

Управление светодиодными светильниками в уличном освещении.

По данным программы развития ООН в России на освещение в нашей стране расходуется до 13% вырабатываемой электроэнергии. При этом расход электроэнергии в сетях уличного освещения (УО) в населенных пунктах оценивается в 30% от всех затрат на освещение. Если учесть ещё и дополнительные затраты на обслуживание сетей освещения, то становится весьма значительным доля УО в структуре затрат муниципальных бюджетов. Существует несколько подходов к принципиальному снижению этих затрат: 1) установка более энергоэффективных источников света; 2) создание системы управления уличным освещением.

Для Москвы оба этих подхода в полной мере озвучены в разработанной Правительством «Программе энергосбережения в городе Москве на 2012–2016 и на перспективу до 2020 года». Реализация этой программы привела к тому, что морально устаревшие светильники с ДРЛ, там, где они ещё оставались, были заменены на современные с ДНаТ, а также постепенно на улицах и во дворах стали появляться и светодиодные светильники. Таким образом, за счёт лучшей эффективности достигается непосредственная экономия потребляемой электроэнергии при сохранении требуемого уровня освещённости. Управление освещением, а именно снижение потребляемой мощности и, соответственно, светового потока в часы наименьшей загрузки, позволило бы в ещё большей степени сэкономить средства.

Загруженность (в баллах)

