

УДК 625.745.8

к.т.н., профессор Рейцен Е.А., Гончар О.Л.,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
д.т.н. Денищенко Н.Я., Донецкая академия автомобильного транспорта

ОБ ОПТИМАЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ ГОРОДОВ

Дается обзор методов управления наружным освещением городов и вводится необходимая терминология.

Ключевые слова: НО – наружное освещение, оптимальное управление, централизованное управление, АСУ НО, "спрут", децентрализованное управление НО, каскад.

Существует такая логистическая цепочка [1]: чтобы оптимально управлять наружным освещением (НО), необходимо его оптимальным образом запроектировать. Возникают тогда вопросы: в чем состоит оптимальное управление НО и что такое оптимальная система НО? Однозначных ответов на эти вопросы нет. И **проблема состоит** в том, чтобы в каждом конкретном случае можно было определить насколько близко мы приблизились к оптимуму, чем мы жертвуем и какую выгоду приобретаем при этом и достигнут ли компромисс.

Анализ основных исследований. Прежде всего введем терминологию, которая понадобится для исследования данного вопроса и посмотрим что достигнуто в этом направлении на сегодняшний день, а что необходимо еще сделать.

Различают местное (децентрализованное) и дистанционное (централизованное) управление НО. Местное управление применяют лишь в небольших обособленных осветительных сетях с одним центром питания. Его выполняют ручным способом или автоматически, устанавливая непосредственно в линиях, питающих осветительную аппаратуру (на щитах подстанций, магистральных щитах и прочее.):

- электромеханические/электронные часы;
- фотореле, реагирующие на уровень естественной освещённости;
- программируемые контроллеры, включающие-выключающие свет согласно астрономическому календарю (их память вмещает годовую таблицу восходов и заходов Солнца).

Однако, сети уличного освещения городов преимущественно имеют сложную разветвлённую структуру и множество центров питания. Поэтому в таких системах предусмотрено дистанционное управление освещением с

единого диспетчерского пункта (по команде диспетчера или в автоматическом режиме). В этом случае чаще всего применяют каскадную схему, когда сигналом для включения линии, питающейся от одной подстанции, есть появление напряжения на конце линии, питающейся от предыдущей подстанции. Может быть также и телемеханическая схема, при которой включение-выключение осуществляют с центрального диспетчерского пункта с применением выделенных телефонных линий.

Весомым недостатком таких систем дистанционного управления есть их низкая эффективность. Они работают только в одном направлении и не обеспечивают оперативного контроля за состоянием осветительных сетей и за несанкционированным доступом к шкафам уличного освещения с целью воровства цветных металлов и оборудования. Кроме того, для ручного включения-выключения, как свидетельствует практика, характерны значительные перерасходы электроэнергии, что связано с человеческим фактором.

С появлением автоматизированных систем управления (АСУ) начался качественно новый этап развития дистанционного управления НО. Современные АСУ обеспечивают двустороннюю связь и не только включают-выключают освещение, но также регулируют освещённость и потребление энергии системой, контролируют целостность линий электропередач и оборудования и своевременно сигнализируют дежурному персоналу о несанкционированном доступе и аварии в сети. Это стало возможным благодаря применению программированных контроллеров (они передают информацию с датчиков в централизованный диспетчерский пункт, а оттуда - команды к выполняющим устройствам) и специального программного обеспечения для построения интерфейса между оператором и автоматизированным оборудованием - так называемых систем SKADA* [2].

*SKADA (от Supervisory Control And Data Acquisition - дословно Наблюдательный Совет и Получение Данных) - это общее название программ для больших раздельных систем дистанционного контроля и управления электроэнергетическими объектами. См. рис.1.

Наконец в Украине в 2009 году появились собственные ПУЭ [3]. Приведем из них несколько пунктов, касающихся изучаемого вопроса:

6.5.21. Централизованное управление НО городов и других населенных пунктов рекомендуется выполнять:

телемеханическим – при количестве жителей более 50 тыс.;

телемеханическим или дистанционным – при количестве жителей от 20 до 50 тыс.;

дистанционным – при количестве жителей до 20 тыс.

