

Система управления освещением — идеальная и оптимальная

В представленной статье автор на основе собственного опыта разработок исследует возможность построения идеальной и оптимальной системы управления освещением.

Только в нашей стране штука, которая включает свет, называется выключателем — отталкиваясь от этого высказывания Михаила Задорнова, станем называть различные акустические и оптические выключатели, датчики движения одним термином — системы управления освещением (СУО).

Актуальность темы экономии электричества, а значит и создания СУО, на настоящий момент достаточно остра. Их выпускают многие предприятия, в том числе и ЗАО «Протон-Импульс» (г. Орел). Называются они «Выключатель акустический универсальный ВАУ-01», «Выключатель управляемый ВУ-1».

Далее мы рассмотрим идеальную и оптимальную СУО так, как понимает эти термины автор. Слово «идеальная» здесь означает, что она выполнена на реально существующих, доступных компонентах. Причем стоимость

СУО не является критическим фактором. А важны в первую очередь минимум ее собственного энергопотребления и правильность ее работы — 100% срабатывание при нахождении человека и, что не менее важно, отсутствие ложных срабатываний. Также будем считать, что нам надо сделать универсальную СУО — т. е. работающую на все типы нагрузки: лампы накаливания, люминесцентные, светодиодные. Один из вариантов блок-схемы такой СУО приведен на рис. 1.

Алгоритм работы такой СУО (рис. 2) состоит в следующем:

- Оптический датчик реагирует на освещенность помещения.
- Акустический датчик реагирует на звуки внутри помещения.
- Датчик движения реагирует на движение внутри помещения.

- Устройство управления принимает сигналы от этих трех вышеперечисленных датчиков, оценивает их и на основании полученных данных решает, включать или нет ключевой элемент.
- Ключевой элемент коммутирует нагрузку (лампу).
- Схема питания, как следует из названия, обеспечивает все вышеперечисленные узлы требуемым им питанием.

В начале работы (сразу после включения СУО в сеть) производится тестирование оборудования — включение и выключение лампы. Далее происходит считывание порогов реагирования на свет и звук. Затем следует бесконечный цикл. В нем происходит периодический опрос оптического датчика. Затем, если на улице темно, опрашивается датчик движения и акустический датчик. Если имеются шум или движение, включается лампа. Когда они прекращаются, выжидается некоторое время и лампа отключается. Что такое «время послесвечения»? Оно требуется, чтобы минимизировать частоту включений-выключений лампы.

Итак, что же мы поставим в качестве физической реализации указанных на рис. 1 блоков и какие требования предъявляются к этим элементам?

- Оптический датчик. Должен реагировать на свет в видимой области спектра. По возможности должен работать в условиях засветки собственной лампой СУО, то есть различать естественное (фоновое) освещение и освещение, создаваемое лампой СУО. Или же, как вариант, можно периодически через некоторое время $T_{\text{тест}}$ отключать лампу и проверять уровень освещенности. Затем, при необходимости, лампу включать снова. Основной элемент оптического датчика — фоторезистор, фоторезистор или фотодиод в паре с ОУ.
- Акустический датчик. Полоса частот его чувствительности — в пределах слышимости человека. Акустический датчик строится на основе микрофона также в паре с ОУ.
- Датчик движения — на основе пирозлектрического датчика с линзой Френеля. Реагирует на изменение пространственного расположения источников инфракрасного

