Библиотека электромонтера

Ю. И. Дидух
А. И. Кутьин

Автоматическое управление наружным освещением

Издательство «Энергия»

с. 1237971

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 168

Ю. И. ДИДУХ и А. И. КУТЬИН

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1965 ЛЕНИНГРАД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
Большам Я. М., Васильев А. А., Долгов А. Н., Ежков В. В., Каминский Е. А., Мандрыкин С. А., Синачугов Ф. И., Смирнов А. О., Устинов П. И.

УДК 62—52:628.9(04)
Д 44

В брошюре рассмотрена аппаратура, применяемая для автоматизации управления наружным освещением, и ее элементы.

Подробно описан автомат управления освещением типа АО и приведены краткие сведения о других аналогичных устройствах.

Даны рекомендации по монтажу и настройке аппаратуры.

Брошюра рассчитана на широкие круги электромонтеров, эксплуатирующих осветительные установки.

С. 123771

Дидух Юрий Иосифович и Кутьин Александр Иванович.
Автоматическое управление наружным освещением.
М.—Л., издательство „Энергия", 1965.
52 с. с черт. (Б-ка электромонтера. Вып. 168)
Тематический план 1965 г., № 157.

* * *

Редактор *Е. А. Каминский* Техн. редактор *И. С. Мазурова*

Сдано в набор 27/V 1965 г. Подписано к печати 5/VIII 1965 г.
Т-10249 Формат 84×108¹/₃₂ Печ. л. 2,73 Уч.-изд. л. 2,64
Тираж 15 000 экз. Цена 9 коп. Заказ 366

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати.
Шлюзовая наб., 10.

Государственная публичная библиотека им. В. Г. Белинского г. Свердловск

ВВЕДЕНИЕ

В связи с ростом электровооруженности народного хозяйства и с развитием электрификации страны все большее значение приобретает вопрос экономии электроэнергии. Одним из существенных источников экономии является автоматическое управление наружным (и не только наружным) освещением городов, поселков, заводов, железнодорожных станций в зависимости от величины естественного освещения.

Выпускающаяся серийно аппаратура, применяемая для управления освещением, достаточно надежна. Аналогичная аппаратура может быть в отдельных случаях изготовлена опытными электромонтерами самостоятельно. Основными ее элементами являются сопротивления, конденсаторы, полупроводниковые приборы, электронные лампы и реле, применяемые в других устройствах автоматики. Кроме того, необходимы элементы для контроля освещенности (фотоэлементы, фотосопротивления и т. д.). Поэтому установка, монтаж и эксплуатация аппаратуры требуют определенных знаний и навыков.

Задача брошюры состоит в том, чтобы ознакомить широкие круги электромонтеров со способами автоматического управления освещением и аппаратурой, применяющейся для этих целей, показать, как надо правильно устанавливать и эксплуатировать такую аппаратуру, а также дать примеры ее использования в сочетании с другими устройствами автоматики.

1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМАТИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ ОСВЕЩЕНИЕМ

Варианты автоматического управления освещением. Принципиально могут быть выполнены следующие основные варианты автоматического управления освещением:

1. Включение и отключение освещения в определенное время суток.

2. Включение и отключение освещения в зависимости от естественной освещенности объекта.

3. Регулирование яркости освещения объекта в процессе освещения в зависимости от естественной освещенности.

4. Ограниченное освещение объектов в ночное время с автоматическим включением и отключением полного освещения в необходимый момент.

5. Объединение в одной схеме элементов нескольких вариантов.

Регулирование яркости освещения сложно и требуется в редких случаях. Наиболее перспективны в настоящее время варианты 2, 4 и особенно 5.

Основные элементы установки. Каждая автоматическая установка для управления освещением должна содержать по крайней мере следующие элементы (рис. 1): фотодатчик *1* — чувствительный элемент установки, реагирующий на освещенность объекта *8*, задающее устройство *2*, устройство сравнения *3* и усилитель *4*.

При помощи задающего устройства производится настройка установки на заданное значение освещенности объекта, при котором она должна сработать и включить (или отключить) осветитель *7*.

Устройство сравнения предназначено для сопоставления непрерывно поступающих от фотодатчика данных об освещенности объекта с заданным значением освещенности и для создания сигнала, управляющего последующими элементами схемы.

Усилитель усиливает полученный сигнал до значения, достаточного для срабатывания выходного реле *5*, которое управляет магнитным пускателем или контактором *6*. В отдельных случаях, когда нужен выходной импульс большой мощности, применяют несколько каскадов усиления.

Фотодатчик непосредственно и непрерывно контролирует состояние освещенности объекта и в зависимости от ее величины управляет автоматом освещения.

В соответствии с требованиями, которые предъявляются к автомату освещения по точности срабатывания (по освещенности и по времени), к фотодатчику также предъявляются различные требования по чувстви-

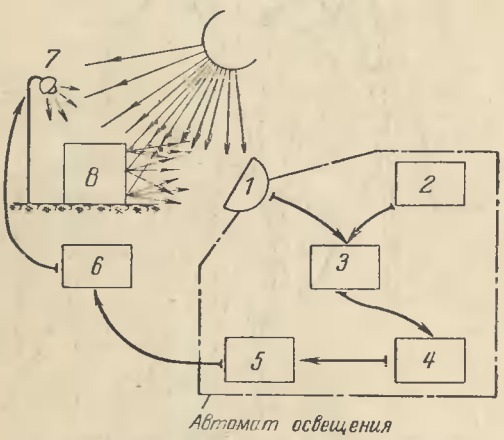


Рис. 1. Блок-схема установки автоматического управления освещением.

тельности и инерционности. В зависимости от этих требований и экономических соображений в качестве фотодатчика используются либо фотоэлементы, либо фотосопротивления. Для предохранения от повреждений и для удобства монтажа они монтируются в той или иной установочной аппаратуре.

В фотоэлементах и фотосопротивлениях использованы следующие основные фотоэлектрические процессы: а) испускание электронов веществом под действием света; б) появление э. д. с. под действием света; в) изменение электропроводности вещества под воздействием света. Первый фотоэлектрический процесс называется внешним фотоэффектом или фотоэлектронной эмиссией и используется в фотоэлементах многих типов.

Второй процесс называется фотоэффектом запирающего слоя и используется в меднозакисных и селеновых фотоэлементах. Третий процесс — внутренний фотоэф-

фект — вызывает, например, изменение электрической проводимости селена под действием света. Этим свойством обладает и ряд других материалов (селенид кадмия, сернистый свинец, сернистый кадмий). Внутренний фотоэффект используется в фотосопротивлениях.

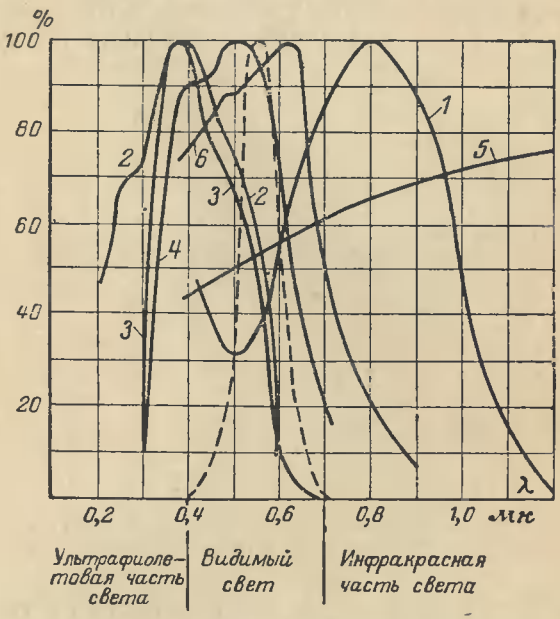


Рис. 2. Сравнительные кривые спектральной чувствительности фотоэлементов и фотосопротивлений различных типов. Штриховой линией показана кривая спектральной чувствительности глаза. Фотоэлементы: *1* — типов ЦВ и ЦГ; *2* — типа Ф-1 (СЦВ-9) и Ф-4 (СЦВ-6); *3* — типа Ф-2 (СЦВ-2А); *4* — типа Ф-3 (ВСЦ-1); фотосопротивления: *5* — типа ФСА; *6* — типа ФСК.

Чувствительность фотодатчиков. Следует различать чувствительность фотодатчиков к спектру света и чувствительность к силе света (к световому потоку, воздействующему на фотодатчик).

Все фотодатчики обычно чувствительны к определенной зоне (области) спектра электромагнитных волн (из которых состоит свет), причем спектральная чувствительность фотодатчика не совпадает с чувствительно-

стью человеческого глаза. Кроме того, максимальную чувствительность (так называемый максимум спектральной чувствительности) фотодатчики проявляют в сравнительно узком диапазоне длин волн, что иллюстрирует рис. 2, показывающий спектральную чувствительность фотоэлементов различных типов и глаза.

По горизонтальной оси отложены длины световых волн в микронах. По вертикальной — чувствительность различных фотоэлементов и фотосопротивлений, выраженная в процентах. За 100% принята максимальная чувствительность.

Для сравнения приведена кривая спектральной чувствительности глаза. При длинах волн менее 0,4 *мк* (ультрафиолетовая часть спектра) и более 0,8 *мк* (инфракрасная часть спектра) свет невидим.

Из рис. 2 ясно, что границы областей спектральной чувствительности глаза и фотоэлементов полностью не совпадают, как не совпадают и их максимумы.

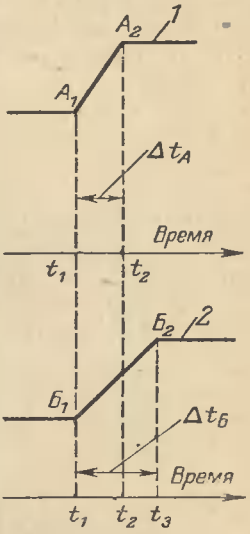


Рис. 3. Пояснение понятия инерционности прибора.

Чувствительность фотоэлемента к силе света обычно характеризуется так называемой интегральной чувствительностью, которая показывает величину тока фотоэлектронной эмиссии, создаваемого в фотоэлементе световым потоком. Чем больше световой поток, тем больше фототок, хотя, как будет показано ниже, эта зависимость не всегда прямо пропорциональна. Интегральная чувствительность измеряется в микроамперах на люмен (*мка/лм*).

Инерционность фотодатчиков. Применительно к фотодатчикам понятие инерционность иллюстрируется рис. 3, на котором график *1* показывает изменение освещенности, а график *2* — изменение величины сигнала, образуемого фотодатчиком.

Допустим, освещенность начала увеличиваться в момент t_1 от значения A_1 и приняла новое значение A_2 в момент t_2. Обозначим $t_2 — t_1 = \Delta t_A$. Соответственно сиг-

нал фотодатчика увеличился с $Б_1$ до $Б_2$ за время $\Delta t_Б = t_3 - t_1$.

Если $\Delta t_Б$ ненамного превосходит $\Delta t_А$, значит фотодатчик обладает небольшой инерционностью. Если $\Delta t_Б$ значительно больше $\Delta t_А$ — фотодатчик имеет большую инерционность.

В различных случаях требуется либо большая, либо малая инерционность устройства. Поэтому при проектировании прибора инерционность обязательно должна учитываться.

2. ФОТОЭЛЕМЕНТЫ

Фотоэлемент с внешним фотоэффектом. На рис. 4 схематически показано устройство фотоэлемента с внешним фотоэффектом. Он похож на обычную электронную лампу. Внутренняя поверхность стенок стеклянной колбы покрыта тонким слоем светочувствительного вещества (обычно используются щелочные металлы — калий, натрий, цезий и т. п.). Этот слой является катодом фотоэлемента. Часть стенки колбы не имеет такого покрытия и образует окно для поступающих лучей света. Против окна в центре колбы установлен анод в виде металлической сетки, кольца или диска.

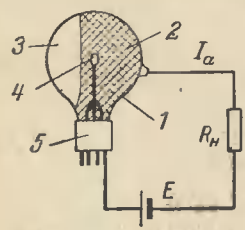


Рис. 4. Фотоэлемент с внешним фотоэффектом типа ЦВ-1.

1 — стеклянная колба; *2* — слой светочувствительного вещества (катод); *3* — окно для лучей света; *4* — анод; *5* — цоколь. Штырьки цоколя служат: один для вывода анода, остальные для закрепления лампы на панели. E — источник питания; $R_н$ — сопротивление нагрузки.

В вакуумных фотоэлементах из колбы откачан воздух В газонаполненных колба заполнена инертным газом аргоном.

Если включить фотоэлемент в цепь источника постоянного тока (рис. 4), то при освещении фотоэлемента за счет отрыва электронов от катода под действием света в цепи возникнет анодный ток $I_а$ порядка нескольких микроампер. При постоянном напряжении величина тока в фотоэлементе зависит от величины светового потока.

На рис. 5 приведена зависимость анодного тока $I_а$ в фотоэлементах от освещенности E при постоянном напряжении для вакуумного *1* и газонаполненного *2* фото-

элементов. Из рис. 5 видно, что при равных внешних условиях эти фотоэлементы ведут себя по-разному. Характеристика вакуумного фотоэлемента — прямая линия, что указывает на прямую пропорциональность между

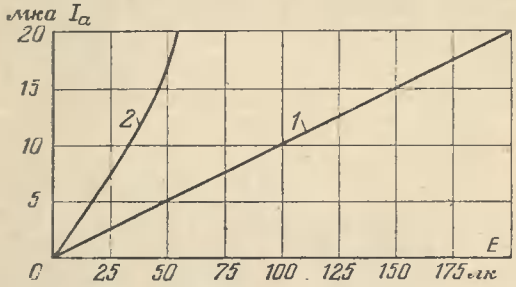


Рис. 5. Зависимость анодного тока I_a фотоэлемента от его освещенности E при постоянном анодном напряжении.