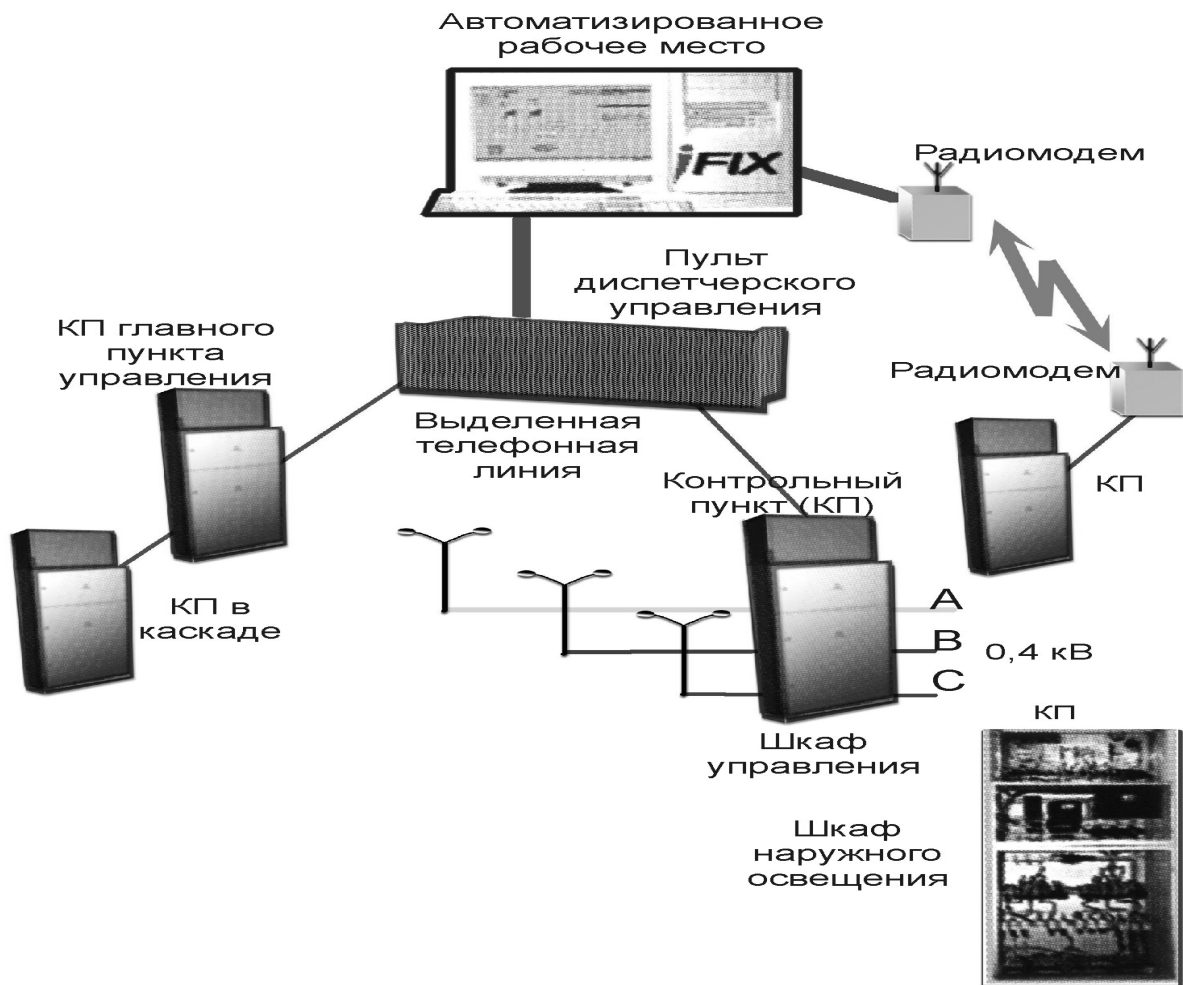


Рис.1 Общая схема организации автоматизированных систем управления уличным освещением

6.5.24. Управление НО города должно осуществляться от одного центрального диспетчерского пункта. В крупнейших городах, территории которых разобщены водными, лесными или другими естественными преградами, могут предусматриваться районные диспетчерские пункты. Между центральным и районным диспетчерским пунктом должна быть обеспечена прямая телефонная связь.

