

УДК 621.311:658.26

А.К. Мусолин, В.В. Клёнов**УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ
ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Предложено решение проблемы экономного расходования электроэнергии при освещении помещений промышленного назначения путём использования микропроцессорных систем управления техническими средствами освещения.

Цель работы – решение проблемы экономного расходования электроэнергии при освещении помещений промышленного назначения.

На освещение помещений промышленного назначения в среднем расходуется до 10 % потребляемой электроэнергии. Причём потребление электрической энергии на освещение происходит неравномерно в течение суток, недели, года.

Характер изменения суточного потребления электрической энергии удобно представить в виде графика электрической нагрузки [1]. Суточное изменение электрической нагрузки представлено на рисунке 1 (P_{cp} - средняя нагрузка, P_{min} - минимальная нагрузка, P_{max} - максимальная нагрузка).

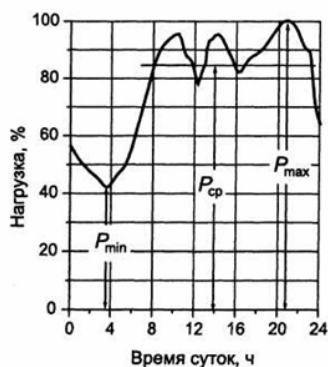


Рисунок 1 – Суточное изменение электрической нагрузки

Как видно из графика, основной пик потребления электрической энергии приходится на вечернее время. Это в большей степени связано с тем, что в вечернее время значительно снижается уровень естественного освещения (солнечной радиации).

При достаточном уровне дневного освещения уменьшение мощности, потребляемой лампами, или полное выключение ламп позволяют

добиться серьезной экономии электроэнергии. Соответственно снижение энергопотребления с сохранением комфортного уровня освещения рабочих мест является одной из главных задач при создании современных систем внутреннего освещения.

Снижение потребления электрической энергии на освещение промышленных помещений, с сохранением требуемого комфортного уровня освещения рабочих мест можно осуществить за счёт [2]:

- замены ламп накаливания люминесцентными лампами, что в 6 раз снижает электропотребление;

- применения металлогалогенных ламп вместо люминесцентных для систем освещения, устанавливаемых на высоте более 5 м от уровня освещаемой поверхности;

- более широкого применения местных источников освещения;

- автоматического поддержания заданного уровня освещенности с помощью частотных регуляторов питания люминесцентных ламп, частота которых пропорциональна требуемой мощности освещения, что позволяет достичь экономии электроэнергии до 25-30%;

- использования современной осветительной арматуры (применение пленочных отражателей на люминесцентных светильниках позволяет на 40% сократить число ламп и, следовательно, мощность светильников);

- применения аппаратуры для зонального отключения освещения;

- использования эффективных электротехнических компонентов светильников (балластных дросселей с низким уровнем потерь и др.);

- применения систем управления уровнем освещения (СУО).

Среди способов сокращения расхода электроэнергии на нужды освещения одним из наиболее эффективных является применение систем управления освещением.

Принципиально СУО построены по одинаковой блок-схеме, рисунок 2, и могут содержать регуляторы светового потока, регулируемые источники света и датчики суммарной освещённости, присутствия и реального времени, программаторы, в которых заранее устанавливается программа изменения освещённости на определённый период (рабочий день, неделю, год).

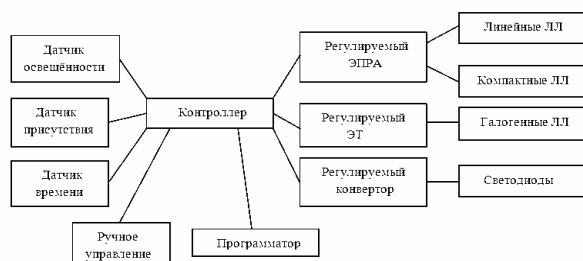


Рисунок 2 – Блок-схема автоматизированной системы управления освещением

Основой СУО служат регулируемые электронные аппараты включения источников света (электронные пускорегулирующие аппараты – ЭПРА для линейных или компактных люминесцентных ламп, электронные трансформаторы или фазовые регуляторы для ламп накаливания, конверторы для светодиодов). ЭПРА позволяют решать широкий круг задач – от создания комфортного уровня освещения и повышения эксплуатационных характеристик самих источников света до реализации энергосберегающих технологий.

СУО классифицируют по уровню сложности [3]

1. СУО для регулирования освещения в помещениях с малым количеством светильников. Протокол цифровой шины DALI (система управления люминесцентным светом) обладает достаточными средствами для управления и диагностики системы, однако изначально он создавался для управления небольшим количеством светильников и для увеличения количества светильников в системе необходимы дополнительные коммутаторы сегментов шины.

