

# АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Сергей Подлесный, генеральный директор, ООО «Зареалье»

**В статье рассмотрены зарубежные системы управления уличным освещением, а также описана разработка автора с коллегами, в которой значительные функциональные возможности зарубежных систем дополнены интеллектуальным алгоритмом контроля исправности ламп, позволяющим значительно сократить затраты на оборудование средств автоматики.**

## ВВЕДЕНИЕ

Системы освещения улиц и автомагистралей играют важную роль в обеспечении комфорта и безопасности граждан. Перед разработчиками современных систем автоматизированного управления уличным освещением стоят следующие основные задачи:

- обеспечить бесперебойным освещением жилые, общественные и промышленные территории, автотрассы и прочие объекты наземной транспортной инфраструктуры. Под бесперебойным освещением понимают минимальное время от момента выхода ламп из строя до восстановления работоспособности;

- обеспечить экономию электроэнергии, затрачиваемой на освещение. В рамках описания систем управления уличным освещением, мы не рассматриваем энергетическую эффективность самих ламп, но анализируем системные способы сокращения энергозатрат при обеспечении качества освещения;

- обеспечить минимизацию затрат на техническое обслуживание (главным образом, замену ламп).

Сегодня бесперебойное освещение часто обеспечивается с помощью экономических рычагов: организации, ответственные за уличное освещение, платят штрафы за превышение нормативного количества неисправных ламп на своей территории. Таким образом, противоречивые задачи минимизации расходов и оптимизации качества услуг приходят в равновесие.

## ТРАДИЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Сегодня наиболее распространены газоразрядные лампы уличного освещения, заполненные парами ртути или натрия. В последнее время наблюдается тенденция перехода на светодиодные излучатели, но в массовом порядке эта технология пока не применяется. В традиционных

системах управления газоразрядными лампами важнейшую роль играют балластные сопротивления или балласты. Балласты ограничивают мощность до номинального уровня и широко используются для реализации простейших функций управления.

**Индукционные балласты (ИБ)** формируют бросок тока при подаче питания, необходимый для поджига газоразрядной лампы. На этапе устойчивого свечения индукционный балласт (его еще называют магнитным балластом) ограничивает мощность на лампе за счет реактивного сопротивления индуктивности (сам балласт не нагревается). Недостаток магнитных балластов — сдвиг фаз между током и напряжением, т.е. уменьшение  $\cos \varphi$  — исправляют за счет применения конденсаторов и разнообразных схем противофазного включения нескольких ламп, что также снижает стробоскопический эффект от мерцания ламп на промышленной частоте.

**Электронные балласты (ЭБ)** — это полупроводниковые устройства, обеспечивающие нужную последовательность подачи токов поджига и поддержания напряжения на лампе. ЭБ обычно состоят из инвертора преобразующего токи промышленной частоты в токи частотой примерно 20 кГц. Это дает ряд преимуществ: устраняется стробоскопический эффект и повышается яркость свечения газа за счет постоянной ионизации на повышенной частоте. Яркость свечения резко возрастает (на 9%) на частоте около 10 кГц, и далее плавно возрастает при повышении частоты приблизительно до 20 кГц. Работа на высокой частоте позволяет также резко сократить габариты электронных компонентов, повысить их КПД и использовать для ограничения тока через лампу не индуктивность, а конденсатор, тем самым минимизируя потери электрической мощности. Современные ЭБ позволяют плавно регулировать яркость свечения

за счет ШИМ и реализовать различные режимы поджига газоразрядных ламп:

- мгновенный старт: поджиг ламп без предварительного разогрева катодов импульсом напряжения около 600 В. С энергетической точки зрения это наиболее эффективный способ, но он приводит к мощной эмиссии ионов с поверхности холодного катода, что укорачивает срок службы ламп при частом включении;

- быстрый старт: одновременная подача энергии поджига и прогрев катодов. При работе в таком режиме тратится некоторое количество энергии на постоянный подогрев катодов;

- программируемый старт: последовательная подача энергии сначала на подогрев катодов, а затем на поджиг электронной дуги. Этот способ обеспечивает наиболее длительный срок службы газоразрядных ламп, высокую экономичность и максимальное количество циклов включения — выключения.