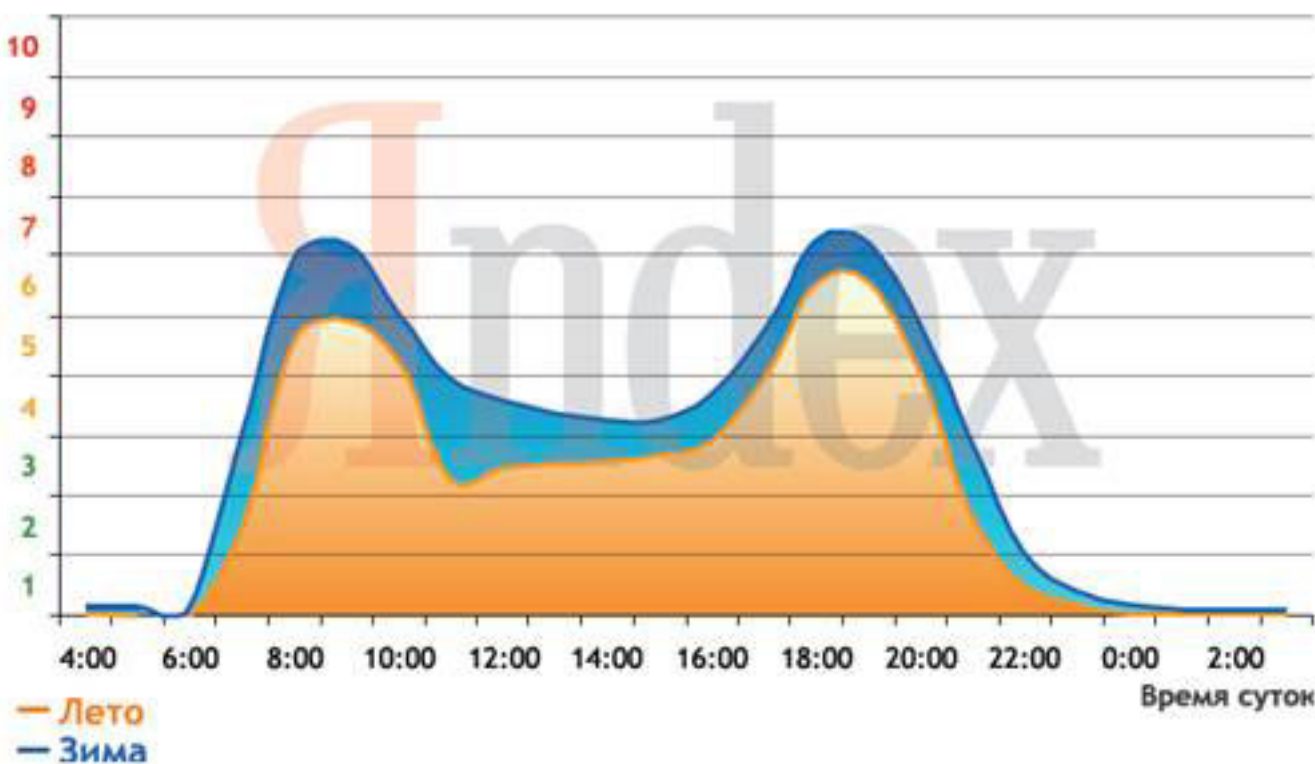


Рис. 1. График загруженности дорог в зависимости от времени суток по данным

На рис. 1 видно, что с 23:00 и до 7:00 интенсивность движения минимальна. В соответствии с пунктом 7.43 СП 52.13330.2011: «допускается в ночное время снижать уровень наружного освещения городских улиц, дорог и площадей при нормируемой средней яркости более 0,8 кд/м² или средней освещенности более 15 лк на 30% при уменьшении интенсивности движения до 1/3 максимальной величины и на 50% при уменьшении интенсивности движения до 1/5 максимальной величины». То есть для категорий дорог, А, Б, а так же для подкатегории В1 возможно регулирование светового потока светильников.

Светодиоды как источники света помимо высокой световой отдачи и большого срока службы имеют несколько значительных преимуществ по сравнению с газоразрядными лампами. С точки зрения управления освещением главным из этих преимуществ является возможность глубокого регулирования светового потока: от 0 до 100%, и лёгкость реализации этой возможности. Причём световой поток можно изменять плавно, не теряя при этом стабильности работы. Диммирование газоразрядных источников света более чем на 15% приводит, как правило, к нарушению стабильности горения разряда, что вызывает мерцания и негативно сказывается на сроке службы лампы (ускоренная деградация электродов, акустический резонанс). В светодиодных же светильниках используются электронные импульсные источники питания (ИП), которые не только могут управлять световым потоком светильника за счёт изменения величины тока через светодиоды, но и (в зависимости от конфигурации) обладать интеллектуальными свойствами. Интеллектуальный ИП обладает встроенным микроконтроллером и позволяет реализовать функции самодиагностики, мониторинга состояния светодиодов, мониторинга состояния питающей электросети, отсчитывать время работы и включения/выключения по предустановленному расписанию. Вся информация о работе ИП и состоянии светодиодов при наличии канала связи может быть передана на диспетчерский пункт для обнаружения вышедших из строя светильников. При этом вступает в игру дополнительная экономия от установки системы управления освещением: снижаются эксплуатационные расходы — ремонтная бригада высылаётся сразу на известную точку, вместо того, чтобы искать неисправность по всей линии, при этом существует возможность заранее оценить место и причину возникновения неисправности в светильнике.

В настоящее время по данным ГУП «Моссвет» городские установки наружного освещения оборудованы централизованным дистанционным управлением — так называемым телеуправлением. Система управления включает в себя 19 диспетчерских пунктов и свыше тысячи км управляющих кабелей. Централизованное дистанционное управление призвано обеспечить удалённое включение/выключение линий освещения на городских автомагистралях и в местах общественного пользования. Упрощённо систему можно представить в виде связанных в одну систему Диспетчерского пункта, Сервера, Подстанции и Светильников (рис. 2).



Рис. 2. Структурная схема системы централизованного дистанционного управления

Диспетчерский пункт представляет собой автоматизированное рабочее место диспетчера с компьютером (К), подключённым к сети Интернет, на котором установлена программа, отражающая состояние всех линий освещения и позволяющая с помощью графического интерфейса управлять работой городских светильников. Средство доступа к серверу (СДС) обеспечивает доступ компьютеру диспетчера к сети Интернет и может быть реализовано различным образом. (Как правило, это GSM-модем). Установив соединение с сервером, диспетчер получает доступ к исполнительному (ИО) и коммутационному (КО) оборудованию конкретной интересующей его подстанции. На подстанции, для связи с сервером, так же установлено СДС. Получив информацию от сервера, исполнительное оборудование включает или выключает силовые контакторы (КО) внутри подстанции, обеспечивая тем самым подачу/снятие напряжения на линии освещения и светильники, подключенные к данной подстанции. Таким образом достигается дистанционное включение и выключение городского освещения в соответствии с программой, запущенной на компьютере диспетчера. Когда же помимо простого включения/выключения возникает вопрос регулирования светового потока светильников, описанная система требует наращивания, либо может быть заменена на принципиально другую. Спектр существующих на сегодняшний день решений по управлению уличным освещением ([Просмотреть каталог](#)) очень широк. Далее рассмотрены три основных подхода к построению системы управления уличным освещением, которые можно считать наиболее распространенными в настоящее время.

Первый вариант — централизованное управление светильниками.

