

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Электрическое освещение

Методические указания по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Электрическое освещение» для студентов специальности
1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»
и специальности 7-07-0712-02 «Теплоэнергетика и теплотехника»,
дневной и заочной форм обучения

Витебск
2023

УДК 621.3

Составители:
А.М. Гусаров, В.И. Столяренко

Одобрено кафедрой «Теплоэнергетика» УО «ВГТУ»,
протокол № 4 от 02.11.2023.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским
советом УО «ВГТУ», протокол № 3 от 27.11.2023.

Электрическое освещение : методические указания по выполнению лабораторных работ / сост. А. М. Гусаров, В. И. Столяренко. – Витебск : УО «ВГТУ», 2023. – 39 с.

Методические указания являются руководством по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электрическое освещение». Содержат задания и методические рекомендации.

УДК 621.3
© УО «ВГТУ», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Лабораторная работа 1 Исследование ламп накаливания.....	5
Лабораторная работа 2 Исследование галогенных ламп накаливания.....	9
Лабораторная работа 3 Исследование люминесцентных ламп низкого давления.....	14
Лабораторная работа 4 Исследование дуговых ртутных люминесцентных ламп.....	19
Лабораторная работа 5 Исследование дуговых натриевых трубчатых ламп.....	24
Лабораторная работа 6 Управление электрическим освещением.....	28
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	37

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания составлены в соответствии с учебным планом по дисциплине «Электрическое освещение» для студентов специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» и специальности 7-07-0712-02 «Теплоэнергетика и теплотехника» дневной и заочной форм обучения.

Методика проведения лабораторных работ связана с наличием оборудования и организацией технического обслуживания рабочих мест в лаборатории, в связи с чем перед началом занятий обучающиеся обязаны изучить правила работы в лаборатории, уделив особое внимание вопросам обеспечения личной безопасности при проведении лабораторных работ (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

Обучающиеся согласно имеющемуся у них плану проведения лабораторных работ должны заблаговременно подготовиться к предстоящему занятию в лаборатории. В подготовку входит изучение соответствующих разделов теоретического курса по учебной литературе и лекционным записям. Важной частью подготовки являются ответы на контрольные вопросы и изучение правил безопасного проведения работ. Студенты, явившиеся на занятия неподготовленными, к выполнению работ не допускаются, но обязаны присутствовать в лаборатории и продолжить подготовку под наблюдением преподавателя.

Выполнение лабораторной работы начинается с ознакомления со стендом, приборами и оборудованием. Экспериментальную часть лабораторных работ студенты выполняют самостоятельно в соответствии с индивидуальным заданием под руководством и контролем.

ВНИМАНИЕ! Включать установку, находящуюся под напряжением, имеет право только один студент, о чем он должен заранее всех предупредить.

Отчет о лабораторной работе выполняется каждым студентом в отдельности и представляется на листах А4 в день защиты лабораторных работ. Отчёт должен содержать: название работы, цель, схему опыта, краткую последовательность проведения лабораторной работы, расчетные формулы с числовыми примерами, хотя бы для первой точки если вычисления повторяются, таблицу результатов измерений и расчетов, анализ полученных данных и заключение о выполненной работе в виде аргументированного вывода.

Особое внимание необходимо уделить выводу по итогам выполненной лабораторной работы, где необходимо проанализировать результаты экспериментальных исследований и сопоставить их с известными закономерностями из теоретического курса и указать причины наблюдаемых отклонений.

Лабораторная работа 1 Исследование ламп накаливания

Цели работы: изучить технические данные, устройство и принцип действия осветительных ламп накаливания. Определить зависимость характеристик ламп накаливания от изменения питающего напряжения. Исследовать зависимость длины волны, при которой спектральная плотность лучистого потока лампы накаливания имеет максимум от питающего напряжения. Исследовать зависимость световой отдачи от величины номинальной мощности ламп накаливания.

Краткие теоретические сведения [1, 2, 3]

Лампы накаливания (ЛН) состоят из цоколя, имеющего контакты и изоляцию; стеклянной колбы, внутри которой расположена вольфрамовая нить накала, закрепленная на крючках держателя, электроды и штенгель для их закрепления (см. рис 1).

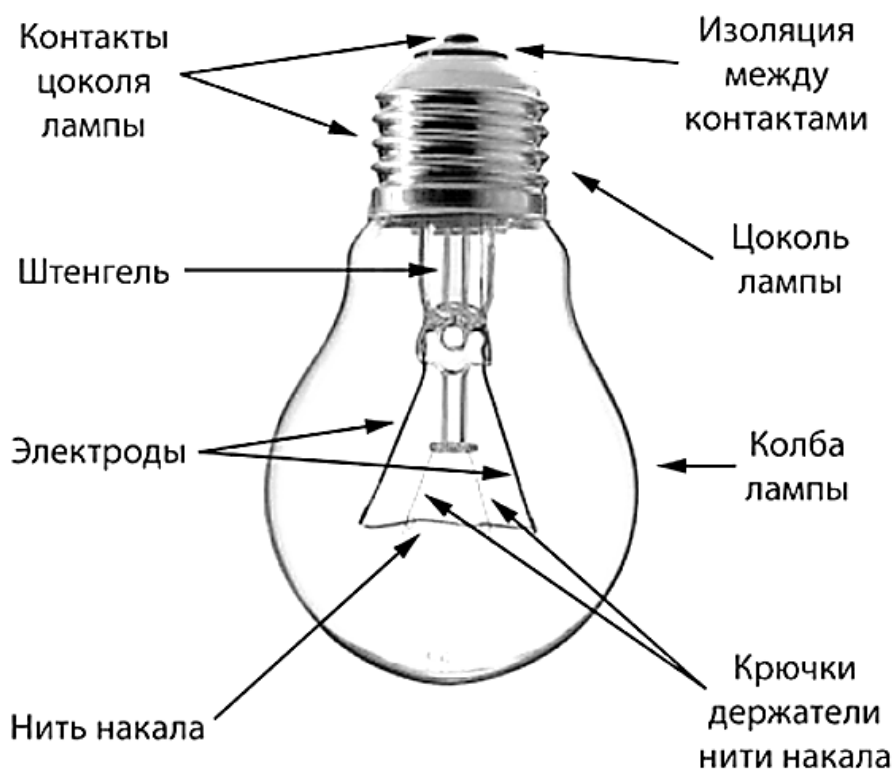


Рисунок 1.1 – Устройство лампы накаливания

Лампы накаливания общего назначения выпускаются в диапазоне мощности 15 до 1000 Вт на напряжение 127 и 220 В. Лампы подразделяются на вакуумные (В) мощностью 15 и 25 Вт и газонаполненные (Б, Г) мощностью от 40 до 1000 Вт. Газонаполненные лампы (Б, Г, К) после откачки воздуха заполняются аргоном с добавлением 16 % азота. Буква Б обозначает

биспиральное исполнение элемента накаливания, буква К – наполнение лампы криптоном.

Вакуумирование лампы вызвано тем, что вольфрамовая нить накаливания нагревается до температуры, достигающей 2600–3000 К, при которой вольфрам окисляется в присутствии кислорода.

Большинство ламп накаливания изготавливают из прозрачного стекла. Для создания более рассеянного света выпускают лампы с баллонами из матированного, опалового или молочного стекла. Лампы в светорассеивающих колбах имеют следующую буквенную индексацию: МТ – матированная; МЛ – молочная; О – опаловая. Широко распространены лампы местного освещения на напряжение 12, 24 и 36 В мощностью до 100 Вт. Световая отдача ламп накаливания лежит в пределах от 7 до 19 лм/Вт. Средняя продолжительность горения при номинальном напряжении 1000 часов, КПД составляет 2 %.

Простота ламп и схем включения делает лампы накаливания надежными источниками света в светильниках местного освещения, в осветительных установках аварийного освещения и некоторых других случаях.

Технические характеристики ламп накаливания приведены в таблице Б.1.

Ход работы

1. С помощью мультиметра измерить сопротивление тела накала (R_0) исследуемой лампы в холодном состоянии.
2. Собрать схему установки в соответствии с рисунком 1.2.

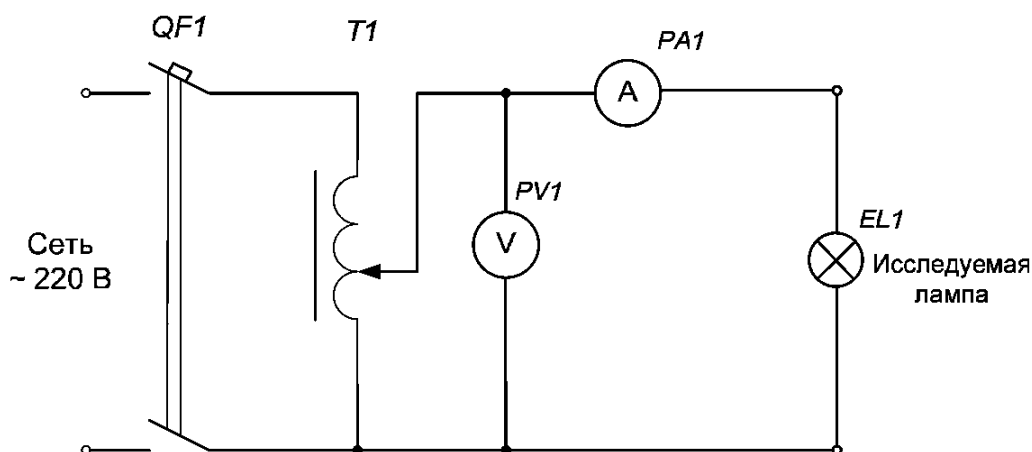


Рисунок. 1.2. – Схема лабораторной установки

3. По указанию преподавателя включить вводной выключатель (QF1).
4. Регулятором (Т1) установить номинальное напряжение питания лампы равно 230 В.
5. Прибором (РА1) измерить ток в цепи и с помощью люксметра, находящегося в контрольной точке А на расстоянии $l = 0,5$ м от тела накала измерить освещенность. Освещенность определяют, как разность показаний люксметра при включенной и выключенной лампе.

6. Изменяя напряжение регулятором (Т1) в пределах от 230 до 110 В с шагом 20 В, повторить измерения в контрольной точке А. Полученные данные занести в таблицу 1.2.