освещенностью и анодным током. У газонаполненного фотоэлемента такой пропорциональности нет.

На рис. 6 приведены вольт-амперные характеристики обоих типов фотоэлементов при постоянной освещенно-

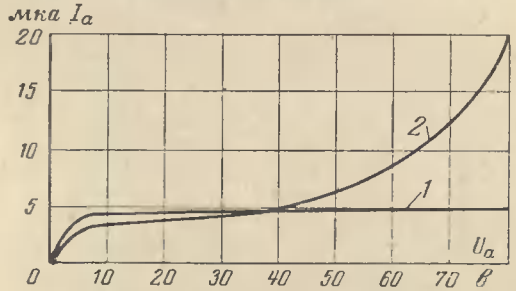


Рис. 6. Вольт-амперные характеристики фотоэлементов при постоянной освещенности.
1 — вакуумный; *2* — газонаполненный.

сти. Из этих характеристик следует, что если у вакуумного фотоэлемента анодный ток при увеличении приложенного напряжения вначале возрастает, а затем стабилизируется, то у газонаполненного этот процесс идет

иначе: анодный ток возрастает непрерывно, хотя и неравномерно.

Следует также учесть, что вакуумный фотоэлемент имеет меньшую чувствительность по сравнению с газонаполненным, так как в последних происходит ионизация газа-наполнителя. Но газонаполненные фотоэлементы более инерционны.

Таблица 1

Тип фотоэлемента	Область спектральной чувствительности, *мк*	Длина волны, соответствующая максимуму спектральной чувствительности, *мк*	Рабочее напряжение анода, *в*	Темновой ток (наибольший), *а*	Интегральная чувствительность (наименьшая), *мка/лм*
ЦВ-1, ЦВ-3, ЦВ-4	0,6—1,1	0,8±0,1	240	$1 \cdot 10^{-7}$	20
ЦГ-1, ЦГ-3, ЦГ-4	0,6—1,1	0,8±0,1	240	$1 \cdot 10^{-7}$	100
Ф-1 (СЦВ-9)	0,215—0,6	0,38±0,05	80	$1 \cdot 10^{-11}$	70
Ф-2 (СЦВ-2А)	0,3—0,6	0,39±0,06	2	$1 \cdot 10^{-8}$	4,5
Ф-3 (ВСЦ-1)	0,32—0,75	0,5±0,05	50	$1 \cdot 10^{-9}$	40
Ф-6	0,32—0,75	0,5±0,05	100	$1 \cdot 10^{-11}$	—
Ф-7	0,215—0,3	0,225±0,005	100	$1 \cdot 10^{-11}$	—

Примечания:

1. Обозначения фотоэлементов типа Ф приведены по ГОСТ 5161-56. В скобках указаны обозначения по заводскому каталогу.
2. Обозначения фотоэлементов ЦВ и ЦГ даны по заводскому каталогу.
3. Буквы в обозначении типа фотоэлемента по заводскому каталогу указывают: первая — светочувствительный материал катода: Ц — фотоэлемент с цезиевым, СЦ — с сурьмяно-цезиевым, ВСЦ — с висмуто-серебряно-цезиевым катодом; вторая — В — вакуумный; Г — газонаполненный фотоэлемент. Цифра после буквенных сочетаний — порядковой номер типа.
4. Для фотоэлемента ЦГ-1 интегральная чувствительность равна 75 *мка/лм*.

В табл. 1 приведены характеристики наиболее распространенных фотоэлементов с внешним фотоэффектом.

Фотоэлементы с запирающим слоем (с внутренним фотоэффектом) при освещении создают э. д. с., которую можно усилить и использовать для управления осветительной установкой. На рис. 7 показаны внешний вид и схема такого фотоэлемента. Эти фотоэлементы по устройству сходны с полупроводниковыми выпрямителя-

ми, у которых на границе проводника с полупроводником возникает запирающий слой. Световой поток, воздействуя на полупроводник, освобождает часть электронов, что приводит к возникновению э. д. с. Если такой фотоэлемент присоединить к электрической цепи, имеющей сопротивление нагрузки $R_н$, то возникнет ток I_0.

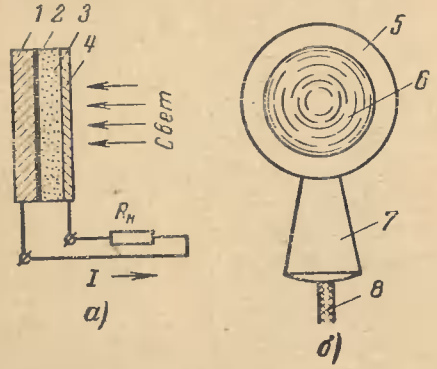


Рис. 7. Фотоэлемент с запирающим слоем.

а — схема; *б* — внешний вид. *1* — металлический диск; *2* — запирающий слой; *3* — полупроводник; *4* — полупрозрачный электрод; *5* — корпус; *6* — окно; *7* — рукоятка; *8* — провод.

Зная соотношение между величиной освещенности и током в цепи, можно отградуировать гальванометр непосредственно в единицах освещенности — люксах (*лк*), что и использовано в приборах для измерения освещенности — люксметрах.

В фотоэлементах с запирающим слоем в качестве полупроводника используют: селен, сернистый таллий, сернистое серебро или закись меди. Для создания полупрозрачного электрода (рис. 7,*б*) обычно напыляют на полупроводник чрезвычайно тонкий прозрачный для света слой неокисляющегося металла (например, золота). Фотоэлементы, изготовленные на основе закиси меди, называются купроксными. Купроксные фотоэлементы применяются как датчики различных приборов. Селеновые фотоэлементы используются в приборах для измерения освещенности — люксметрах.

В табл. 2 приведены характеристики наиболее распространенных в настоящее время фотоэлементов с запирающим слоем.

Таблица 2

Тип фотоэлемента	Рабочая площадь, $см^2$	Длина волны, соответствующая максимуму спектральной чувствительности, *мк*	Интегральная чувствительность (максимальная), *мка/лм*
К-5	5	0,55	500
К-10	10	0,55	500
К-20	20	0,55	500
Серно-таллиевый	2	0,95	10 000
ФЭСС-V-2	2	0,85	6 000—7 000
ФЭСС-V-3	3	0,85	6 000—7 000
ФЭСС-V-5	5	0,85	6 000—7 000
ФЭСС-V-10	10	0,85	6 000—7 000

Обозначения типов фотоэлементов: К — селеновые; ФЭСС — сернисто-серебряные.

3. ФОТОСОПРОТИВЛЕНИЯ

Фотосопротивления (рис. 8) — это полупроводниковые приборы, электрическое сопротивление которых меняется под воздействием света. Величина сопротивления фотосопротивлений убывает с увеличением освещенности.

Обычно для удобства монтажа, эксплуатации и для защиты от повреждений фотосопротивление помещают в металлический или пластмассовый корпус с окном, пропускающим свет. Фотосопротивления, как правило, включаются в цепь последовательно с источником питания. Когда фотосопротивление, включенное в цепь, затемнено, через него проходит небольшой «темновой» ток, величина которого определяется приложенным напряжением и внутренним («темновым») сопротивлением.

При освещении фотосопротивления его проводимость увеличивается (сопротивление уменьшается), и ток возрастает, причем изменение сопротивления и тока зависит от величины освещенности. Чувствительность фотосопротивлений выше чувствительности вакуумных фотоэлементов.

К недостаткам фотосопротивлений следует отнести довольно большую инерционность и отсутствие прямой пропорциональности между фототоком и освещенностью.

Внешний вид отдельных типов фотосопротивлений иллюстрирует рис. 9. Характеристики наиболее распространенных фотосопротивлений приведены в табл. 3.

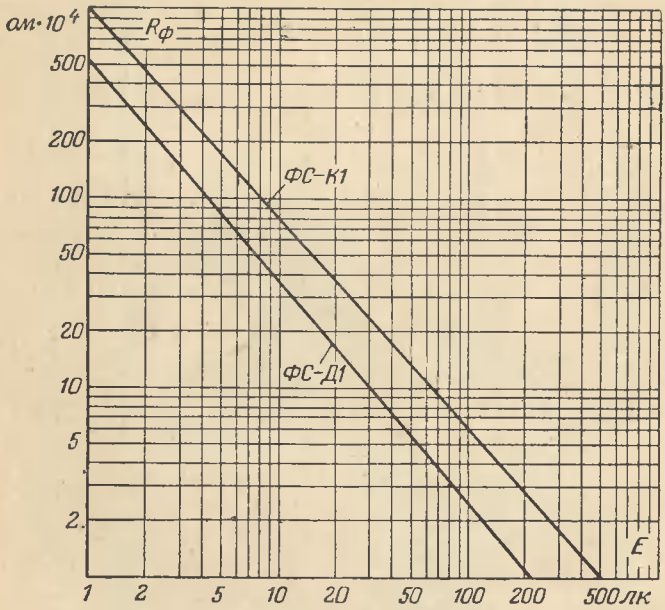


Рис. 8. Зависимость величины сопротивления от освещенности для фотосопротивлений ФС-К1 и ФС-Д1.

Табл. 3 требует следующих пояснений.

Допустимая мощность рассеяния для фотосопротивлений является наибольшей мощностью, которую фотосопротивление может длительное время рассеивать, не изменяя своих фотоэлектрических характеристик и не повреждаясь. Поэтому при выборе фотосопротивления необходимо определить мощности, которые оно будет рассеивать при эксплуатации в режимах освещения и затемнения. Подсчет ведется по формуле $P = \frac{U^2}{R}$.

Из двух величин берут бо́льшую, и она должна быть на

Таблица 3

Тип фотосопротивления	Максимум спектральной чувствительности, *мк*	Длинноволновая граница фотопроводимости, *мк*	Рабочая площадь, *мм²*	Темновое сопротивление, *Мом*	Пределы рабочего напряжения, *в*	Допустимая мощность рассеяния, *вт*	Средняя кратность изменения сопротивления при освещенности 200 *лк*
ФС-А0, ФС-А1, ФС-А4	2,00	2,70	24	0.04—0.4	4—40	0,002	1,2
ФС-А6	2,10	2,70	125	0,05—0,3	5—30	0,01	1,2
ФС-К0, ФС-К1	0,60	0,90	28,8	10	400	0,2	140
ФС-К2	0,52	0,90	28,8	1,0	300	0,15	35
ФС-К4	0,60	0,90	24	10	400	0,2	140
ФС-К5	0,60	0,90	1	5,0	100	0,05	140
ФС-К6	0,60	0,90	125	2,0	300	0,3	140
ФС-К7	0,60	0,90	200	0,05; 2,5	100	0,5	7,5
ФС-Д0, ФС-Д1, ФСД-Г1	0,75	1,22	28,8	2,0	300	0,05	150
ФСА-Г1, ФСА-Г2	2,10	2,70	24	0,04—0,4	10—75	0,002	см. прим. 2
ФСК-Г1	0,60	0,90	28,8	3,3	220	0,1	100
ФСК-Г2	0,60	0,90	28,8	1,6	210	0,2	80

Примечания:

1. Буквы в обозначениях указывают: ФС—фотосопротивленне; А—светочувствительный материал сернистый свинец; Д—селенид кадмия; К—сернистый кадмий; Г—герметизированное. Цифры—порядковый номер конструктивного вида.
2. Для фотосопротивлений ФСА-Г1 и ФСА-Г2 уменьшенне велнчины сопротивления при освещенности 200 *лк* по отношенню к темновому сопротивлению не менее 9%.

30—40% ниже допустимой для данного типа фотосопротивления.

Средняя кратность изменения сопротивления показывает, во сколько раз изменяется сопротивление фотосопротивления при освещенности 200 *лк* по отношению к темновому сопротивлению.

Рассмотрим пример. Для фотосопротивления типа ФСК-Г1 темновое сопротивление не менее 3,3 *Мом* (табл. 3). Так как средняя кратность изменения сопротивления для этого типа фотосопротивлений равна 100, то при освещенности 200 *лк* его сопротивление будет составлять 3 300 000 *ом* : 100=33 000 *ом*. Если это фотосопротивление

201-1

присоединить к источнику напряжения 220 *в*, то темновой ток в нем равен $I_т = \frac{U}{R} = \frac{220}{3\,300\,000} = 0{,}000067\ а = 67\ мка$.

При освещенности 200 *лк* ток возрастет до величины $I_с = \frac{220}{33000} = 0{,}0067\ а = 6\,700\ мка$. Если это фотосопротивление включить без

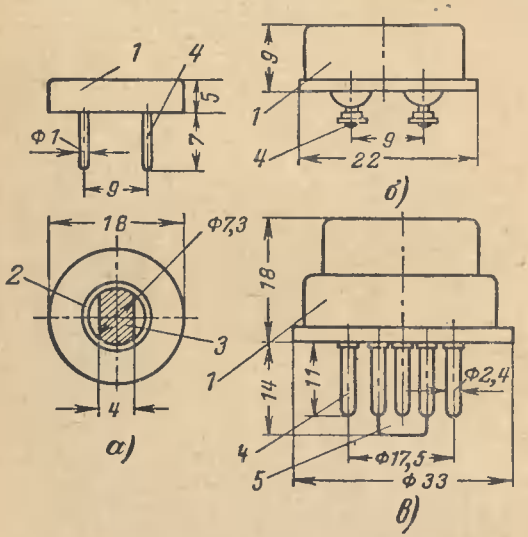


Рис. 9. Фотосопротивления.

а — ФС-Д1, два вывода в виде штырьков служат одновременно и для крепления фотосопротивления; *б* — ФСК-Г1; ФСА-Г1 и ФСД-Г1, выводы предназначены для припайки проводов; *в* — ФСК-Г2 и ФСА-Г2, крепление осуществляется на обычной ламповой панели, причем два штырька из восьми являются выводами фотосопротивления; *1* — корпус; *2* — окно; *3* — светочувствительный слой; *4* — выводы; *5* — ключ.

