также перечень материалов, потребных для ее изготовления, представлена на рис. 2. Процесс производства нормальных ламп накаливания состоит из подготовительных операций и сборки. К подготовительным операциям относятся: изготовление спирали, заготовка стекла, мойка и обрезка колб, изготовление электродов и цоколя. Сборка ламп механизирована.

В зависимости от мощности и назначения ламп применяются различные типы и размеры цоколей. Осветительные лампы общего назначения имеют цоколь с винтовой нарезкой. Железнодорожные, трамвайные и автомобильные—штыковой с одним или двумя контактами, а софитные и некоторые специальные—со специальным цоколем. Для цоколей принята заводская маркировка: Е—резьбовой цоколь; 1С—штыковой одноконтактный; 2С—штыковой двухконтактный; Ф—фокусирующий; СФ—софитный; Ц—цилиндрический; М—для мощных ламп.

Все характеристики ламп накаливания имеют прямую связь с напряжением, приложенным к лампе. При повышении напряжения по сравнению с номинальным сокращается срок службы, повышается световой поток, излучаемый лампой, мощность и световая отдача, причем рост светового потока происходит быстрее, чем рост мощности. При понижении напряжения против номинального наблюдается обратное явление.

					<b>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0001</b>	Лист
						5
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

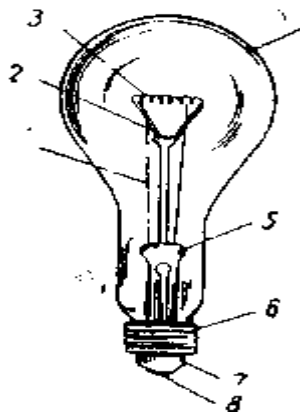


Рисунок 2 - Конструкция лампы накаливания:

1 - никель; 2 — молибден; 3 - спираль; 4 — колба; 5 — медь; 6 - - цоколь; 7 — изолятор;  
8 — контакт

## 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При работе на лабораторной установке следует предварительно выяснить, как устроен *люксметр* и как пользоваться им при измерении освещенности. Ознакомиться с устройством, на котором закрепляется испытуемая лампа. Изучить схему установки для проведения опыта. Записать паспорта электроизмерительных приборов, аппаратуры управления и защиты.

Изучение конструкций и устройств ламп накаливания различных типов производится по каждому типу ламп — нормальные, биспиральные, газонаполненные, лампы низкого напряжения для местного освещения, автомобильные и тракторные, железнодорожные, прожекторные. Необходимо выяснить особенности конструкций и их отличие друг от друга. Записать характеристики ламп накаливания и выяснить, чем обуславливается выбор той или иной конструкции и типа лампы. Следует ознакомиться с каталожными данными ламп накаливания.

Опыт по определению светотдачи ламп накаливания различных типов при различных значениях напряжения питания производится в следующем порядке:

- 1) собирается электрическая схема, согласно рис. 1;
- 2) подбираются лампы накаливания двух-трех типов;
- 3) руководитель занятия проверяет собранную учащимися электрическую схему;
- 4) заготавливается таблица для занесения данных опыта, выясняются (по каталогу) номинальные значения светового потока испытуемых ламп накаливания; эти данные заносятся в таблицу 1;
- 5) устанавливается испытуемая лампа накаливания, включается схема и проводится опыт определения светотдачи при различных значениях напряжений: 0,9, 0,8 и 0,7 от номинального и при\* значениях выше номинального от 1,1 и до 1,4.

При проведении опыта фиксируются показания амперметра, вольтметра, ваттметра и люксметра. Данные опыта и расчетов заносятся в таблицу 1.

					<b>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0001</b>	Лист
						6
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 1 – Данные опыта

<i>№ п.п.</i>	<i>U, в</i>	<i>I, а</i>	<i>P, вт</i>	<i>E, лк</i>	<i>F, лм</i>	<i>H, лм/вт</i>	<b>Тип лампы</b>

В лабораторных условиях непосредственное измерение светового потока и световой отдачи невозможно, так как для этого потребовалось бы специальное оборудование. Известно, что световая отдача

$$H = F/P_0. \quad (3)$$

С некоторым приближением можно считать, что между световым потоком  $F$  и освещенностью  $E$  существует прямая зависимость  $F = E \cdot S$ . При этом допущении световой поток при различных значениях напряжений определяется следующим выражением:

$$F = (E/E_0)F_0, \quad (4)$$

где  $F$  — световой поток лампы при напряжении, не равном номинальному, лм;  $F_0$  — световой поток лампы при номинальном напряжении, лм;  $E$  — освещенность, измеренная люксметром при напряжении, отличном от номинального, лк;  $E_0$  — освещенность, измеренная люксметром при номинальном напряжении, лк. Световая отдача при номинальном напряжении

$$H_0 = F_0/P_0; \quad (5)$$

при напряжении, отличном от номинального,

$$H = H_0(E/E_0)(P_0/P), \quad (6)$$

где  $H$  — светоотдача при испытуемом напряжении, лм/вт;  $H_0$  — светоотдача при номинальном напряжении, лм/вт;  $P_0$  — мощность лампы при номинальном напряжении, вт;  $P$  — мощность лампы при испытуемом напряжении, вт.

