

# Акустический автомат лестничного освещения с ШИМ-управлением яркостью

Александр Одинец (a\_odinets@tut.by, г. Минск, Беларусь)

В статье рассмотрен улучшенный вариант автомата, включающий лампу накаливания по звуковому сигналу на время от 10 секунд до 1 минуты. Выдержка продлевается по мере поступления новых звуковых сигналов. Автомат дополнен функцией плавного включения и выключения лампы накаливания для увеличения её срока службы.

## Общие сведения

Часто на лестничных площадках в подъездах домов можно наблюдать ситуацию, когда освещение горит непрерывно многие часы, потребляя много электроэнергии. Подобной ситуации можно избежать, если собрать несложный акустический автомат, включающий лампу по звуковому

сигналу на заданное время. При этом длительность выдержки будет продлеваться по мере повторного поступления звуковых сигналов.

Существующие конструкции автоматов лестничного освещения обычно содержат микроконтроллер, что требует его прошивки с помощью программатора, либо такие автоматы

не содержат функции защиты лампы накаливания, что приводит к её быстрому перегоранию.

Известно, что в большинстве случаев лампа выходит из строя именно в момент включения, ещё не исчерпав свой рабочий ресурс. Происходит это из-за броска тока, когда сопротивление холодной нити в несколько раз меньше, чем в нагретом состоянии. При этом амплитудное значение тока достигает нескольких ампер, что приводит к быстрому разрушению нити. Поэтому, дополнив автомат функциями плавного включения и выключения лампы, можно значительно продлить срок её службы.

В отличие от базового варианта [1], в данной конструкции в качестве коммутирующего элемента вместо симистора применён мощный MOSFET-транзистор, что необходимо для ШИМ-управления яркостью лампы накаливания. Также по упрощённой схеме выполнен цифровой таймер отсчёта времени выдержки. Кроме того, микрофонный усилитель выполнен на ОУ (операционном усилителе), что позволило значительно повысить чувствительность автомата. В итоге получился более надёжный автомат (на меньшем числе компонентов), реализующий лучшие характеристики с меньшими аппаратными затратами.

## Схема и принцип работы

Схема электрическая автомата показана на рис. 1. Автомат содержит: стабилизатор напряжения «+12 В» на элементах R1, VD1, VD2, C1...C4, DA1; схему управления яркостью (ШИМ-контроллер): VT1, R2...R9, C5...C8, DA2; мощный ключевой транзистор VT2; одновибратор-формирователь импульса сброса таймера на элементах DD1.1, DD1.2 и собственно таймер на элементах DD1.3, DD1.4, R11, VD6, C10; ключевые транзисторы VT3, VT4, а также усилитель сигналов звуковой частоты на ОУ DA3.1 и DA3.2, диодный выпрямитель VD8, VD9, а также интегрирующий конденсатор C16.

Работает автомат следующим образом. В начальный момент времени при подаче питания конденсатор C5 разряжен, поэтому транзистор VT1 закрыт, и конденсатор C7 также разряжен через открытый коллекторный переход транзистора микросхемы DA2. Поскольку на входе «S» (вывод 2) таймера DA2 присутствует уровень логического нуля, генерация таймера отсутствует, и на его