6.5.25. Для снижения освещения улиц и площадей городов в ночное время допускается предусматривать возможность отключения части светильников. При этом не допускается отключение двух смежных светильников.

6.5.26. Для пешеходных и транспортных тоннелей должно предусматриваться раздельное управление светильниками дневного, вечернего и ночного режимов работы тоннелей.

6.5.29. Централизованное управление сетями НО городов должно осуществляться путем использования коммутационных аппаратов, устанавливаемых в пунктах питания наружного освещения.

Управление коммутационными аппаратами в сеть наружного освещения городов и других населенных пунктов рекомендуется производить, как правило, путем каскадного (последовательного) их включения.

В воздушно-кабельных сетях в один каскад допускается включение до 10 пунктов питания, а в кабельных – до 15 пунктов питания сети уличного освещения.

В условиях сокращения финансирования различных городских программ на фоне подорожания энергоносителей и общего финансового кризиса весьма актуальным является внедрение современных технологий в такую энергозатратную отрасль городского хозяйства, как «Уличное освещение».

Оптимальное управление уличным освещением как концепцию сокращения затрат следует понимать в двух плоскостях:

- сокращение затрат на потребляемую сеть уличного освещения электроэнергию;
- сокращение затрат на обслуживание и поддержание в работоспособном состоянии основных компонентов уличного освещения.

Первая составляющая включает в себя различные методы и способы энергосбережения, тогда как вторая - организационно-технические средства.

Методы и способы энергосбережения в сетях уличного освещения.

Следует различать два основных метода энергосбережения в электрических осветительных сетях: [4]

- снижение энергопотребления непосредственно самих осветительных приборов;
- использование оптимального управления включением-выключением осветительных приборов.

По первому методу возможно несколько способов реализации снижения энергозатрат:

1. Замена используемых ламп на более эффективные лампы, имеющие большую светимость при более низком потреблении тока от питающего напряжения (например, замена ламп накаливания на газонаполненные или замена натриевых ламп на металлогалогенные).
2. Использование специального режима эксплуатации используемых ламп, приводящего к существенному снижению потребления электроэнергии.

Если первый способ предопределяет замену самих ламп, что сопровождается существенными финансовыми затратами, и для рассмотрения не актуален, то второй способ может быть более эффективным и поэтому изучим его подробнее.

Использование специальных режимов эксплуатации осветительных ламп.

Наиболее распространенный режим энергосбережения для газонаполненных осветительных ламп это редукция мощности - уменьшение питающего напряжения, а значит, и электрической мощности, потребляемой лампами. Существует несколько технологий редукции мощности для сетей освещения:

1. Редукция мощности с помощью двухуровневого электромагнитного балласта (производители Thorn Lighting, Vossloh-Schwabe, ATCO и др.). Данные балласты являются простейшими и недорогими решениями для редукции мощности, при этом достигается экономия до 20 % электроэнергии и уменьшение интенсивности освещения в ночной период.

2. Редукция мощности с помощью автотрансформаторов, контроллера и блока коммутации (производители ESI Lighting Controls, Meridian Technologies). Редукция мощности достигается уменьшением питающего напряжения с сохранностью синусоидальной формы для управления большой группой светильников. Достижимая экономия - до 40 %.

3. Редукция мощности с помощью управляемых электронных балластов (ЭПРА). Мощность потребления ламп уменьшается до 50 % от номинального значения. Имеется возможность дистанционного управления. Данное решение экономически обосновано в новых системах наружного освещения небольших городов (до 2000 светильников).