2. СУО, предназначенные для регулирования освещения в группах помещений или на целых этажах. В системах возможны деление управляемых ламп на группы программным путем, частичное или полное отключение отдельных групп, настройки сценариев освещения, однако схемы устройств и протоколы цифровой шины в системах такого рода запатентованы, и их использование затруднено.

3. СУО на базе цифровых высокопроизводительных шин (EIB, LON, C-BUS) с большим количеством разнообразных периферийных

устройств. Они предназначены в первую очередь для обеспечения жизнедеятельности “умного дома”, во все бытовые устройства и системы жизнеобеспечения которого встроены микроконтроллерные блоки, подсоединенные к общей информационной шине. По этой шине центральный компьютер осуществляет управление и слежение за состоянием всех устройств в помещении.

Рынок дорогих систем целиком занят зарубежными производителями. В настоящее время появилась рыночная ниша дешевых СУО с менее широкими функциональными возможностями, основным достоинством которых является возможность экономии электроэнергии. Главными потребителями систем такого уровня являются учреждения, предприятия и частные фирмы с большим количеством помещений и коридоров. Проектирование и производство компонентов для систем этого уровня в настоящее время максимально упростились. Появились дешевые специализированные высокопроизводительные 8-разрядные микроконтроллеры, которые позволяют реализовывать сложные алгоритмы управления как в самих ЭПРА, так и в системах передачи данных.

В СУО такого типа в каждом помещении проложена цифровая шина, к которой подключены датчики и контролируемые ЭПРА. Сбор информации с датчиков и управление ЭПРА осуществляются с базового контроллера, на который возложены функции управления освещением. Все цифровые шины могут быть подключены к центральному компьютеру, который диагностирует состояние локальных систем и может вмешиваться в их управление. Перспективным вариантом для связи центрального компьютера с локальными шинами является использование сетей стандарта Ethernet, которые позволяют объединять большое количество узлов на большом расстоянии.

Основными требованиями, соблюдение которых позволяет создавать системы с оптимальным соотношением цены и потребительских свойств с возможностью экономии электроэнергии, являются [3]:

- наличие единой цифровой шины для всех устройств, подключенных к шине (ЭПРА, датчики движения и освещенности, базовый контроллер и др.);

- быстрый опрос узлов сети;

- физические характеристики шины и параметры протокола передачи данных, дающие возможность управлять освещением больших помещений, в которых количество светиль-

ников превышает 100, без дополнительных блоков коммутации сегментов сети;

- простота пользовательского интерфейса управления системой с компьютера или базового контроллера и простота включения системы и ее наладки;

- возможность как плавного регулирования освещенностью, так и полного отключения ЭПРА;

- слежение за несколькими датчиками освещенности и движения;

- использование различных сценариев управления освещенностью помещений по сигналам от датчиков либо освещенности, либо движения, либо от обоих датчиков;

- контроль неисправностей в блоках системы.

Наибольшему количеству предъявленных требований отвечает протокол DALI, разработанный консорциумом ряда ведущих западных производителей осветительного оборудования и полупроводниковых изделий. Стандарт DALI обеспечивает управление осветительными установками по заранее разработанной программе. Однако основным предназначением систем на базе DALI является освещение помещений, в которых количество ЭПРА не более 64. В системах с большим количеством ЭПРА возможно деление на 4 группы по 64 светильника, однако каждая из групп должна иметь собственную цифровую шину, и доступ базового контроллера к шине каждой из групп осуществляется через специализированный коммутатор шин. Ещё одно достоинство стандарта DALI – он обеспечивает «обратную связь» в осветительных установках, то есть позволяет получать постоянные сообщения о неисправностях ламп и ЭПРА, режимах их работы и т.д. При создании DALI был разработан собственный стандарт кадра, не совместимый с имеющимися последовательными интерфейсами в микроконтроллерах, поэтому для реализации протокола используется программная эмуляция, которая увеличивает размер программы и несколько усложняет ее разработку.

При кажущейся простоте системы управления освещением её возможности очень велики, с её помощью можно контролировать и автоматизировать работу всей осветительной аппаратуры здания или даже комплекса зданий. В дневное время, когда искусственное освещение требуется только в помещениях, не имеющих естественного света, система автоматически отключит освещение в помещениях, где достаточно света от окон.