ограничительного сопротивления, то рассеиваемая мощность в нем при освещении 200 *лк* составит $P = \frac{U^2}{R} = 1{,}47\ вт$, что значительно выше допустимой величины 0,1 *вт*, указанной в табл. 3. Из приведенного подсчета следует, что необходимо снизить напряжение, приходящееся на фотосопротивление (и соответственно, ток через него) до такого значения, чтобы рассеиваемая мощность была на 30—40% ниже допустимой. Это обычно достигается включением добавочного сопротивления. В рассматриваемом примере добавочное сопротивление 120 *ком* снизит напряжение на фотосопротивлении (при осве-

щенности 200 *лк*) до 48 *в*. В этом случае ток через него будет равен 1 450 *мка*, а мощность, рассеиваемая фотосопротивлением, составит 0,07 *вт*.

4. ФОТОДИОДЫ И ФОТОТРАНЗИСТОРЫ

Кроме рассмотренных выше фотоэлементов и фотосопротивлений, в качестве фотодатчиков находят применение (правда, в значительно меньшей степени) фотодиоды и фототранзисторы (фототриоды).

Фотодиод (рис. 10) обладает всеми свойствами обычного полупроводникового диода, но, кроме того, изменяет свои характеристики в зависимости от освещенности.

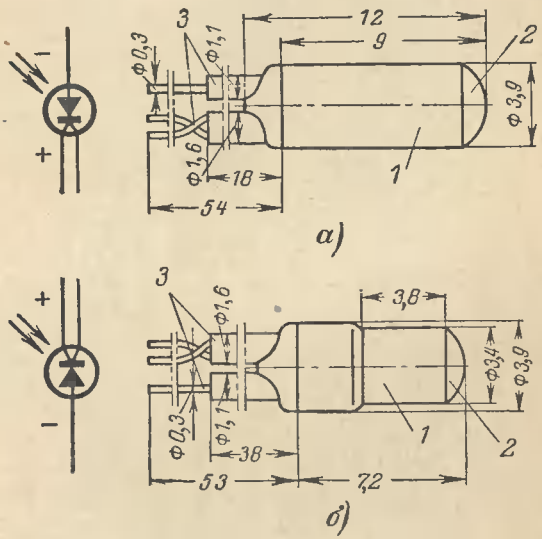


Рис. 10. Фотодиоды. Размеры и схема.
а — ФД-3; *б* — ФДК-1; *1* — корпус; *2* — окно; *3* — выводы.

Фотодиоды могут работать в режиме А и в режиме Б.

Режим А. Внешний источник напряжения отсутствует. Фотодиод работает как фотоэлемент с запирающим слоем. При освещенности 7 000 *лк* и нагрузке $R_н$ = =1 000 *ом* собственная э. д. с. фотодиода около 0,1 *в*; наибольший ток 100 *мка*.

Особенности режима А: а) световая чувствительность фотодиода при изменении освещенности от 500 до 7 000 *лк* изменяется мало; б) наибольший прирост э. д. с. фотодиода наблюдается при малых значениях освещенности (до 500—800 *лк*).

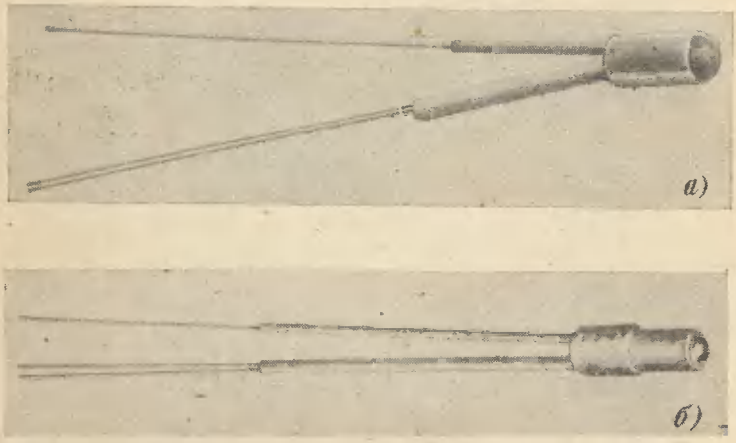


Рис. 11. Внешний вид фотодиодов.
а — ФД-3; *б* — ФДК-1.

с. 1237971

Режим Б. Имеется внешний источник напряжения. В темноте через фотодиод проходит темновой ток, величина которого зависит от приложенного напряжения. При освещении ток возрастает за счет снижения сопротивления фотодиода. При прочих равных условиях фототок в режиме Б в 2—3 раза больше, чем в режиме А. Наибольший прирост фототока наблюдается при изменении приложенного напряжения в пределах до 3 *в*.

Фотодиоды помещены в металлический или пластмассовый корпус (рис. 11). У фотодиодов некоторых типов (например, ФД-3, ФДК-1 и др.), положительный электрод имеет два вывода (рис. 10).

Фототранзистор (рис. 12) — полупроводниковый прибор, воспринимающий световую энергию и обладающий свойством усиливать фототок под воздействием этой энергии.

Фотодиоды и фототранзисторы отличаются высокой чувствительностью и малой инерционностью. В табл. 4

Государственная публичная библиотека им. В. Г. Белинского г. Свердловск

приведены основные характеристики наиболее распространенных фотодиодов и фототранзисторов.

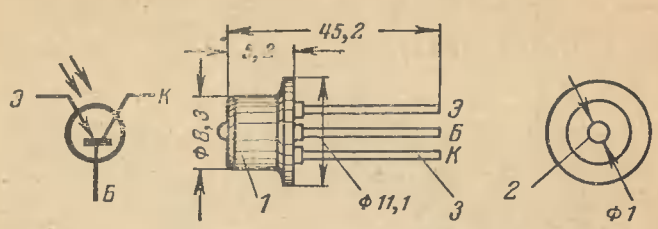


Рис. 12. Фототранзистор ФТГ-1. Размеры и схема.
1 — корпус; *2* — окно; *3* — выводы; *Б* — база; *К* — коллектор; *Э* — эмиттер.

Таблица 4

Параметры	Фотодиоды				Фототранзистор ФТГ1
	ФД-1	ФД-2	ФД-3	ФДК-1	
Рабочее напряжение, *в*	15	20	10	20	10—15
Наибольшее значение рабочего напряжения, *в*	20	50	20	—	20
Темновой ток при рабочем напряжении, *мка*	30	25	9—10	3	100—1 000
Ток при освещении, *мка*	800	—	250	—	1 000—20 000
Интегральная чувствительность, *мка/лм* .	20	10—20	15—20	3	170—500
Размер светочувствительной поверхности, *мм²*	5	1	2	2	2
Максимальная мощность рассеивания, *Мвт* .	15	15	—	—	50
Сопротивление нагрузки, *ком*	7,5	300	—	—	0,5
Диапазон допустимых температур при работе, °С	—60 +40	—45 +45	—60 +60	—50 +80	—60 +50

5. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ФОТОДАТЧИКОВ

Фотодатчик является чувствительным элементом схемы, поэтому место включения фотодатчика в схему установки в значительной степени определяет как характе-

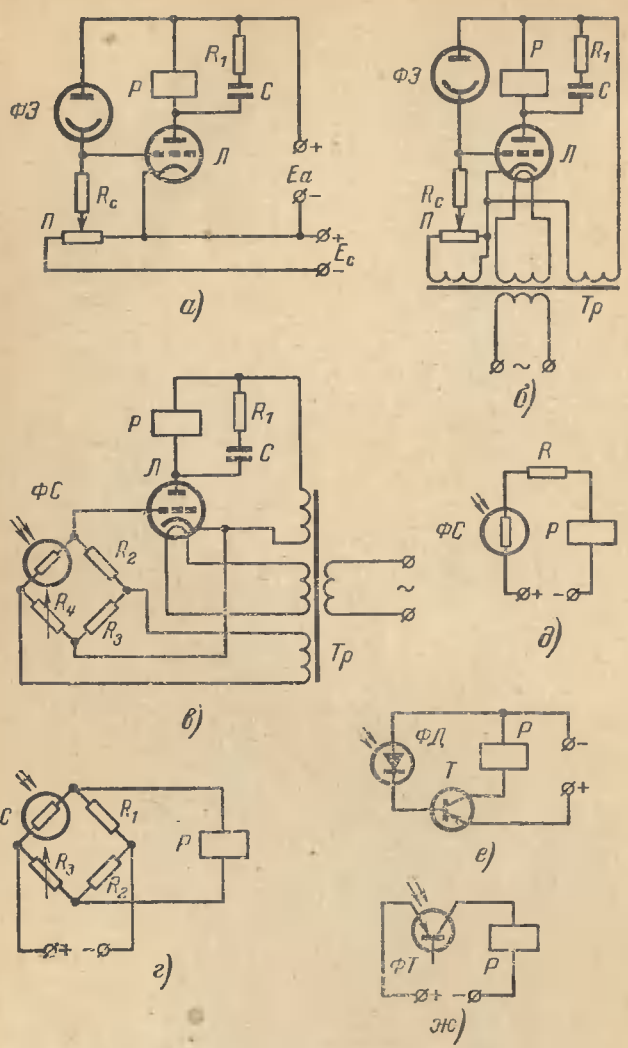


Рис. 13. Основные схемы включения фотодатчиков.

ФЭ — фотоэлемент; *ФС* — фотосопротивление; *ФД* — фотодиод; *ФТ* — фототранзистор; *Т* — транзистор; *Р* — электромагнитное реле; *Л* — электронная лампа; *R* — сопротивление; *С* — конденсатор; *Тр* — трансформатор; *П* — потенциометр, $E_а$ и $E_с$ — источники питания.

ристики и взаимодействие остальных ее элементов, так и схему установки в целом. Обычно фотодатчик включается: а) в цепь управляющей сетки электронной лампы (в схемах на электронных лампах); б) в цепь базы транзистора (в схемах на полупроводниковых приборах); в) непосредственно в цепь обмотки высокочувствительного электромагнитного реле. Наиболее характерные принципиальные схемы включения фотодатчиков даны на рис. 13. В этих схемах показаны только основные элементы, характерные для данных условий применения; предохранители, автоматические выключатели, сигнальные лампы и т. п. опущены.

На рис. 13,*а* и *б* фотоэлементы включены в цепь управляющей сетки электронной лампы; в анодную цепь лампы включено электромагнитное реле *Р*. Конденсатор *С* и сопротивление *R* необходимы для создания определенной задержки включения реле по времени.

Настройка схемы производится при помощи потенциометра *П*. Схемы отличаются только источниками питания: постоянный (схема *а*) или переменный ток (схема *б*).

Схема на рис. 13,*в* близка к схеме на рис. 13,*б*, но в ней потенциал на сетке электронной лампы *Л* изменяется в зависимости от величины сопротивления фотосопротивления *ФС*, являющегося одним из плеч мостовой схемы.

В схеме рис. 13,*г* фотосопротивление *ФС* также является плечом мостовой схемы, но в диагональ моста включено реле *Р*.

Рис. 13,*д* показывает включение фотосопротивления *ФС* непосредственно в цепь катушки высокочувствительного электромагнитного реле (например, типа РП-7).

Рис. 13,*е* и *ж* дают примеры простейших схем включения фотодиодов и фототранзисторов.

Выбор той или иной схемы обычно определяется экономическими соображениями, необходимой точностью работы устройства, требованиями к надежности и стабильности работы.

Мостовые схемы позволяют получить наибольшую точность настройки, но они сложнее в эксплуатации и наладке.

6. АВТОМАТ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ ТИПА АО

Автомат типа АО выпускается Московским энергомеханическим заводом МПС (рис. 14), предназначен для автоматического включения и отключения наружного освещения территорий заводов, складов, электростанций, железнодорожных узлов, пассажирских платформ и т. д. в зависимости от естественной их освещенности. Он состоит из трех основных узлов: фотодатчика, блока управления и магнитного пускателя.

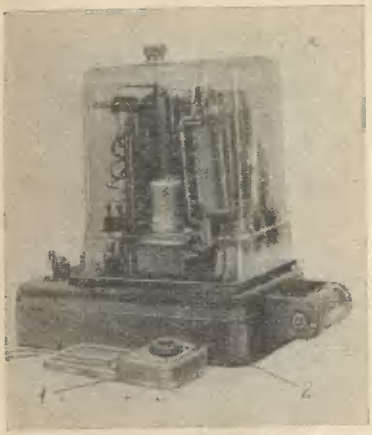


Рис. 14. Автомат типа АО.
1 — фотодатчик (первоначальный вариант); *2* — блок управления; крышка, закрывающая выводные зажимы, снята; магнитный пускатель не показан.

В качестве фотодатчика использовано фотосопротивление типа ФСК-Г1, которое заключено в специальный корпус (рис. 15).

Блок управления состоит из телефонного реле типа РПН, кодового замедленного реле типа КДР-3М, двух транзисторов (П14 и П202), четырех диодов (Д7Ж) и набора сопротивлений и конденсаторов. Вся аппаратура смонтирована на металлическом шасси и закрыта прозрачным кожухом, предохраняющим элементы схемы от пыли и механических повреждений.

В нижней части шасси расположены зажимы для присоединения фотодатчика, цепей питания и магнитного пускателя.

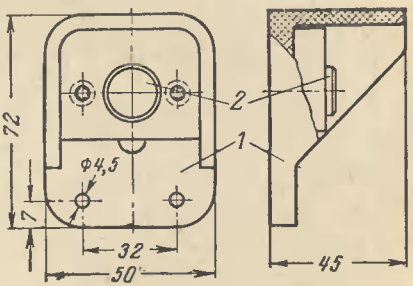


Рис. 15. Фотодатчик. Размеры.
1 — корпус; *2* — фотосопротивление.