4. Редукция мощности с помощью изменения формы питающего напряжения электронными преобразователями (фирмы-производители Merloni-Progetti, Thorn Lighting). Эта технология наиболее применима для газоразрядных источников света, характерных для современного освещения городов. Экономия - до 30 % и без производства каких-либо коммутаций. Описанные варианты сведены в таблицу с указанием достижимого эффекта и срока окупаемости (табл. 1).

Табл. 1

Примеры практического использования технологий редукиции мощности

Место внедрения	Общая мощность, кВт	Способ редукиции мощности / производитель	Годовая экономия, %	Срок окупаемости, лет
Город Кастелло (Италия)	650	Изменение электронными преобразователями формы питающего напряжения с помощью таймера / Merloni-Progetti	34,9	2,7
Город Бангкок (Таиланд)	3320	Редукиция мощности двухуровневым электромагнитным балластом от Meridian Technologies Cj/ Ltd	31	3,24
Город Зель (Бельгия)	1008	Редукиция мощности с помощью управляемых электронных балластов ELGADI от Verdeven N.V.	30	-

Анализ качества и инфраструктурных особенностей осветительных сетей в Украине показывает, что зарубежные технические решения для энергосбережения не всегда приемлемы в наших условиях.

Во-первых, низкое качество контактных проводных сетей не позволяет гарантировать равенство рабочего напряжения в начале и в конце проводной линии осветительной сети. Это обстоятельство не дает применять централизованные системы редукиции (технологии 2 и 4). Они будут давать эффект для ламп в начале осветительной линии, а в конце линии не позволят зажечь лампы из-за падения напряжения на проводе линии, имеющем зачастую нерегламентированное сечение или множество некачественных соединений - скруток.

Во-вторых, низкое качество питающего напряжения, поступающего на шкафы управления от трансформаторных подстанций (ненормированные уровни напряжения фаз, наличие помех, нерегламентированные фазовые сдвиги и т. д.), не позволяет обеспечить надежную эксплуатацию электронных балластов разных типов (технологии 1 и 3). При этом следует учитывать, что сама эксплуатация газонаполненных ламп может сопровождаться кратковременными выбросами напряжения в проводной осветительной сети, которые неблагоприятны для любых электронных устройств, подключенных к такой сети.

С учетом вышесказанного целесообразно внедрять новые технологии. Одна из таких технологий связана с системой НО "Спрут" [5]. Данный программный комплекс разработан, производится и поставляется научно – производственным коммерческим центром "ОДИС-W" (г. Одесса). В настоящий момент система "Спрут" внедрена в 10 городах Украины и имеет 5-ю версию реализации с 2002 года.

Система представляет собой взаимосвязанный комплекс оборудования диспетчерского центра (ДЦ) и терминального оборудования в шкафах управления наружным освещением (ШУНО). Взаимодействие оборудования ДЦ и ШУНО осуществляется через каналы сотовой связи сети GSM. Таким образом, зона взаимодействия системы определяется зоной покрытия соответствующей сети GSM. Схема взаимодействия основных компонентов системы показана на рис.2.