Отчет по работе составляется по форме, указанной в приложении 1. В отчете необходимо привести паспорта всех аппаратов и приборов, вычертить электрическую схему соединений, привести заполненную таблицу наблюдений и расчетов, кратко описать содержание работы и порядок ее проведения. Необходимо сделать выводы по работе и ответить на контрольные вопросы.

## 6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1 На каком принципе работают лампы накаливания?
- 6.2 Чем объясняется, что у более мощных ламп светоотдача выше?
- 6.3 Перечислите основные характеристики ламп накаливания.
- 6.4 Почему лампы накаливания работают при низком к. п. д.?
- 6.5 Какие материалы используются для нити накала лампы?

					<b>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0001</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		8

## Содержание

1	Цель работы	3
2	Порядок выполнения работы	3
3	Описание лабораторной установки	3
4	Краткие теоретические сведения	4
5	Методические указания	5
6	Контрольные вопросы	7

					<b><i>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0002</i></b>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Выполнил</i>					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>					У	2	7
<i>Н. Контр.</i>					<b><i>ЭБ-31</i></b>		
<i>Утвердил</i>							

Снятие характеристик люминесцентной лампы



## 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1. изучить конструкцию, устройство и работу люминесцентной лампы. Снять характеристики люминесцентной лампы.

## 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1. Записать технические (паспортные) данные аппаратов, измерительных приборов, ламп и других элементов лабораторной установки. Ознакомиться с лабораторной установкой и выяснить назначение ее элементов.

2.2. Ознакомиться с устройством люминесцентных ламп различных конструкций.

2.3. Собрать электрическую схему согласно рис. 1, включить ее в работу и определить, как распределяются напряжения по отдельным элементам схемы.

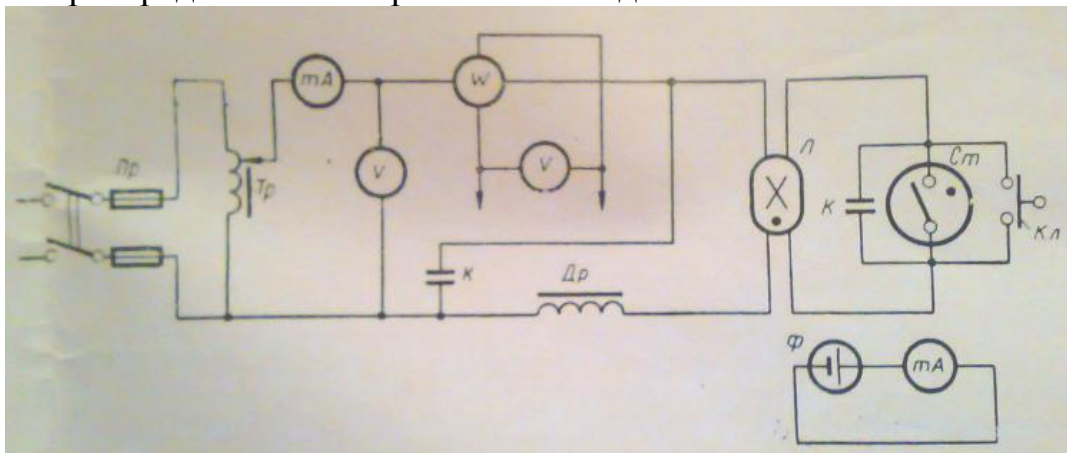


Рисунок 1 - Электрическая схема для проведения опыта с люминесцентными лампами: *Tr* – трансформатор; *K* – конденсатор; *Dr* – дроссель;  $\Phi$  – фотоэлемент; *Kл* – кнопка; *L* – лампа; *Ст* – стартер

2.4. Определить световой поток и световую отдачу лампы.

2.5. Составить отчет о выполненной работе.

## 3 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Для ознакомления с устройством различных типов люминесцентных ламп и проведения опыта по снятию их характеристик лабораторная установка должна быть оборудована демонстрационными щитами, на которых рекомендуется монтировать в разобранном виде люминесцентные лампы различных конструкций и типов (лампы дневного света ЛД; холодно-белого света – ЛХБ белого света – ЛБ; тепло-белого света - ЛТБ). Кроме того, на лабораторном столе необходимо иметь ЛАТР (лабораторный автотрансформатор) для регулирования (изменения) напряжения питания люминесцентной лампы, а также электроизмерительные приборы (вольтметр, амперметр, ваттметр, люксметр, дроссель, стартер) и набор люминесцентных ламп. К щитку лабораторного стола должно быть подведено напряжение переменного тока 127 и 220в.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**АКВТ.13.02.11.ЛР34.0002**

Лист

3

#### 4 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Люминесцентные лампы состоят из цилиндрической стеклянной трубки – колбы (рис. 2), внутренняя поверхность которой покрывается веществом, способным светиться (флуоресцировать). Это вещество называется *люминофором*. Стеклянная трубка (колба) наполняется газом аргоном с несколькими каплями ртути. Люминофор преобразует ультрафиолетовое излучение видимой части спектра. Внутри трубки на ее концах впаиваются электроды, представляющие собой вольфрамовые спирали. К электродам подводится напряжение от источника тока.