Данный подход аналогичен описанному ранее, с тем лишь исключением, что в систему добавляется устройство управления светильниками (УУ). Следует так же отметить, что исполнительное устройство, анализирующее данные, полученные от сервера в данном случае должно обладать возможностью обмена информацией с управляющим устройством (рис. 3). Программное обеспечение, установленное на компьютере диспетчера, разумеется, должно

обладать расширенным функционалом, позволяя как управлять группами светильников, так и давать команды отдельным световым точкам.

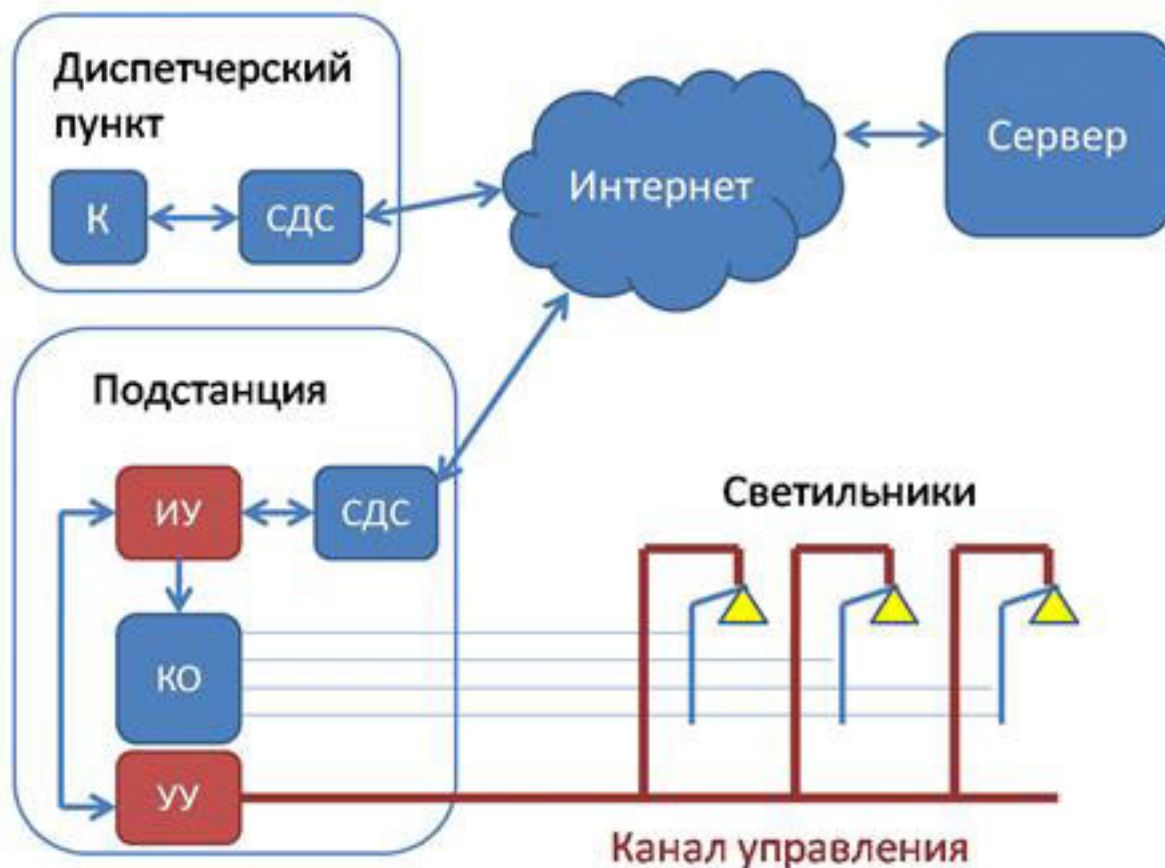


Рис. 3. Структурная схема системы централизованного управления

В соответствии с заданным расписанием изменения уровня освещённости программное обеспечение посылает команду о снижении или увеличении светового потока конкретных светильников. Исполнительное устройство, установленное на подстанции, главная функция которого заключается в управлении коммутационным оборудованием, передаёт поступившую команду далее на УУ. УУ вместе с подключёнными к нему по каналу управления светильниками формирует локальную сеть управления освещением. Интерпретировав полученную команду, устройство управления определяет, какие именно светильники из всей сети управления должны изменить величину светового потока, и посылает сообщение для светильников по каналу управления. Сам канал управления может быть реализован различными способами. Физически он может представлять собой дополнительный кабель с проводами управления, может быть беспроводным и использовать для передачи данных радиоэфир, или же исключать прокладку дополнительного кабеля используя для передачи информации уже существующие линии электропитания питания, подведённые к светильникам.