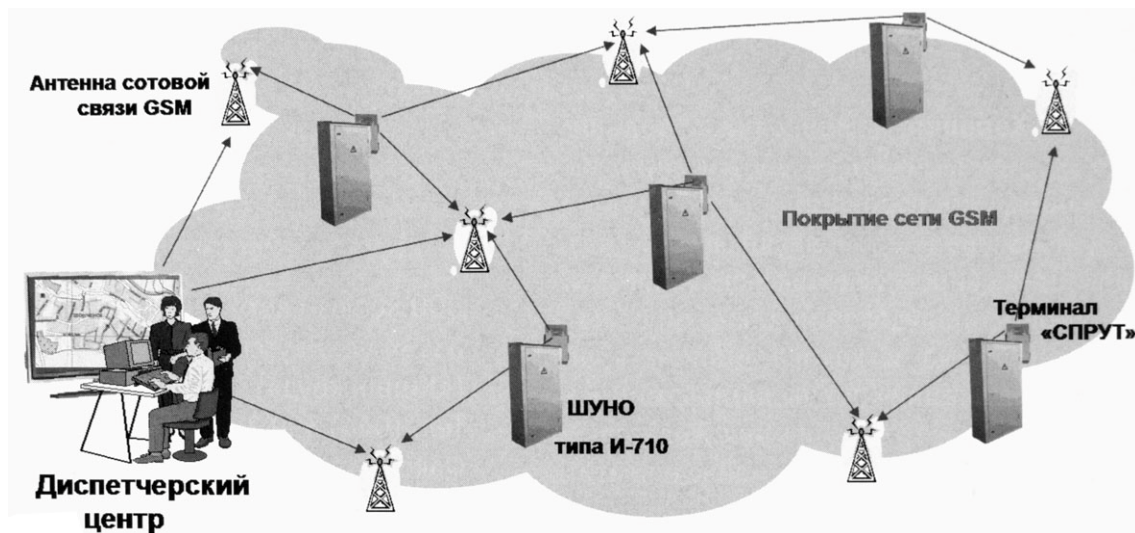


Рис.2. Схема работы системы "Спрут"

Терминалы, установленные в ШУНО, обеспечивают управление исполнительными устройствами - контакторами, а также контроль технического состояния шкафа, его вскрытия, входных и выходных линий электропитания, показаний приборов учета электроэнергии. Терминал имеет встроенный модуль радиосвязи для обмена данными с ДЦ через сотовую сеть.

Оборудование диспетчерского центра включает один или несколько компьютеров, модуль многоканальной связи по стандарту GSM и при необходимости широкоформатный экран для отображения состояния осветительной сети на карте города. Рекомендуется также иметь выделенное подключение к сети Интернет для обеспечения сервиса терминалов по сети СРК5, а также обслуживания программного обеспечения ДЦ.

Для детального ознайомлення з роботою і характеристиками системи "Спрут" отсылаем читателей к источникам [5,6].

Представим еще опыт внедрения автономной системы управления НО [7]. Указанная система является совместной разработкой украинского предприятия ОАО «Квазар» - Департамента Солнечной энергетики в лице «Солар КВ» и его официального представителя в Македонии KMG EOL Kvazar. АСУО является следующим логическим шагом развития систем автономного освещения. Автономная система паркового освещения) подробно описана в журнале «Світло-люкс» № 3, 2009. Рассматриваемая АСУО отличается от АСПО следующими характеристиками:

- более мощная энергетическая система;
- характеристика излучения - направленное излучение;
- высота опоры 7-12 м;
- освещенность 5-20 лк;
- диаметр светового пятна 30 - 40 м;

Применение автономной системы уличного освещения является прекрасным примером эффективности реализации концепции децентрализованного освещения. Как известно, важнейшим преимуществом автономного освещения перед централизованным является то, что обрыв воздушной линии электропередачи или повреждения кабеля приводит к выходу из строя сотен и даже тысяч осветительных приборов, и без света остаются десятки населенных пунктов. При автономном освещении такая ситуация исключается.

Бурное развитие автономных систем уличного освещения вызвано следующими экономическими факторами:

- отсутствием затрат на кабельную продукцию и затрат по ее прокладке;
- отсутствием затрат на оплату электроэнергии;
- автономные системы практически не требуют обслуживания. Если традиционные системы требуют обслуживания максимум один раз в два года по замене осветительных приборов, то автономные системы требуют обслуживания один раз в 10 лет. Ресурс источника света, применяемого в таких системах, составляет 100 тыс. часов. Они устойчивы к вибрации, ветровым нагрузкам и изменению температурных режимов. Типовой состав оборудования входящих в состав АСУО, приведен в табл.2, рис. 3,4.