7. По результатам опытов вычислить:

– мощность лампы, Вт:

$$P = U \cdot I, \quad (1.1)$$

где U – напряжение на лампе, В (PV1); I – сила тока, проходящего по цепи, А (РА1);

– сопротивление нити накала в горячем состоянии, Ом:

$$R_T = \frac{U}{I}; \quad (1.2)$$

– световой поток лампы, лм:

$$\Phi = 4\pi \cdot E \cdot l^2, \quad (1.3)$$

где $l = 0,5$ м – расстояние от источника света до контрольной точки; E – освещенность в контрольной точке, лк;

– температуру тела накала в горячем состоянии, К:

$$T = \frac{R_T - R_0}{\alpha \cdot R_0}, \quad (1.4)$$

где R_0 – сопротивление тела накала при температуре окружающей среды $T_0 = 293$ К; α – температурный коэффициент электрического сопротивления (для вольфрама $\alpha = 0,005$ К⁻¹);

– световую отдачу лампы η , лм/Вт:

$$\eta = \frac{\Phi}{P}; \quad (1.5)$$

– длину волны λ_{\max} , нм при которой спектральная плотность лучистого потока имеет максимум, определяется по закону Вина:

$$\lambda_{\max} = \frac{0,002898}{T} \cdot 10^9, \quad (1.6)$$

где 0,00289777 мК – постоянная Вина; T – температура тела накала, К.

8. Полученные данные занести в таблицу 1.1.

9. Используя данные таблицы 1.1, построить зависимости тока I , мощности P , светового потока Φ , световой отдачи η от величины напряжения питающего лампы.

Таблица 1.1 – Измеренные и вычисленные величины

Тип лампы	Измеряемые величины			Вычисляемые величины					
	U , В	I , А	E , лк	P , Вт	R_T , Ом	Φ , лм	T , К	η , лм/Вт	λ_{\max} , нм
	230								
	210								
	190								
	170								
	150								
	130								
	110								
	230								
	230								

10. Используя данные таблицы 1.1, рассмотреть влияние номинальной мощности при номинальном напряжении питания на значение световой отдачи ламп накаливания. Полученные данные записать в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Световая отдача ламп накаливания различной мощности

Тип лампы и мощность, Вт			
Световая отдача η (при $U_{\text{ном}}$), лм/Вт			

11. Сделать вывод о проделанной работе, в котором проанализировать полученные результаты, заостряя внимание на влиянии величины напряжения на параметры ламп накаливания и влиянии мощности ламп накаливания на величину световой отдачи.

Контрольные вопросы

1. Из каких элементов состоит лампа накаливания?
2. Какой диапазон мощности и какую шкалу номинальных мощностей имеют выпускаемые лампы накаливания?
3. Чему равно КПД и световая отдача ламп накаливания?
4. Чему равна температура нити накала лампы накаливания в рабочем состоянии?

Лабораторная работа 2 Исследование галогенных ламп накаливания

Цели работы: изучить устройство и принцип действия компактных галогенных ламп. Изучить технические характеристики ламп, предназначенных для исследования. Определить зависимость светотехнических и электрических характеристик исследуемых ламп от изменения питающего напряжения. Установить зависимость величины освещенности от высоты подвеса рефлекторных галогенных ламп и угла расположения контрольной точки относительно оси лампы.

Краткие теоретические сведения [1, 3, 4]

Появление галогенных ламп накаливания стало следующим шагом в направлении совершенствования ламп накаливания. Принцип действия данного типа ламп отображен на (рис. 2.1).

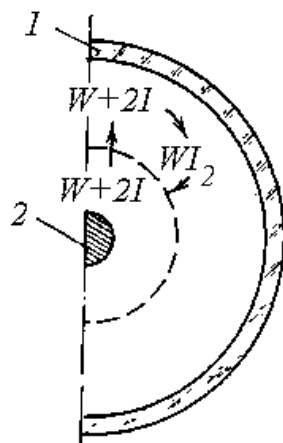


Рисунок 2.1 – Схема действия вольфрамо-йодного цикла

1 – колба из кварцевого стекла; 2 – тело накала в виде вольфрамовой спирали

Добавка галогена в колбу лампы с вольфрамовым телом накала вызывает замкнутый химический цикл. В рабочем режиме частички вольфрама с тела накала испаряются и оседают на стенках колбы лампы. У стенок колбы пары йода соединяются с частичками вольфрама (температура 520–1470 К), образуя галогенид – йодистый вольфрам (температура испарения 520–570 К). При работе лампы данное соединение улетучивается и диффузирует в направлении раскаленной вольфрамовой спирали. Вблизи вольфрамовой спирали йодистый вольфрам распадается на исходные составные части – вольфрам, атомы которого оседают на тело накала и на другие детали с температурой более 1800 К, и йод. Освободившиеся атомы йода под действием диффузии движутся в обратном направлении к стенкам колбы, где вновь соединяются с новой порцией вольфрама благодаря чему осуществляется регенерация испарившегося вольфрама обратно на тело накала.

Галогенный цикл препятствует осаждению вольфрама на стенки колбы лампы, но он не способен восстановить первоначальный размер тела накала, так как осуществляет возврат частиц вольфрама на все тело накала равномерно, а дефектные участки, с которых испарение происходит особенно интенсивно полностью не восстанавливаются.

Галогенные лампы изготавливают для осветительных установок (мощностью от 100 до 20 000 Вт; на напряжение 230 и 400 В) и установок инфракрасного нагрева (мощностью 400, 600, 1000, 2200, 2500, 3300 и 3550 Вт; на напряжение 230 и 400 В).

Условное обозначение включает буквы, указывающие на материал колбы в основном это кварц и наличие галогенной добавки (КГ – кварцевая с галогенной добавкой). Область применения (Т – термоизлучатель) и(или) конструктивную особенность изготовления (О – с отогнутыми концами, Д – дифференцированное или К – концентрированное тело накала, М – малогабаритная). Далее через дефис следуют цифры, определяющие номинальное напряжение, номинальную мощность и номер разработки.

Галогенные лампы накаливания характеризуются высокой стабильностью светового потока, малыми габаритами и массой, повышенным сроком службы (2–10 тыс. ч), высокой термостойкостью и механической прочностью, световой отдачей (22–29 лм/Вт), повышенным КПД до 5 %, стойкостью к повышению питающего напряжения, резким перепадам температуры и условиям окружающей среды.

Ход работы

1. Измерительным мостом измерить (R_0) сопротивление тела накала исследуемой лампы.
2. Собрать схему исследования галогенной лампы (рис. 2.2).
3. Включить вводной автоматический выключатель на стенде (QF1).
4. Регулятором напряжения (Т1) установить во вторичной обмотке трансформатора Т2 напряжение 12 В.

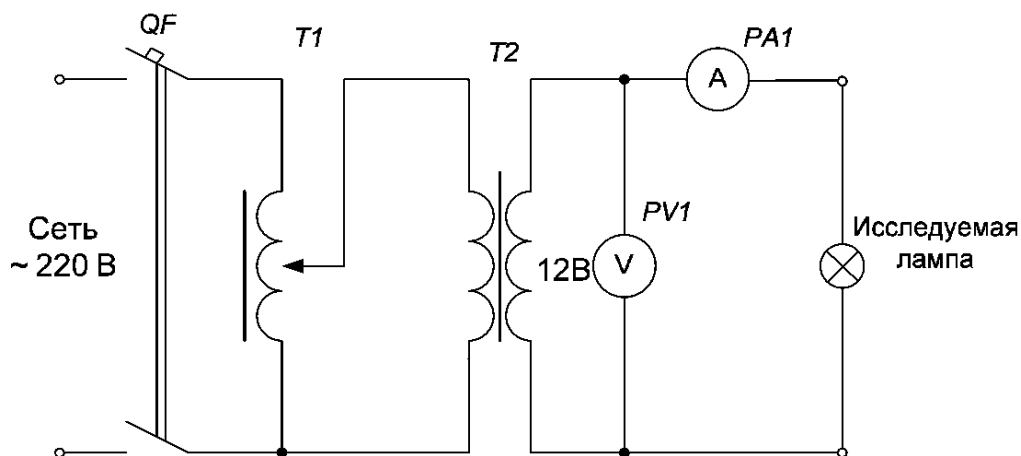


Рисунок 2.2 – Схема лабораторной установки

5. Изменяя напряжение регулятором в пределах от 12 до 6 В с интервалом 2 В, фиксировать напряжение, ток и освещенность в контрольной точке А, расположенной на расстоянии $l = 0,5$ м от тела накала лампы. Освещенность определяют, как разность показаний люксметра при включенной и выключенной лампе.

6. По результатам опытов вычислить:

– мощность лампы, Вт:

$$P = U \cdot I, \quad (2.1)$$

где U – напряжение на лампе, В (PV1); I – сила тока, проходящего сквозь лампу, А (РА1);

– сопротивление нити накала в горячем состоянии, Ом:

$$R_T = \frac{U}{I}; \quad (2.2)$$

– световой поток лампы, лм:

$$\Phi = 4 \cdot \pi \cdot E \cdot l^2, \quad (2.3)$$

где $l = 0,5$ м – расстояние от источника света до контрольной точки; E – освещенность в контрольной точке, лк;

– температуру нити накала в горячем состоянии, К:

$$T = \frac{R_T - R_0}{\alpha \cdot R_0}, \quad (2.4)$$

где R_0 – сопротивление тела накала при температуре окружающей среды $T_0 = 293$ К; α – температурный коэффициент электрического сопротивления (для вольфрама $\alpha = 0,005$ К⁻¹);

– световую отдачу лампы η , лм/Вт:

$$\eta = \frac{\Phi}{P}. \quad (2.5)$$

7. Все измерения и вычисления занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Измеренные и вычисленные величины

Тип лампы	Измеряемые величины			Вычисляемые величины				
	U , В	I , А	E , лк	P , Вт	R_0 , Ом	Φ , лм	T , К	η , лм/Вт
	12							
	10							
	8							
	6							

8. По данным таблицы 2.1 построить зависимости тока I , мощности P , светового потока Φ , световой отдачи η от величины напряжения питающего лампы.