ЭБ часто оснащают средствами дистанционного управления контролем. В качестве сетевых протоколов обычно используются LonWorks, DMX-512, DALI, DCI. Например, широко распространенный протокол LonWorks, разработанный Echelon Corporation, может использовать в качестве транспортной среды силовой кабель, по которому подается питание на лампу. В этом протоколе определены методы адресации, маршрутизации и управления. Таким образом, ЭБ является своеобразным «выключателем» для ламп уличного освещения, обеспечивая энергосбережение, продление ресурса ламп и дистанционное управление. Для автоматизации включения и выключения ламп уличного освещения чаще всего используют датчики уровня освещенности. Алгоритм работы таких систем предельно прост: при снижении уровня яркости ниже заданного порога (сумерки) лампы включаются, и выключаются при превышении порога срабатывания.

К недостаткам таких систем можно отнести трудности калибровки датчиков, чувствительность датчиков к загрязнению, невозможность реали-

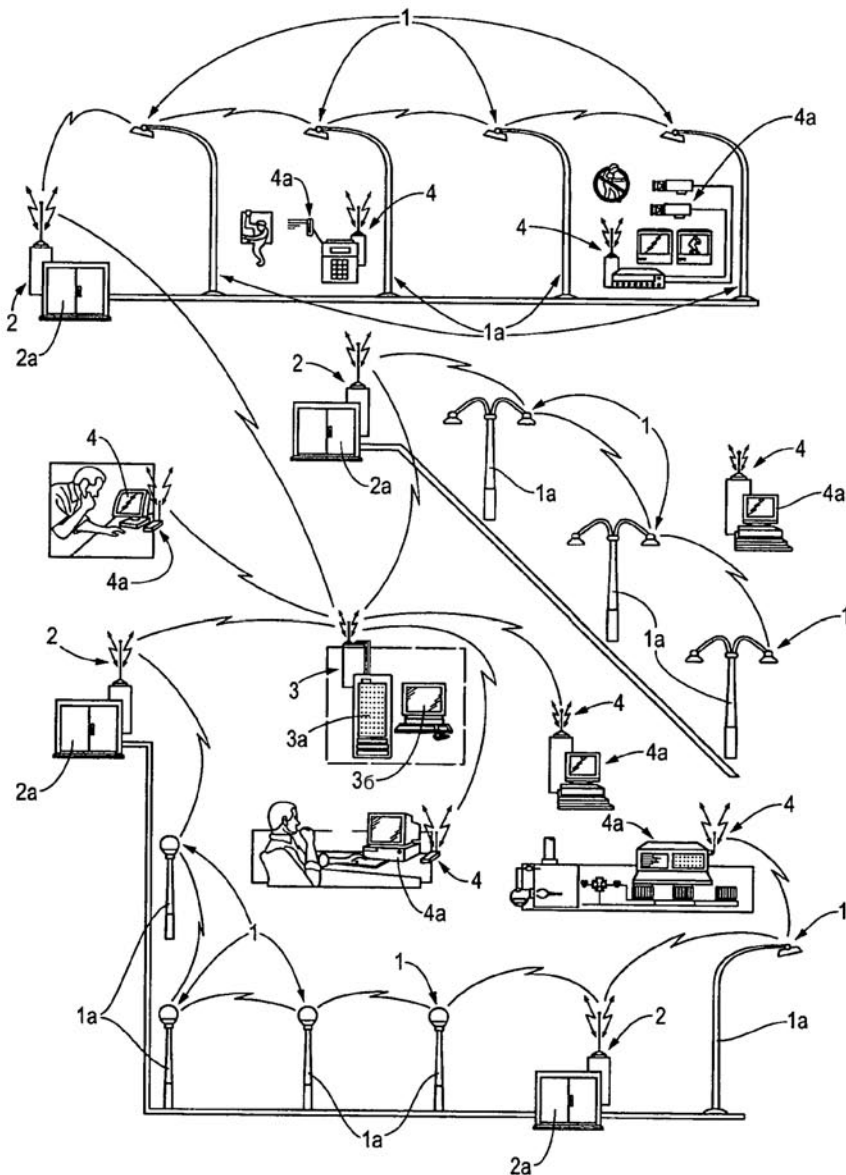


Рис. 1. Трехуровневая система автоматического управления уличным освещением:

1 – блок непосредственного управления лампой; 1а – уличные фонари; 2 – зональные радиопередатчики; 2а – зональные шкафы управления; 3 – центральный радиопередатчик; 3а – центральный сервер территории; 4 – зональный радиопередатчик дополнительного оборудования (не связанного с задачами уличного освещения); 4а – дополнительное оборудование.