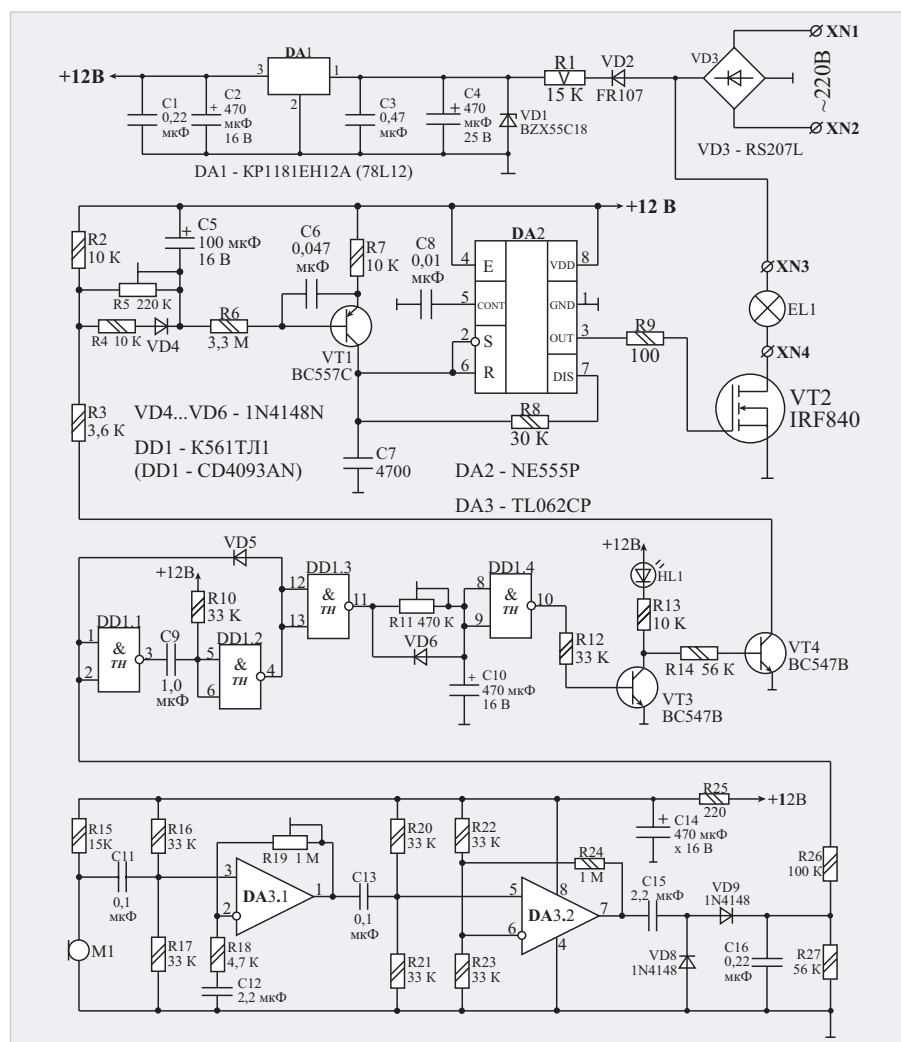


Рис. 1. Акустический автомат лестничного освещения с ШИМ-управлением яркостью. Схема электрическая принципиальная