На рис. 16 приведена принципиальная схема автома-

та типа АО, а на рис. 17 показано присоединение автомата к магнитному пускателю.

В схеме (рис. 16) роль устройства сравнения (см. § 1) выполняет транзистор T_1, а задающего устройства — регулируемое сопротивление R_4. Транзистор T_2 совместно

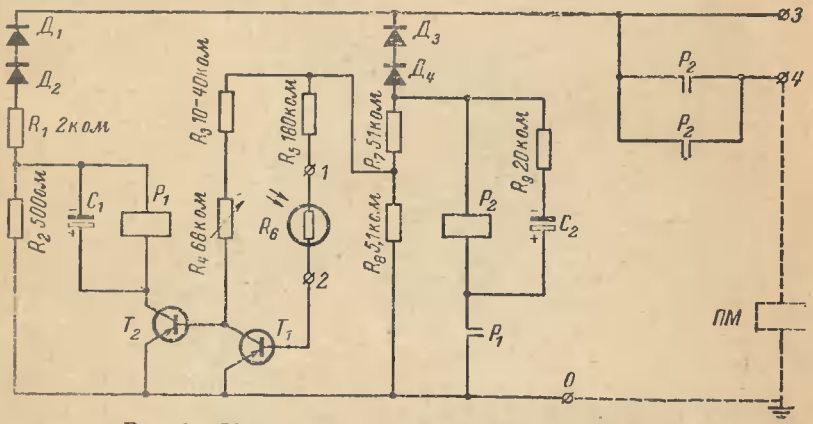


Рис. 16. Принципиальная схема автомата типа АО.

Реле P_1 типа РПН, паспорт № РФ4.530.719; реле P_2 типа КДР-3М, паспорт № 612.51.35; сопротивления: R_1 типа ПЭ-50; R_2 — ПЭ-25; остальные сопротивления типа МЛТ-1; R_4 — переменное, типа СП-II; R_6 — фотосопротивление типа ФСК-П1, конденсаторы C_1 типа КЭ 5 *мкф*, 300 *в*, C_2 типа КЭ2×30 *мкф*, 300 *в*. Номинальные величины сопротивлений приведены на схеме. Пунктиром показано подключение катушки магнитного пускателя *ПМ*.

с реле P_1 усиливают сигналы, поступающие от транзистора T_1 до величины, необходимой для срабатывания выходного реле P_2. Делители напряжения состоят из сопротивлений R_1—R_2 и R_7—R_8 и вместе с диодами $Д_1$—$Д_4$ обеспечивают питание схемы выпрямленным напряжением.

Диоды Д7Ж (диоды $Д_1$—$Д_4$) попарно включены последовательно для повышения надежности работы. При неодинаковых характеристиках этих диодов напряжение между ними разделится не поровну, но в данном случае это не опасно, так как даже полное питающее напряжение 220 *в* для диодов Д7Ж не опасно. Для диода типа Д7Ж максимальное амплитудное значение обратного напряжения 400 *в*, что соответствует эффективному напряжению 280 *в*.

Сопротивление R_1 расположено вне кожуха блока управления для лучшего охлаждения.

Питающее напряжение 220 *в* переменного тока подается через зажимы *3* и *5* круглые сутки.

Когда фотосопротивление затемнено, его собственное сопротивление R_6 больше 3,3 *Мом* (табл. 3), а суммарное сопротивление R_5+R_6 еще больше. В этом случае транзистор T_1 закрыт, а транзистор T_2 открыт. При от-

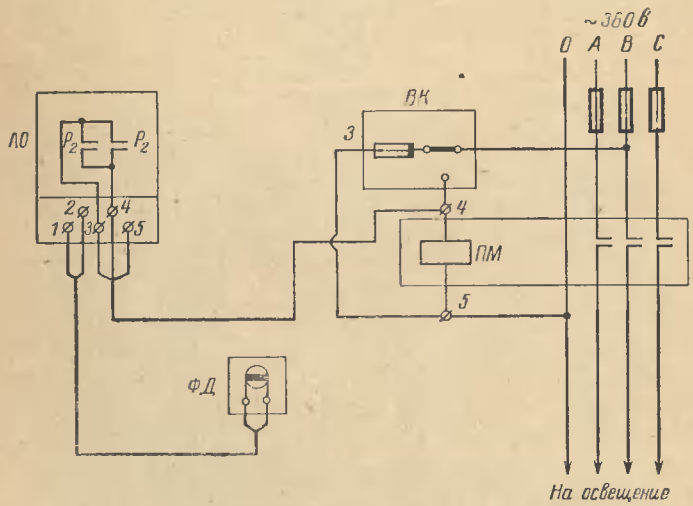


Рис. 17. Схема присоединения автомата типа АО.

1, 2, 3, 4 и *5* — зажимы автомата и места соединений этих зажимов с фотодатчиком, магнитным пускателем, выключателем и предохранителем. Цифры *3, 4, 5* у выключателя и магнитного пускателя относятся не к выключателю и пускателю, а показывают, к какому зажиму автомата следует их присоединить.
АО — автомат освещения; *ФД* — фотодатчик; *ПМ* — магнитный пускатель типа П221 или П222; *ВК* — выключатель.

крытом транзисторе T_2 якорь реле P_1 притянут, контакт P_1 замкнут, реле P_2 получает питание, его якорь также притянут и через контакт P_2 подается напряжение на зажим *4*, к которому присоединена катушка магнитного пускателя, включающего освещение (рис. 17).

При освещении фотосопротивления его сопротивление значительно уменьшается, что ведет к изменению сопротивления всей цепи R_6—R_5. При освещенности фотосопротивления до 200 *лк* его сопротивление уменьшается

больше чем в 100 раз, и суммарное сопротивление R_6+R_5 составляет только несколько сот килоом. Изменение суммарного сопротивления цепи R_5—R_6 приводит к открытию транзистора T_1 и к закрытию транзистора T_2. Реле P_1 и P_2 отпускают, и магнитный пускатель отключает освещение.

Настройка автомата на включение освещения при заданной освещенности производится изменением сопротивления R_4. Автомат может быть настроен на включение освещения в широком диапазоне от 2 до 50 *лк*. Завод-изготовитель настраивает автоматы на включение освещения при освещенности 5 *лк*. Уставка на отключение освещения устанавливается автоматически (специально не настраивается). Освещение отключается при освещенности, на 5—10 *лк* выше той, при которой произошло включение.

Чтобы исключить отключение (или включение) освещения при случайных явлениях (например, отключение освещения при кратковременном освещении фотодатчика фарами автомобиля), в схеме имеются элементы временной задержки: конденсатор C_2 и сопротивление R_9 совместно с замедленным реле КДР-3М. Конденсатор, будучи заряжен, подпитывает реле P_2 во включенном состоянии, хотя, быть может, транзистор T_2 и окажется кратковременно закрытым. Задержка составляет 3—7 *сек*.

Предварительная проверка автомата. Перед установкой и монтажом автомата типа АО необходимо проверить его работу. Для этого фотодатчик присоединяют к зажимам *1* и *2* блока управления, а на зажимы *3* и *5* подают питание 220 *в* переменного тока.

Затем затемняют фотодатчик (например, закрывают его чем-либо). Через 3—5 *сек* реле P_2 должно включиться, и на зажиме *4* (по отношению к зажиму *5*) должно появиться напряжение 220 *в*. Освещают (открывают) фотодатчик. Реле P_2 через 3—7 *сек* должно отпасть.

Предупреждение. При этих испытаниях блок управления должен быть установлен в вертикальное положение (катушки реле горизонтально, сопротивление R_1 вверху). Это очень важно, так как в этой конструкции автомата якорь реле P_2 типа РПН отпадает под действием силы тяжести. При других положениях блока

реле будет работать неправильно[1]. На этом предварительная проверка схемы заканчивается.

Проверка точности настройки автомата на включение и отключение освещения в зависимости от естественного освещения.

Если необходимо проверить настройку одного автомата (разовая проверка), контроль освещенности фотодатчика ведут по люксметру, датчик которого располагается рядом с фотодатчиком автомата. Люксметр должен иметь шкалу до 50 *лк* (например люксметр типа Ю-16). Для проверки шторой, ширмой или другим приспособлением затемняют фотодатчики, причем затемнение ведут медленно, постепенно, со скоростью 3—5 *лк/мин.* При достижении освещенности 5 *лк* автомат через 3—7 *сек* должен включить освещение.

Предупреждение. Быстро снижать освещенность нельзя, так как при этом включение освещения произойдет раньше за счет быстрого изменения сопротивления фотодатчика.

Следует иметь в виду, что фотосопротивления чувствительны к спектру света. Поэтому если автомат, настроенный при естественном освещении, проверять при искусственном, то он будет включаться и отключаться при других значениях освещенности (по люксметру). Настройку автомата рекомендуется производить при естественном свете, например в светлой комнате с окнами, выходящими на север.

Рекомендация. Добиваться точного включения автомата при строго определенном значении освещенности практически не имеет смысла, так как спектр естественного освещения меняется в зависимости от времени суток, погоды и т. п. Поэтому достаточно добиться работы автомата при освещенности, отличающейся от заданной не более чем на 1—2 *лк.*

---

[1] Такое расположение реле РПН противоречит требованиям нормальной эксплуатации (для обеспечения гарантированных характеристик реле должно устанавливаться в боковом положении, так чтобы его контактные группы были справа, если смотреть со стороны якоря). Но в данном случае реле РПН применено в качестве вспомогательного элемента схемы, поэтому его необычное положение, требующееся для обеспечения отпадания якоря, допустимо.

Настройка автомата на заданную освещенность производится изменением величины сопротивления R_4 и подбором сопротивления R_3 (рис. 16).

Следует иметь в виду, что на заводе-изготовителе при настройке автомата эти сопротивления подобраны и, как правило, их не придется менять, если не менять пределы заводской настройки.

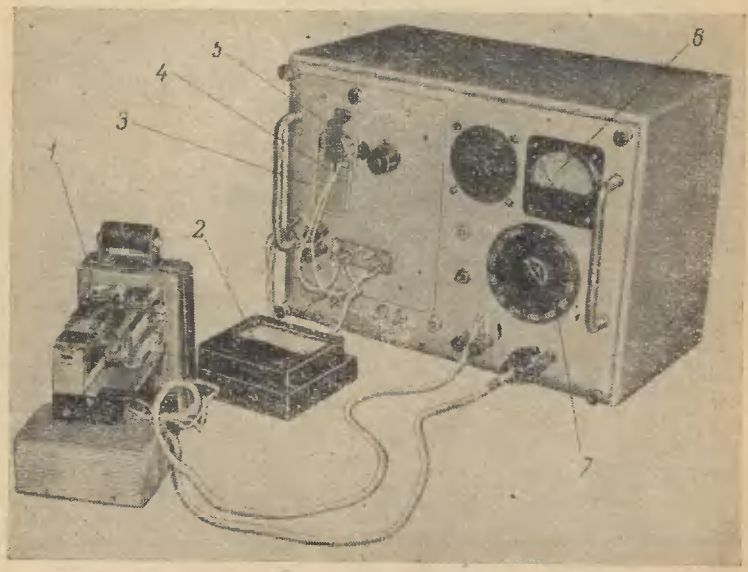


Рис. 18. Установка для настройки автоматов освещения.

1 — настраиваемый автомат; *2* — люксметр типа Ю-16; *3* — установка для настройки; *4* — фотодатчик автомата; *5* — фотодатчик люксметра; *6* — вольтметр; *7* — регулировочный автотрансформатор.

При массовой проверке и настройке автоматов освещения (например, при обслуживании автоматов освещения населенного пункта, завода и т. п.) можно использовать установку, изображенную на рис. 18, аналогичную применяемой для настройки автоматов в заводских условиях. Электрическая схема установки приведена на рис. 19.

Основным узлом установки (рис. 18) является шкаф, в котором размещены все необходимые приборы (автотрансформатор, вольтметр), а также электрические

лампы для освещения фотосопротивления и датчика люксметра.

Установка работает следующим образом. Фотосопротивление настраиваемого автомата помещают в специальное окно установки. В соседнее окно ставится фотодатчик люксметра. Автотрансформатором изменяют напряжение на лампах и, следовательно, освещенность фотосопротивлений. Увеличивая или уменьшая ее освещен-

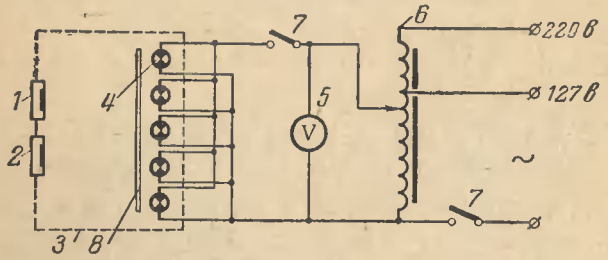


Рис. 19. Схема установки для настройки автоматов освещения.

1 — фотодатчик люксметра; *2* — фотодатчик автомата освещения; *3* — камера установки; *4* — осветительные лампы; *5* — вольтметр 250 *в*; *6* — автотрансформатор; *7* — выключатель типа ТВ-1-2; *8* — матовое стекло.

ность, настраивают автомат, добиваясь включения и отключения реле P_1 и P_2 при заданных нормах.

Предупреждение. При изготовлении установки следует иметь в виду несоответствие спектров естественного и искусственного освещения. Так как автоматы должны быть настроены по естественному освещению, а установка создает искусственное освещение, то необходимо составить таблицу соотношения искусственной и естественной освещенностей.

Для подготовки этой таблицы необходимо несколько автоматов возможно точнее настроить на включение и отключение при определенной естественной освещенности (утром и вечером).