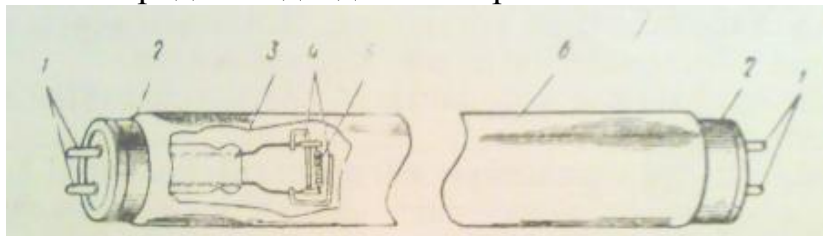


Рисунок 2 - Общий вид люминесцентной лампы: 1 – штыри; 2 – цоколи; 3 – стеклянная ножка; 4 – проволочные экраны; 5 – вольфрамовые биспирали; 6 – цилиндрическая колба

Чтобы вызвать свечение в лампе, необходимо предварительно разогреть электроды. Предварительный нагрев обеспечивает термоэмиссию, после чего возникает разряд: вначале в аргоне, а затем переходит в пары ртути. Для получения дугового разряда служит специальное устройство – *стартер*, включаемое на короткое время последовательно в цепь электродов.

Стартер представляет собой миниатюрную газоразрядную лампу с биметаллическими электродами. В нем возникает тлеющий разряд; в это время биметаллическая пластинка стартера нагревается, изгибается и замыкает цепь электродов люминесцентной лампы. По цепи протекает ток, величина которого определяется величиной напряжения сети и сопротивлением цепи. В результате протекания тока разогреваются электроды лампы, а электроды стартера остывают и разрывают цепь электродов люминесцентной лампы. Так как при этом снижается ток в цепи, то в дросселе возникает э.д.с. самоиндукции, напряжение на лампе возрастает, и в лампе появляется электрический разряд, который в дальнейшем, при правильно подобранном балластном сопротивлении, стабилизируется и поддерживается. Последовательно с лампой включается дроссель, служащий для ограничения рабочего тока в лампе и поддержания дугового разряда при включении лампы.

Преобразование электрической энергии в энергию излучения видимой части спектра в люминесцентной лампе происходит в результате электрического разряда в парах ртути и преобразования его в излучении ультрафиолетовой части спектра, которое, в свою очередь, воздействует на люминофор и превращает его в энергию видимой части спектра. Цветность люминесцентной лампы определяется в основном составом люминофора.

На рис.3 приводится схема включения люминесцентной лампы. Параллельно стартеру включается конденсатор емкостью  $C_1$ , уменьшающий подгорание контактов.

С некоторым приближением считается, что световой поток люминесцентной лампы пропорционален освещенности и подчиняется следующему соотношению:

$$F' = (E'/E_n)F_n, \quad (1)$$

где  $F'$  – световой поток лампы при отличном от номинального напряжении, лм;  $F_n$  – световой поток лампы при номинальном напряжении, лм;  $E_n$  – освещенность, измеренная люксметром при номинальном напряжении, лк;  $E'$  – освещенность при напряжении, отличном от номинального, лк.

Люминесцентные лампы обладают более высоким коэффициентом полезного действия, чем лампы накаливания.

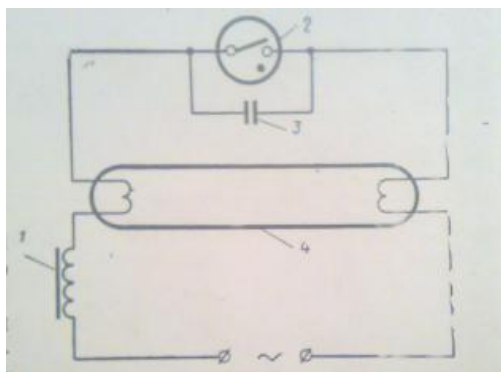


Рисунок 3 - Схема включения люминесцентной лампы: 1 – дроссель; 2 – стартер; 3 – конденсатор; 4 – лампа

## 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Изучая каждый элемент установки и назначение отдельных элементов, следует обратить внимание на устройство люксметра и способы пользования им. Если в схеме имеются шунты или добавочные сопротивления, то не забыть записать их параметры и учесть при подсчете результатов показаний измерительных приборов.

Ознакомление с устройством люминесцентных ламп производится на демонстрационных щитах, где в разобранном виде представлены люминесцентные лампы. Необходимо выяснить назначение каждого элемента (части) люминесцентной лампы и изучить схему ее включения.

Проведение опыта по определению распределения напряжения на отдельных элементах схемы включения люминесцентной лампы производится по схеме, изображенной на рис. 1. После того как схема будет собрана, необходимо показать ее руководителю занятия для проверки. После проверки и получения разрешения на включение опыт проводится при нажатой кнопке *Кл*. С помощью ЛАТР необходимо вначале установить номинальное напряжение, а затем, наблюдая за показаниями электроизмерительных приборов, записать в таблицу 1 значения тока  $I_{уст}$ , напряжения на лампе  $U_l$  и дросселе  $U_{др}$ , а также напряжение сети  $U_c$ , мощности установки  $P_{уст}$ , на дросселе  $P_{др}$ , лампы  $P_l$ .