Второй вариант — децентрализованное управление.

На рис. 4 представлен наиболее простой вариант модернизации существующей системы управления освещением (рис. 2). Отличается он главным образом наличием автоматического управляющего устройства (АУУ), которое обладает энергонезависимыми часами реального времени и способно всегда достоверно определить текущую дату и время. В соответствии с заранее предустановленным в АУУ графиком изменения светового потока по дням года (в котором учтено изменение светового дня в конкретной географической точке), формируются

команды управления светильниками, передающиеся по каналу управления. Канал управления так же может быть реализован различными способами.

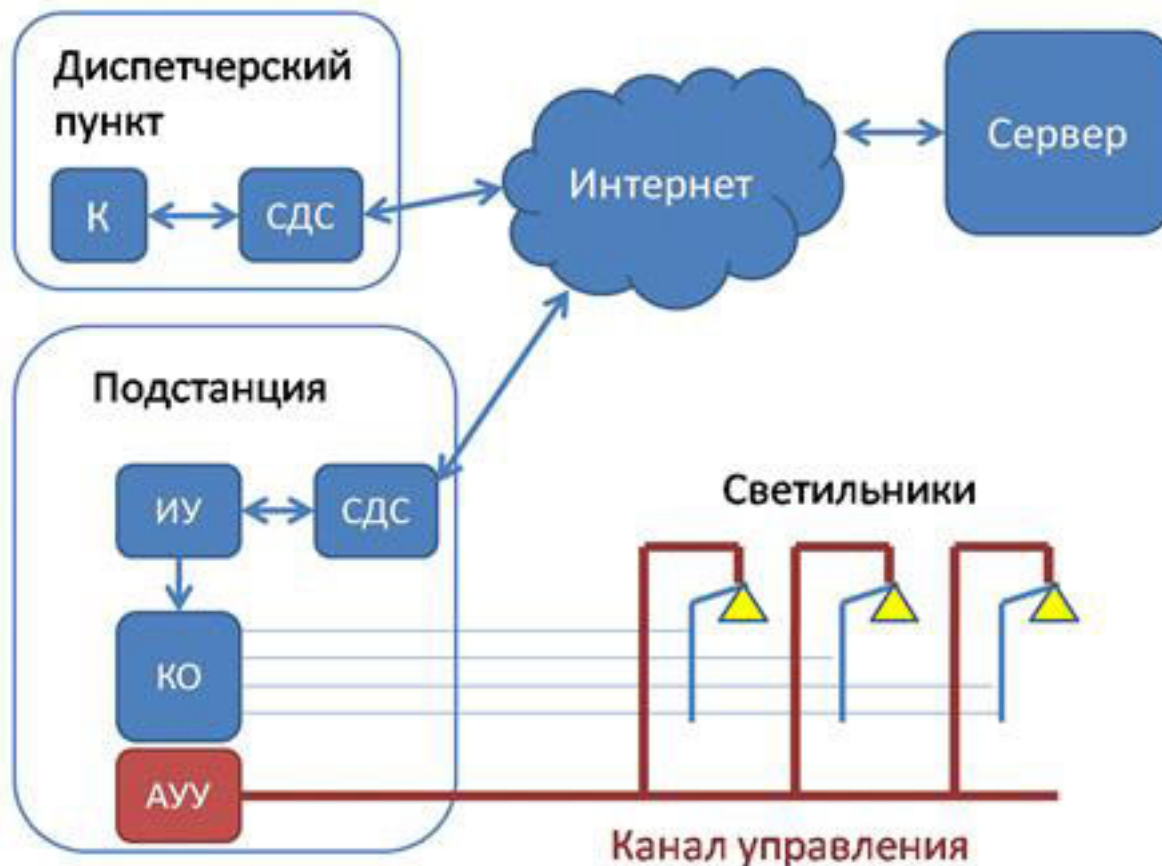


Рис. 4. Структурная схема системы децентрализованного управления

К очевидным недостаткам данного способа организации системы управления освещением относятся:

- невозможность управления освещением в реальном времени;
- отсутствие обратной связи с диспетчером;
- необходимость выезда специалиста на подстанцию при внесении изменений в график управления светильниками для перепрограммирования АУУ.