9. Изменяя высоту подвеса лампы над люксметром ($l = 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5$ м), зафиксировать освещенность. Результаты свести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Зависимость освещенности от высоты подвеса

Тип лампы	Высота подвеса, м	Освещенность, лк
	0,5	
	1	
	1,5	
	2	
	2,5	

10. Изменяя угол расположения датчика относительно оси лампы в пределах от 0 до 90° с шагом 10° на расстоянии $l = 0,5$ м от тела накала, измерить освещенность люксметром и записать результаты в таблицу 2.3. Освещенность определяют, как разность показаний люксметра при включенной и выключенной лампе.

Таблица 2.3 – Зависимость освещенности от угла расположения контрольной точки относительно оси лампы

Тип лампы	Угол относительно оси лампы, м	Освещенность, лк
	0	
	10	
	20	
	30	
	40	
	50	
	60	
	70	
	80	
	90	

11. В полярной системе координат, используя данные таблицы 2.3, взяв в качестве длины полярного радиуса величину освещенности в контрольной точке, а в качестве полярного угла угол относительно оси лампы, построить зависимость освещенности в контрольных точках от угла расположения датчика люксметра относительно оси лампы.

12. Сделать вывод о проделанной работе, в котором проанализировать полученные результаты, заостряя внимание на влиянии величины напряжения

на параметры галогенных ламп накаливания, высоты подвеса ламп и угла расположения датчика люксметра относительно оси галогенной рефлекторной лампы на величину освещенности.

Контрольные вопросы

1. В чем суть вольфрамо-йодогалогенного цикла?
2. Почему галогенная лампа служит дольше, но не является вечной?
3. В чем заключается преимущество галогенных ламп?
4. Из какого материала сделана колба галогенных ламп?

Лабораторная работа 3

Исследование люминесцентных ламп низкого давления

Цели работы: изучить устройство, принцип действия люминесцентных ламп. Исследовать изменение параметров люминесцентных ламп: мощность, световую отдачу, коэффициент мощности, напряжение зажигания при изменении напряжения питания.

Краткие теоретические сведения [1, 3, 4]

Люминесцентные лампы (ЛЛ) относятся к газоразрядным лампам, видимое излучение в которых происходит под действием электрического разряда в газах и парах металлов. Люминесцентные лампы состоят из трубки с электродами на ее концах. На внутреннюю поверхность стеклянной трубки нанесен тонкий слой люминофора. Каждый электрод состоит из вольфрамовой нити накала и двух никелевых усов. От электродов выведены наружу два контакта. Колба лампы заполнена аргоном и парами ртути под небольшим давлением.

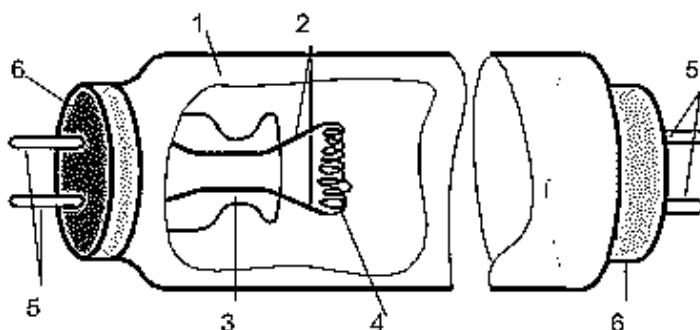


Рисунок 3.1 – Устройство трубчатой люминесцентной лампы:

1 – стеклянная трубка с люминофором, 2 – электроды, 3 – стеклянная ножка для крепления электродов, 4 – тело накала, 5 – контактные штырьки, 6 – цоколь

Преобразование электрической энергии в световое излучение в люминесцентных лампах имеет две фазы: электрический разряд в парах ртути сопровождается коротковолновым излучением (первая фаза); возникающая ультрафиолетовая радиация воздействует на люминофор преобразует ультрафиолетовое излучение газового разряда в видимое (вторая фаза).

Средняя продолжительность работы (горения) всех типов люминесцентных ламп не менее 12000 часов. КПД современных линейных люминесцентных ламп типа Т8 с электронным регулятором составляет 12–15 % при светоотдаче 80–100 люмен/ватт.

По цветности излучения трубчатые ЛЛ низкого давления делятся на: ЛБ – лампы белого цвета; ЛХБ – холодно-белого цвета; ЛТБ – лампы тепло-белого цвета; ЛД – дневного цвета; ЛДЦ – дневного цвета для правильной

цветопередачи. ЛЛ предназначены для работы при температуре окружающего воздуха от + 5 до + 50 °С. При температуре меньше +5 °С лампы не всегда зажигаются. Для зажигания и горения ламп необходимо включение последовательно с ними пускорегулирующих аппаратов (ПРА). ПРА разделяются на индуктивные (И), емкостные (Е) и компенсированные (К) и электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА). Прямые ЛЛ выпускаются мощностью: 4; 6; 8; 15; 20; 30; 40; 65; 80; 150 Вт. В сети напряжением 127 и 220 В применяются ЛЛ от 15 до 80 Вт. ЛЛ мощностью 30, 40, 65, 80 Вт могут работать только в сети напряжением 220 В, они же наиболее распространены в люминесцентном освещении. В настоящее время применяются лампы с мощностью 18, 36 и 58 Вт.

При маркировке ламп мощность указывают цифрой, например, ЛЛ мощностью 40 Вт: ЛБ 40, ЛТБ 40, ЛДЦ 40, ЛХБ 40. ЛЛ бывают: U образные на 8–80 Вт; W образные на 30 Вт; кольцевые на 20–40 Вт.

К недостаткам люминесцентного освещения относятся: возможность стробоскопического эффекта; длительность процесса зажигания (несколько секунд); низкий коэффициент мощности; более высокие затраты по сравнению с затратами на освещение ЛН; резкое сокращение срока службы ламп при частых включениях.

Однако, несмотря на эти недостатки, люминесцентное освещение нашло широкое применение, т.к. ЛЛ при меньшем расходе электроэнергии обеспечивают большую светоотдачу.

Ход работы

1. На основании паспортных данных лабораторного оборудования: лампы и пускорегулирующего аппарата (ПРА) определить: тип оборудования, мощность, напряжение, световой поток, силу тока, коэффициент мощности и тип цоколя. Диаметр и длину лампы измерить с помощью измерительных инструментов. Данные свести в таблицы 3.1, 3.2.

Таблица 3.1 – Технические данные ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение, В	Световой поток, лм	Диаметр, мм	Длина, м	Тип цоколя

Таблица 3.2 – Технические данные ПРА

Наименование	Тип	Мощность, Вт	Напряжение, В	Ток, А	Коэффициент мощности (cosφ)

2. Собрать схему лабораторной установки (см. рис. 3.2).

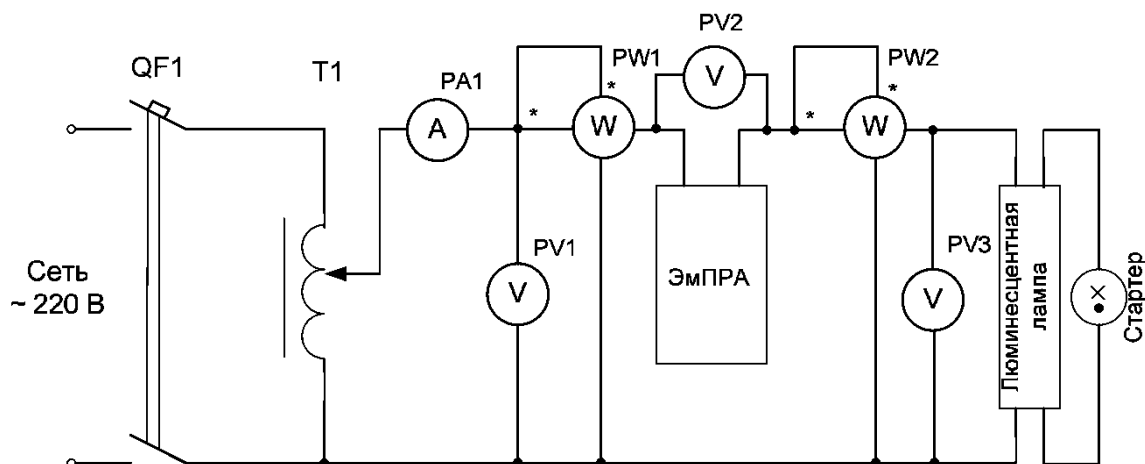


Рисунок 3.2 – Схема лабораторного исследования

3. Регулятором напряжения (Т1) установить номинальное напряжение величиной 230 вольт и включить напряжение сети, при этом лампа должна зажечься.

4. Определить напряжение погасания и повторного зажигания лампы изменением напряжения питания регулятором (Т1).

5. Измерить характеристики $U_{ном}$, $U_{пог}$, $U_{зж}$, $U_{л}$, $U_{б}$, $U_{с}$, I , E , $P_{сх}$, (используя измерительные приборы схемы) и занести данные в таблицу 3.4.

6. Произвести необходимые вычисления, используя формулы (3.1–3.5), и записать данные в таблицу 3.3.

Световой поток источника света (Φ) рассчитывают по методу светящей линии согласно расчетной схеме (см. рис. 3.3)

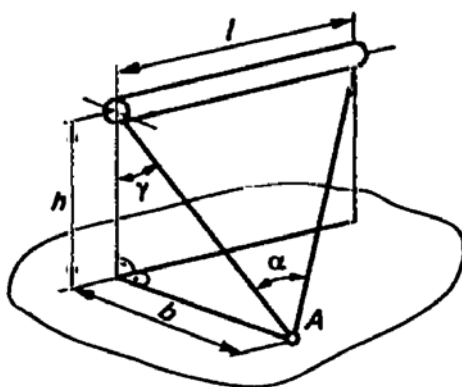


Рисунок 3.3 – Расчетная схема определения светового потока (Φ)

$$\Phi = \frac{2\pi^2 \cdot l \cdot h \cdot E_A}{\left(\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2}\right) \cos^2 \gamma}, \quad (3.1)$$

где l – длина светящейся части лампы, м; E_A – освещенность в точке А, лк.