Например, из пяти автоматов автомат *1* настроен на включении при 3 *лк* и отключении при 12 *лк*, автомат *2* настроен соответственно на *5* и *14 лк* и т. д. Полученные значения настройки записывают в возрастающем порядке. Затем при помощи установки определяют значения искусственной освещенности и напряжения, при

которых срабатывает каждый из этих автоматов, и тоже записывают. Сопоставляя записи, делают выводы о соотношении освещенностей при естественном и искусственном освещении. Например, автомат включался при естественной освещенности 5 *лк*, а при искусственном освещении при 3 *лк*, значит, для этого стенда 3 *лк* искусственного освещения соответствуют 5 *лк* естественного. Имея данные по нескольким автоматам, нетрудно составить необходимую таблицу, после чего настройка остальных автоматов производится при искусственном освещении. После того как автоматы проверены, приступают к их монтажу.

7. ВЫБОР МЕСТА УСТАНОВКИ АВТОМАТА, ЕГО МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Выбирая место установки автомата и его фотодатчика, следует руководствоваться следующими соображениями:

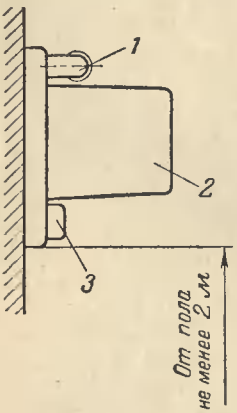


Рис. 20. Установка блока управления автомата на стене помещения.

1—сопротивление R_1; *2*—блок управления; *3* — зажимы.

Блок управления должен быть установлен в помещении, желательно ближе к магнитному пускателю включения освещения. Блок управления устанавливается вертикально, как указано на рис. 20.

При установке блока управления в помещении его надо расположить в таком месте, чтобы исключить случайное попадание людей под напряжение 220 *в*. Это требование диктуется тем, что отдельные детали блока управления (сопротивления R_1) расположены вне кожуха автомата.

В отдельных случаях блок управления может быть установлен и вне помещения. В этом случае его нужно разместить в металлическом пыле- и водонепроницаемом шкафчике.

Место установки фотодатчика не безразлично: датчик должен хорошо освещаться естественным рассеянным светом. Не следует подвергать датчик воздействию прямых или отраженных от блестящих предметов (зеркал

и т. п.) солнечных лучей, а также располагать у нагревательных приборов. Лучше всего фотодатчик расположить между рамами окна помещения, ориентированного на север, приняв меры против запотевания и замерзания стекол (вентиляция пространства между рамами окна, обогрев и т. п.). Можно его расположить и вне помещения, например на наружной стене дома, но в этом случае следует установить козырек для защиты от дождя и снега.

Выводы. Во всех случаях необходимо придерживаться следующих правил: а) фотодатчик должен быть установлен таким образом, чтобы исключалось попадание на него света от посторонних источников (свет от автомобилей, локомотивов, светильников и прожекторов освещения и т. п.); б) при установке фотодатчика между рамами нужно его защищать от внутреннего освещения помещения (закрасить часть стекла со стороны помещения темной краской или другим способом); в) выбирая место установки фотодатчика, следует помнить, что он регистрирует освещенность в том месте, где он установлен, а не в месте установки светильников.

Предупреждение. Необходимо иметь в виду, что предметы разного цвета по-разному отражают солнечные лучи. Иными словами — не безразлично, какая поверхность находится перед фотодатчиком и не меняется ли ее цвет в течение года и суток. Поэтому показания фотодатчика [1] автомата могут в значительной степени отличаться от показаний люксметра, установленного для контроля в месте освещаемого объекта. Это можно иллюстрировать следующим примером.

Нормы освещенности территорий промышленных предприятий, улиц, площадей и других объектов установлены «Правилами устройства электроустановок» (табл. VI-3-1—VI-3-4). Допустим, предполагается установить автомат освещения для управления светильниками площади города III категории, для которой по «Правилам устройства электроустановок» освещенность на уровне горизонтальной плоскости поверхности площади должна

---

[1] Фотодатчик — не измерительный прибор, поэтому термин «показания» можно применять к нему условно, понимая под ним способность фотодатчика реагировать на изменение освещенности и путем изменения сопротивления цепи базы транзистора T_2 управлять работой схемы.

быть не менее 1,0 *лк*. Следовательно, искусственное освещение должно быть включено в тот момент, когда естественная освещенность поверхности площади приблизится к этому значению. Но естественная освещенность в месте установки фотодатчика в этот момент может быть другой, что и необходимо учитывать при выборе места установки автомата и при его настройке.

Значит, до настройки автомата надо люксметром замерить освещенность в месте установки фотодатчика в тот момент, когда освещенность объекта достигнет требуемого значения. После этого автомат следует настроить на срабатывание при той освещенности, которая была в момент проведения измерений в месте установки фотодатчика.

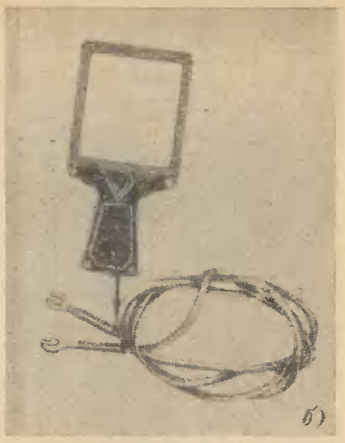
Подрегулировка. Так как автомат до установки уже был настроен на заданную освещенность (см. выше), то после его монтажа производят только подрегулировку. А так как вечером и утром (в то время, когда автомат должен работать) освещенность меняется довольно быстро (1 *лк* за 2—3 *мин*), подрегулировку следует производить несколько раз в течение нескольких дней.

Требуемая точность ±1—1,5 *лк* достигается довольно быстро, поэтому процесс подрегулировки при известном опыте не требует много времени. После того как требуемая точность работы автомата достигнута, за ним еще несколько дней ведут наблюдение. В дальнейшем точность работы автомата следует проверять 1—2 раза в месяц, пока фотосопротивление не стабилизируется, на что потребуется 1—3 мес.

Люксметр. При настройке и подрегулировке автомата все время необходимо пользоваться люксметром, работа с которым требует известного навыка и осторожности.

Наиболее распространенным и подходящим люксметром для этих целей является люксметр типа Ю-16 (рис. 21). Этот люксметр представляет собой магнитоэлектрический гальванометр, который измеряет ток, создаваемый фотоэлементом при его освещении. Шкала гальванометра отградуирована в люксах. Люксметр типа Ю-16 имеет три основных предела измерения: 25—100—500 *лк* и три дополнительных 2 500—10 000—50 000 *лк*.

а)


б)

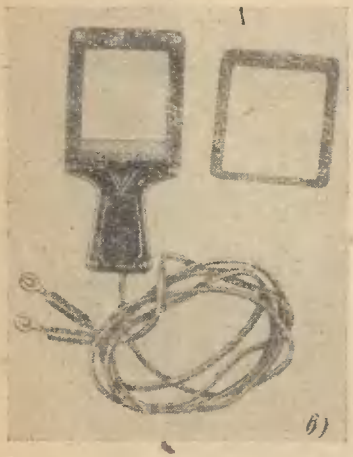

в)

Рис. 21. Люксметр Ю-16.
а — измеритель; *б* — фотодатчик без поглотителя; *в* — то же с установленным поглотителем.

Фотодатчиком служит селеновый фотоэлемент типа Ф102, заключенный в пластмассовый корпус с ручкой. Рабочая площадь фотоэлемента 25 *см*^{2}.

Для получения дополнительных пределов измерения люксметра на фотоэлемент надевается металлическая рамка, в которую вставлены два молочно-нейтральных органических стекла и металлическая решетка между ними. Установка рамки на фотоэлемент расширяет пределы измерения люксметра в 100 раз, т. е. вместо 25 *лк* (основной предел) получается 2 500 *лк* (дополнительный предел) и т. п.

Погрешность измерений люксметром не превышает ±10% от измеряемой величины на основных пределах измерения и ±15% на дополнительных.

Предупреждение. Фотодатчики люксметров не взаимозаменяемы, так как подогнаны индивидуально к каждому измерителю.

В процессе ремонта люксметра при его повторных градуировках можно в небольших пределах регулировать величину фототока при помощи подвижной шторки, которая имеется на датчике и служит для перекрывания части рабочей поверхности фотоэлемента. Однако в обычных производственных условиях подрегулировкой заниматься не следует. При всех неисправностях люксметр следует направить в специальную мастерскую, где градуировка ведется по люксметрам высокой точности.

Работа с люксметром имеет некоторые особенности. Перед началом измерений следует проверить установку нуля люксметра. Для этого отключают фотоэлемент и проверяют положение стрелки измерителя. Она должна стоять на нуле. Если этого нет, то необходимо стрелку установить на нуль при помощи винта, головка которого расположена на лицевой стороне корпуса измерителя.

После этого фотодатчик устанавливается на ту поверхность, освещенность которой следует измерить. При измерениях внутри помещений переключатель пределов измерителя должен быть установлен на предел 500 *лк*.

Затем фотодатчик люксметра подключают к измерителю, соблюдая полярность, указанную на зажимах.

Стрелка прибора, отклоняясь, показывает величину измеряемой освещенности. Если стрелка отклонилась меньше чем на 10 делений, переключатель пределов следует перевести на предел 100 *лк* или, если это необходимо, на предел 25 *лк*.

Измерения внутри помещений около световых проемов или источников света, а также измерения вне помещения следует производить обязательно с надетой рамкой — поглотителем. Переключатель в начале измерений должен быть установлен на предел 500 *лк* (что при поглотителе соответствует пределу 50 000 *лк*).

При пользовании люксметром типа Ю-16 следует учитывать, что наибольшие погрешности при измерениях будут при малых отклонениях стрелки. Поэтому необхо-

димо в этих случаях переходить на меньший предел измерения.

Поправочный коэффициент. Показания люксметра нужно умножить на поправочный коэффициент, выбираемый в зависимости от условий освещения. Так, для естественной освещенности коэффициент равен 0,8 и изменяется в некоторых пределах в зависимости от облачности. В помещениях, освещаемых люминесцентными лампами, коэффициенты для ламп ДС $K=0{,}9$; для ламп БС $K=1{,}1$. При измерениях освещенности в помещениях с лампами накаливания $K=1$.

При работе с люксметром следует помнить, что нельзя допускать освещения поверхности фотоэлемента фотодатчика более 1 000 *лк*. Если же предполагается производить измерения больших значений освещенности, работать надо с поглотителем, установленным на фотодатчик.

Фотодатчик люксметра следует оберегать от перегрева свыше +40° С и длительного пребывания в воздухе с высокой влажностью. Поверхность фотоэлемента фотодатчика следует предохранять от грязи, брызг и прикосновений. Стекла поглотителя также следует оберегать от грязи и пыли. Стекло поглотителя очищается ватным тампоном, слегка смоченным в спирте. Мыть водой поглотитель нельзя. Нельзя также разбирать поглотитель и фотодатчик.

Люксметр должен проходить ежегодную поверку и клеймение органами Комитета стандартов мер и измерительных приборов.

Включение автомата в работу. После того как автомат настроен, он включается в работу. В первое время за ним устанавливают наблюдение, как указано выше.

Определение возможных повреждений. В процессе эксплуатации возможен выход из строя отдельных элементов автомата, что потребует их замены. Наиболее важными элементами схемы автомата являются фотосопротивление и полупроводниковые приборы. Во всех случаях неправильной работы автомата (неотключение освещения утром, невключение освещения вечером и т. п.) необходимо прежде всего проверить исправность фотосопротивления, диодов и транзисторов. Для этого автомат отключается от магнитного пускателя и других внешних цепей. Фотосопротивление отключается от за-

жимов блока управления и снимается с места установки. Затем проверяется его работа в режимах освещения и затемнения.

Проверка фотодатчика. Тестером (например ТТ-3, Ц-15 и т. п.), измеряют темновое сопротивление фотодатчика. С этой целью фотодатчик должен быть надежно затемнен, например помещен в плотно закрытый черный пакет от фотобумаги. Исправное фотосопротивление должно иметь сопротивление больше 3,3 *Мом*. Практически фотосопротивления имеют темновое сопротивление значительно большее — десятки мегом. Измеренная величина темнового сопротивления сравнивается с той величиной, которая указана в паспорте автомата.

Если сопротивление фотодатчика значительно меньше 3,3 *Мом*, то это указывает на выход его из строя. В этом случае фотосопротивление надо заменить, подобрав наиболее близкое по сопротивлению к старому. После замены фотосопротивления автомат подвергается новой настройке [1].

В том случае, если при проверке фотодатчика будет установлено, что он исправен, проверяют блок управления.

Проверка блока управления производится в следующем порядке:

Вначале заменяют фотодатчик переменным сопротивлением той же величины, что и величина темнового сопротивления фотосопротивления. Это сопротивление вводится до максимума. Затем на зажимы *3* и *5* блока подают 220 *в*. При введенном переменном сопротивлении якоря реле P_1 и P_2 должны быть притянуты.

Плавным изменением величины переменного сопротивления меняют потенциал на базе транзистора T_1 и соответственно на базе транзистора T_2. Якоря реле P_1 и P_2 при исправных транзисторах должны отпасть. Если этого не происходит, то необходимо присоединить вольтметр (тестер или лучше осциллограф), как показано на рис. 22.

Изменяя переменное сопротивление, наблюдают за показаниями вольтметра. При большой величине пере-

[1] Может представиться более рациональной просто замена фотосопротивления другим, заведомо исправным. Однако так поступать нельзя, так как к каждому блоку фотосопротивление подбирается индивидуально из-за большого разброса характеристик.