Таблица 1 – Данные опыта

<i>№ п.п.</i>	<i>I<sub>уст</sub> а</i>	<i>U<sub>с</sub> в</i>	<i>U<sub>л</sub> в</i>	<i>U<sub>др</sub> в</i>	<i>P<sub>уст</sub> вт</i>	<i>P<sub>л</sub> вт</i>	<i>P<sub>др</sub> вт</i>

Проведение опыта по определению светового потока и светоотдачи люминесцентной лампы производится по схеме, показанной на рис. 1. С помощью ЛАТР устанавливают напряжение, равное 1,1 от номинального, а затем изменяют его в сторону снижения и доводят до 0,7 – 0,8 от номинального. Наблюдают за показаниями электроизмерительных приборов и их показания заносят в таблицу 2.

Таблица 2 – Данные опыта

<i>№ п.п.</i>	<i>I<sub>уст</sub> а</i>	<i>U<sub>с</sub> в</i>	<i>U<sub>л</sub> в</i>	<i>U<sub>др</sub> в</i>	<i>P<sub>уст</sub> вт</i>	<i>P<sub>л</sub> вт</i>	<i>P<sub>др</sub> вт</i>	<i>cos φ</i>	<i>E, лк</i>	<i>F, лм</i>	<i>H<sub>л</sub> лм/вт</i>	<i>H<sub>уст</sub> лм/вт</i>

Световой поток люминесцентной лампы с некоторым приближением пропорционален величине освещенности и определяется по формуле 1.

Технические характеристики и основные параметры люминесцентных ламп общего назначения приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Технические характеристики и основные параметры люминесцентных ламп.

Марка лампы	Номинальные величины					Средняя величина $F$ после 2000 ч горения, $лм$
	$I, a$	$P, вт$	$U, в$	$F, лм$	$H, лм/вт$	
ЛДЦ-15	0,3	15	58	450	30	315
ЛД-15				525	35	365
ЛХБ-15				600	40	420
ЛБ-15				630	42	440
ЛТБ-15				600	40	420
ЛДЦ-20	0,35	20	60	620	31	465
ЛД-20				760	39	570
ЛХБ-20				900	45	675
ЛБ-20				980	49	735
ЛТБ-20				900	45	675
ЛДЦ-30	0,34	30	108	1100	37	775
ЛД-30				1380	46	970
ЛХБ-30				1500	50	1060

Средняя продолжительность работы люминесцентных ламп, установленная ГОСТом, составляет не менее 5000 ч. Чем чаще включается и выключается лампа, тем сильнее сокращается срок ее службы, так как при каждом зажигании расходуется оксидное покрытие электродов. Светоотдача  $H_l$  люминесцентной лампы определяется как отношение светового потока лампы к ее мощности, т.е.

$$H_l = F_l / P_l \quad (2)$$

Светоотдача установки  $H_{уст}$  определяется как отношение светового потока лампы к мощности установки

$$H_{уст} = F_l / P_{уст} \quad (3)$$

Отчет по работе составляется по форме, указанной в приложении 1. В отчете рекомендуется привести краткое описание устройства и принцип действия люминесцентной лампы. Выполнить график зависимости светового потока от величины подведенного к лампе напряжения. Объяснить порядок проведенной работы и ответить на контрольные вопросы.

## 6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Из каких основных частей состоит люминесцентная лампа?
- 6.2. Каковы преимущества люминесцентной лампы по сравнению с лампой накаливания?
- 6.3. Для какой цели люминесцентная лампа снабжается стартером?
- 6.4. Зачем нужен дроссель в схеме люминесцентной лампы?
- 6.5. Какие типы люминесцентных ламп выпускает промышленность?

## Содержание

1	Цель работы	3
2	Порядок выполнения работы	3
3	Описание лабораторной установки	3
4	Краткие теоретические сведения	4
5	Методические указания	7
6	Контрольные вопросы	7

					<b><i>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0003</i></b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Выполнил</i>					Построение кривых светораспределения светильников «универсаль» и «люцетта»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>						У	2	7
<i>Н. Контр.</i>						<b><i>ЭБ-31</i></b>		
<i>Утвердил</i>								

## 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1. Проведение опыта для получения данных построения кривых светораспределения светильников.

## 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1. Ознакомиться с установкой для проведения опыта получения данных построения кривых светораспределительных светильников.

2.2. собрать электрическую схему рис.1.

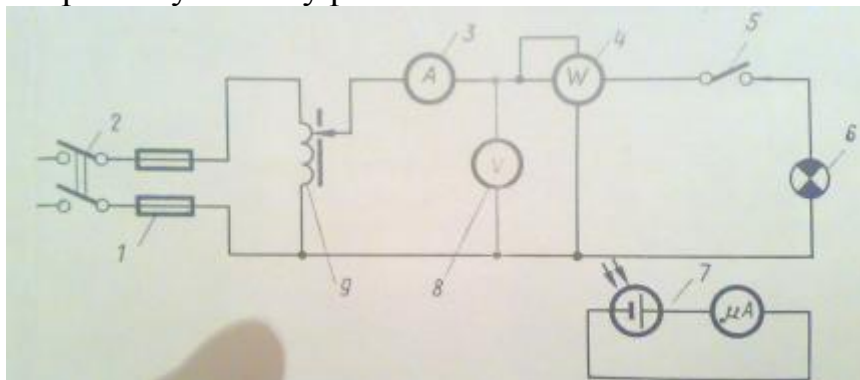


Рисунок 1 - Схема установки для снятия кривой светораспределительных светильника: 1 – предохранители; 2 – рубильник; 3 – амперметр; 4 – ваттметр; 5 – тумблер; 6 – светильник; 7 – фотоэлемент; 8 – вольтметр; 9 – автотрансформатор

2.3. Провести опыт для получения данных построения светораспределения светильников «универсаль» и «люцетта».

