

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ ГИБКОЙ СТРУКТУРЫ*

Д.А. Шнайдер, Е.И. Крахмалев

STREET ILLUMINATION CONTROL SYSTEMS OF FLEXIBLE STRUCTURE

D.A. Shnayder, E.I. Krakhmalyov

В статье рассмотрены недостатки современных систем управления уличным освещением традиционной структуры, предложена новая структура автоматизированной системы управления освещением с распределенной силовой частью, рассмотрены технологии связи между элементами распределенной системы управления.

Ключевые слова: освещение, управление, передача данных.

Lacks of modern control systems of street illumination with traditional structure are considered. A new structure of the automated control system with the distributed power part is proposed, technologies of communication between elements of the distributed control system are considered.

Keywords: illumination, control, data transmission.

Введение

Одним из основных факторов повышения эффективности использования электрической энергии, затрачиваемой на уличное освещение, является внедрение систем автоматического управления и диспетчерского контроля. Эффективность применения автоматического управления уличным освещением обусловлена нормативными документами [1, 2], допускающими снижение уровня наружного освещения в ночные часы до 50 %. Кроме того, допускается с целью получения дополнительной экономии электроэнергии в вечернее и утреннее темное время суток снижать уровень освещения: на 30 % при уменьшении интенсивности движения до 1/3 максимальной величины; на 50 % при уменьшении интенсивности до 1/5 максимальной величины. При этом из соображений безопасности снижение уровня освещения на 1/3 путем прямого отключения питания одной из фаз, практикуемое в ряде организаций, нельзя считать приемлемым, так как при этом возникают локальные зоны с крайне низким уровнем освещенности, что отрицательно сказывается на безопасности

пешеходов и водителей. Отсюда актуальной задачей является создание автоматизированных систем управления, реализующих функции плавного регулирования уровня уличного освещения в соответствии с заданными алгоритмами управления. Решение данной задачи требует разработки принципов структурной организации и методов управления освещением, обеспечивающих требуемую функциональность, гибкость, надежность и энергоэффективность систем уличного освещения.

В общем виде структура традиционной системы управления включает в себя следующие уровни:

1. Верхний уровень автоматизированного диспетчерского управления (АСДУ), включающий сервер базы данных и автоматизированные рабочие места (АРМ) пользователей на базе ПЭВМ.

2. Средний уровень, представленный автоматизированными пунктами питания (АПП) линий освещения, подключенных с помощью проводных либо беспроводных линий связи к серверу верхнего уровня.

3. Нижний (полевой) уровень, представленный светильниками, подключенными к АПП.

* Работа выполнена в рамках реализации федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

Шнайдер Дмитрий Александрович - канд. техн. наук, доцент кафедры автоматики и управления ЮУрГУ; shnayder@ait.susu.ac.ru

Крахмалев Евгений Игоревич - аспирант кафедры автоматики и управления ЮУрГУ; christian_e@raail.ru

Shnayder Dmitry Aleksandrovich - PhD, assistant professor of Automation and Control Department of SUSU; shnayder@ait.susu.ac.ru

Krakhmalyov Evgeny Igorevich - postgraduate student of Automation and Control Department of SUSU; christian_e@mail.ru

Верхний уровень рассматриваемой структуры представляет собой традиционное решение для систем промышленной автоматизации и включает в себя систему управления базой данных (СУБД), например Oracle, MS SQL и др., а также SCADA-систему одного из производителей, широко представленных на рынке (НПО «МИР», НПП «Политех-Автоматика» и др.). Поэтому далее остановимся на рассмотрении структуры взаимодействия АПП с устройствами полевого уровня.

Современные АПП линий освещения ведущих производителей представляют собой достаточно сложные и multifunctionальные электротехнические устройства, включающие блок автоматического управления освещением по временному расписанию и/или по сигналу с фотореле, блок связи с диспетчерским пунктом (GSM/GPRS-модем, сеть Ethernet и др.), электросчетчик и бесконтактный силовой блок управления, обеспечивающий повышенную надежность по сравнению с традиционными электромагнитными пускателями. При этом, однако, вследствие больших нагрузок и пиковых токов, достигающих 100 А и более по каждой фазе, бесконтактный силовой блок представляет собой достаточно габаритное устройство, оснащенное мощным радиатором охлаждения силовых элементов, а также системами электронных силовых защит и блокировок. Указанные факторы приводят к существенному удорожанию АПП (до 1,5 раз), увеличению его габаритов и снижению энергоэффективности. Кроме того, использование традиционных АПП, реализующих функции пофазного управления нагрузок, не решает проблемы безопасного снижения уровня освещенности в ночное время, о чем уже говорилось ранее. Поэтому с точки зрения энергосбережения вариант структурного построения системы управления освещением, основанный на использовании АПП с силовыми бесконтактными блоками управления, на наш взгляд нельзя считать оптимальным.

От указанных недостатков свободна рассматриваемая далее структура автоматизированной системы управления освещением с распределенной силовой частью. В такой системе функции коммутации нагрузок выполняют электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА), устанавливаемые непосредственно в светильниках. Управление и контроль режимов работы ЭПРА осуществляется при помощи встроенных локальных интеллектуальных регуляторов, оснащенных интерфейсами связи с АПП. При этом в самих АПП вместо громоздких силовых блоков предусматриваются интерфейсы связи с ЭПРА, обеспечивающими индивидуальный контроль и регулирование уровня освещенности каждого светильника.