менного сопротивления напряжение коллектор — эмиттер транзистора T_1 должно быть в пределах 8—12 *в*, а у транзистора T_2 — близким к нулю. При уменьшении переменного сопротивления распределение напряжений на исправных транзисторах должно измениться на обратное.

Если в процессе этих проверок будет установлено, что транзисторы исправны, неисправность следует искать в других элементах схемы.

Если же окажется, что транзистор T_1 исправен (нормально открывается и закрывается), а транзистор T_2 остается в одном из состояний (либо только открыт, либо только закрыт), то заменяют транзистор T_2.

Если окажется, что транзистор T_1 неисправен, то прежде всего заменяют его, а затем с исправным транзистором T_1 проверяют работу транзистора T_2.

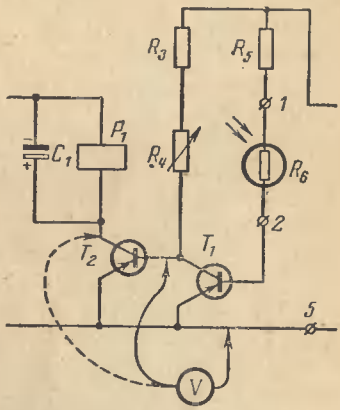


Рис. 22. Схема проверки работы транзисторов автомата типа АО. Характеристики элементов схемы показаны на рис. 16.

Предупреждение. Транзистор T_1 (типа П14) должен иметь коэффициент усиления $\beta \geqslant 40$ при $I_к = 10$ *ма*; у транзистора T_2 (типа П202) $\beta \geqslant 100$ при $I_к = 150$ *ма*.

После замены транзисторов переменное сопротивление отключается. К зажимам *1* и *2* подключают фотодатчик и производят настройку автомата, как описано выше.

Монтажные указания. Во всех случаях замены полупроводниковых диодов, транзисторов, сопротивлений и других элементов схемы следует соблюдать следующие правила пайки и монтажа. Полупроводниковые диоды и транзисторы не допускают перегревов. Поэтому пайка должна производиться припоями с температурой плавления не выше 260° С (например ПОС-61 ГОСТ 1499-54), а мощность паяльника не должна превышать 60 *вт*. Расстояние от корпуса диода или транзистора до места

пайки должно быть не менее 10 *мм*. Если необходимо произвести пайку ближе к корпусу, то надо дополнительно отвести тепло, например захватить вывод пинцетом ближе к корпусу. Паять нужно быстро, не дольше 5 *сек*.

Следует применять только бескислотные нейтральные флюсы (канифоль, раствор канифоли в спирте и др.). Можно рекомендовать флюс-пасту следующего состава: спирт-ректификат 40 весовых частей; салициловая кислота 10 весовых частей, триэтаноламин 10 весовых частей, медицинский вазелин 100 весовых частей. Чтобы приготовить флюс, в спирте растворяют салициловую кислоту. После растворения добавляют триэтаноламин. Полученную смесь тщательно размешивают с расплавленным вазелином и охлаждают.

Для маркировки выводов перед пайкой на них обычно надевают хлорвиниловые трубочки («чулочки») разных цветов (от монтажных проводов). Применяют, например, следующую расцветку (для транзисторов): коллектор — синий или зеленый, эмиттер — красный или оранжевый, база — белый или желтый. Кроме маркировки, применение таких хлорвиниловых трубок имеет и другую цель. В том случае, когда температура пайки выше допустимой, «чулочек» начинает плавиться, что является сигналом о ненормальном режиме пайки.

Как правило, замена транзисторов должна производиться при полностью отключенном аппарате. Если же в силу каких-либо особых причин необходимо заменить транзистор в схеме, на которую подано напряжение, то соблюдается следующий порядок отпайки выводов транзистора. Вначале отсоединяется коллектор, затем эмиттер и последней — база. При пайке транзистора к действующей схеме во избежание выхода транзистора из строя пайка выводов ведется в обратном порядке, т. е. база, эмиттер, коллектор.

Во всех случаях замены элементов в действующей схеме обязательно должны соблюдаться правила техники безопасности.

Требования к монтажу сопротивлений и конденсаторов менее жесткие (они менее чувствительны к перегревам, допускают пайку припоями с более высокой температурой плавления ближе к корпусу и т. д.), но при пайке этих элементов также следует применять только бескислотные флюсы.

8. ДРУГИЕ ВАРИАНТЫ ИСПОЛНЕНИЯ АВТОМАТОВ ОСВЕЩЕНИЯ

Подробно описанный выше автомат освещения типа АО не является единственным. Существуют автоматы других типов, которые также выпускаются серийно. В зависимости от требований, предъявляемых к автоматам

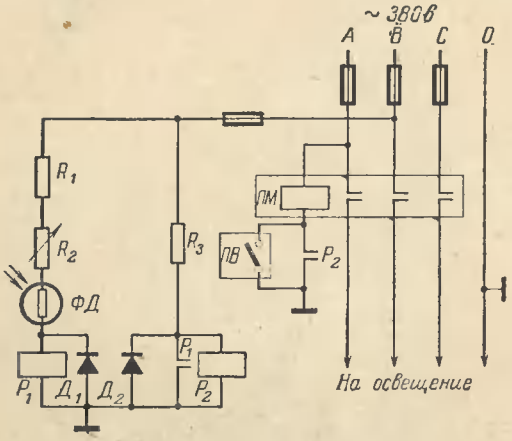


Рис. 23. Принципиальная схема фотореле типа ФР-1.

ФД — фотосопротивление типа ФСК-Г1; сопротивления: R_1 — ВС-0,5, 120 *ком*; R_2 — СП-1-2а, 470 *ком*; R_3 — ВС-5, 24 *ком*; $Д_1$ и $Д_2$ — диоды типа Д7Ж; P_1 — реле типа РП-7; P_2 — реле типа РПНВ; *ПМ* — магнитный пускатель, *ПВ* — пакетный выключатель для ручного управления освещением, устанавливается отдельно.

по точности настройки, стабильности их работы, стоимости схема их различна, хотя основные элементы и принцип работы сохраняются. В большинстве случаев в качестве фотодатчиков используются фотосопротивления типа ФСК-Г1 или ФСК-Г2. В качестве элементов сравнения и усиления используются различные электромагнитные реле, а также триггеры, усилительные каскады и другие элементы схем с использованием полупроводниковых приборов.

Ниже рассматривается еще несколько схем автоматов промышленного изготовления. Рекомендации по установке, настройке и эксплуатации, приведенные выше для автомата типа АО можно распространить и на другие

автоматы, учитывая, конечно, особенности их устройства. Поэтому в дальнейшем при описании автоматов внимание обращается главным образом на эти конструктивные и схемные особенности.

Фотореле типа ФР-1. На рис. 23 изображена принципиальная схема фотореле типа ФР-1 [1].

Так как в настоящее время эксплуатируется большое количество реле ФР-1, то ниже приводится описание схемы и работы этого реле.

Схема реле ФР-1 проста, и автомат по такой схеме может быть изготовлен опытными электромонтерами самостоятельно. В этом реле фотосопротивление типа ФСК-Г1 (фотодатчик *ФД*) включено последовательно с высокочувствительным поляризованным реле P_1 типа РП-7. Выходное реле P_2, управляющее катушкой магнитного пускателя, типа РПНВ. Настройка производится изменением величины сопротивления R_2. Ограничивающее сопротивление R_1 в цепи реле P_1 предохраняет реле и фотосопротивление от перегрузок.

Работает реле типа ФР-1 следующим образом. Днем, когда естественное освещение велико, сопротивление фотодатчика мало и ток в цепи R_1—R_2—*ФД*—реле P_1 больше тока срабатывания реле P_1. Якорь реле P_1 подтянут, контакт P_1 шунтирует обмотку реле P_2, его контакт разомкнут: магнитный пускатель отключен.

В вечернее время сопротивление фотодатчика возрастает, и при освещенности 5 *лк* ток уменьшается до величины тока отпускания реле P_1 (около 0,1 *ма*). Реле P_1 отпускает и включает реле P_2, реле P_2 включает магнитный пускатель *ПМ*. Освещение включается.

Отключение освещения происходит при освещенности около 10 *лк*. Разброс срабатывания зависит от чувствительности фотодатчика (его инерционности) и от несовпадения величин тока срабатывания и отпускания реле P_1.

Вся аппаратура реле смонтирована в пластмассовом корпусе размерами 125×96×165 *мм*. Данные элементов схемы приведены на рис. 23.

---

[1] Описания фотореле ФР-1 и ФР-2 составлены на основании заводских инструкций по монтажу и эксплуатации, прилагаемых к фотореле.

При проверке работы реле днем вначале затемняют фотосопротивление. При этом должно включиться освещение. Если этого не происходит, то проверяют диод $Д_1$ и затем реле $Р_1$. При неисправном (пробитом) диоде $Д_1$ реле $Р_1$ работать не будет. Если окажется, что реле $Р_1$ срабатывает нормально, то проверяют цепь реле $Р_2$ (диод $Д_2$, R_3 и катушку реле $Р_2$).

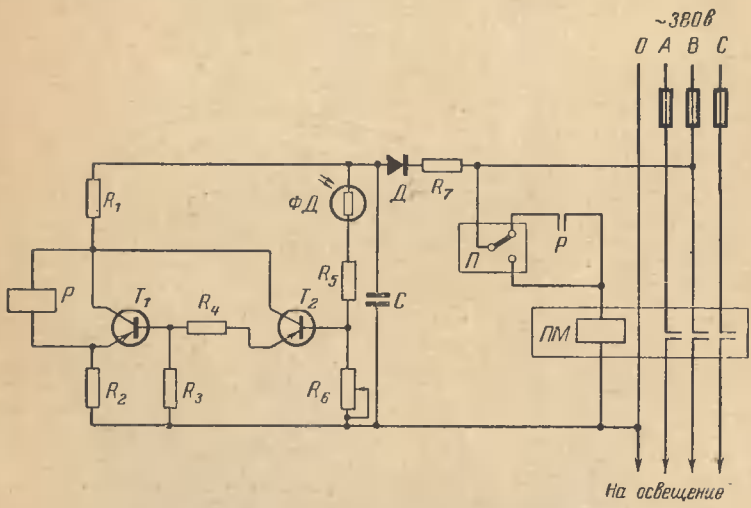


Рис. 24. Принципиальная схема фотореле типа ФР-2.

ФД — фотосопротивление типа ФСК-Г1; сопротивления: R_1 типа МЛТ-2, 15 *ком*; R_2 и R_4 — МЛТ-05, 1 *ком*; R_3 — МЛТ-0,5, 10 *ком*; R_5—МЛТ-0,5, 100 *ом*; R_6 — СПО-1, 100 *ком*; R_7 — МЛТ-2, 10 *ком*; *С* — конденсатор типа МБМ, 1 *мкф*; 160 *в*; *Д* — диод типа Д7Ж; $Т_1$ и $Т_2$ — транзисторы типа П26А; *Р* — реле типа РПНВ; *П* — пакетный переключатель; *ПМ* — магнитный пускатель типа ПМИ-2.

При проверках реле $Р_1$ и $Р_2$ необходимо контролировать режимы их работы. Реле $Р_1$ должно срабатывать при токе 0,17—0,23 *ма* и отпускать при токе 0,08—0,115 *ма*. Напряжение срабатывания реле $Р_2$ (РПНВ) 20—24 *в*.

Недостатком реле этого типа является отсутствие задерживающих элементов для предотвращения ложных срабатываний реле. Поэтому при монтаже реле следует обратить особое внимание на его расположение. Реле должно быть установлено таким образом, чтобы было исключено случайное освещение его ночью и затемнение днем.

По данным завода-изготовителя в настоящее время фотореле ФР-1 снято с производства и заменено новым фотореле ФР-2.

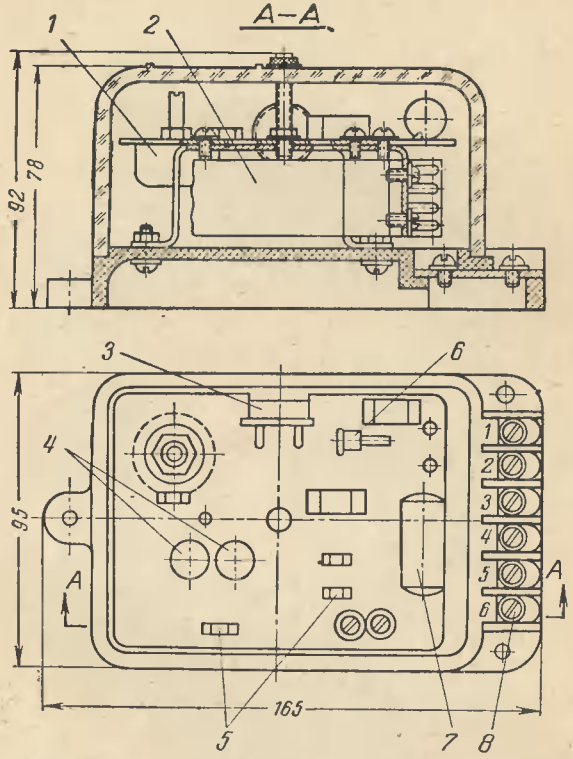


Рис. 25. Размещение аппаратуры и размеры фотореле типа ФР-2.

1 — сопротивление R_6; *2* — реле *Р*; *3* — фотодатчик ФД; *4* — транзисторы T_1 и T_2; *5* — сопротивления; *6* — диод *Д*; *7* — конденсатор *С*; *8* — набор зажимов.

Фотореле типа ФР-2 (рис. 24 и 25). В качестве фотодатчика *ФД* используется фотосопротивление типа ФСК-Г1, которое вмонтировано в корпус прибора (рис. 25).