Табл.2

Наименование	Количество, шт.
Солнечный модуль	1
Аккумуляторная батарея (АБ)	1
Контроллер заряда (КЗ) с датчиком освещенности	1
Светильник на сверхъярких источниках света	1
Конструкция для крепления и размещения модуля и светильника	1

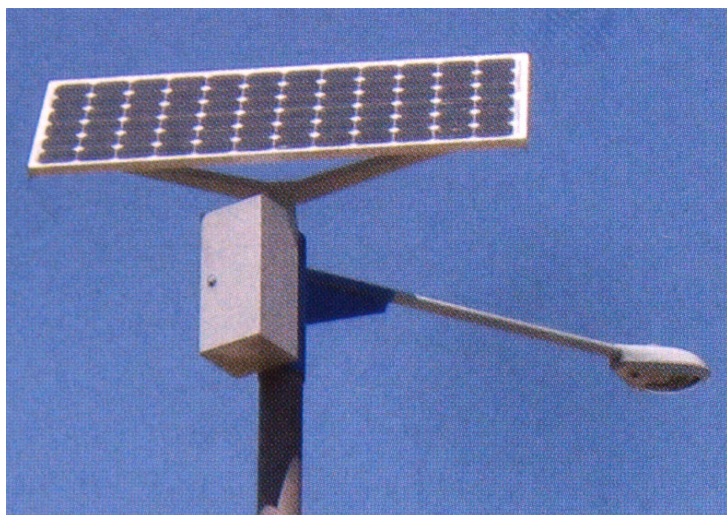


рис. 3



рис. 4

Для завершения обзора по системам управления НО нельзя не упомянуть о продукции украинского производителя приборов контроля, управления, автоматики и индикации – НПП «ВЭЛ», который предлагает целую серию реле, например: суточное реле СР21, недельное реле СР22, годовое реле СР23, предназначенных для управления НО городов.

Однако сказанного достаточно, чтобы понять, что для изучения стремительно развивающегося рынка светотехнического оборудования, в том числе аппаратуры для управления НО городов, необходимо готовить менеджеров-светотехников-градостроителей, которые в состоянии разобраться в многообразии задач, возникающих при проектировании, строительстве и эксплуатации НО городов, но это уже тема следующей статьи, в которой пойдет речь о функциях таких менеджеров и о разработке экспертных систем по оптимизации проектирования НО городов. Продолжение статьи в следующем номере.

Продолжение статьи в следующем номере.

Л и т е р а т у р а

1. Рейцен Е.А.; Кучеренко Н.Н. О градостроительной логистике / Містобудування та територіальне планування. Наук.-техн. збірн. Вип.23-К.:КНУБА;-2006,С.- 232-238
2. Гарасевич О. Краще світло меншим коштом: порадник з енергоефективного вуличного освітлення для органів місцевої влади.- Львів, 2006,- 40с.
3. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ-2009.К.:ФОРТ,2009,- 704с.
4. Казачинский В.М. Актуальность внедрения систем мониторинга и управления уличным освещением. «Світло-люкс» №1 – 2009, С. 48-50
5. Казачинский В.М., Казачинский А.М. Система управления освещением «Спрут» как инструмент энергосбережения. «Світло-люкс» №2 – 2009, С. 48-49
6. Казачинский В.М., Казачинский А.М. Система управления освещением «Спрут» как инструмент энергосбережения. «Світло-люкс» №3 – 2009, С. 38-39
7. Пауков Г., Прокопенко А.В. Опыт внедрения автономных систем уличного освещения. «Світло-люкс» №4 – 2009, С. 36-37
8. Приборы для автоматического управления освещением НПП «ВЭЛ» <http://www.wel.net.ua>

Анотація

Дається огляд методів керуванням зовнішнім освітленням міст та вводиться необхідна термінологія.

Ключові слова: ЗВ – зовнішнє освітлення, оптимальне управління, централізоване управління, АСК ЗВ, "спрут", децентралізоване управління ЗВ, каскад.

Annotation

The article has dealt with the review of the methods of street lighting's control and appropriate terminology.