Из плюсов можно выделить простоту и скорость организации сети управления освещением и отсутствие необходимости модернизации диспетчерского пункта и сервера. Стоит отметить так же, что вполне возможен такой вариант системы, при котором на АУУ так же будут возложены функции управления коммутационным оборудованием в соответствии с календарным графиком управления светильниками. При этом можно избавиться от диспетчерского пункта, сервера и необходимости связывать всё через Интернет. Что, очевидно, несёт снижение расходов как на развёртывание сети управления, так и на её эксплуатацию. Строго говоря, именно отсутствие диспетчерского пункта делает этот вариант «децентрализованным».

Третий вариант — автономная система управления освещением.

Радикальное отличие данной системы от предыдущих — отсутствие канала управления (рис. 5).

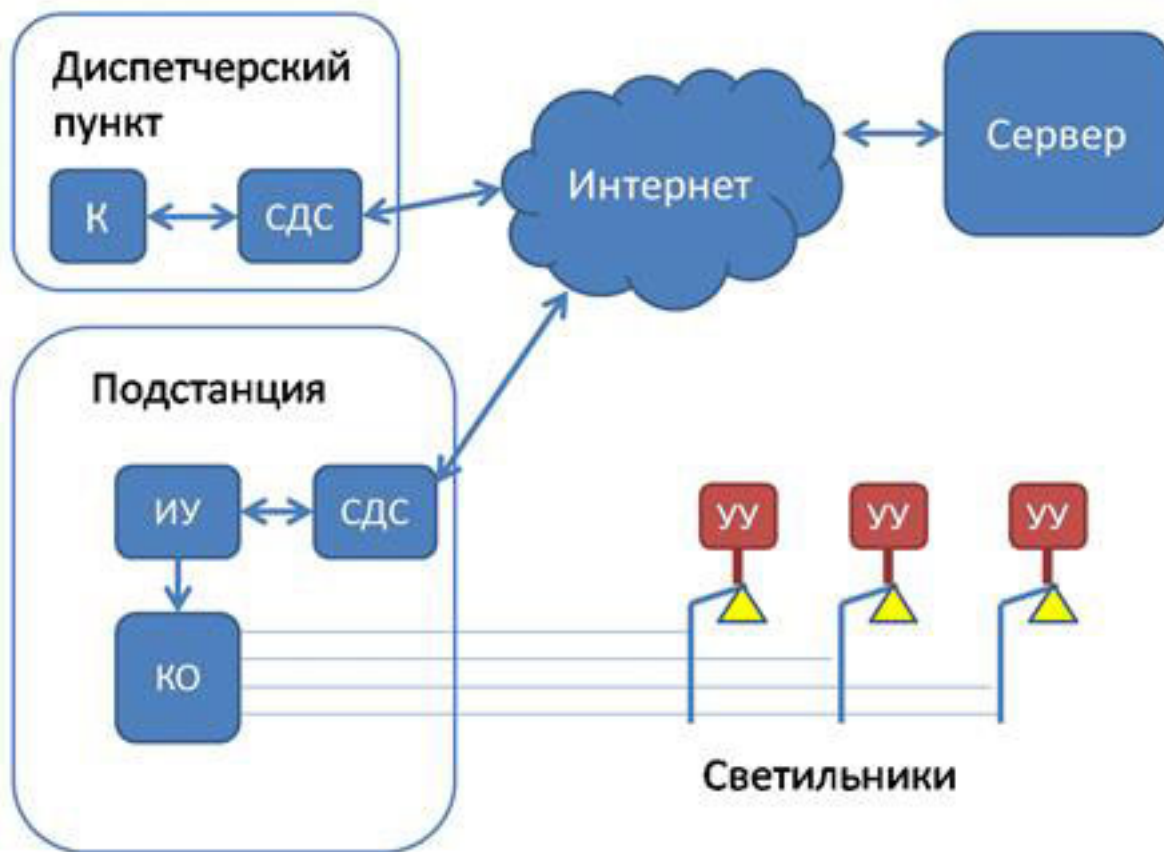


Рис. 5. Структурная схема системы автономного управления освещением

В каждом светильнике находится интегрированное в источник питания, либо дополнительно к нему установленное, УУ. Оно работает автоматически, аналогично предыдущему варианту, в соответствии с предустановленным графиком. Основное преимущество данного подхода — гарантированная работа каждого светильника в соответствии с заданным режимом, чего не наблюдается в случае выхода из строя канала связи в централизованной или децентрализованной системах управления. Недостаток очевиден: значительно увеличивается стоимость источника питания и, как следствие, светильника. В целом, данный подход применяется крайне редко.

Реализация канала управления.