В зависимости от условий эксплуатации фотодатчик может размещаться отдельно от реле. В этом случае он присоединяется к зажимам *3* и *4*. Контакты реле рассчитаны на 0,3 *а* при напряжении переменного тока 220 *в*.

Фотореле ФР-2 работает следующим образом. Увеличение освещенности уменьшает сопротивление фотодатчика. При этом изменяется потенциал на базе транзистора T_2. Транзистор T_2 открывается и открывает транзистор T_1, который шунтирует при этом обмотку реле P. Реле P отключает магнитный пускатель.

При уменьшении освещенности сопротивление фотодатчика увеличивается, транзисторы T_1 и T_2 закрываются. Реле P срабатывает и включает магнитный пускатель.

Настройка схемы производится изменением сопротивления R_6. Завод-изготовитель выпускает фотореле настроенным на включение освещения при 5 *лк* и отключение при 10 *лк*.

На рис. 26 приведена принципиальная схема автомата, который предназначен для управления освещением лестничных клеток жилых домов, но может быть использован и для управления наружным освещением.

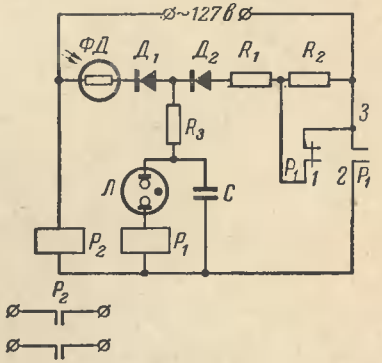


Рис. 26. Принципиальная схема автомата.

ФД — фотосопротивление типа ФСК-1; сопротивления типа МЛТ-1: R_1 — 1,1 *Мом*; R_2 — 2,4 *Мом*, R_3 — 0,2 *Мом*, *С* — конденсатор 0,5 *мкф*, 450 *в*; $Д_1$ и $Д_2$ — диоды типа Д7Ж, *Л* — неоновая лампа типа МН-3; P_1 — реле типа РП-4; P_2 — реле типа МКУ-48.

Схема этого автомата очень близка к схеме фотореле типа ФР-1. В нем также применено поляризованное реле (типа РП-4), но для увеличения выдержки времени на включение установлены конденсатор и неоновая лампа типа МН-2. Выходное реле типа МКУ-48 на 127 *в* переменного тока.

Недостаток автомата — отсутствие специального регулирующего органа. Автомат выпускается с завода настроенным.

Фотовыключатель типа Ф-2. В настоящее время освоен выпуск новых автоматов освещения — фотовыключа-

тель типа Ф-2, принципиальная схема [1] которого приведена на рис. 27.

Чувствительным элементом служит фотосопротивление R_6 типа ФСК-1 или ФСК-2, включенное в цепь базы транзистора T_1. Когда фотосопротивление освещено, транзистор T_1 открыт, транзистор T_2 закрыт, реле P_1 отпущено и освещение отключено.

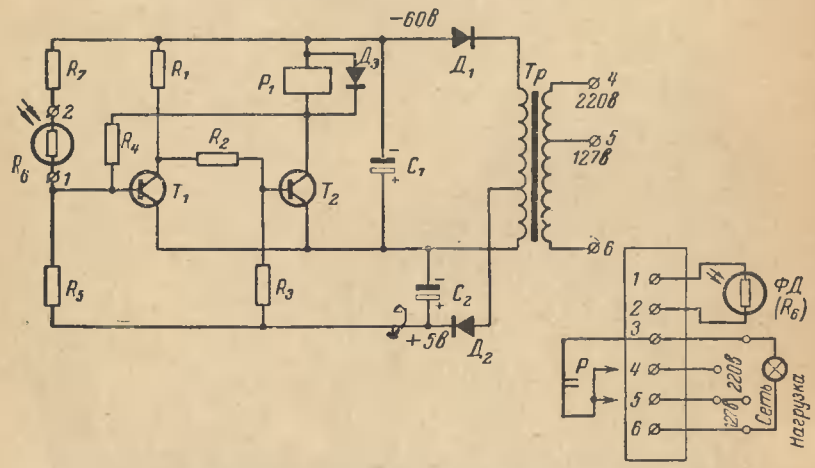


Рис. 27. Принципиальная схема фотовыключателя типа Ф-2.

Сопротивления: R_1 — 20 *ком*; R_2 — 520 *ком*; R_3 — 15 *ком*; R_4 — 200 *ком*; R_5 — 24 *ком*; R_6 — фотосопротивление типа ФСК-1 или ФСК-2; R_7 — 10 *ком*; конденсаторы: C_1 — 30 *мкф*, 150 *в*; C_2 — 10 *мкф*, 10 *в*; $Д_1$, $Д_2$ и $Д_3$ — диоды типа Д7Б; T_1 — транзистор типа П13; T_2 — транзистор типа П25; P — реле типа РПТ-100; $Тр$ — трансформатор питания.

Справа показаны зажимы фотовыключателя и схема присоединения нагрузки и фотодатчика $ФД$ (R_6).

При уменьшении освещенности транзистор T_1 закрывается положительным потенциалом, подаваемым на его базу через сопротивление R_5, а транзистор T_2 открывается. Реле P_1 срабатывает и включает освещение.

Фотовыключатель получает питание от сети переменного тока 127 или 220 *в* через трансформатор $Тр$.

Устройства сравнения и усиления выполнены аналогично тем же узлам автоматов типов АО и ФР-2.

---

[1] Описание фотовыключателя Ф-2 приводится по «Инструкции для монтажа и эксплуатации фотовыключателя Ф-2 управления освещением лестничных клеток», прикладываемой к фотовыключателю заводом-изготовителем.

Завод-изготовитель выпускает фотовыключатель Ф-2 настроенным. При необходимости изменить настройку фотовыключателя следует заменить сопротивление R_5 и R_4. Изменение R_5 смещает порог срабатывания фотовыключателя; изменение R_4 сближает или удаляет уставки на включение и отключение.

Выходное реле позволяет включать или отключать нагрузку до 1 000 *вт*. При необходимости управления освещением большей мощности используют либо промежуточные реле, либо магнитный пускатель.

К недостаткам фотовыключателя Ф-2 следует отнести высокое коллекторное напряжение (60 *в*), что снижает надежность работы.

Автоматы типа АО, ФР-1, ФР-2 и Ф-2 не предназначены для точного контроля за уровнем освещенности. Точность их срабатывания составляет $\pm$ 1—3 *лк* от уставки, что вполне достаточно для осветительных установок, в которых они применяются.

Фотореле типа ФРМ-62А. Бóльшую точность и стабильность работы обеспечивает фотореле типа ФРМ-62А (рис. 28). В качестве датчика применено фотосопротивление ФСК-Г1. Фототок усиливается магнитным усилителем типа ТУМ-А1-II, на выходе которого включено реле *Р* типа МКУ-48. При помощи сопротивлений R_5 и R_6 можно менять ток в обмотке 7Н7К магнитного усилителя, настраивая автомат на различные освещенности.

Автомат может быть настроен на включение и отключение в пределах от 1 до 500 *лк* с точностью, значительно более высокой, чем в других автоматах.

Для стабилизации работы применен стабилизатор напряжения с кремниевым стабилитроном $Д_6$ (Д809).

Недостаток фотореле ФРМ-62А — его относительно высокая стоимость, оно в 3—4 раза дороже автоматов других типов.

Другие автоматические устройства для управления освещением описаны в [Л. 3, 7, 8] и, в том числе, с использованием фотоэлементов.

Одна из таких схем, отличающаяся простотой и экономичностью, приведена на рис. 29. Фототок, создаваемый фотоэлементом *ФЭ* (например, типа ЦГ-3 или ЦГ-4), усиливается ламповым усилителем, собранным на лампе 6С5С. Выходное реле P_1 (типа МКУ-48 или другое) включает и отключает освещение.

Силовой трансформатор собран на сердечнике Ш16×18 *мм*. Первичная обмотка: 6 600 витков провода ПЭВ-0,1; обмотка накала: 150 витков ПЭВ-0,5; обмотка для питания анода лампы: 3 800 витков провода ПЭВ-0,1. Первичная обмотка имеет отвод от 3 600-го витка для присоединения к сети напряжения 127 *в*. Переключение питания с напряжения 220 на 127 *в* производится перестановкой предохранителя *ПР*.

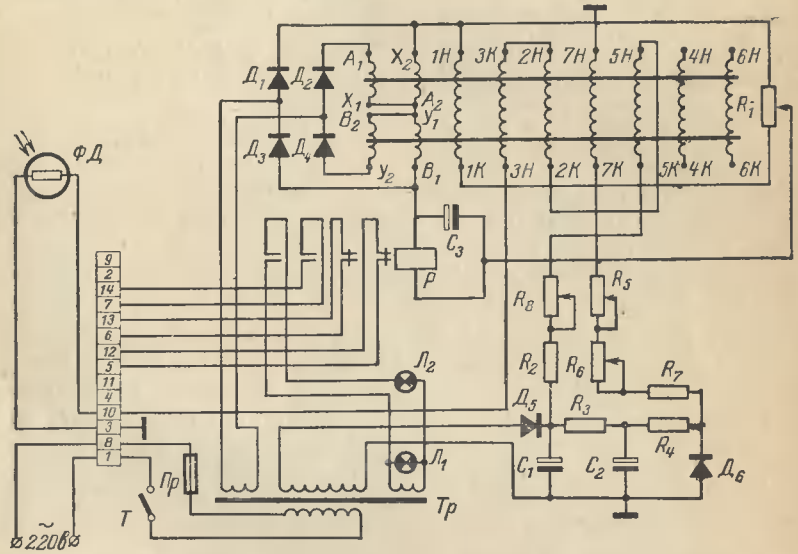


Рис. 28. Принципиальная схема фотореле типа ФРМ-62А.

ФД — фотосопротивление типа ФСК-Г1; $Д_1$—$Д_4$ — диоды типа Д7Б; $Д_5$ — диод типа Д211; $Д_6$ — кремниевый стабилитрон типа Д809; сопротивления постоянные: R_1 — 100 *ом*; R_2 — 100 *ком*; R_3 — 18 *ком*; R_4 и R_7 по 820 *ом*; сопротивления переменные: R_5 — 2,7 *ком*; R_6 — 2 *ком*; R_8 — 200 *ком*; конденсаторы: C_1 — 30 *мкф*, 300 *в*; C_2 — 100 *мкф*, 30 *в*; C_3 — 100 *мкф*; *Р* — реле типа МКУ-48; *Тр* — трансформатор; $Л_1$ и $Л_2$ — сигнальные лампы; *Т* — тумблер включения питания; *Пр* — предохранитель; A_1, A_2, B_1, B_2, *1Н . . . 6Н* — начала, X_1, X_2, $У_1$, $У_2$, *1К . . . 6К* — концы обмоток магнитного усилителя.

Регулировка производится при помощи потенциометра R_2.

Устройство для автоматического управления наружным освещением[1] состоит из фотодатчика (фотосопро-

[1] Заявка в Государственный комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР № 944547/24-7 от 26 февраля 1965 г.

тивления ФСК-Г1), блока управления и магнитного пускателя (рис. 30).

Блок управления состоит из порогового устройства, выполняющего роль устройства сравнения и имеющего релейный выход (реле P_1 типа РСМ), управляющий работой реле включения освещения *РВО* (реле типа РП-2, МКУ-48 или ПЭ-6). Магнитный пускатель используется в тех случая, когда мощность контактов реле *РВО* недостаточна.

Кроме порогового устройства и реле P_1 и P_2 в блок управления входит узел питания, состоящий из трансформатора и двух выпрямителей, собранных на диодах по мостовой схеме с фильтрами.

Пороговое устройство, представляющее собой триггер с эмиттерной связью на транзисторах T_1 и T_2 (транзисторы типа П25 с коэффициентом усиления $\beta \geqslant 15$), имеет два устойчивых состояния. В одном из них транзистор T_1 открыт, а транзистор T_2 закрыт. В другом состояние транзисторов обратное.

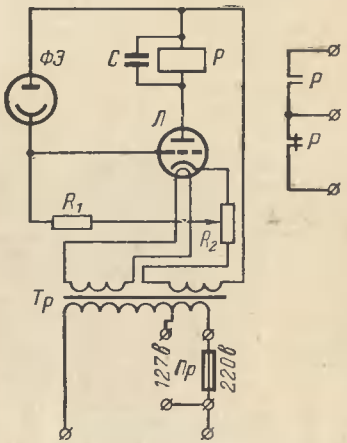


Рис. 29. Схема автомата освещения с фотоэлементом. *ФЭ* — фотоэлемент; *Л* — электронная лампа; сопротивления: R_1—10 *Мом*; R_2—2 *ком*; конденсатор *С* — 2 *мкф*; *Р* — реле; *Тр* — трансформатор, *Пр* — предохранитель.

Исходным состоянием считается такое, когда T_1 закрыт, а T_2 открыт. Это состояние возможно при большом значении сопротивления R_8, что соответствует затемнению. В этом случае реле P_2 и P_1 притянуты, и освещение включено.

При снижении величины сопротивления R_8 ниже уставки транзистор T_1 открывается, а транзистор T_2 закрывается, реле P_1 и P_2 отпускают; освещение включается.

Для предотвращения ложных срабатываний автомата ночью при кратковременном освещении фотодатчика параллельно обмотке реле P_2 включен конденсатор C_5, емкость которого выбирается в зависимости от необходимого времени задержки срабатывания.

Настройка автомата производится изменением сопротивлений R_1 и R_4.