Непосредственно на промышленном предприятии установление всех блоков СУО необходимо практически во всех помещениях (и вне зданий), начиная от инженерного корпуса и кончая цехами. Разница состоит лишь в том, какой блок добавить, а какой исключить.

На рисунке 3 представлена примерная блок-схема локальной интеллектуальной СУО на базе цифровой шины протокола RS-485 [3].

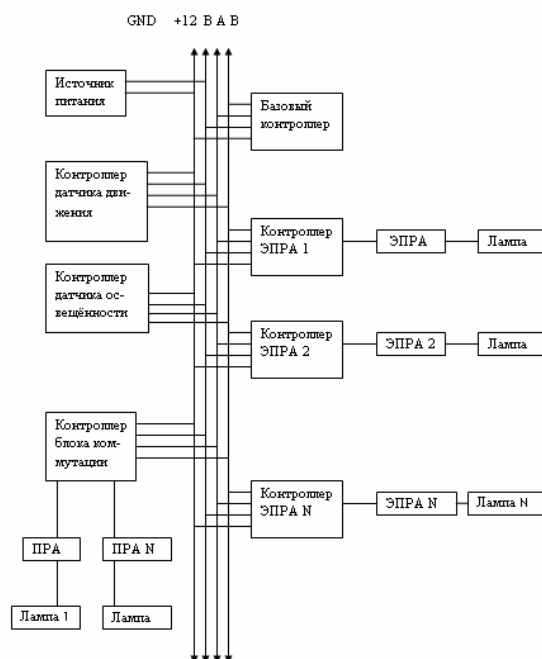


Рисунок 3 – Блок-схема локальной интеллектуальной СУО на базе цифровой шины протокола RS-485

Такая реализация позволяет уменьшить себестоимость системы, упростить её разработку и отладку за счет использования стандартных микросхем приёмопередатчиков для шин протокола RS-485 и применения микроконтроллеров с аппаратными последовательными асинхронными интерфейсами.

В систему входят датчики движения и освещенности, регулируемые ЭПРА, и блоки коммутации сетевого напряжения, объединённые общей цифровой шиной. Ввод информации пользователем и отображение текущего состояния системы осуществляются с помощью встроенной клавиатуры и жидкокристаллического индикатора (ЖКИ) в составе блока управления либо через удаленный компьютер, подключаемый к шине через переходник RS-232/RS-485 или Ethernet/RS-485.

Изменение уровня освещенности осуществляется либо с помощью управляемого ЭПРА с возможностью плавного изменения уровня освещения либо с помощью блока коммутации сетевого напряжения с дискретным включением или от-

ключением сетевого напряжения, неуправляемых ЭПРА или электромагнитных ПРА. Система построена таким образом, что количество блоков, подключённых к шине, может меняться в зависимости от требований конкретного заказчика и изменение конфигурации системы может производиться в режиме "горячего подключения".

Характеристики системы:

1) 4-проводная шина протокола RS-485. Два провода А и В для передачи дифференциального сигнала и два провода питания GND, +12 В;

2) базовый контроллер — ведущий, все остальные — ведомые;

3) количество адресуемых узлов на шине не более 256;

4) количество узлов на шине без повторителя сигнала не более 32 (возможно до 128 при использовании сильноточных драйверов протокола RS-485);

5) скорость передачи 9600 бод/с.

Система может комплектоваться различными наборами блоков в соответствии с потребностями клиента.

Таким образом, решение проблемы экономного расходования электроэнергии на освещение (при повышении комфортности освещения по-

мещений промышленного назначения) возможно при использовании автоматизированных СУО. Экономия электроэнергии достигается за счёт того, что система учитывает естественную освещённость в помещениях, а также за счёт отключения светильников при отсутствии в помещении людей (с помощью датчиков присутствия) и в нерабочее время (датчиками времени или заложенной программой). Специалисты подсчитали, что экономия может составлять до 75% от энергии, потребляемой неуправляемой осветительной установкой. В условиях Западной Европы срок окупаемости таких установок в административных зданиях за счёт экономии электроэнергии составляет от полугода до трёх лет.

Библиографический список

1. Андрижевский А.А., Володин В.И. Энергосбережение и энергетический менеджмент. - Минск: Высшая школа, 2005. - С. 46-47, 50-51, 169-170.

2. Колесников А.И., Фёдоров М.Н., Варфоломеев Ю.М. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях. - М.: ИНФРА-М, 2005.-С. 40-41.

3. Панфилов Д., Поляков В., Поляков Ю., Обжурин Е., Смирнов Е. Управление внутренним освещением // Chip News. 2004. №2. - С. 38-44.