2.4. Построить кривые светораспределения светильников «универсаль» и «люцетта» по данным, полученным в результате проведения опыта и по табличным данным.

2.5. Составить отчет по работе.

## 3 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Для проведения опыта получения данных построения кривых светораспределения необходимо иметь приспособление в виде кронштейна с подвижной рейкой, эскиз которого приведен на рис.2.

На кронштейне закрепляется светильник, а на рейке устанавливается фотоэлемент. Рейка должна иметь устройство, позволяющее изменять угол до  $90^\circ$  между световым центром и расположением фотоэлемента. Фотоэлемент закрепляется в плоскости перпендикулярной направлению света.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**АКВТ.13.02.11.ЛР34.0003**

Лист

3

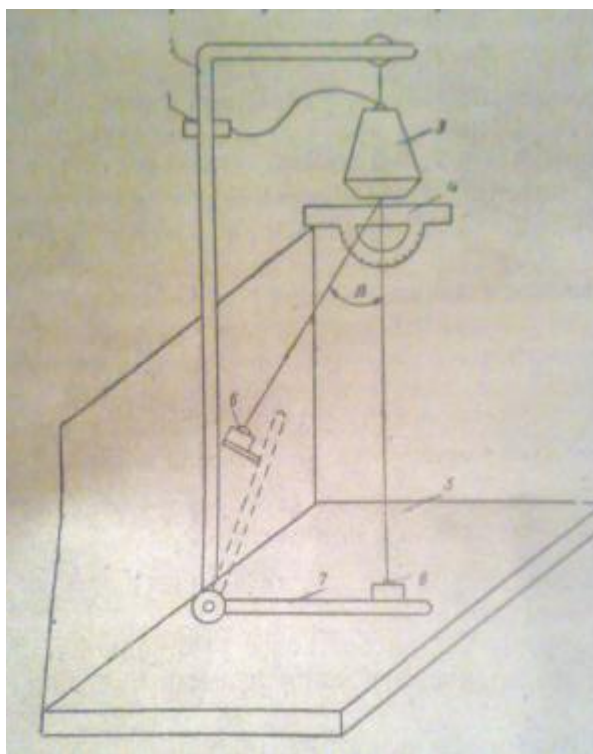


Рисунок 2 - Общий вид устройства для снятия кривой светораспределения светильника: 1 – подвод тока; 2 – кронштейн; 3 – светильник; 4 – транспортер; 5 – стол; 6 – фотоэлемент; 7 – подвижная рейка

К лабораторному столу должно быть подведено напряжение от источника тока. Стол должен быть оборудован электроизмерительными приборами – амперметром, вольтметром, ваттметром. Необходимо иметь светильники «универсаль» и «люцетта».

#### 4 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Осветительные приборы ближнего действия называются *светильниками*. Они состоят из источника света (лампы) и осветительной арматуры. Арматура предназначена для перераспределения светового потока в требуемом направлении, защиты глаз от слепящего действия чрезмерно ярких частей источников света и предохранения колбы лампы от механических повреждений и загрязнений. Основные характеристики светильников - светораспределение, коэффициент полезного действия и защитный угол.

Источники света распределяют световой поток в пространстве неравномерно, следовательно, сила по различным направлениям неодинакова так же, как неодинакова сила света по различным направлениям светильника. *Светораспределение светильника* может характеризоваться либо распределением силы света в окружающем пространстве (продольные кривые силы света), либо распределением освещенности на условно выбранных по отношению к оси светильника плоскостях. Для наглядного представления о том, какова сила света светильника в том или другом направлении, строят *кривые силы света*, представляющие собой зависимость

					<b>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0003</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		4



$J_a=f(\alpha)$ . На рис.3 приведены кривые светораспределения светильников «универсаль» (кривая 1) и «люцетта» (кривая 2).