Учитывая конструктивные параметры экспериментального стенда ($l = 0,9$ м; $h = 0,1$ м; $\alpha = 77,4^\circ$), световой поток лампы можно определить, как:

$$\Phi = 0,56 \cdot E_A \quad (3.2)$$

Световая отдача схемы:

$$\eta = \frac{\Phi}{P_{cx}}, \quad (3.3)$$

где P_{cx} – мощность схемы общая (PW1), Вт.

Мощность, теряемая в балластном сопротивлении:

$$P_b = P_{cx} - P_l, \quad (3.4)$$

где P_l – мощность на лампе (PW2), Вт.

Коэффициент мощности схемы:

$$\cos \varphi = \frac{P_{cx}}{U_l \cdot I}, \quad (3.5)$$

где U_l – напряжение на лампе (PV3), В; I – сила тока (PA1), А.

Таблица 3.3 – Зависимость характеристик исследуемых ламп от ПРА и величины подводимого напряжения

ПРА	Измерено									Вычислено			
	PV1	PV1	PV1	PV3	PV2	PV1	PA1		PW1	Φ, лм	η, лм/Вт	P _б , Вт	cosφ
	U _{ном} , В	U _{пог} , В	U _{зак} , В	U _л , В	U _б , В	U _с , В	I, А	E, лк	P _{сх} , Вт				
	230												

7. Исследовать влияние величины напряжения питания на характеристики люминесцентной лампы в диапазоне $\pm 5 \%$ и $\pm 10 \%$ от номинального напряжения лампы, для чего установить регулятором (Т1) последовательно напряжения: 240, 230, 220, 210 В.

8. Произвести необходимые вычисления используя формулы (3.1–3.5). Данные записать в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Зависимость характеристики люминесцентной лампы от величины питающего напряжения

Тип лампы	Измерено						Вычислено			
	PV1	PV3	PA1	PW1	PW2		Φ, лм	η, лм/Вт	P _б , Вт	cosφ
	U, В	U _л , В	I, А	P _{сх} , Вт	P _л , Вт	E, лк				
240										
230										
220										
210										

9. Написать вывод о проделанной работе, в котором указать степень выполнения поставленных целей и проанализировать полученные результаты, заостряя внимание на влиянии ПРА, и величины питающего напряжения на характеристики люминесцентной лампы.

Контрольные вопросы

1. Из каких элементов состоит трубчатая люминесцентная лампа?
2. Как в люминесцентных лампах производится преобразование электрической энергии в световую?
3. В чем преимущества и недостатки люминесцентных ламп?
4. Каковы основные характеристики люминесцентных ламп (срок службы, КПД, световая отдача)?

Лабораторная работа 4

Исследование дуговых ртутных люминесцентных ламп

Цель работы: изучить устройство и принцип действия дуговых ртутных люминесцентных ламп (ДРЛ).

Краткие теоретические сведения [1, 3, 4]

Лампы типа ДРЛ (дуговая ртутная люминесцентная) применяют для освещения производственных территорий, строительных площадок, проезжей части дорог, а также помещений промышленных предприятий, не требующих высокого качества цветопередачи. Конструктивно лампа состоит из ртутно-кварцевой горелки высокого давления, заключенной во внешнюю заполненную инертным газом стеклянную колбу. На внутреннюю поверхность колбы нанесен люминофор, преобразующий ультрафиолетовое излучение горелки в видимый свет. Колба газоразрядной горелки выполнена из кварцевого стекла в виде цилиндрической трубки, в торцы которой впаяны вольфрамовые электроды. Внутри колбы горелки находится аргон и дозированное количество ртути. Газоразрядная трубка лампы содержит четыре электрода (по два основных и поджигающих).

Период разгорания лампы ДРЛ продолжается 3–7 мин. За это время происходит нагревание горелки и испарение ртути. Давление паров ртути повышается, изменяются электрические (ток, мощность и др.) и светотехнические (световой поток, световая отдача и др.) параметры. В момент зажигания ток в 2,0–2,6 раза превышает номинальный и по мере разогрева горелки и испарения в ней ртути постепенно уменьшается до номинального значения. Мощность и световой поток лампы возрастают до номинальных значений. После разгорания лампы наблюдается устойчивый режим ее работы и происходит стабилизация электрических и светотехнических параметров. Повторно зажечь погасшую лампу можно лишь после того, как она остынет и пары ртути сконденсируются, то есть примерно через 10–15 мин поэтому лампы не применяют для аварийного освещения. Для ламп ДРЛ характерен относительный недостаток красного цвета в спектре излучения, что вызывает искажение цветовых ощущений при освещении.

Промышленность выпускает лампы ДРЛ мощностью от 50 до 2000 Вт для включения в сеть переменного тока номинальным напряжением 230 и 400 В. Световая отдача ламп 58 лм/Вт, номинальный срок службы 12–20 тыс. ч. Так как горелка лампы ДРЛ помещена в стеклянную колбу, теплоизолирующую ее от окружающей среды, изменение параметров окружающей среды в пределах от –30 до +40 °С незначительно влияет на изменение электрических и светотехнических параметров. Влияние температуры окружающей среды в основном сказывается только на процессе зажигания и разгорания. Однако световой поток лампы снижается к концу ее срока службы на 25–30 %. Наблюдается уменьшение и «красного отношения». На электрические и светотехнические параметры ламп ДРЛ существенное влияние оказывает

отклонение напряжения питающей сети от номинального значения. Существенным недостатком ламп ДРЛ является значительная пульсация светового потока (до 75 %) и неудовлетворительная цветопередача ($T_c = 3800 \text{ K}$, $R_a = 42$).

Обозначение ламп ДРЛ включает: буквы, означающие соответственно дуговая (Д), ртутная (Р) люминесцентная (Л); цифры, указывающие мощность лампы, Вт; цифры в скобках, определяющие красное отношение, %; цифра через дефис, указывающая номер разработки, имеющей конструктивные отличия от базовой модели. Пример обозначения – ДРЛ 250 (10) – 1.

Ход работы

1. На основании паспортных данных лампы определить: тип лампы, мощность, напряжение, световой поток, силу тока и тип цоколя лампы. Данные свести в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Технические данные лампы

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение, В	Световой поток, лм	Тип цоколя

2. Собрать схему лабораторной установки (см. рис. 4.1).

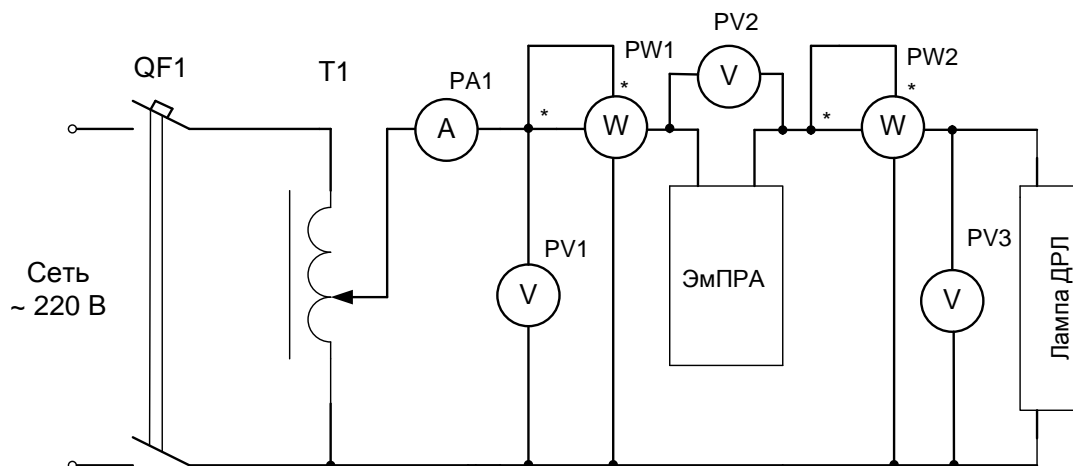


Рисунок 4.1 – Схема исследования ламп ДРЛ

3. Включить схему, установив регулятором (Т1) номинальное напряжение сети (230 В). Лампа начнет разгораться.

4. Через каждые 60 с и до установившегося режима (полного зажигания), характеризующегося стабильными значениями, прежде всего тока и напряжения на лампе, измерить с помощью приборов в схеме: $I_{л}$, $P_{сх}$, $P_{л}$, $U_{л}$, $U_{Б}$. Освещенность E измеряют люксметром в точке, лежащей на перпендикуляре к оси лампы, проведенном через ее центр. Расстояние точки от

лампы 1 м. Освещенность определяют, как разность показаний люксметра при включенной и выключенной лампе.

5. Установить время повторного зажигания лампы ДРЛ для чего при полном зажигании лампы зафиксировать время первичного зажигания. Отключить лампу от сети и через 10 минут опять включить – зафиксировать время повторного полного зажигания лампы.

6. Рассчитать световой поток лампы (лм) и записать в таблицу 4.2.

$$\Phi = 4\pi \cdot l^2 \cdot K \cdot E, \quad (4.1)$$

где l – расстояние лампы до точки измерения освещенности, $l = 1$ м; E – значение освещенности в точке измерения, лк; K – коэффициент, учитывающий пространственное распределение светового потока для лабораторной установки, K принять равным для ламп типа ДРЛ – 0,35.

Таблица 4.2 – Результаты измерений и вычислений

Лампа	Измерено								Вычислено
	t, c	(PV1) U, B	(PV2) $U_{б}, B$	(PV3) $U_{л}, B$	(PA1) $I_{л}, A$	(PW1) $P_{сх}, Вт$	(PW2) $P_{л}, Вт$	$E, лк$	$\Phi, лм$
	60								
	120								
	180								
	240								
	...								
	Время повторного зажигания								

Примечание: $U_{б}, U_{л}, U$ – напряжение: ПРА, лампы, сети; $I_{л}$ – ток лампы; $P_{сх}, P_{л}$ – мощность схемы и лампы; E – освещенность; Φ – световой поток лампы.

7. Исследовать влияние величины напряжения питания на эксплуатационные характеристики лампы для чего величину напряжения изменять регулятором напряжения от 230 В до погасания лампы с шагом 10 В и измерить с помощью приборов в схеме: $I_{л}, P_{сх}, P_{л}, U_{л}, U_{б}$. Освещенность E измеряют люксметром в точке, лежащей на перпендикуляре к оси лампы, проведенном через ее центр. Расстояние точки от лампы 1 м. Освещенность определяют, как разность показаний люксметра при включенной и выключенной лампе. Результаты записать в таблицу 4.3.