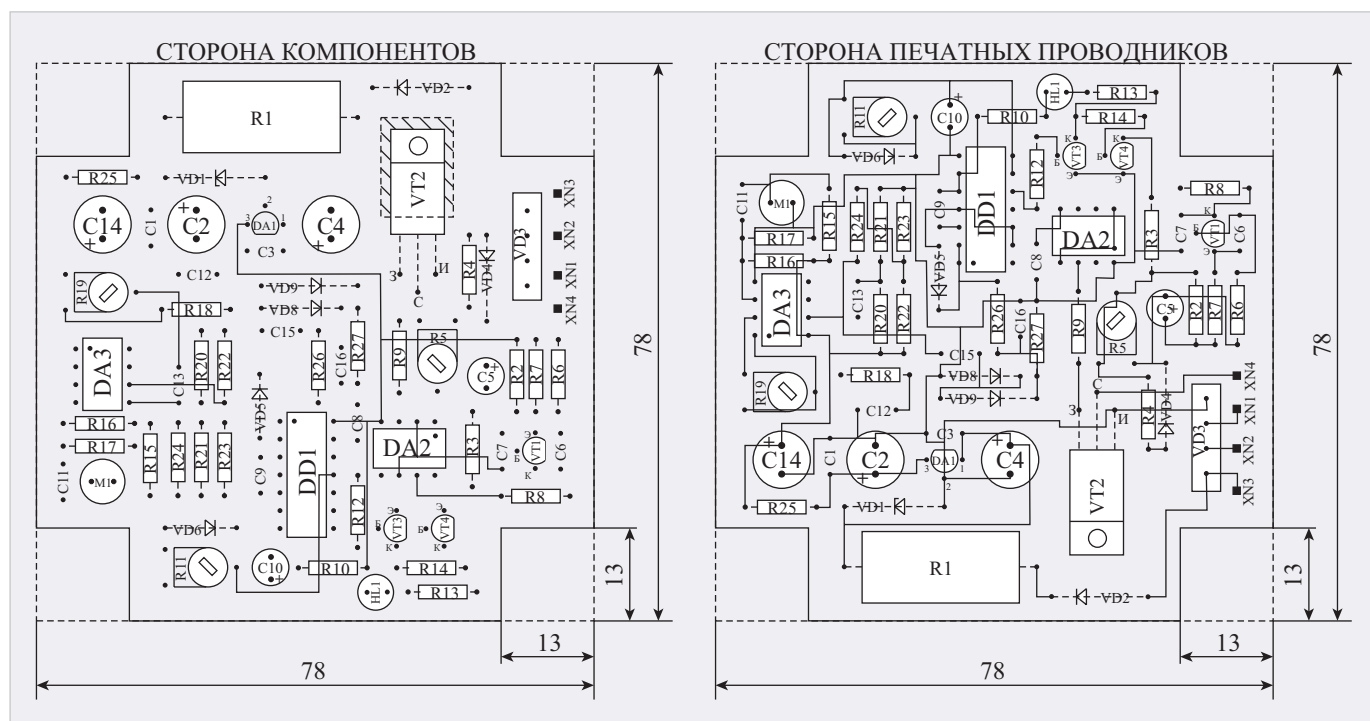


Рис. 2. Акустический автомат лестничного освещения с ШИМ-управлением яркостью. Рисунок печатной платы

выходе присутствует уровень логической единицы, поэтому мощный полевой транзистор VT2 постоянно открыт, и лампа EL1 светит с максимальной яркостью.

При отсутствии звуковых сигналов конденсатор C10 заряжен, на выходе логического элемента DD1.4 установлен уровень логического нуля, поэтому транзистор VT3 закрыт, а VT4 открыт. Начинается заряд конденсатора C5 через резисторы R3 и R5. Через 3...5 секунд (что определяется введённой частью сопротивления резистора R5), после того как напряжение на эмиттерном переходе VT1 дойдёт до 0,5...0,6 В, этот транзистор начинает открываться. Когда ток в его коллекторной цепи достигнет достаточного уровня, начнётся заряд конденсатора C7 и появится генерация DA2, т.е. на выводе 3 возникнут короткие импульсы отрицательной полярности. Первоначально скважность импульсов велика, и поэтому снижение яркости лампы незаметно. По мере заряда C5 транзистор VT1 открывается сильнее, время заряда C7 до порогового напряжения переключения DA2 постепенно уменьшается, а время разряда этого конденсатора не изменяется, так как сопротивление R8 постоянно. Это приводит к тому, что скважность импульсов на выводе 3 постепенно уменьшается, средняя мощность, подаваемая на лампу EL1, также уменьшается, и яркость её свечения плавно снижается.

Примерно через 3...5 секунд, считая с момента подачи питания, ток коллектора VT1 достигает значения, при котором C7 уже не в состоянии разрядиться до напряжения ниже порогового (через R8 и транзистор микросхемы). Генерация срывается, на выводе 3 DA2 устанавливается низкий уровень, транзистор VT2 закрывается, лампа не светится.

При закрывании VT4 все процессы протекают в обратном порядке, но разряд C5 происходит через диод VD4 и резисторы R2, R4 и R5. Включение лампы происходит гораздо быстрее, за время 1...2 секунды.

При появлении звуковых сигналов (звуке шагов, разговоре, открывании дверей) на выходе микрофона формируется переменное напряжение амплитудой несколько милливольт. Оно усиливается двухкаскадным усилителем переменного напряжения на ОУ DA1.1 и DA1.2, выпрямляется диодами VD8, VD9 и сглаживается конденсатором C16, выполняющим роль интегратора. Далее выпрямленное напряжение через резистор R26 поступает на вход одновибратора, выполненного на элементах DD1.1, DD1.2. Этот одновибратор формирует короткий положительный импульс, который, инвертируясь элементом DD1.3, каждый раз через диод VD6 разряжает конденсатор C10 и тем самым перезапускает таймер. При этом начинается отсчёт нового временного интервала, длительность

которого можно выбирать в пределах от 10 с до 1 мин подстроечным резистором R11. Практическое значение имеет временной интервал 20...40 с, который устанавливают при окончательной настройке автомата. Работа таймера индицируется включением красного светодиода HL1.

Если поступление звуковых сигналов будет продолжаться, одновибратор будет продолжать формировать импульсы, перезапускающие таймер, и время выдержки будет продлеваться. Если поступление звуковых сигналов прекратится, одновибратор будет оставаться в исходном состоянии, и когда конденсатор C10 зарядится до порогового напряжения элемента DD1.4, уровень лог.0 закроет транзистор VT3, а VT4 будет открыт. Таким образом, конденсатор C5 будет заряжен, ключевой транзистор VT2 будет закрыт, и лампа накаливания будет выключена до появления следующего звукового сигнала.