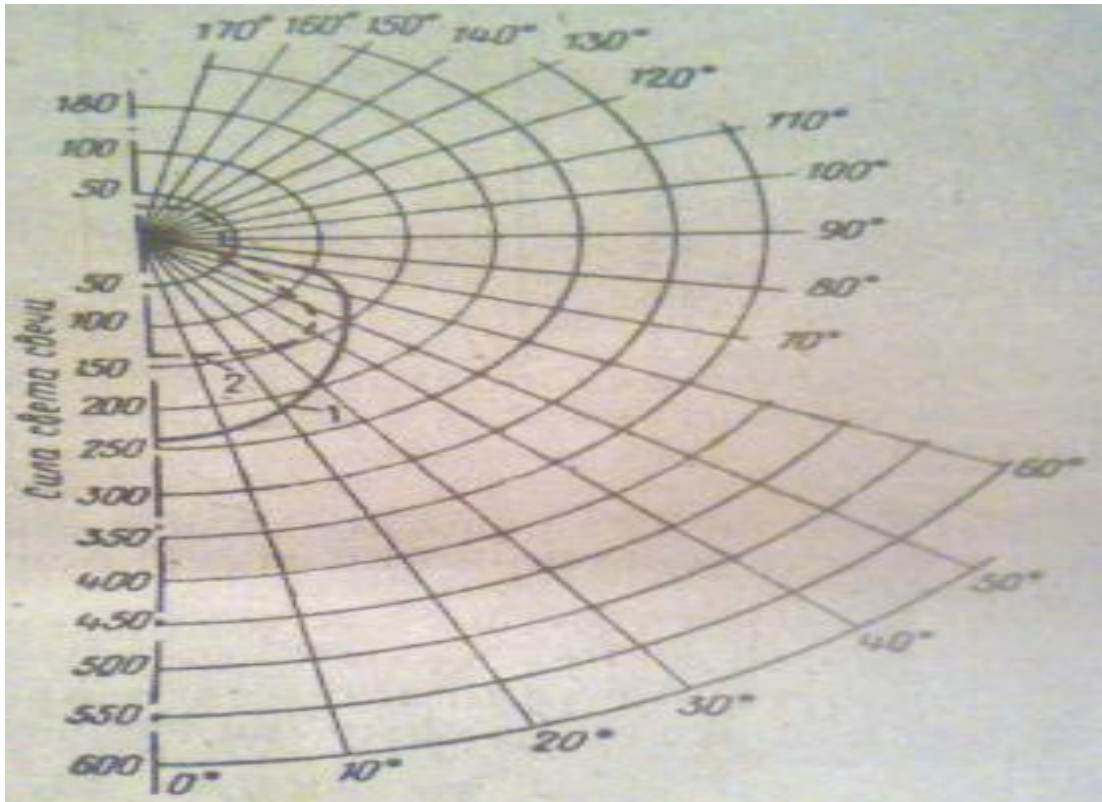


Рисунок 3 - Кривые светораспределения светильников.

В каталогах, справочниках и учебных пособиях кривые светораспределения приводятся для условной лампы со световым потоком 1000 лм, но при пользовании указанными кривыми светораспределения для конкретного случая, т.е. при той или иной лампе накаливания определенной мощности, необходимо производить соответствующий пересчет, считая, что сила света прямо пропорциональна величине светового потока:

$$J_{np} = J_{уст} * 1000 / F_{уст} \quad (1)$$

где  $J_{np}$  – сила света, приведенная к световому потоку, равному 1000 лм, кд;  $J_{уст}$  – сила света лампы, используемой в данном светильнике, кд;  $F_{уст}$  – световой поток лампы по ГОСТу, лм.

Сила света  $J$  под углом  $\beta$  к нормали

$$J_{\beta} = El^2 / \cos \beta \quad (2)$$

здесь  $l$  – расстояние от светового центра светильника до точки, где определена освещенность  $E$ , м;  $\beta$  – угол между направлением силы света и нормалью к плоскости, на которую падает световой поток, град.

Как следует из формулы 2, сила света  $J_{\beta}$  под углом  $\beta$  к нормали может быть определена по показаниям фотоэлемента, т.е. по значениям  $E$

(освещенности). кривые светораспределения изображаются в полярных координатах. В таблице 1 приводятся данные кривых силы света светильников «универсаль» и «люцетта» с условной лампой  $F=1000$  лм.

Таблица 1 - Данные кривых силы света светильников «универсаль» и «люцетта»

Угол, град	«Универсаль» без затенителя, кд	«Универсаль» с опаловым затенителем, кд	«Люцетта» цельного стекла, кд
0	235	151	141
5	234	150	142
15	229	144	144
25	206	141	144
35	185	131	146
45	167	117	133
55	140	97	88
65	114	75	51
75	16	61	50
85	3	27	46
90	0	16	45

Коэффициент полезного действия светильника есть отношение светового потока  $F_{св}$  светильника к световому потоку  $F_{л}$  источника света:

$$\eta = F_{св} / F_{л} \quad (3)$$

величина КПД характеризует экономичность светильника и зависит от материала и конструкции светильника.

Защитный угол – это угол, заключенный между горизонтально проходящей через тело накала лампы, и линией, соединяющей крайнюю точку тела накала с противоположным краем отражателя. Величина защитного угла

$$\operatorname{tg} \varphi = 2h / (D + d) \quad (4)$$

где  $h$  – расстояние от тела накала до уровня выходного отверстия светильника;  $D$  – диаметр выходного отверстия;  $d$  – диаметр кольца тела накала лампы (рис.4).

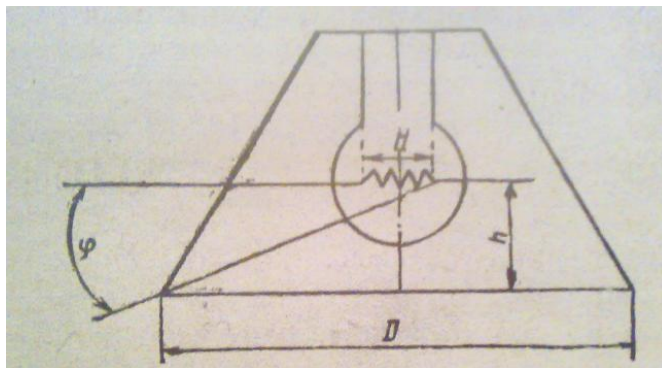


Рисунок 4 - Защитный угол

## 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Ознакомиться с лабораторной установкой и записать технические (паспортные) данные приборов и аппаратов. Необходимо изучить методику экспериментального определения силы света при помощи устройства в виде кронштейна и подвижной рейки. Закрепить исследуемые светильники на кронштейне (штативе) и установить фотоэлемент.