защиты энергосберегающих алгоритмов работы (например, затемнения или выключения части ламп в глухое ночное время, когда полное освещение не требуется). Интересный метод управления уличным освещением в соответствии с уровнем освещенности окружающей среды предложила корейская фирма Stwol. Вместо фотодатчика применили встроенный GPS-приемник и вычислительное устройство. Зная координаты географического местоположения контроллера уличного освещения и астрономическое время, получаемое со спутников системы глобального позиционирования, вычислитель определяет точ-

ное время захода и восхода солнца. Контроллер включает освещение за 15 минут до наступления сумерек (момента, когда центр солнца находится под  $6^\circ$  над горизонтом) и выключает освещение через 10 минут после восхода солнца в данной точке земного шара. Очевидно, что данная система нечувствительна к оптическому загрязнению и неточной калибровке фотодатчиков.

Альтернативным методом автоматического управления в системах уличного освещения является использование графика включений и выключений освещения. При таком подходе контроллер на основании даты, дня недели

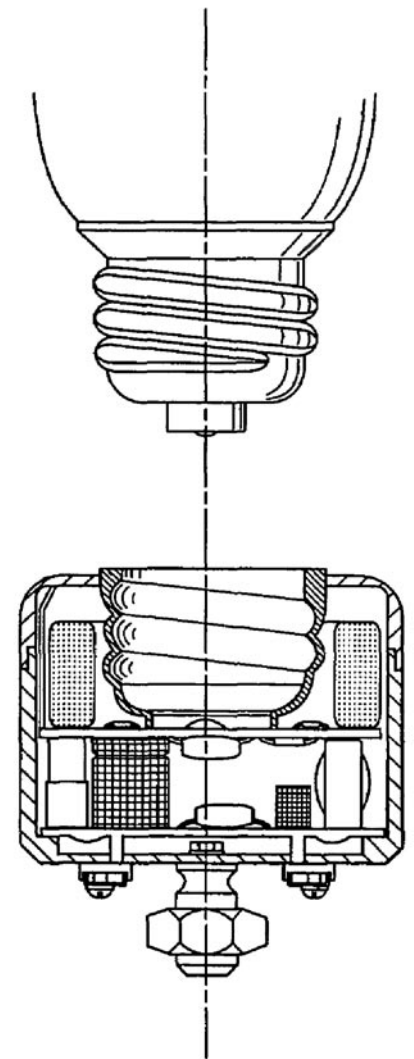


Рис. 2. Блок управления лампой

(будни или выходные) и времени суток включает или выключает освещение. Этот метод является простым и эффективным и позволяет реализовывать в том числе энергосберегающие схемы освещения, учитывать потребность в праздничной иллюминации и т.д.

### СПОСОБЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Системы автоматического управления уличным освещением обычно работают под управлением зонального контроллера или сервера. В зависимости от алгоритма управления, контроллер формирует сигнал, например, включения группы уличных фонарей. Для передачи этого сигнала на исполни-

Таблица 1. Сравнение способов передачи сигналов управления

|  | Слаботочное управление  | GSM-канал   | Силовые линии электропередачи   | Радиоканал   |
|--|---|---|---|--|
| Адресация (экономически целесообразно)         | Возможно управления отдельными лампами                                | Только групповое управление   | Только групповое управление   | Только групповое управление  |
| Способ управления                              | Цифровой протокол управления, например на основе календарного графика | Телефонный звонок или SMS на контроллер в шкафу управления  | Управление по силовому кабелю, подключенному к контроллеру в шкафу управления   | Передача радиосигнала из диспетчерской на приемник в шкафу управления  |
| Факторы, влияющие на надежность                | Накопление ошибки отсчета времени                                     | Зависимость от загруженности публичной сети оператора GSM. Невозможность управления при отказе (перегрузке) сети. | Риск ошибочного управления при невозможности контроля состояния силовых линий (например, при пробое изоляции). При отказе требуется ручное переключение кабеля.       | Зоны радиотени, радиомехи могут вызвать невозможность приема сигнала управления  |
| Трудозатраты                                   | Высокие трудозатраты при настройке календарного графика               | Низкие трудозатраты за счет использования сети публичного использования   | При индивидуальном управлении лампами прокладка кабелей трудозатратна   | Высокие трудозатраты при установке приемопередатчиков  |
| Охват территории                               | Календарный график требует привязки к городу/области                  | Управление возможно только в зоне действия сотовой сети   | Необходимость прокладки отдельного кабеля к каждой точке управления. Длина контрольного силового кабеля не может превышать 1 км. Емкость шкафа управления ограничена. | Управление возможно лишь в зоне уверенного приема радиосигнала. Требуются релейные приемопередатчики для расширения зоны приема. |
| Размер территории                              | Район города, небольшой населенный пункт                              | Город и ближайший пригород  | Ограниченная территория (квартал и т.п.)  | Город и пригород, территория вдоль автострад   |
| Стоимостные факторы                            | Индивидуальный блок управления в каждом фонаре                        | Абонентская плата и плата за соединение, передачу сообщений или т.п.  | Стоимость прокладки индивидуальных силовых кабелей  | Стоимость оборудования диспетчерской, релейных станций и приемников  |
| Факторы, влияющие на стоимость техобслуживания | Постоянно необходима корректировка таймера                            |   | Высокие затраты на ремонт электрооборудования   | Требуется квалифицированный диспетчер  |

тельные устройства (обычно электронные балласты ламп уличных фонарей) используются следующие средства:

- слаботочные сигнальные линии (витые пары, RS-485, Ethernet и т.д.);
- радиоканал;
- GSM-канал;
- передача ВЧ-сигнала по силовому кабелю 380 В, 50 Гц электропитания ламп освещения.

Сравнение преимуществ и недостатков каждого способа приведено в таблице 1. Независимо от способа передачи сигнала дистанционного управления, современные системы автоматического управления уличным освещением (см. рис. 1) строят по трехуровневой архитектуре:

- блок непосредственного управления лампой или группой ламп в фонаре уличного освещения;
- шкаф зонального уровня управления (улица или квартал);
- центральный сервер территории.

В такой системе любую лампу можно включить или выключить сигналом с центрального сервера. Это достигается применением блоков непосредственного управления лампой (см. рис. 2). Расплата за подобные удобства – высокая стоимостью аппаратной части. В случае реализации радиочастотного метода передачи сигналов к блоку 1, каждый блок должен иметь собственный адрес (например, IP-адрес в рамках протокола TCP/IP). При реализации городских

проектов уличного освещения количество блоков и, соответственно, адресов может составлять 50–100 тысяч. Возникает задача первичного задания адресов и привязка к местности для отображения статуса лампы на экране компьютера. Такая задача решается, например, в [1] следующим образом: блоку управления при поставке присваивается адрес по умолчанию. Центральный сервер периодически производит опрос устройств. Сетевой протокол гарантирует, что при совпадении адресов будет выбрано только одно устройство. При наличии блока с адресом по умолчанию, центральный сервер передает такому устройству команду на установку уникального адреса, а оператор осуществляет привязку этого адреса к территории. Очевидно, что процедура начальной конфигурации очень трудоемкая.