Ключевым вопросом в реализации рассматриваемой распределенной структуры является вопрос технологии передачи данных между АПП и ЭПРА светильников. Наиболее перспективными

вариантами организации передачи данных, на наш взгляд, являются:

1) передача цифровых сигналов управления по отдельному проводнику в составе самонесущего изолированного провода (СИП);

2) передача сигналов управления по силовым питающим линиям при помощи PLC-модемов, устанавливаемых в ЭПРА и в АПП;

3) применение для передачи данных мало-мощной радиосети стандарта ZigBee.

Рассмотрим особенности указанных вариантов структурной организации распределенной системы управления освещением.

Первый вариант (рис. 1) отличается относительной простотой и дешевизной приемо-передающих устройств, а также высокой помехоустойчивостью канала связи. Однако его недостатком является необходимость прокладки СИП с дополнительной жилой, что увеличивает его стоимость. При этом оценочные расчеты показывают, что увеличение стоимости СИП практически компенсируется низкой стоимостью приемо-передатчиков, что в настоящее время позволяет рекомендовать данный вариант в качестве базового для построения систем управления.

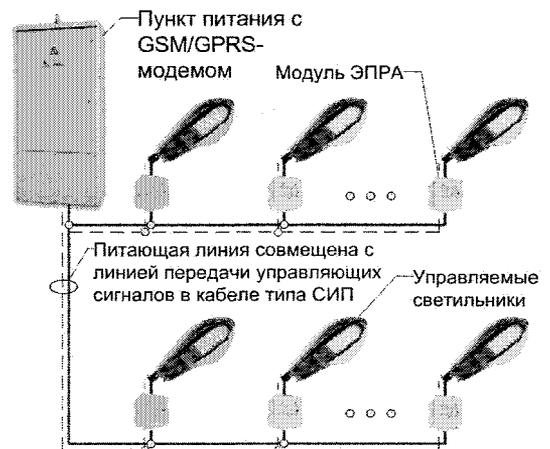


Рис. 1. Структура системы с передачей сигналов управления по отдельному проводнику в составе СИП

Вариант передачи данных с использованием PLC-модемов (рис. 2) достаточно широко применяется в системах связи различного назначения. Современные PLC-модемы обладают хорошей помехоустойчивостью и обеспечивают необходимую для целей распределенного управления освещением скорость передачи данных. Недостатками данной технологии является относительно высокая стоимость модемов и ограниченная дальность связи, зависящая от состояния питающих линий и действия помех. Поэтому практическое применение данного варианта имеет ряд ограничений и требует в общем случае реализации механизма ретрансляции данных, передаваемых от источника к удаленному потребителю сигнала.

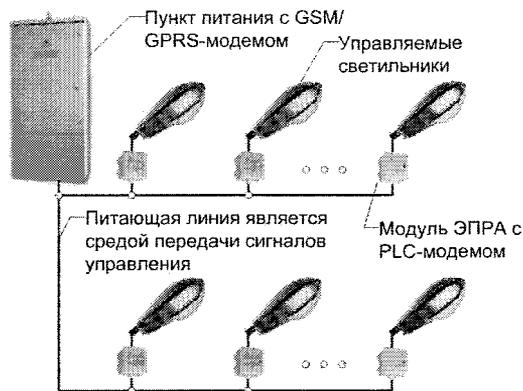


Рис. 2. Структура системы с передачей сигналов управления с помощью PLC-модемов

Вариант на основе радиointерфейса ZigBee (рис. 3) отличается наибольшей гибкостью и высокой надежностью за счет реализованного на системном уровне механизма ретрансляции данных и структурного резервирования каналов связи. Суть данного механизма состоит в динамическом поиске и гибком изменении структуры сети, обеспечивающих оперативную реализацию резервных каналов связи при выходе из строя одного либо нескольких элементов сети. При этом условием работы сети при этом является обеспечение максимального расстояния между ближайшими работоспособными элементами сети не выше максимальной дальности связи приемопередатчиков, составляющей около 100 м. Кроме того, стоимость приемопередатчиков ZigBee в настоящее время еще достаточно высока, что также несколько ограни-

чивает возможности применения данной технологии на практике.

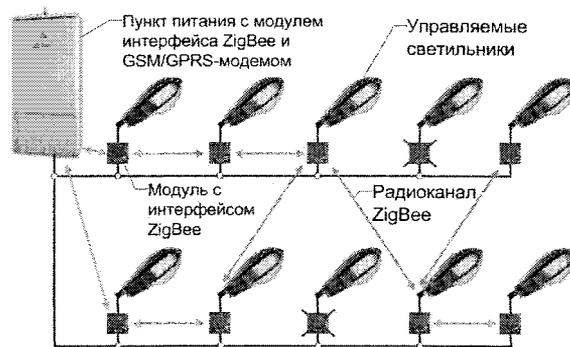


Рис. 3. Структура системы с передачей сигналов управления с помощью радиомодулей стандарта ZigBee

Итоговый выбор варианта структурной организации автоматизированной системы управления уличным освещением зависит от особенностей конкретной системы освещения, объемов финансирования и должен основываться на результатах технико-экономических расчетов.

Литература

1. СНиП 23-05-95. *Естественное и искусственное освещение*. - Введ. 1996-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1995.
2. *Методические рекомендации по определению стоимости эксплуатации объектов уличного освещения*. Центр муниципальной экономики и права. - М., 2006.

Поступила в редакцию 2 июня 2010 г.