8. Вычислить:

– световой поток по формуле (4.1);

– световую отдачу:

$$\eta = \frac{\Phi}{P_{cx}}, \quad (4.2)$$

где P_{cx} – мощность схемы общая (PW1), Вт;

– мощность, теряемую в балластном сопротивлении:

$$P_{\phi} = P_{cx} - P_{л}, \quad (4.3)$$

где $P_{л}$ – мощность на лампе (PW2), Вт;

– коэффициент мощности схемы:

$$\cos \varphi = \frac{P_{cx}}{U_{л} \cdot I}, \quad (4.4)$$

где $U_{л}$ – напряжение на лампе (PV3), В; I – сила тока (PA1), А.

Результаты записать в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Зависимость характеристики лампы ДРЛ от величины напряжения питания

Лампа	Измерено							Вычислено			
	(PV1) U , В	(PV2) U_{ϕ} , В	(PV3) $U_{л}$, В	(PA1) $I_{л}$, А	E , лк	(PW1) $P_{л}$, Вт	(PW2) P_{cx} , Вт	Φ , лм	η , лм/Вт	P_{ϕ} , Вт	$\cos \varphi$
	230										
	220										
	210										
	200										
	...										
	$U_{пог.}$										

Примечание: η – световая отдача; $\cos \varphi$ – коэффициент мощности схемы; P_{ϕ} – мощность, теряемая в балласте лампы.

9. По результатам произведенных вычислений построить графические зависимости: – изменения напряжения на лампе и дросселе (балласте); мощностей, потребляемых схемой включения и лампой; тока и светового потока лампы от времени разжигания лампы (t); мощностей, потребляемых схемой включения, лампой и балластом, коэффициента мощности, тока, светового потока и световой отдачи лампы от величины напряжения питающей сети.

10. Проанализировать результаты измерений, расчетов и по результатам анализа написать вывод о характере и количественных показателях изменения электрических и светотехнических параметров лампы и элементов

схемы ее включения в сеть при разгорании и изменении величины питающего напряжения.

Контрольные вопросы

1. Как устроена лампа ДРЛ?
2. Расшифровать маркировку лампы ДРЛ приложенную преподавателем.
3. Какой принцип работы лампы ДРЛ?
4. Почему лампы ДРЛ не применяются для аварийного освещения помещений?

Лабораторная работа 5

Исследование дуговых натриевых трубчатых ламп

Цель работы: изучить устройство и принцип действия дуговых натриевых трубчатых ламп (ДНаТ).

Краткие теоретические сведения [1, 3, 4]

Лампы типа ДНаТ (дуговая натриевая трубчатая) отличаются среди всех газоразрядных ламп самой большой световой отдачей (до 140 лм/Вт) и незначительным снижением излучаемого светового потока на протяжении всего срока эксплуатации.

Однако в их спектре до 70 % излучения сосредоточено в желто-оранжевой области (560–610 нм), что определяет неудовлетворительную цветопередачу их излучения ($T_c = 2100 \text{ K}$, $R_a = 25$) и назначение – освещение улиц, перекрестков и территорий промышленных объектов, декоративное и архитектурное освещение.

Тонкостенная трубчатая газоразрядная горелка ламп ДНаТ изготовлена из светопропускающей поликристаллической керамики (окиси алюминия), полость которой заполнена ксеноном с добавками натрия (амальгамы натрия) и ртути (амальгамы ртути). Горелка размещена во внешней колбе из тугоплавкого стекла, которая имеет цилиндрическую или эллипсоидальную форму и оснащена резьбовым цоколем.

Лампы ДНаТ изготавливают мощностью от 70 до 1000 Вт. Их световая отдача – до 140 лм/Вт, средняя продолжительность горения 6–15 тыс. ч, коэффициент пульсации светового потока 70 %, время разгорания 15 мин.

Лампы характеризуются хорошей стабильностью светового потока в течение всего срока службы. Они малочувствительны к температуре окружающей среды и работоспособны при ее изменении в диапазоне от 60 до +40 °С. При эксплуатации ламп типа ДНаТ требуется соблюдать рекомендуемое (указывается на колбе) положение установки ламп: цоколем вверх или вниз с нормированным отклонением угла от вертикального положения.

Обозначение ламп ДНаТ включает: буквы ДНаТ, означающие соответственно Д – дуговая, На – натриевая, Т – трубчатая, З – зеркальная; цифры, указывающие мощность лампы, Вт; цифру через дефис, указывающую номер разработки. Пример обозначения лампы: ДНаТ 250-5.

Ход работы

1. На основании паспортных данных лампы определить: тип лампы, мощность, напряжение, световой поток, силу тока и тип цоколя лампы. Данные свести в таблицу 5.1.
2. Собрать схему лабораторной установки (см. рис. 5.1).

Таблица 5.1 – Технические данные лампы ДНаТ

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение, В	Световой поток, лм	Тип цоколя

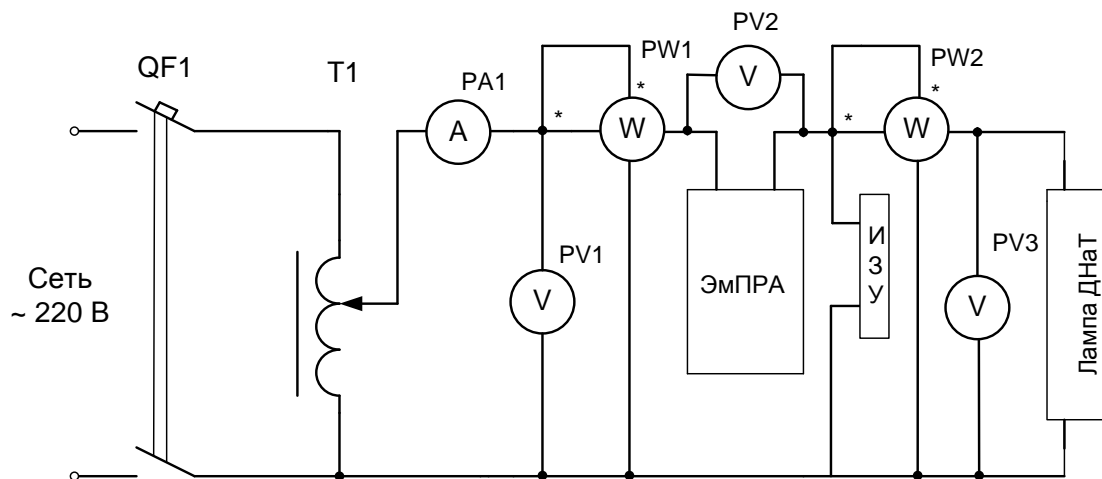


Рисунок 5.1 – Схема исследования ламп ДНаТ

3. Включить схему на номинальное напряжение сети (230 В). Лампа начнет разгораться. Через каждые 60 с и до установившегося режима (полного зажигания), характеризующегося стабильными значениями, тока и напряжения на лампе, измерить с помощью приборов в схеме: $I_{л}$, $P_{сх}$, $P_{л}$, $U_{л}$, $U_{Б}$, U .

4. Освещенность (E) измеряют люксметром в точке, лежащей на перпендикуляре к оси лампы, проведенном через ее центр. Расстояние точки от лампы должно быть 1 м. Освещенность определяют, как разность показаний люксметра при включенной и выключенной лампе.

5. Установить время повторного зажигания лампы ДНаТ для чего при полном зажигании лампы зафиксировать время первичного зажигания. Отключить лампу от сети и через 15 минут опять включить – зафиксировать время повторного полного зажигания лампы.

6. Рассчитать световой поток лампы (лм) и записать в таблицу 5.2.

$$\Phi = 4\pi \cdot l^2 \cdot K \cdot E, \quad (5.1)$$

где l – расстояние лампы до точки измерения освещенности, $l = 1$ м; E – значение освещенности в точке измерения, лк; K – коэффициент, учитывающий пространственное распределение светового потока для лабораторной установки, K принять равным для ламп типа ДНаТ – 0,29.

Таблица 5.2 – Результаты измерений и вычислений

Лампа	Измерено								Вычислено
	t, c	(PV1) U, B	(PV2) U_6, B	(PV3) $U_л, B$	(PA1) $I_л, A$	(PW1) $P_{cx}, Bт$	(PW2) $P_л, Bт$	$E, лк$	$\Phi, лм$
	60								
	120								
	180								
	240								
	...								
	Время повторного зажигания								

Примечание: $U_6, U_л, U$ – напряжение: ПРА, лампы, сети; $I_л$ – ток лампы; $P_{cx}, P_л$ – мощность схемы и лампы; E – освещенность; Φ – световой поток лампы.

7. Исследовать влияние величины напряжения питания на эксплуатационные характеристики лампы для чего величину напряжения изменять регулятором напряжения от 230 В до напряжения погасания лампы с шагом 10 В и измерить с помощью приборов в схеме: $I_л, P_{cx}, P_л, U_л, U_6$. Освещенность измеряют люксметром в точке, лежащей на перпендикуляре к оси лампы, проведенном через ее центр. Расстояние точки от лампы должно быть 1 м. Освещенность определяют, как разность показаний люксметра при включенной и выключенной лампе. Результаты записать в таблицу 5.3.

8. Вычислить:

- световой поток по формуле (5.1);
- световую отдачу:

$$\eta = \frac{\Phi}{P_{cx}}, \quad (5.2)$$

где P_{cx} – мощность схемы общая (PW1), Вт;

- мощность, теряемую в балластном сопротивлении:

$$P_6 = P_{cx} - P_л, \quad (5.3)$$

где $P_л$ – мощность на лампе (PW2), Вт;

- коэффициент мощности схемы:

$$\cos \varphi = \frac{P_{cx}}{U_л \cdot I}, \quad (5.4)$$

где $U_л$ – напряжение на лампе (PV3), В; I – сила тока (PA1), А.