Система индивидуального управления каждой лампой по GSM-каналу на практике не применяется из-за высокой стоимости GSM-модемов и необходимости установки индивидуальных SIM-карт в каждый блок и последующего учета расходов. Поэтому GSM-канал используют только на уровне зонального шкафа управления. Ниже будет показано как в разработке автора с коллегами преодолен этот недостаток систем управления на базе GSM-канала.

Трехуровневый принцип построения систем управления освещением распространяется не только на мето-

ды дистанционного управления включением или выключением отдельных ламп, но и на функциональные возможности системы. Например, фирма DotVision (Франция) предлагает следующие варианты управления уличным освещением:

- индивидуальное управление с помощью интеллектуальных ЭБ;
- зональное управление освещением с дистанционным регулированием мощности;
- зональное управление освещением с телеметрией.

Первый вариант обеспечивает максимальные возможности управления с адресацией каждой лампы уличного освещения. Система состоит из ЭБ-блока с приемопередатчиком данных по радиоканалу или ВЧ-сигнала по силовому кабелю, зонального контроллера в уличном шкафу управления и территориального сервера. Такой вариант обеспечивает максимальные возможности экономии электроэнергии и высочайшее качество обслуживания населения за счет контроля состояния каждой лампы.

Второй вариант – компромисс между стоимостью системы и возможностями экономии электроэнергии. Это решение включает вариатор мощности, устанавливаемый в зональном шкафу управления, и телеметрическую систему на базе протоколов Modbus или LonWorks. Территориальный сервер передает сигналы управления и

Таблица 2. Результаты применения различных вариантов автоматизации управления уличным освещением

|                                 | Индивидуальное управление с помощью интеллектуальных электронных балластов   | Зональное управление освещением с дистанционным регулированием мощности   | Зональное управление освещением с телеметрией       |
|---------------------------------|--|---|---|
| Энергопотребление               | Экономия до 46% по мощности, до 40% по стоимости (в зависимости от цены на электроэнергию)   | Экономия до 26% по мощности, до 15% по стоимости                          |   |
| Техническое обслуживание        | Экономия до 20% на замене ламп, до 80% на полевых ремонтных работах  | Экономия до 30% на полевых ремонтных работах                              | Экономия до 30% на полевых ремонтных работах        |
| Воздействие на окружающую среду | Снижение выработки CO <sub>2</sub> на 50% (из-за экономии электроэнергии)  | Снижение выработки CO <sub>2</sub> на 20% (из-за экономии электроэнергии) |   |
| Качество обслуживания населения | Обнаружение 99% неисправных ламп в течение 12 часов  | Обнаружение 30% неисправных ламп в течение 12 часов                       | Обнаружение 30% неисправных ламп в течение 12 часов |
| Средний срок окупаемости        | 7 лет далее значительная экономия  | 7 лет далее умеренная экономия  | 6 лет далее незначительная экономия                 |
| Дополнительные преимущества     | Возможность использования системы для мониторинга окружающей среды на территории (температура, влажность, давление воздуха, загрязненность воздуха, уровень шума). |   |   |

собирает телеметрическую информацию с зональных контроллеров.