Среди всех доступных на сегодняшний день решений на первый план выходят те, которые исключают прокладку дополнительного кабеля с проводами управления. Канал управления формируется либо с помощью радиосвязи, либо при помощи связи по линиям питания (Power Line Communication — PLC). Причины минимизации количества проводов несколько. С одной стороны, прокладка дополнительного кабеля несёт дополнительные затраты и не всегда возможна. С другой — существующие варианты управления по дополнительной проводной линии рассчитаны большей частью на работу внутри зданий, а не на управление уличными светильниками. При построении сети уличного освещения на их основе общая длина управляющих проводов оказывается чрезвычайно большой, что приводит к проблемам с распространением сигнала по ним и, как следствие, к нарушению стабильности связи.

Среди технологий беспроводной связи стоит выделить ZigBee. Предназначавшаяся изначально для управления устройствами «умного дома», сегодня эта технология позволяет успешно реализовать систему управления уличным освещением. Работа приёмопередающих устройств поддерживающих протокол управления ZigBee ведётся на частоте 2.4 ГГц, попадающей в

диапазон разрешённых для гражданского применения и не подлежащих сертификации. Ключевыми особенностями ZigBee являются защищённость и надёжность связи, передача данных на расстояние порядка 100 м в условиях городской застройки, низкое энергопотребление. Низкая скорость передачи данных (до 250 кбит/с), характерная для этой технологии, не является препятствием для её применения в управлении уличным освещением. В реальной системе управляющая информация для светильника передаётся не более 20 раз в сутки. Топология сети в уличном освещении может быть различной. Как правило, это — кластерное дерево (рис. 4 б)), поскольку данная топология хорошо совпадает с реальным расположением светильников на местности. Кластерное дерево подразумевает, что обмен информации между узлами сети происходит по заранее установленному маршруту по цепочке. И в случае потери связи между двумя соседними узлами в этой цепочке, управление светильниками теряется. Однако существует ещё и другая, более сложная многоячейковая топология (рис. 4, а)), ключевыми особенностями которой являются самоорганизация (не нужно заранее устанавливать как будет распространяться информация между узлами сети) и самовосстановление (при потере связи по старому маршруту, будет изменён маршрут передачи). Естественно ожидать, что увеличение «интеллектуальности» сети неизбежно влечёт увеличение стоимости канала управления и подключённых к нему устройств.