Результаты записать в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Зависимость характеристики лампы ДНаТ от величины напряжения питания

Лампа	Измерено					Вычислено				
	(PV1) U , В	(PV2) U_6 , В	(PV3) $U_{л}$, В	(PA1) $I_{л}$, А	E , лк	(PW1) $P_{л}$, Вт	(PW2) $P_{сх}$, Вт	Φ , лм	η , лм/Вт	P_6 , Вт
	230									
	220									
	210									
	200									
	...									
	$U_{пог.}$									

Примечание: η – световая отдача; $\cos \varphi$ – коэффициент мощности схемы; P_6 – мощность, теряемая в балласте лампы.

9. По результатам произведенных вычислений построить графические зависимости: – изменения напряжения на лампе и дросселе (балласте); мощностей, потребляемых схемой включения и лампой; тока и светового потока лампы от времени разжигания лампы (t); мощностей, потребляемых схемой включения, лампой и балластом, коэффициента мощности, тока, светового потока и световой отдачи лампы от величины напряжения питающей сети.

10. Проанализировать результаты измерений и расчетов и по результатам анализа написать вывод о характере и количественных показателях изменения электрических и светотехнических параметров лампы и элементов схемы ее включения в сеть при разгорании и изменении величины питающего напряжения.

Контрольные вопросы.

1. Как влияет колебание напряжения питания на основные характеристики газоразрядных ламп высокого давления?
2. Где применяются лампы ДНаТ?
3. Как создается видимое излучение в лампах ДНаТ?
4. Расшифровать предложенное преподавателем обозначение лампы ДНаТ.

Лабораторная работа 6

Управление электрическим освещением

Цели работы: изучить способы управления электрическим освещением. Изучить схемы управления наружным освещением.

Краткие теоретические сведения [5]

Управление освещением производственных помещений

Дистанционное управление освещением

Научно-внедренческое общество «ИНОСАТ» предлагает пульты ПУ-Ин1, предназначенные для дистанционного управления, т. е. включения и отключения групповых линий электрического освещения производственных цехов и участков, имеющих большие пролеты. Пульты ПУ-Ин1 могут применяться совместно с осветительными щитками и могут управлять шестью трехфазными или однофазными линиями. Напряжение питания пульта управления 220 В переменного тока. Пульт имеет изолированную нулевую (N) и связанную с корпусом защитную (PE) шины, что позволяет применять их в трех-пятипроводной системе электроснабжения. Пульт состоит из вводного автоматического выключателя QF1, шести выключателей с фиксированным положением типа «ТУМБЛЕР» и семи комплектов с сигнальной арматурой на светодиодных излучателях.

Для дистанционного включения и выключения групповых линий освещения требуется дополнительно к пулту управления применить электромагнитные пускатели, которые своими главными контактами и будут производить включение или отключение групповых линий. Пульт управления может быть установлен в помещении диспетчера или в другом помещении с дежурным персоналом цеха или участка, а электромагнитные пускатели непосредственно у осветительного группового щитка.

Работает схема следующим образом. Включением автоматического выключателя QF1 (рис. 6.1) подается напряжение на цепи управления и сигнализации. При этом получает питание светодиодный излучатель VD8, сигнализируя о подаче напряжения «Напряжение ВКЛЮЧЕНО». При необходимости включения групповых линий – включаются в ручном режиме выключатели SB1...SB6 дежурным персоналом цеха. После чего включаются электромагнитные пускатели, которые включают групповые линии освещения. Катушки электромагнитных пускателей подключаются к выводам XT11...XT16 пульта дистанционного управления. Отключение производится этими же выключателями SB1...SB6. Включенное состояние групповых линий освещения сигнализируют светодиодные излучатели VD9...VD14.

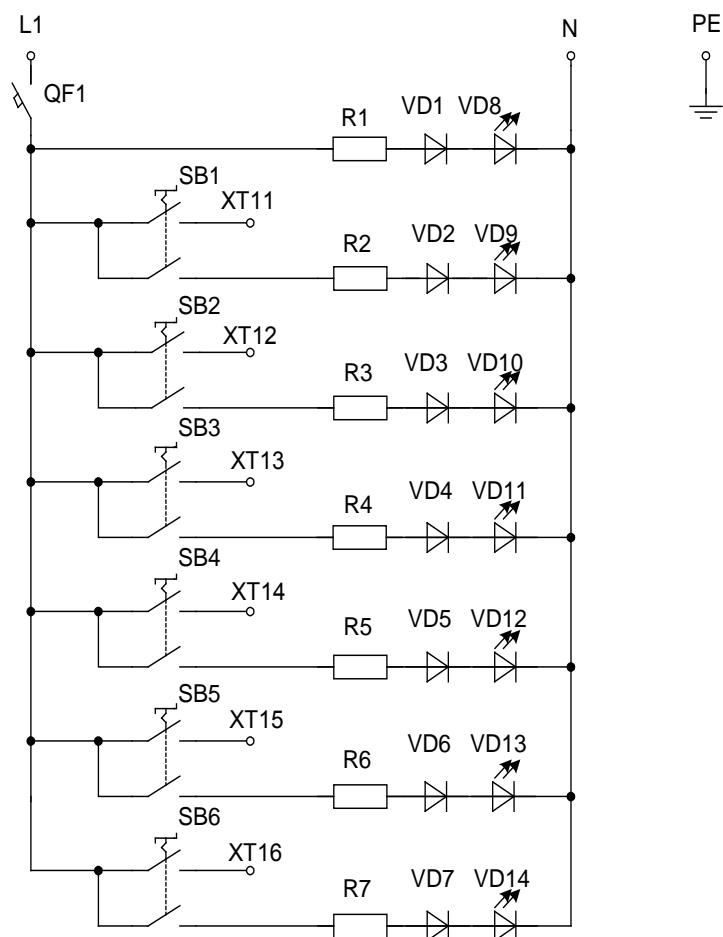


Рисунок 6.1 – Схема электрическая принципиальная пульта дистанционного управления ПУ-Ин1

Если освещение производственных цехов и участков производится светильниками с мощными источниками света – лампами ДРЛ, ДРИ, ДНаТ мощностью 250, 400, 700, 1000 Вт, то питание групповых линий осуществляется по трехфазной системе напряжения с чередованием подключения светильников по фазам L1, L2, L3. В этом случае целесообразно будет применить предлагаемую схему (рис. 6.2) включения двух пускателей на одну трехфазную групповую линию. Тогда электромагнитным пускателем КМ1 производится управление светильниками, подключенными к фазам L1 и L2, а пускателем КМ2 – светильниками, подключенными к фазе L3. При одновременном включении пускателей КМ1 и КМ2 включаются все светильники групповой линии. Это позволит более гибко управлять групповыми линиями освещения.

Комбинация «включения – отключения» групповых линий в зависимости от уровня освещенности в помещении позволит существенно снизить электропотребление на электрическое освещение помещений производственных и других зданий.

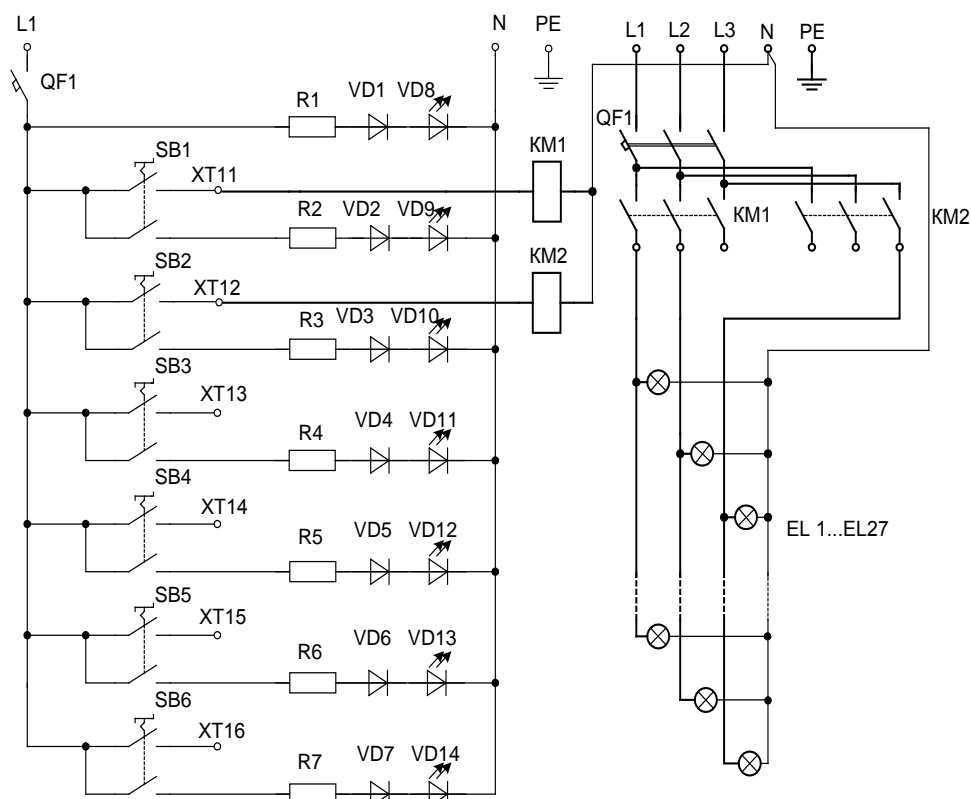


Рисунок 6.2 – Фрагмент схемы электрической принципиальной дистанционного управления с помощью электромагнитных пускателей

Автоматическое управление

При включении пульта дистанционного управления ПУ-Ин1 совместно со светочувствительным автоматом (рис. 6.3) можно осуществить и автоматическое управление некоторыми групповыми линиями внутреннего освещения в зависимости от уровня естественного и искусственного освещения производственных помещений.

Светочувствительный сумеречный выключатель фирмы «ИНОСАТ-ЭНЕРГО» имеет два независимых канала с двумя нормами регулируемой освещенности. Используется для подачи команд на включение – отключение освещения двух групп светильников, когда освещенность датчика достигает заданного порога.

Технические данные сумеречного выключателя:

- напряжение 230 В переменного тока 50 Гц;
- пределы регулирования по каналу 1–2...150 лк, по каналу 2–150...7500 лк;
- номинальный ток контактов – 10 А;
- присоединение датчика кабелем $2 \times 0,25 \text{ мм}^2$ длиной до 100 м.