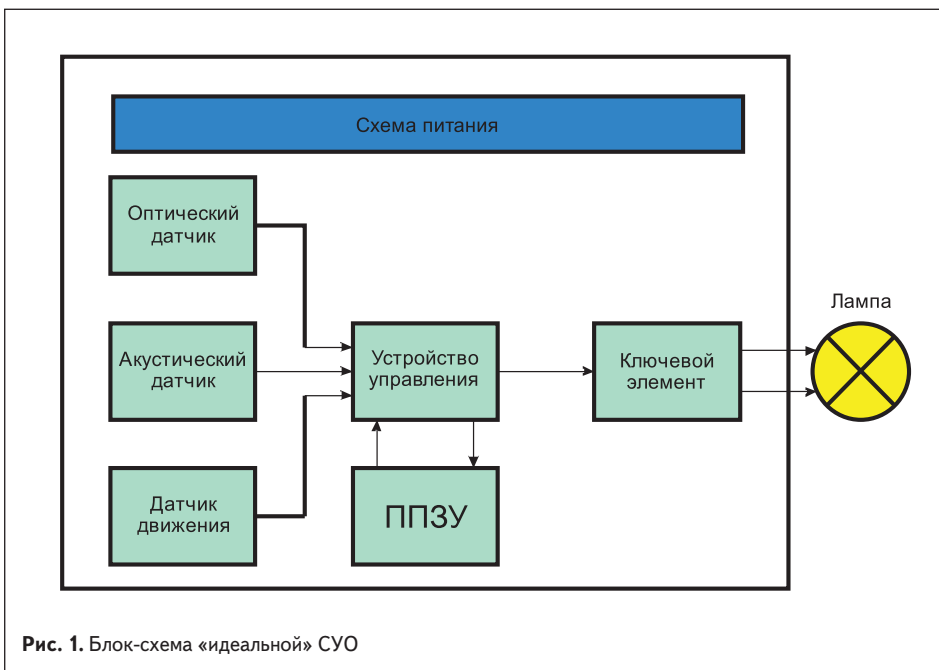


Рис. 1. Блок-схема «идеальной» СУО

Таблица. Элементы СУО в порядке убывания их стоимости и энергопотребления

№ п/п	Относительная стоимость функциональных узлов СУО (в порядке убывания)	Относительное энергопотребление функциональных узлов СУО (от большего к меньшему)
1	Блок питания	Ключевой элемент
2	Микроконтроллер	Блок питания
3	Ключевой элемент	Микроконтроллер
4	Датчик движения	ОУ
5	Акустический датчик	Датчик движения
6	Оптический датчик	Акустический датчик
7	ОУ	Оптический датчик