### Конструкция и детали

Автомат собран на печатной плате из двустороннего фольгированного стеклотекстолита (рис. 2) толщиной 1,5 мм размерами 78x78 мм. Автомат устанавливается в пластмассовую коробку подходящих размеров. В автомате применены постоянные резисторы типа МЛТ-0,125, пятиваттный типа SQP (R1), подстроечные — СПЗ-386 в горизонтальном исполнении, электролитические конденсаторы — типа

K50-35 или аналогичные импортные, неполярные — K10-17. Микрофон может быть типа CZN-15E, МКЭ-332, МКЭ-333, МКЭ-389-1 (используются в телефонии). На месте стабилизатора VD1 может работать BZX85C18 или аналогичный маломощный с напряжением стабилизации 18...22 В. Диоды VD4...VD9 — любые маломощные кремниевые из серий КД503, КД521, КД522, 1N4148. Диодный мост VD3 можно заменить КВР210. На месте ключевого транзистора VT2 могут работать IRF740, IRF840 или аналогичные мощные MOSFET-транзисторы с минимально допустимым напряжением стока не менее 400 В и током стока


не менее 5 А. Микропотребляющий ОУ типа TL062CP заменим на TL072, TL082, но их потребление несколько выше. ИМС К561ТЛ1 заменима на КР1561ТЛ1 или импортные аналоги CD4093AN или CD4093BN.

Настройка автомата заключается в установке требуемого времени выключения лампы — с помощью резистора R5, чувствительности усилителя — с помощью резистора R19 и времени выдержки таймера — с помощью резистора R11. При мощности лампы накаливания не более 100 Вт мощный ключевой транзистор в дополнительном теплоотводе не нуждается. В качестве теплоотвода используется сама

печатная плата. С этой целью транзистор фиксируется на плате с помощью винтового соединения.

При настройке устройства необходимо помнить о соблюдении правил техники безопасности. Конструкция не имеет гальванической развязки от сети переменного тока! Все элементы находятся под напряжением ~220 В. При настройке устройства необходимо использовать отвёртку с ручкой из изоляционного материала.

## Литература

1. *Одинец А.Л.* Акустический автомат лестничного освещения // Современная электроника. 2017. № 3. С. 62–64. 

## НОВОСТИ МИРА

### SK hynix освоила массовое производство сенсоров с пикселями 0,7 мкм

В июне 2021 года Samsung Electronics выпустила самый маленький в отрасли датчик изображения разрешением 50 Мп с пикселями размером 0,64 мкм, а в сентябре того же года представила датчик изображения разрешением 200 Мп с та-

кими же пикселями. На выставке CES 2022 компания OmniVision представила датчик изображения с пикселями размером 0,62 мкм.

На рынке датчиков изображения Sony занимает первое место с долей 40%, за ней следует Samsung с долей 20%.

Ожидается, что SK hynix будет поставлять новые датчики Samsung Electronics.

Возможно, что они будут использоваться в смартфонах серии Galaxy A, выпуск которых запланирован на вторую половину года. Ранее SK hynix поставляла 13-мегапиксельные датчики с пикселями размером 1,0 мкм для складного смартфона Samsung Galaxy Z Flip 3.

[ixbt.com](http://ixbt.com)

## ВАКУУМНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ ДЛЯ ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



- Яркость 600 кд/м<sup>2</sup>
- Угол обзора 150° (конусный)
- Встроенные контроллеры управления
- Символы высотой 5 и 9 мм
- Вибрации от 10 до 500 Гц
- Удары до 20g (по каждой оси)
- Ресурс от 40 000 до 100 000 часов
- Диапазон рабочих температур -40...+85°C

**IEE INDUSTRIAL ELECTRONIC ENGINEERS**

**PROCHIP**  
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА  
(495) 232-2522 ▪ INFO@PROCHIPRU ▪ WWW.PROCHIPRU





19-я Международная выставка технологий,  
оборудования и материалов для производства  
полупроводников, электронных компонентов  
и систем

12-14 апреля 2022

Москва, Крокус Экспо

[electrontechexpo.ru](http://electrontechexpo.ru)

Получите билет  
по промокоду **magazine**  
на [electrontechexpo.ru](http://electrontechexpo.ru)