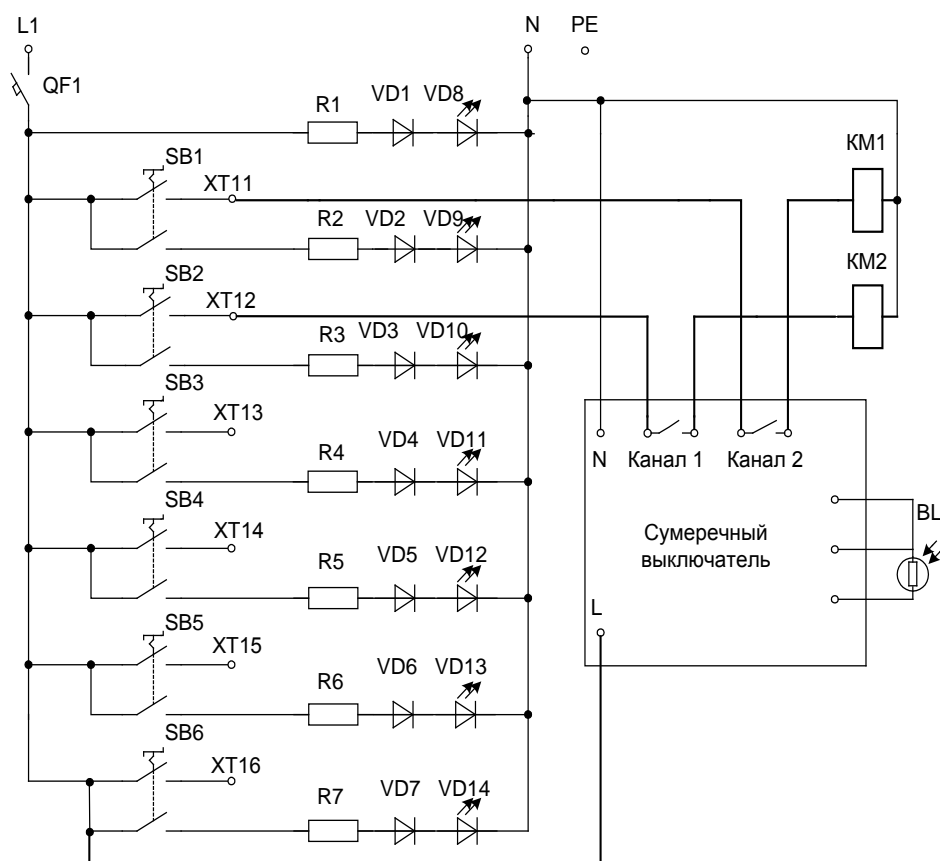


Рисунок 6.3 – Схема автоматического управления осветительной установкой внутреннего освещения

Для осветительных установок большой мощности с большим количеством групповых линий фирмой «ИНОСАТ» предлагается шестиканальный цифровой блок, предназначенный для построения компактных систем управления освещением.

Освещение мест общего пользования

Освещение мест общего пользования жилых домов, т. е. подъездов и лестничных площадок этажных домов, общественных зданий выполнено по традиционной схеме. В домах до пяти этажей устанавливались светильники типа ПСХ-60 с лампами накаливания на каждой лестничной площадке по одному светильнику. В жилых домах выше пяти этажей устанавливались светильники с лампами накаливания по три светильника на каждой лестничной площадке или светильниками с люминесцентными лампами мощностью 1x18 Вт. Управление освещением, т. е. включение и отключение этих светильников производится выключателями общего пользования, которые устанавливаются на лестничной площадке при входе в подъезд и включают или отключают светильники одновременно на всех лестничных площадках.

Для улучшения рационального использования электрической энергии по освещению мест общего пользования жилых домов, общественных зданий можно применить лестничные автоматы.

Лестничный автомат, схема которого представлена на рисунке 6.4, приспособлен для установки в щите освещения, предназначен для поддержания включенным освещение лестничной площадки в течение заданного промежутка времени (в диапазоне от 0,5 до 10 мин). По истечении заданной установки времени освещение автоматически выключается, т. е. включение освещения производится вручную, а отключение – автоматически с регулируемой выдержкой времени, которая позволяет подняться на свой этаж и открыть дверь квартиры.

Технические данные устройства:

- напряжение питания – 220 В;
- максимальный ток нагрузки – 10 А;
- задержка выключения, регулируемая – 0,5–10 мин;
- потребляемая мощность – 0,85 Вт;
- степень защиты – IP65.

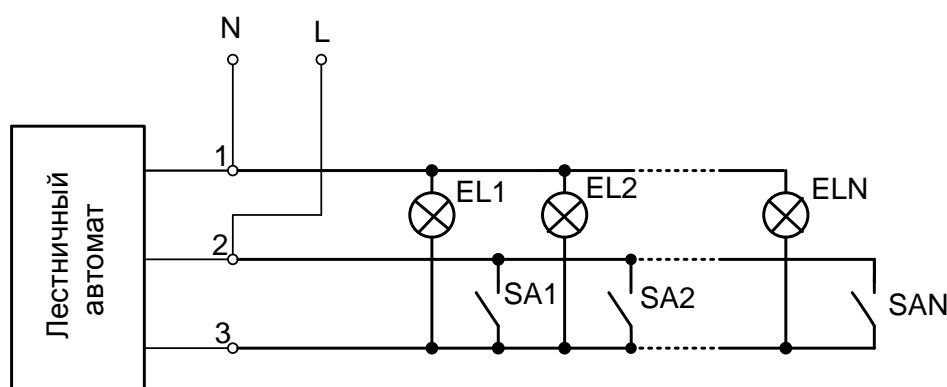


Рисунок 6.4 – Схема электрическая лестничного автомата управления освещением

Для установки лестничного автомата потребуется дополнительно установить на каждой лестничной площадке выключатели.

Управление наружным освещением

Для управления наружным освещением территории промышленных предприятий применяется, как правило, дистанционное неавтоматическое (ручное) или автоматическое включение и отключение из диспетчерских пунктов предприятия. Диспетчер по индивидуальным линиям осуществляет включение или отключение того или иного участка сети наружного освещения.

Управление наружным освещением населенных пунктов, города выполняется централизованным дистанционным или телемеханическим. В

отличие от дистанционного управления, при телемеханическом управлении все команды в виде закодированных электрических сигналов от диспетчера, или управляющей ЭВМ передаются по одному каналу телефонной связи. На объектах управления эти сигналы с помощью специальной аппаратуры преобразуются в команды управления, контроля, измерения, сигнализации.

Включение наружного освещения улиц, дорог, площадей производится при снижении уровня естественной освещенности до 20 лк, а отключение – при повышении освещенности до 10 лк. Нормирование уровня освещенности позволяет автоматизировать управление наружным освещением с помощью фотореле, схема которого приведена на рисунке 6.5. Схема блока автоматического управления состоит из фотореле А1, фотодатчика ВЛ1, переключателя, магнитного пускателя сигнальной лампы и групповых автоматических выключателей. При достижении заданного уровня освещенности срабатывает фотореле и производит включение магнитного пускателя К1, который своими контактами включает групповые линии сети освещения. Схема предусматривает также ручное управление с помощью переключателя SA1.

Для размещения аппаратуры управления наружным освещением электротехнической промышленностью производятся специальные шкафы наружного освещения (ШНО). Шкафы наружного освещения предназначены для приема, учета и распределения электрической энергии, а также защиты электрических установок при перегрузках и коротких замыканиях в осветительных сетях переменного тока частотой 50 Гц напряжением 380/220 В с глухозаземленной нейтралью.

Схемы шкафа ШНО предусматривают ручное и автоматическое управление электрическим освещением. Ручное управление возможно при управлении кнопками, установленными на панели управления шкафа.

Каскадное управление (с аппаратурой управления от предыдущего участка) – автоматическое управление осуществляется подачей сигнала от предыдущего участка осветительной сети на реле KV1, KV2, управляющие в вечернем и ночном режиме освещения (рис. 6.6).

Включение вечернего освещения производится включением реле KV1, KV2 и магнитных пускателей KM1.1, KM2.1. При ночном режиме управления (с 0.00 до 6.00 утра) – вечернее освещение остается включенным пускателем KM2.1, а светильники, включенные пускателем KM1.1 по ночному режиму работы отключаются, т. е. отключается одна из фаз трехфазной системы. В результате в ночном режиме электрическое освещение улиц работает по схеме два светильника включены – один отключен.