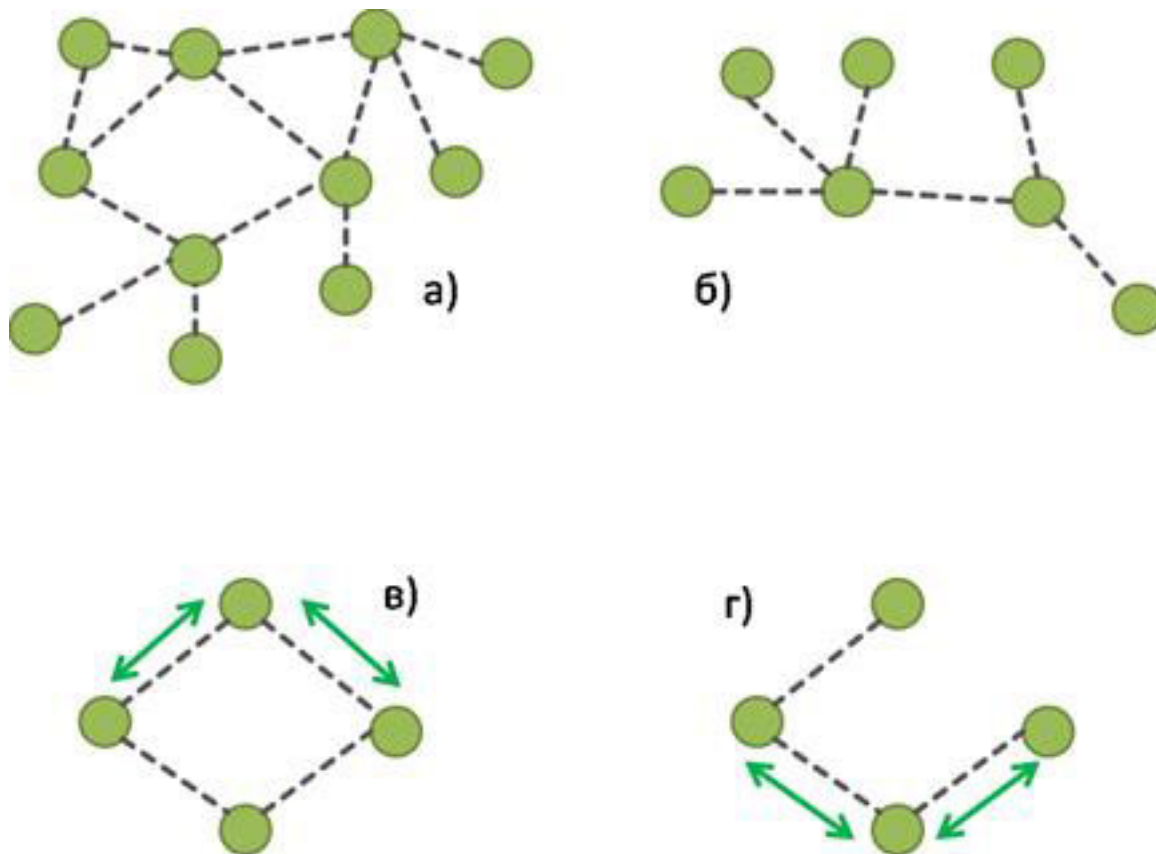


Рис. 6. Топологии сети ZigBee. а) многоячейковая; б) дерево; в) маршрут связи между двумя удалёнными друг от друга узлами сети; г) самовосстановление связи в результате её потери по существовавшему маршруту

Стоит отметить, что технология ZigBee не является единственной в своём классе. Могут быть применены её аналоги, позволяющие сформировать многоячейковую сеть или кластерное дерево. Такие беспроводные технологии связи как WiFi и Bluetooth не применяются для управления светильниками, главным образом из-за своей дороговизны и избыточности. Эти технологии нацелены главным образом на обмен большими объёмами информации (поток видео,

передача звука) и применение их для того, чтобы пару раз в сутки переслать пару байтов — выглядит неразумным.

Для реализации канала управления на основе ZigBee приёмопередатчики, поддерживающие эту технологию, должны быть установлены в устройстве управления на подстанции и в каждом из светильников. При этом, приёмопередатчик светильника может физически располагаться в источнике питания для светодиодов (такие ИП встречаются достаточно редко), а может быть выполнен в виде отдельного устройства в корпусе светильника, которое принимает по радиоканалу информацию от УУ и формирует управляющее воздействие для источника питания светодиодов. Например, ШИМ-сигнал амплитудой 10 В — ИП с управлением по ШИМ-сигналу встречаются гораздо чаще.

Что же касается технологии передачи данных по силовым линиям «PLC», то это понятие включает в себя несколько различных технологий, общим для которых является использование питающих проводов в качестве среды распространения сигнала. При этом схожим так же остаётся принцип (рис. 7): передающее устройство преобразует информацию в высокочастотное напряжение (единицы и даже десятки МГц), которое затем «накладывается» на напряжение питания; принимающее устройство выделяет высокочастотную составляющую, декодирует её и собирает переданное информационное сообщение.