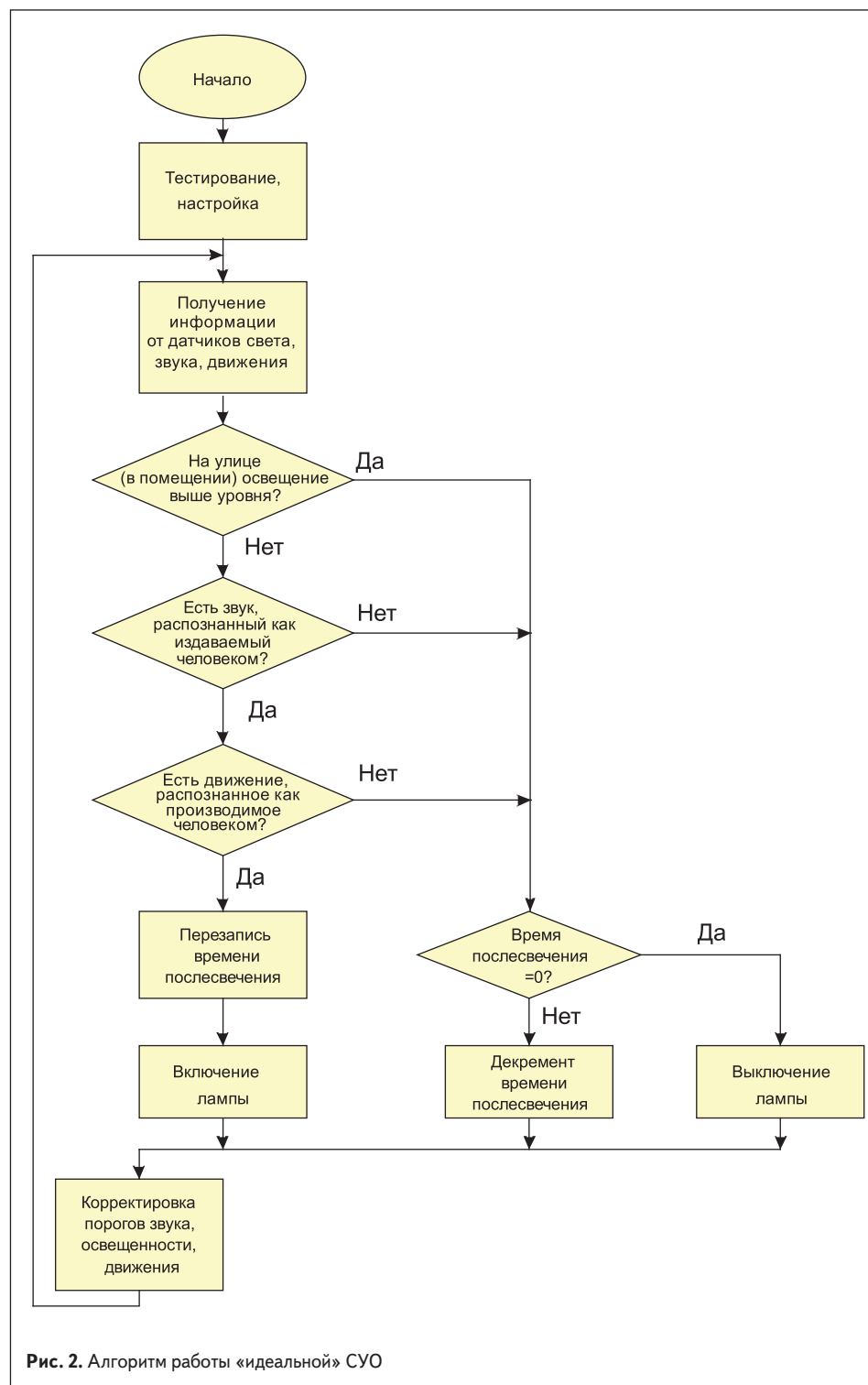


Рис. 2. Алгоритм работы «идеальной» СУО

излучения. Вообще говоря, датчик движения — это отдельная тема, о которой написано уже достаточно много и здесь он не рассматривается.

- Устройство управления — микроконтроллер. Исходя из представленного на рынке оборудования и не имея цели рекламировать какую-либо фирму-производителя, просто озвучим набор требований к нему: ядро С51; тактовая частота — порядка 1 мГц; наличие встроенных таймеров; 3 канала АЦП; несколько дополнительных портов ввода/вывода. Желательно наличие EEPROM.
- Ключевой элемент — возьмем быстродействующее электромеханическое реле со схемой контроля КЗ и защиты от него. Оно устойчиво к кратковременным КЗ, имеет большую нагрузочную способность, не дает падений напряжения.
- ППЗУ — программируемое постоянное запоминающее устройство. Требуется для хранения значений порогов реагирования на звук, свет, движение, а также прочей служебной информации (к примеру, мы можем корректировать длительность времени послесвечения в процессе работы СУО).
- Схема питания — импульсный либо линейный блок питания. Основное требование к нему — обеспечение схемы высокостабильным напряжением и высокий КПД.

Теперь сконструируем оптимальную СУО, созданную с учетом конкурентоспособности, то есть решающую поставленные перед ней задачи и имеющую минимальную стоимость. Одновременно с этим СУО по-прежнему должна обладать минимальным собственным энергопотреблением. Для этого предварительно оценим, какой блок СУО сколько стоит и сколько он потребляет электроэнергии. Без претензии на объективность расставим элементы СУО в порядке убывания их стоимости и энергопотребления (таблица).

- Блок питания. Для максимального удешевления сделаем его на основе гасящего резистора, диода и конденсатора. Смиримся с тем, что КПД его будет составлять примерно 2,5%. При собственном токе потребления СУО порядка 1 мА общая потребляемая мощность будет составлять 0,2 Вт.
- Микроконтроллер. Для снижения стоимости изделия нам придется отказаться от микроконтроллера и возложить его функции на недорогие дискретные логические элементы.
- Ключевой элемент. Электромагнитное реле стоит достаточно дорого и потребляет большой ток — до 10 мА. Поэтому заменим его на тиристор или на полевой транзистор, для управления которым не требуется практически никакого тока.
- Датчик движения. Вместе с линзой Френеля они занимают довольно много места и имеют значительную стоимость. Попробуем обойтись без них.
- Операционный усилитель — в отсутствие микроконтроллера (и, следовательно, АЦП)