Сборка электрической схемы для проведения опыта производится согласно рис.1. до начала работы и включения схемы необходимо дать руководителю занятия проверить схему и только после получения разрешения включить схему в работу.

Опыт проводится в следующей последовательности:

- 1) исследуемый светильник закрепляется на штативе;
- 2) закрепляется фотоэлемент в плоскости, перпендикулярной направлению силы света, на расстоянии одного метра от светового центра;
- 3) с помощью рейки изменяется угол  $\beta$  и изменяется освещенность;
- 4) определяется значение силы света  $J_\beta$  под углом к нормали (см. формулу 2);
- 5) результаты наблюдений и расчетов заносятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Данные опытов

Тип светильника	$E, \text{лк}$	$\beta, \text{град}$	$J_\beta, \text{кд}$	$J, \text{св}$	$F, \text{лм}$	$U, \text{в}$

6) на полярных координатах изображается сетка масштабных концентрических окружностей, позволяющих нанести значения силы света, полученные из опыта и в результате пересчета;

7) по результатам опыта и расчета строится кривая светораспределения;

8) по табличным данным строится кривая светораспределения.

Отчет по работе составляется по форме, указанной в приложении 1. В отчете необходимо привести схему соединений электроизмерительных приборов, данные таблицы 2 и формулы, по которой производился пересчет и определялась сила света. Привести кривые светораспределения для светильников «универсаль» и «люцетта», ответить на контрольные вопросы

## 6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Перечислите характеристики светильников.

6.2. Что называется светильником и каково его назначение?

6.3. Объясните, почему в каталогах и справочниках приводятся данные светораспределения светильников для условной лампы с потоком, равным 1000 лм?

6.4. Что называется защитным углом светильника?

## Содержание

1	Цель работы	3
2	Порядок выполнения работы	3
3	Описание лабораторной установки	4
4	Краткие теоретические сведения	4
5	Методические указания	5
6	Контрольные вопросы	5

					<b><i>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0004</i></b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Выполнил</i>					Исследование работы люминесцентных ламп при различных пускорегулирующих устройствах	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>						У	2	5
<i>Н. Контр.</i>						<b><i>ЭБ-31</i></b>		
<i>Утвердил</i>								

## 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Исследовать работу люминесцентной лампы при включении ее с различными пускорегулирующими устройствами.

## 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1 Ознакомиться с лабораторной установкой, записать технические (паспортные) данные ламп, пускорегулирующих устройств, измерительных приборов и аппаратов.

2.2 Собрать схему согласно рис. 1 включения люминесцентной лампы с пусковым устройством стартерного типа.

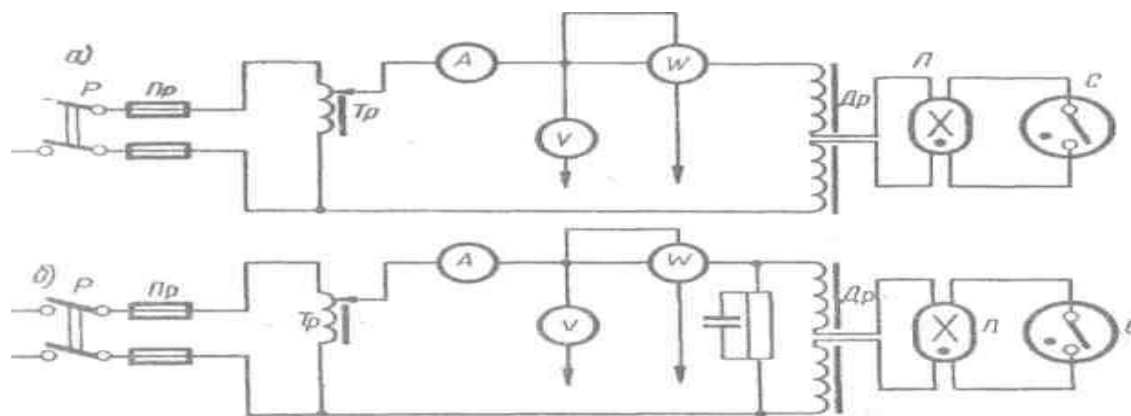


Рисунок 1 - Схемы включения люминесцентных ламп со стартерными устройствами: а – с некомпенсированным балластным устройством; б – с компенсированным балластным устройством

2.3 Включить люминесцентную лампу со стартером и произвести замеры напряжения и мощности тока на отдельных элементах схемы.

2.4 Собрать схему бесстартерного включения люминесцентной лампы согласно рис. 2.