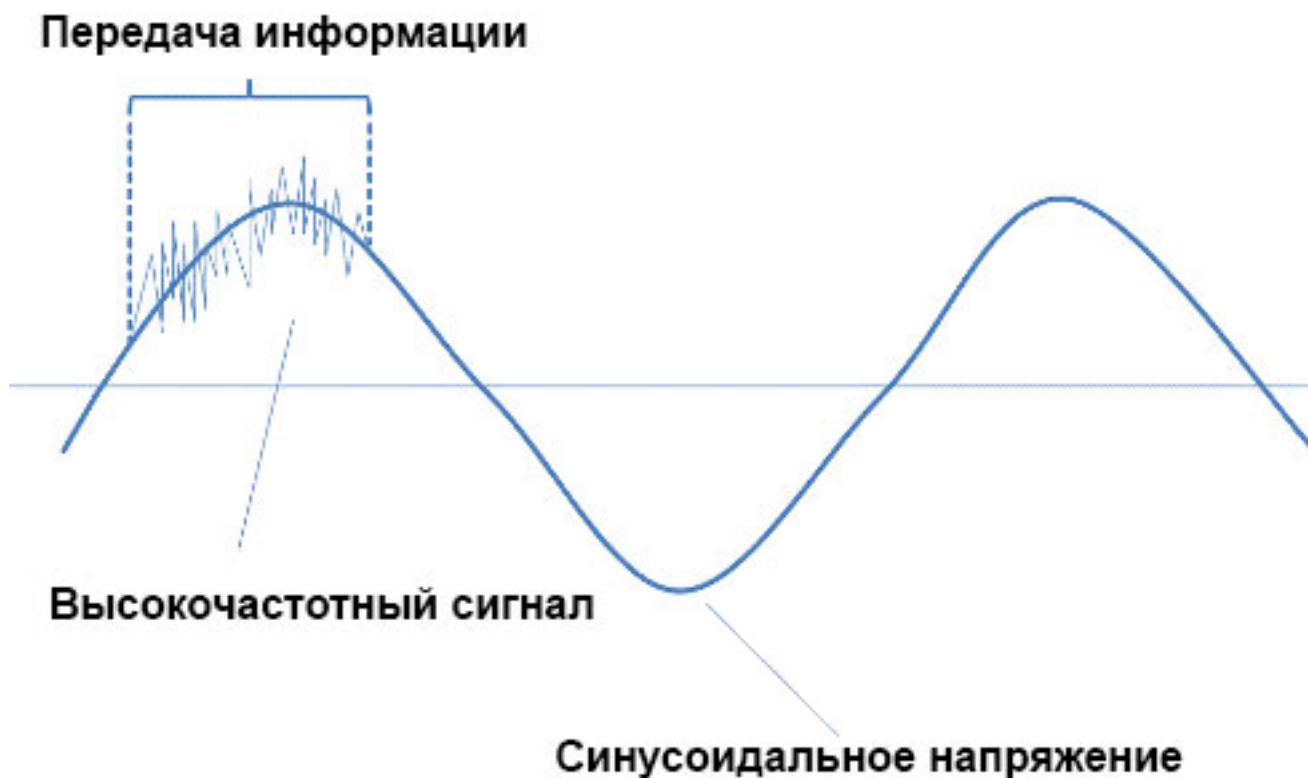


Рис. 7. Передача информационного сообщения в технологии PLC

На сегодняшний день существуют технические решения, позволяющие передавать информацию по силовым линиям на скоростях до 100 Мбит/с, но очевидно, что такие скорости применительно к управлению освещением избыточны. Помимо этого, высокочастотный сигнал, обеспечивающий подобные скорости обмена будет сильно «затухать» при распространении вдоль протяжённой линии освещения. Чтобы снизить влияние физических параметров линии освещения (паразитные ёмкости и индуктивности проводов и монтажных соединений), несущую частоту снижают с десятков МГц до единиц кГц. Однако, такое снижение начинает оказывать влияние на работу ИП

для светодиодов, подключённых к этим же силовым линиям питания. Может понадобиться установка дополнительных фильтров, нивелирующих это влияние.

К минусам технологии PLC стоит отнести: 1) влияние на связь топологи электрической сети, качества её монтажа и электрических соединений; 2) влияние на связь электрооборудования, подключённого к линии питания; 3) создаёт помехи в коротковолновом диапазоне; 4) пропускная способность сети делится между всеми её участниками; 5) есть возможность возникновения отражённых волн, поскольку длина волны информационного сигнала оказывается сравнимой с протяжённостью линии освещения.

Какие же светильники выбрать для использования в системах управления освещением?

Возможность применения [светодиодного светильника](#) в конкретной системе управления определяется тем, каким ИП он укомплектован. Это может быть ИП с индивидуальным управляющим устройством, интеллектуальный ИП с функцией обратной связи, ИП с беспроводным приёмопередатчиком или умеющий расшифровывать PLC-сигналы.

GALAD представляет светодиодные светильники, разработанные специально для освещения дорог и магистралей, а также прочих городских пространств — Волна 2 ДКУ04 Волна или Волна 1 ДКУ05.

Одна из главных областей применения светильников Волна 2 ДКУ04 и Волна 1 ДКУ05 — улицы современных городов, где заботятся не только об освещении, но и об эстетике городского пространства. Стильные, современные светодиодные светильники Волна 2 ДКУ04 и Волна 1 ДКУ05 имеют уникальный дизайн и отлично вписываются в ландшафт города.



Рис. 8. Светодиодные светильники GALAD ДКУ04 Волна 2 и ДКУ05 Волна 1

Данные модели под заказ могут быть выпущены с любым из указанных выше вариантов ИП, и таким образом интегрированы в любой тип системы управления городским освещением.

Выводы

В статье были рассмотрены варианты организации системы управления уличным освещением и оценены их достоинства и недостатки. Поскольку возможность управлять светодиодным светильником зависит от его источника питания, они могут быть использованы во всех указанных вариантах систем управления.