Третий вариант не предполагает экономии электроэнергии, однако включает зональный контроллер с функциями обнаружения неисправностей, телеметрии и дистанционного включения/выключения ламп. Территориальный сервер передает сигналы управления и собирает телеметрическую информацию с зональных контроллеров. Результаты применения описанных вариантов автоматизации управления уличным освещением приведены в таблице 2

### ФУНКЦИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Рассмотрим современную систему управления уличным освещением на примере системы, создаваемой в Осло. Это первый крупномасштабный проект переоборудования системы уличного освещения в Европе. Он предусматривает установку за три года около 55 тыс. ЭБ, управляемых по существующим силовым цепям с помощью технологии фирмы Echelon (разработчика протокола LonWorks). В апреле 2006 г. уже были установлены первые 6500 фонарных столбов. Цель проекта – сократить вдвое затраты на электроэнергию при повышении качества обслуживания населения и снижении издержек на техническое обслуживание. Затраты на установку системы окупятся за пять лет.

Итак, проект предусматривает замену 55 тыс. устаревших магнитных балластов интеллектуальными ЭБ производства SELC Ireland Ltd. (Ирландия). Балласты поддерживают обмен данными по силовому кабелю с помощью протокола LonWorks. Данные от ЭБ концентрируются приблизительно в тысяче зональных контроллерах Echelon i.LON 100 Internet Server. Контроллеры взаимодействуют с центральным сервером по бес-

проводной технологии GPRS (используя сеть сотового оператора связи). Центральный сервер для сбора и анализа информации использует программное обеспечение DotVision Streetlight Suite и Philips StarSense. Интеллектуальные ЭБ обладают следующими возможностями:

- управление включением и яркостью свечения лампы;
- обмен данными по ВЧ через силовые кабели питания;
- измерение силы тока через нагрузку (лампу);
- измерение температуры окружающей среды;
- измерение уровня освещенности окружающей среды;
- измерение фазового сдвига между током и напряжением питания лампы.

Зональные контроллеры выполняют следующие функции:

- обмен данными с ЭБ-блоками по ВЧ-сигналу, передаваемому через силовые кабели питания;
- маршрутизация сигналов управления электронными балластными блоками;
- обмен данными с центральным сервером по каналу GPRS;
- регистрация и накопление измерительных данных об энергопотреблении, полученных от электронных балластных блоков;
- сбор и накопление информации от датчиков погоды и датчиков плотности автомобильного движения;
- расчет уровня естественной освещенности от солнца и луны на основе встроенных астрономических часов;
- учет времени работы ламп во включенном состоянии для определения ресурса ламп;
- управление яркостью свечения отдельных ламп (через балластные блоки) на основе алгоритма, учитывающего время года, погодные условия и плотность транспортного потока;
- контроль наличия напряжения питания в шкафу управления;

- измерение токов в силовых кабелях, питающих лампы;
- измерение индукционных токов;
- обнаружение утечек из-за повреждения изоляции;
- измерение коррозионного потенциала;
- передача аварийных сообщений на центральный сервер при обнаружении аварийных событий или отказа ламп.

Центральный сервер обладает следующими возможностями:

- веб-портал для мониторинга состояния всех компонентов системы и непосредственного управления зонами и отдельными лампами;
- представление информации на географических картах;
- анализ поведения элементов системы;
- обнаружение неисправностей;
- измерение энергопотребления в территориальном, административном и географическом разрезе;
- планирование замены ламп по территориальному или административному принципу на основе учета ресурса фактической работы каждой лампы и сведений об отказах;
- оперативное управление зонами, группами и отдельными лампами, например, с целью замены ламп или проверки изоляции.

Преимущества использования GPRS-канала для связи между компонентами системы:

- минимальные затраты на установку оборудования;
- широкий территориальный охват в условиях города;
- высокая степень защиты данных;
- использование TCP/IP протокола на всем протяжении от сервера до конечного устройства;
- низкая стоимость передачи данных (зависит от объема трафика, а не от времени соединения);
- наличие бесплатных объемов до 1 Мбайта в месяц в prepaid тарифах.