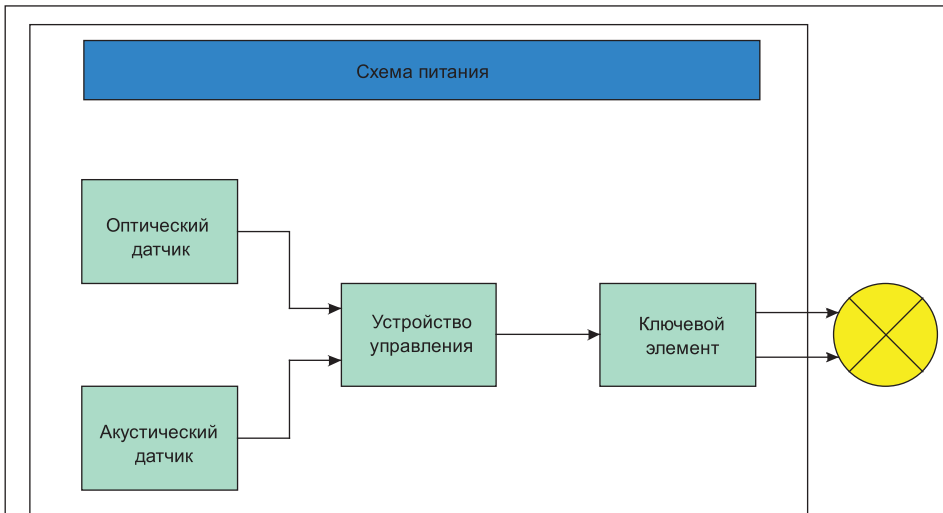


Рис. 3. Блок схема оптимальной СУО

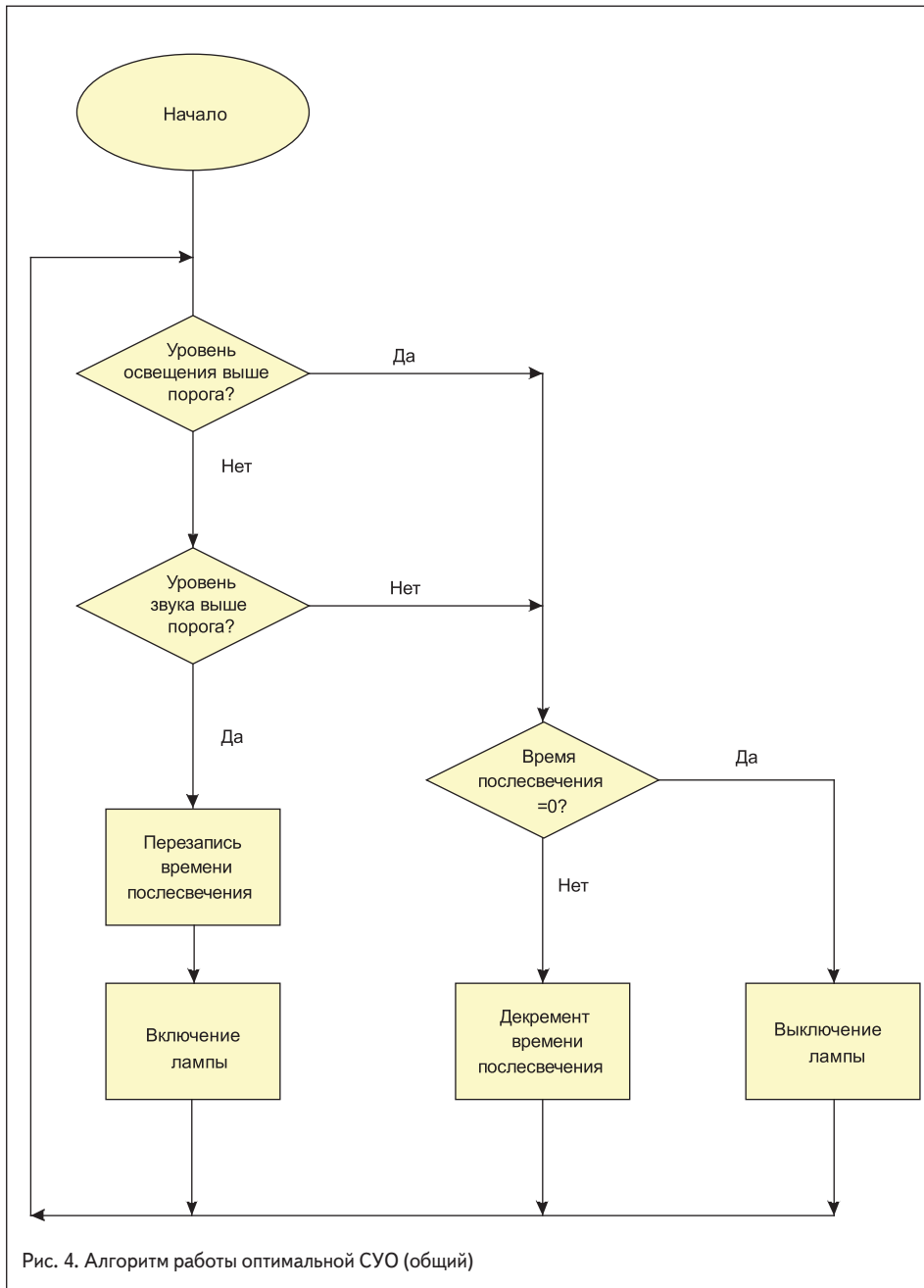


Рис. 4. Алгоритм работы оптимальной СУО (общий)

качество усиления можно несколько снизить, поскольку это уже не имеет большого значения.

- Оптический датчик — оставляем таким, как есть.
- Акустический датчик — оставляем таким, как есть.

При этом блок-схема изделия, приведенная на рис. 1, принимает вид, показанный на рис. 3. Алгоритм работы изделия, изображенный на рис. 2, превращается в алгоритм, представленный на рис. 4, — он намного проще предыдущего, но, несмотря на это, также отлично выполняет возложенные на него функции.

Теперь рассмотрим возможность дальнейшего упрощения (а значит, и удешевления) СУО посредством ее «специализации». Для этого разделим все типы подключаемой к СУО нагрузки на три основные группы — лампы накаливания, люминесцентные лампы, светодиодные лампы. В зависимости от типа нагрузки меняются максимальная коммутируемая мощность ключевого элемента и время проверки внешнего освещения. Рассмотрим каждую из групп по отдельности, выявим положительные и отрицательные стороны применения СУО с лампами из каждой группы.

1. Лампы накаливания, их потребляемая мощность от 60 Вт и выше, следовательно, применение СУО приносит большую выгоду. Достаточно терпимы к периодическим включениям и выключениям, особенно при их плавном пуске и «поднакале». Однако они иногда перегорают с образованием КЗ. Имеют большой пусковой ток.