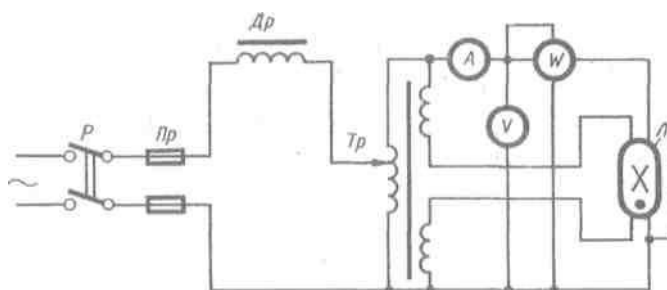


Рисунок 2 - Бесстартерная схема включения люминесцентной лампы с накальным трансформатором

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**АКВТ.13.02.11.ЛР34.0004**

Лист

3

2.5 Включить люминесцентную лампу при бесстартерном пуске и произвести замеры напряжения, силы и мощности тока на отдельных элементах схемы.

2.6 Составить отчет по работе.

### 3 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка должна иметь источник тока и ЛАТР, чтобы была возможность регулировать напряжение, подводимое к лампе, пускорегулирующие устройства, люминесцентные лампы различных типов и мощностей. Для производства измерений напряжения, тока и мощности на лабораторном столе должны быть: вольтметр, амперметр и ваттметр.

### 4 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Для обеспечения зажигания и дальнейшей надежной работы люминесцентной лампы применяются пускорегулирующие устройства, которые должны работать бесперебойно, при высоких энергетических и эксплуатационных показателях. Пускорегулирующие устройства можно разделить на стартерные и бесстартерные.

Известно, что в люминесцентной лампе пробой промежутка между электродами происходит лишь при определенном напряжении, так называемом *напряжении зажигания*, которое может быть значительно больше напряжения сети, Импульс повышенного напряжения, при котором происходит зажигание лампы, создается стартером и дросселем. Стартер предназначается для замыкания цепи электродов лампы на определенное время и автоматического размыкания той же цепи. Процесс подогрева электродов может осуществляться ручным и автоматическим способами.

На рис. 1, *а* и *б* приводятся наиболее характерные схемы включения люминесцентных ламп с подогреваемыми электродами: схема, приведенная на рис. 1, *а*, отличается от схемы, показаний на рис. 1, *б*, тем, что в ней отсутствует конденсатор и активное сопротивление, служащие для компенсации мощности. Повторный разряд в пускателе не возникает, так как пускатель рассчитывается на сетевое напряжение, а рабочее напряжение лампы ниже сетевого. Для стабилизации работы люминесцентной лампы применяются балластные сопротивления, включаемые в цепь питания лампы. Балластные сопротивления могут быть в виде дросселя, емкости или активного сопротивления. Наибольшее применение нашли дроссели (катушки со стальным сердечником).

Бесстартерные пускорегулирующие устройства (см. рис.2) представляют собой накальные трансформаторы. При включении схемы в сеть электроды разогреваются при помощи накальных обмоток. С повышением температуры электродов снижается напряжение зажигания; разряд в лампе наступает, когда напряжение зажигания становится равным напряжению холостого хода (напряжению, приложенному к лампе).

					<b>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0004</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		4

## 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При ознакомлении с лабораторной установкой рекомендуется разобрать стартер, снять эскиз основных его элементов, записать технические (паспортные) данные всех приборов, аппаратов и устройств лабораторной установки.

Сборка электрической схемы включения люминесцентной лампы с пусковым устройством стартерного типа и измерительными приборами производится согласно рис. 1, *а* или *б*. После сборки схему необходимо до включения ее в сеть дать руководителю занятия для проверки. После проверки схемы и получения разрешения на включение ее в работу включают люминесцентную лампу вначале без пускового стартерного устройства, а затем с пусковым устройством, наблюдают за работой лампы и процессом разогрева ее электродов, производят замеры напряжений на лампе, дросселе, в сети и замеры мощности на отдельных элементах схемы и тока цепи. Показания приборов заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Данные опытов

№	Наименование опыта	$I_{уст}, а$	$U_c, в$	$U_{др}, в$	$U_{л}, в$	$P_{уст}, вт$	$P_{др}, вт$	$P_{л}, вт$

Для проведения опыта бесстартерного пуска люминесцентной лампы собирают схему согласно рис. 2. До включения схемы в работу необходимо дать ее на проверку руководителю занятия. Получив разрешение на включение лампы в работу, включают схему и наблюдают за работой люминесцентной лампы, сравнивая ее работу при стартерном пуске по схеме, показанной на рис. 1 и 2, при бесстартерном пуске. Одновременно производят замеры тока, напряжения и мощности с помощью измерительных приборов; показания заносят в таблицу 1.

Отчет составляется по форме, указанной в приложении 1. В отчете необходимо привести эскизы стартера, схемы включения люминесцентной лампы с различными пусковыми устройствами, также данные, полученные в результате проведенного опыта с различными устройствами. В заключение ответить на контрольные вопросы.

## 6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1 Для чего в цепи люминесцентной лампы необходимо иметь пусковые устройства?

6.2 Каким требованиям должен удовлетворять дроссель?

6.3 Чем объяснить, что наибольшее распространение получили дроссели, а не другие типы балластных сопротивлений?

6.4 Какие преимущества и недостатки стартерного и бесстартерного способа включения люминесцентной лампы?

6.5 Перечислите известные вам типы пусковых устройств включения люминесцентной лампы.

					<b>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0004</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		5