Чувствительность автомата значительно выше, чем у автомата типа АО. Он может быть настроен на включение освещения при освещенности 2—3 *лк* и выше с точностью 0,5—1 *лк*. Отключение освещения будет происходить при значениях освещенности, близких к уставке включения. Уставка включения устанавливается сопро-

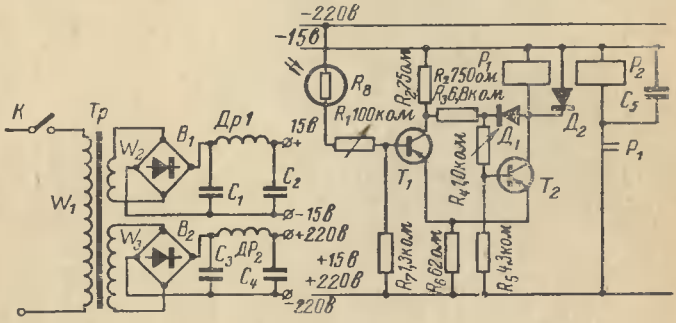


Рис. 30. Схема автомата с триггером.

T_1 и T_2—транзисторы П25; $Д_1$ и $Д_2$—диоды Д7Б; реле P_1 — типа РСМ; P_2 — типа РП-2 или РЛ-20В; сопротивления: R_1 и R_4 — переменные типа СП-2; R_8 — постоянное МЛТ-2; остальные сопротивления постоянные МЛТ-0,5; фотосопротивление R_8—типа ФСК-Г1 или ФСК-Г2. Трансформатор *Тр*. Магнитопровод из пластин Ш20×6. Обмотка w_1: 1 760 витков, провод ПЭВ-0,25; обмотка w_2: 104 витка, провод ПЭВ-0,25, отводы для настройки от 80, 88 и 96-го витков; обмотка w_3: 1 370 витков, провод ПЭВ-0,2, отводы от 1 250, 1 290 и 1 330-го витков. Выпрямитель B_1 собран на диодах Д7А; выпрямитель B_2 на диодах Д7Ж. Дроссель $Др_1$ — магнитопровод из пластин Ш12, обмотка ПЭВ-0,25 до заполнения каркаса. Дроссель $Др_2$ — магнитопровод и каркас как и у $Др_1$, обмотка ПЭВ-0,2 до заполнения каркаса. Конденсаторы: C_1 — 20 *мкф*, 50 *в*; C_2 — 2×100 *мкф*; 50 *в*; C_3 — 20 *мкф*, 300 *в*; C_4 — 2×20 *мкф*, 300 *в*; C_5 — 500 *мкф*, 30 *в*.

тивлением R_1, а отключения — сопротивлением R_4. Соответствующим подбором сопротивлений R_3, R_5 и R_7 можно повысить (или понизить) чувствительность автомата, что важно при использовании автомата в различных условиях.

Требования к монтажу, настройке и эксплуатации этого автомата практически ничем не отличаются от требований, предъявляемых к автоматам, описанным выше.

Устройство автомата достаточно просто, он не содержит дефицитных узлов и деталей. В качестве реле P_1

может быть использовано любое другое реле с сопротивлением катушки 750 *ом* и током срабатывания 25 *ма*. В качестве реле P_2 может быть использовано любое реле, имеющее достаточно мощные контакты. Автомат может быть изготовлен самостоятельно электромонтерами, имеющими соответствующие навыки.

366—1

9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТОВ ОСВЕЩЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СХЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

Небольшой в настоящее время опыт эксплуатации автоматов освещения показывает, что их применение дает значительную экономию электрической энергии в народном хозяйстве. Однако можно получить еще большую экономию электроэнергии, если автоматы освещения использовать совместно с другими схемами управления освещением.

Автоматы освещения могут быть использованы не для непосредственного управления освещением объекта, а для включения на ночное время других схем. Они могут включать схемы ограничения освещения по времени, которые включают светильники основного освещения только в момент необходимости. Например, светильники основного освещения включаются только на время, которое необходимо, чтобы подняться по лестнице до определенного этажа, или, в другом случае, только на время, необходимое пассажиру лифта, чтобы выйти из него и дойти до квартиры.

Случаев использования ограниченного по времени освещения может быть рассмотрено очень много. Желательно, чтобы эти схемы в дневное время были отключены и включались только вечером.

В качестве примера такого совместного использования автомата освещения с другими схемами управления освещением ниже приводится описание устройства для автоматического управления освещением железнодорожных пассажирских платформ в зависимости не только от естественного освещения, но и от занятости станционных путей проходящим поездом. В этой схеме использован следующий принцип. Обычно на железнодорожной платформе пассажиры находятся только либо перед прибытием поезда, либо после его ухода, когда расходятся с платформы. Таким образом, все остальное время платформа не нуждается в полном освещении, достаточно ограниченного дежурного освещения.

Определим размеры экономии электроэнергии. Допустим, что темное время суток продолжается с 19 до 7 *ч* (12 *ч*) и за это время через остановочный пункт проходит 60 пар поездов, а на каждом остановочном пункте одновременно горит 25 ламп по 100 *вт* каждая. В случае непрерывного освещения суточный расход электроэнергии на остановочный пункт составит $12 \cdot 25 \cdot 100 = 30\,000$ *вт · ч* $= 30$ *квт · ч*. При ограниченном освещении (3 *мин* на каждый проходящий поезд) будет израсходовано $120 \cdot 3 \cdot 25 \cdot 100 = 15\,000$ *вт · ч* $= 15$ *квт · ч*.

Таким образом, экономия электроэнергии на один остановочный пункт $30 - 15 = 15$ *квт · ч* в сутки или $15 \cdot 365 = 5\,475$ *квт · ч* в год. Для участка 100 *км*, имеющего 20 остановочных пунктов годовая экономия электроэнергии составит $5\,475 \cdot 20 = 109\,500$ *квт · ч*.

Еще бо́льшую экономию следует ожидать, если ограничение освещения применить в коммунальном хозяйстве городов для автоматизации освещения лестничных клеток жилых домов с лифтами. В этом случае полное освещение лестничной клетки может включаться только в момент остановки лифта и выхода пассажиров.

Схема устройства [1] для управления освещением железнодорожных платформ приведена на рис. 31. На этой схеме контакт *АО* обозначает контакт автомата освещения (например типа АО или любого другого типа). Этот автомат включает устройство вечером при снижении естественного освещения ниже его уставки, а также включает

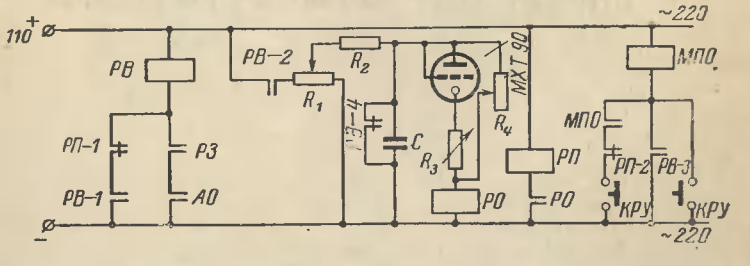


Рис. 31. Схема автомата ограниченного освещения железнодорожных пассажирских платформ.

РВ и *РП* — реле типа МКУ-48 или ПЭ-6; *РО* — реле типа РЭС-6. Сопротивления: R_1 — 68 *ком*; R_2 — 5,4 *Мом*; R_3 — 1,5 *ком*; R_4 — 100 *ком*; *С* — конденсатор 25 *мкф*; *МПО* — магнитный пускатель; *КРУ* — кнопки управления освещением.

освещение павильонов и светильников дежурного ограниченного освещения (например, у выходов с платформы, лестниц и т. п.) Полное же освещение включается устройством только при подходе поезда и его стоянке.

Для этой цели используется путевое реле, управляющее устройством контактом *РЗ*. Только в этом случае реле *РВ* сработает и контактами *РВ-2* и *РВ-3* включит остальную часть схемы. Одновременно реле *РВ* получает питание через свой контакт *РВ-1*. Контакт *РВ-2* включает временну́ю задержку, а контакт *РВ-3* включает магнитный пускатель освещения *МПО*. Полное освещение платформы включено.

Включившись, магнитный пускатель *МПО* остается включенным через свой блок-контакт и контакт *РП-2* реле *РП*. Платформа будет освещена все время настройки реле времени, которое состоит из набора сопротивлений, конденсатора *С* и тиратрона МТХ-90. При замыкании контакта *РВ-2* (и одновременного размыкания контакта *РВ-1*) конденсатор *С* начинает заряжаться. Он заряжается до тех пор, пока напряжение на нем не будет достаточным для зажигания тиратрона МТХ-90.

Время заряда конденсатора выбирается таким, чтобы время освещения платформы было достаточно для прохождения поезда че-

[1] Заявка в Государственный комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР № 943995/24-7 от 25 февраля 1965 г.

рез платформу (или вблизи платформы) и стоянки пригородного поезда на платформе (3—3,5 *мин*).

В момент зажигания тиратрона срабатывает реле *РО* и включает реле *РП*, выключающее магнитный пускатель освещения. Полное освещение отключается, и на платформе остается только дежурное освещение.

Одновременно реле *РП* отключает реле *РВ*, и схема выходит в первоначальное состояние, так как реле *РВ*, отпуская, накоротко замыкает конденсатор *С* и он полностью разряжается.

В утреннее время, когда естественное освещение достигает величины уставки автомата АО, последний отключает устройство.

10. О ХРАНЕНИИ АППАРАТУРЫ

При хранении аппаратуры, содержащей светочувствительные элементы (фотоэлементы, фотосопротивления, фотодиоды и фототранзисторы), следует обращать особое внимание на их сохранность. Прежде всего элементы должны быть затемнены, так как под действием света они постепенно меняют свои свойства.

Хранить аппаратуру на складе следует в сухом отапливаемом помещении, при влажности не более 80%. Нельзя также перегревать аппаратуру (например, располагать ее у отопительных приборов).

Если аппаратура транспортировалась зимой в холодное время, то после распаковки в теплом помещении ей требуется некоторое время, чтобы принять температуру окружающего воздуха и чтобы просохла влага, образовавшаяся за счет конденсации водяных паров. Только после этого аппаратуру можно готовить к эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жигарев А. А., Электроника, Госэнергоиздат, 1951.
2. Ерофеев А. В., Электронные устройства контроля и регулирования тепловых процессов, Госэнергоиздат, 1955.
3. Куприянович Л. И., Радиоэлектроника в быту, Госэнергоиздат, 1963.
4. Лнтвак В. И., Фотореле в схемах автоматического контроля и регулирования, Госэнергоиздат, 1961.
5. Гринштейн М. М. и Кучикян Л. М., Фотореле в радиолюбительской практике, изд-во «Энергия», 1964.
6. Туркинец В. И. и Удалов Н. П., Фотодиоды и фототриоды, Госэнергоиздат, 1962.
7. Боярченков М. А. и Шиянский А. В., Магнитные усилители, Госэнергоиздат, 1960.
8. Урин В. Д., Наладка магнитных усилителей, изд-во «Энергия», 1964.
9. Лавриненко В. Ю., Справочник по полупроводниковым приборам. Гостехиздат, Киев, 1963.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1. Краткие сведения об автоматическом управлении освещением 4
2. Фотоэлементы 8
3. Фотосопротивления 12
4. Фотодиоды и фототранзисторы 16
5. Основные схемы включения фотодатчиков 18
6. Автомат управления освещением типа АО 21
7. Выбор места установки автомата, его монтаж и эксплуатация 28
8. Другие варианты исполнения автоматов освещения . . 37
9. Использование автоматов освещения в различных схемах управления освещением 47
10. О хранении аппаратуры 49
Литература 50

Библиотека электромонтера

Вышли из печати

Масанов Н. Ф., Электропроводки в трубопроводах. (Вып. 154).
Анастасиев П. И., Фролов Ю. А., Сооружение и монтаж линий 3—10 *кв* (Монтажные работы). (Вып. 155).
Мишустина Л. И., Автоматические выключатели серии А3100.
Юриков П. А., Защита изоляции от атмосферных перенапряжений (Трубчатые разрядники и другие средства защиты). (Вып. 157).
Камииский Е. А., Как сделать проект небольшой электроустановки, изд 2-е. (Вып. 158).
Дадиомов М. С., Управление осветительными сетями. (Вып. 159).
Лейбзон Я. И., Милич М. Б., Регулируемые электроприводы переменного тока с индукторными муфтами скольжения. (Вып. 160).
Ермилов А. А., Электроснабжение промышленных предприятий. (Вып. 161).
Зак С. М., Монтаж светильников с газоразрядными лампами. (Вып. 162).
Овчинников В. В., Электромагнитные реле тока и напряжения. (Вып. 163).
Голубев М. Л., Релейная защита и автоматика подстанций с короткозамыкателями и отделителями. (Вып. 164).
Живов М. С., Индустриальный монтаж осветительных электроустановок. (Вып. 165).
Барзам А. Б., Как читать и составлять электрические схемы устройств релейной защиты и автоматики электроустановок. (Вып. 166).
Карпов Ф. Ф., Как выбрать сечения проводов и кабелей, изд. 2-е, (Вып. 167).

Готовятся к изданию

Гельман Г. А. и Соскин Э. А., Бесконтактные элементы.
Епишин В. Ф., Резка проводов и тросов.
Иевлев В. И. и Карягин А. Г., Монтаж распределительных устройств 110—220 *кв*.
Мандрыкин С. А., Ремонт электродвигателей.
Минин Г. П., Измерение мощности, изд. 2-е.
Сидлик Л. З., Измерения при наладке воздушных выключателей.

Издательство заказов на книги не принимает и книг не высылает. Книги, выходящие массовым тиражом, высылают наложенным платежом без задатка отделения «Книга — почтой».

Отделения «Книга — почтой» имеются во всех республиканских, краевых и областных центрах СССР.

Заказ следует адресовать так: название республиканского, краевого или областного центра, книготорга, отделению «Книга — почтой».

Цена 09 коп.