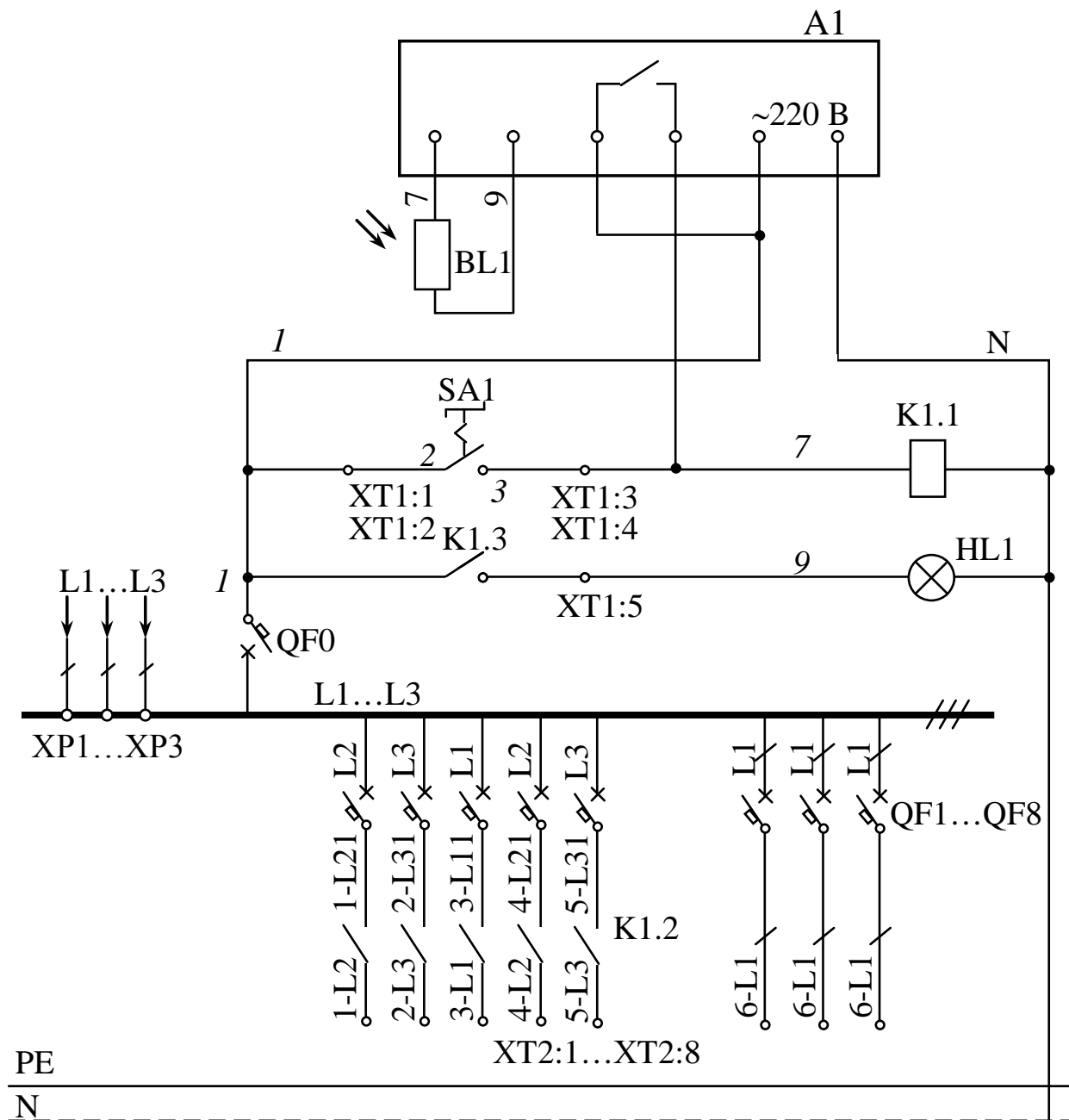


Рисунок 6.5 – Схема электрическая принципиальная управления наружным освещением с помощью фотореле

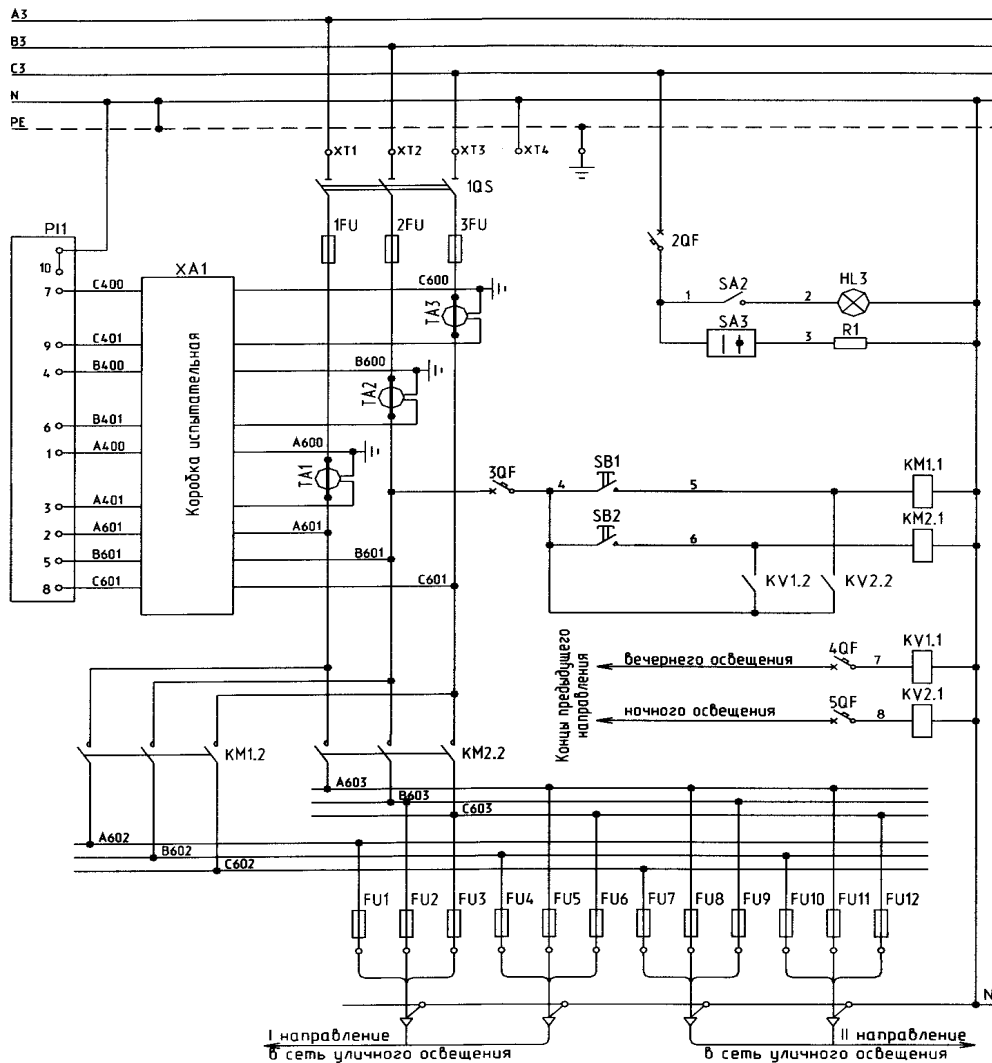


Рисунок 6.6 – Схема каскадного управления наружным освещением

Ход работы

Вычертить схемы управления внутренним и наружным электрическим освещением (рис. 6.1–6.6) и кратко пояснить работу схем.

Контрольные вопросы

1. Какие способы управления электрическим освещением применяются в производственных помещениях?
2. Какие способы управления освещением применяются в местах общественного пользования?
3. Как производится управление электрическим освещением с регулированием светового потока?
4. Как осуществляется каскадное управление уличным освещением?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оболенцев, Ю. Б. Электрическое освещение общепромышленных помещений / Ю. Б. Оболенцев, Э. Л. Гиндин. – Москва : Энергоатомиздат, 1990. – 112 с.
2. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг, Ю. Б. Оболенцев, Р. И. Берим, В. М. Крючков; под ред. Г. М. Кнорринга. – Ленинград : Энергия, 1976. – 384 с.
3. Кнорринг, Г. М. Осветительные установки / Г. М. Кнорринг. – Ленинград: Энергоиздат, 1981. – 288 с.
4. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : учебник для студентов высших учебных заведений / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2011. – 543 с.
5. Электроустановки на напряжение до 750 кв. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний: ТКП 339-2022. – Минск : Министерство энергетики Республики Беларусь, 2022. – 600 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ОХРАНА ТРУДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

К выполнению очередной лабораторной работы группа допускается только после проверки преподавателем знаний всеми обучающимися группы устройства установки, расположения и назначения органов управления, элементов блокировки и сигнализации, а также правил техники безопасности при работе на данном лабораторном стенде. На первом занятии проводится инструктаж по правилам и мерам безопасности на рабочем месте в предусмотренном объеме. В случае нарушения правил техники безопасности студент отстраняется от проведения работ. Последующий допуск к занятиям осуществляется после проверки знаний техники безопасности.

Правила и меры безопасности

Ознакомиться со схемой электропитания лаборатории. Проверить визуально наличие и исправность защитного заземления. Проверить отсутствие напряжения на стенде (по индикаторам или показаниям измерительных приборов). Ознакомиться с расположением органов управления для аварийного отключения питания от лабораторных стендов систем блокировок и сигнализации (при отключенном питании). Проверить по техническим описаниям или приборам соответствие положения регуляторов минимальному напряжению на его выходе. Убрать с лабораторного стенда предметы, не относящиеся к выполняемой работе. Лабораторные работы должны выполняться группой, состоящей не менее чем из двух человек. Собрать требуемую заданием схему и сообщить руководителю. Самостоятельная работа начинается с разрешения преподавателя или лаборанта и проводится под его наблюдением. Разрешение на продолжение работы требуется после каждого предусмотренного заданием изменения схемы. Подача напряжения на лабораторные стенды производится руководителем по команде «**Внимание! Подается напряжение**».

Исходное положение органов управления на стенде перед подачей питания – ВЫКЛ. Перед выполнением работы (согласно заданию) проверить исправность блокировок. Порядок выполнения работы производится по методическому пособию для лабораторных работ.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ: оставлять рабочее место и включенные электроустановки, без разрешения руководителя; производить перекоммутацию схемы без обесточивания лабораторного стенда, снимать крышки рубильников, магнитных пускателей, автоматов и переключателей блоков управления, находящихся под напряжением, самостоятельно устранять возникшие на лабораторном стенде неисправности; использовать в работе провода с поврежденной изоляцией (без изоляции) с неприпаянными штекерами к клеммам; пользоваться непрошедшими проверку измерительными приборами и средствами индивидуальной защиты; выдергивать штепсельные вилки из розеток за соединительный шнур; загромождать рабочее место предметами, не относящимися к данной работе.

В аварийных ситуациях

При нарушении нормального режима работы стенда (установки) – появление искр, дыма, сильного шума – немедленно обесточить его выключением автомата, магнитного пускателя, рубильника и т. п. и сообщить об этом руководителю занятия.

При поражении людей электрическим током или других несчастных случаях освободить пострадавшего от воздействия на него электрического тока, сообщить об этом руководителю занятия, оказать пострадавшему первую медицинскую помощь, при необходимости – вызвать «Скорую помощь».

По окончании работы

Доложить руководителю занятия об окончании работы. Выключить лабораторный стенд (установку). Сдать руководителю занятия измерительные приборы, методические и другие вспомогательные пособия. Привести в порядок свое рабочее место. Заверить у руководителя занятий черновой вариант снятых показаний.

Учебное издание

Электрическое освещение

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Составители:

Гусаров Алексей Михайлович

Столяренко Владимир Ильич

Редактор Р. А. Никифорова

Корректор А.В. Пухальская

Компьютерная верстка *В.И. Столяренко*

Подписано к печати 07.12.2023. Формат 60x90 ¹/₁₆. Усл. печ. листов 2,4.
Уч.-изд. листов 3,1. Тираж 30 экз. Заказ № 304.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.