2. Люминесцентные лампы (в том числе «энергосберегающие»), потребление мощности среднее (10–20 Вт). Нетерпимы к периодическим включениям-выключениям, о чем иногда даже пишут на их упаковке. КЗ практически не образуют. Обладают значительной входной емкостью (некоторые — индуктивностью). Аналогично лампам накаливания имеют большой пусковой ток.
3. Светодиодные лампы, до 20 Вт. Потребляют незначительное количество мощности. Можно периодически включать-выключать, как крайний случай, даже работать на половине периода выпрямленного сетевого напряжения. КЗ практически не образуют. Имеют, скорее, субъективные недостатки, связанные с восприятием создаваемого ими света глазом человека.

Какие же выводы можно сделать из всего вышесказанного? Самых очевидных из них — два.

Во-первых, оптимальная СУО, разработанная нами, обладает практически такими же характеристиками, что и идеальная, но, в отличие от нее, имеет гораздо меньшую стоимость.

Во-вторых, для каждого типа нагрузки (ламп) желательно устанавливать свою специализированную СУО. Именно в этом случае мы получим максимальную экономию и удобство при минимальных вложениях (покупной цене СУО). Универсальность же СУО может, в конечном итоге, привести к тому, что СУО просто станет очередной дорогостоящей игрушкой.