Таблица 4. Основные функциональные возможности системы GSM Control

| Выполняемая функция   | Способ реализации  | Примечания   |
|---|--|--|
| Включение-отключение уличного освещения   | По графику   | Спортивные сооружения, городские площади и другие объекты могут включаться как по сигналу датчика освещенности, так и по графику. Не всегда необходимо поддерживать полное освещение в течение всей ночи.<br>Часто одну из фаз отключают в поздние ночные часы для экономии электроэнергии. Либо понижают напряжение на лампах трансформаторами. Оба этих режима поддерживаются нашей системой.  |
|   | По сигналу датчика освещенности  | Наиболее часто используемый способ управления уличным освещением. В нашей системе датчик освещения можно подключать к каждому индивидуальному контроллеру (при необходимости)<br>Обычно, используется ведущий контроллер, оснащенный датчиком, и управляющий некоторым количеством ведомых контроллеров. В нашей системе управление от ведущего к ведомым осуществляется нетарифицируемыми (бесплатными) телефонными звонками, т.е. беспроводным образом. В качестве дополнительного преимущества, укажем постепенное включение групп ламп, что снижает пиковое энергопотребление<br>Предусмотрен режим автоматического включения ведомых контроллеров случае отсутствия команды от ведущего контроллера, например, на 10 минут позже среднего времени включения ламп за последние дни |
|   | Ручное управление  | Необходимо, например, при ремонте (замене ламп). Электрик может послать сигнал ручного отключения со своего мобильного телефона, при этом не требуется пульт управления в поле. Предусмотрены, например, режимы сервисного включения ламп на 15 минут с автоматическим отключением для визуального обнаружения перегоревших ламп<br>Предусмотрены функции для предотвращения неавторизованного включения/выключения освещения  |
| Режимы работы и параметры вводятся с помощью графического интерфейса через компьютер с помощью программного комплекса GSM-Control разработки ООО «Зареалье»   |  |  |
| Один блок управления (контроллер) может контролировать 6 фаз. Это включает измерение тока в 6 фазах и напряжение в двух трехфазных линиях. Это позволяет одному контроллеру управлять шестью отдельными группами ламп, ориентировочно по 30 ламп в каждой группе. |  |  |
| Функции мониторинга состояния ламп и сигнализация о необходимости замены.   | Система использует статистические исследования для оптимизации замены ламп с учетом стоимости трудозатрат, с целью оптимизации стоимости обслуживания системы.   |  |
|   | Система контролирует старение ламп и планирует замену ламп, срок эксплуатации которых заканчивается.   |  |
|   | За счет применения статистических методов обработки трехфазных измерений, система способна обнаруживать неисправность единичных ламп в группах по 30 ламп. Это позволяет использовать один контроллер на такую группу, что снижает себестоимость системы по сравнению с индивидуальными контроллерами в 4 раза |  |
| Функции безопасности  | Предусмотрено автоматическое включение освещения в случаях сбоя передачи команд по беспроводному каналу  |  |
|   | Гарантируется минимальное время удержания ламп во включенном состоянии 15 минут  |  |
|   | Система защищена от неавторизованного управления   |  |
|   | Система снижает пиковую нагрузку на электросеть в моменты включения освещения  |  |
|   | Система генерирует экстренные сообщения в случаях  | Включение ламп без необходимости<br>Невключение ламп при подаче команды на включение<br>Неисправность датчика освещения<br>Сбой получения команды ведомым контроллером<br>Неисполнение команды на снижение напряжения  |

Фирма Amplex (Дания) предлагает свое решение для управления уличным освещением, полностью построенное на основе GPRS-канала. Управление ограничивается зональным уровнем, когда контроллеры Amplight устанавливаются в шкафу, управляющем группой до 50 ламп. При этом достигаются высокие показатели по энергосбережению за счет снижения яркости в позднее ночное время, однако отсутствует возможность обнаружения неисправности отдельных ламп. Характеристики зонального контроллера Amplight приведены в таблице 3:

### ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ

ООО «Зареалье» (Москва) в сотрудничестве с FF-Automation OY (Финляндия) разработало систему управления и контроля для уличного освещения на базе GSM-контроллеров Autolog и сервера SCADA-системы GSM Control. В этой системе преодолено серьезное ограничение, присутствующее, например, в описанной выше системе Amplex, которая тоже основана на GSM-сети передачи данных. Относительно высокая стоимость GSM-контроллеров не позволяет использовать их для управления индивидуальными лампами. Типичные системы зонального управления, однако, не могут достоверно обнаруживать перегоревшие лампы, так как обычно ориентированы на измерение тока в силовой цепи питания группы из 30...50 ламп. При выходе из строя одной или двух ламп возможный разброс напряжения сети не позволяют отследить снижения тока в групповой цепи.

В системе GSM Control для обнаружения неисправности ламп применяется датчик напряжения совместно с датчиком тока в группе. Измерения тока и напряжения статистически обрабатываются, и поэтому погрешности, связанные с разбросом характеристик ламп и их изменением во времени сглаживаются. Система способна обнаружить отказ одной лампы в группе из 30 ламп, что делает применение GSM-контроллера экономически оправданным. При отказе лампы в группе зональный контроллер посылает сигнал тревоги на сервер, и ремонтная бригада способна визуально обнаружить неисправную лампу на небольшом участке дороги, на котором установлены указанные 30 ламп. Это значительно экономичнее, чем организация патрулирования территории обслуживания сервисной организации в ночное время для обнаружения перегоревших ламп.

Таблица 3. Характеристики контроллера Amplight

| GSM                 | Диапазон 900/1800; GPRS multi-slot класс 8; сертификация ЕЭС  |
|---------------------|---|
| Внешние подключения | 5 релейных выходов 240 В/6 А; 2 дискретных входа 0-5В; 1 аналоговый вход 0...10 В; 2 дискретных выхода с открытым коллектором до 24 В; 1 порт RS485; 1 порт RS232; сервисный порт; гнездо антенны; источник питания 10...40 В |
| Габариты            | 157 × 68 × 49 мм  |
| Монтаж              | DIN-рейка   |
| Дисплей             | 2-строчный алфавитно-цифровой ЖК  |



Рис. 3. Пример использование системой GSM Control карты Google Maps для представления информации

Система обнаруживает лампу, которая еще не вышла из строя, но ресурс которой, исчерпан. Газоразрядные лампы перед тем, как прекратить свечение, переходят в прерывистый режим. Цифровая фильтрация измерительных данных позволяет обнаружить такой режим работы одной лампы в группе, и передать аварийный сигнал в центральный сервер для планирования замены.

GSM Control может использовать Google Maps для картографического представления информации, в котором совмещается изображение со спутника в высоком разрешении с векторной картой дорог и улиц (см. рис. 3). Система также обеспечивает доступ к телеметрической информации каждого зонального контроллера в графическом и табличном виде с возможностью выгрузки в Excel.

Система GSM Control обеспечивает богатый набор функций для построения современной системы автоматического управления уличным освещением (см. табл. 4).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из приведенного обзора видно, что наибольших успехов в построении современных ресурсосберегающих

систем управления уличным освещением добились страны Северной Европы. Вероятно, причинами являются высокая цена электроэнергии и относительно короткий световой день (в зимний период). Россия находится в еще более жестких условиях по продолжительности светового дня. И хотя стоимость электроэнергии у нас ниже, чем в Европе, не следует пренебрегать возможностью экономии при модернизации дорожной инфраструктуры и жилищно-коммунального хозяйства. Перспективным является также освоение массового производства современных балластных блоков с функциями, описанными в данной статье. Только в Европе, по оценкам, предстоит замена 120 млн. балластных блоков, причем директива ЕС (№2000/55/ЕС), предписывающая обязательное применение электронных балластных блоков для экономии электроэнергии. Общемировой рынок оценивается в 500 млн. шт. Это неплохой шанс для отечественных разработчиков электронных компонентов!

### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент США №7123140, 17 октября 2006