

# Автоматизированные системы управления наружным освещением: актуальные вопросы проектирования и эксплуатации, перспективы развития

Олег Зотин

Рассмотрены особенности автоматизированных систем управления наружным освещением (АСУНО) и предъявляемые к ним требования. Проведена сравнительная оценка различных вариантов построения АСУНО. Показаны перспективы развития этих систем в направлении повышения надёжности, максимальной централизации контроля, дистанционной локализации неисправностей, совершенствования учёта энергозатрат и внедрения энергосберегающих технологий.

## Введение

Автоматизированные системы управления наружным освещением (АСУНО) городов являются относительно новым типом распределённых систем диспетчерского управления. Существовавшие до этого релейные системы дистанционного централизованного

управления наружным освещением (НО) были разработаны в СССР в шестидесятые–семидесятые годы XX века и обеспечивали дистанционное включение основных режимов освещения, контроль исправности силового оборудования и прохождение команд управления в неразветвлённых, последова-

тельно соединённых каскадах освещения.

В дальнейшем рост потребностей контроля за состоянием сетей НО привёл к появлению в девяностых годах компьютеризированных АСУНО различных разработчиков, которые обеспечивали значительное увеличение функциональных возможностей управления и диагностики НО.

## АСУНО КАК ОСОБЫЙ ТИП СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Наличие различных подходов к проектированию АСУНО, отсутствие в настоящее время стандартизации в этой области делают актуальной задачу формирования комплекса предъявляемых к АСУНО требований по составу функций. Остановимся на ряде основополагающих аспектов работы современных АСУНО и вытекающих из них конкретных требований к функциям оборудования, используя при этом, в том числе, и опыт ОАО «НИИ точной механики» (Санкт-Петербург) по разработке и внедрению таких систем в городах Ижевске, Калининграде, Москве, Санкт-Пе-



В огня системы «Аврора»

тербурге, Уральске, Хабаровске, Якутске и др.

### Адресное управление и диагностика пунктов включения

Традиционно городские линии освещения строятся по каскадному принципу, при этом каждый нижестоящий пункт включения (ПВ) получает команды управления по включению режимов работы непосредственно от линий НО вышестоящего ПВ. Таким образом, в релейных системах АСУНО разработки 60-х годов обеспечивался единый режим освещения для всех ПВ каскада. Диагностика в этих системах велась по обобщённым параметрам типа «плавкие вставки в головном ПВ целые», «прошло включение контакторов ночного режима в каскаде». Причём контроль работы всего каскада осуществлялся только при наличии так называемых «обратных проводов» от последнего из каскадных ПВ до головного.

Для организаций, эксплуатирующих сети наружного освещения городов, актуальной является задача создания АСУНО, обеспечивающей адресное управление и диагностику **любого ПВ** (как головного, так и каскадного) в любом режиме работы («вечер», «ночь», «подсветка»). Адресное включение любого ПВ позволяет при необходимости включать не весь каскад целиком, а отдельные ПВ в каскаде. Например, для одних ПВ, к которым подключены линии освещения на важных магистралях, перекрестках и т.п., можно задать режим «вечер», а для ПВ, от которых задействованы линии освещения на улицах и переулках с неинтенсивным движением, применить более экономный режим «ночь», включая два светильника из трёх или один из трёх. За счёт этого достигается экономия электроэнергии. Адресная диагностика позволяет диспетчеру оперативно и однозначно определить характер и место неисправности и направить дежурную бригаду строго по адресу, а не объезжать весь каскад в поисках аварийного ПВ; в результате сокращаются затраты на обслуживание и время устранения неисправностей. Не является секретом то, что в разветвлённых каскадах, не имеющих встроенного контроля в каждом ПВ, ряд неисправностей вообще дистанционно не выявляется.

Сложившиеся способы реализации адресного управления предполагают

следующие варианты обеспечения связи всех ПВ с диспетчерской:

- а) прокладка дополнительных выделенных «прямых» проводов от диспетчерской до каждого ПВ либо между головными и каскадными ПВ;
- б) обеспечение управления каждым ПВ по радиоканалу, GSM либо по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС).

Примером системы, где реализован первый вариант, является АСУНО «Горсвет» в г. Екатеринбурге. Подобные решения требуют больших капитальных затрат, поскольку прокладка одного километра кабеля в городских условиях может стоить до 100 тысяч рублей и более, а это уже сопоставимо со стоимостью аппаратуры ПВ.

Примером использования радиоканала, то есть реализации второго варианта, может служить АСУНО «Идель» в г. Казани. Радиоканал на выделенной частоте при наличии уже нескольких десятков ПВ не может обеспечить одну из важнейших характеристик АСУНО — малое время доставки аварийного сообщения. Кроме того, установка радиостанций, антенн и фидеров на каждом ПВ может потребовать дополнительных затрат до 20 тысяч рублей. Этим же недостатком страдают системы со связью по GSM ввиду приоритетности передачи голосовых сообщений в приемлемых для эксплуатирующих организаций тарифных планах сотовых операторов. Во многих случаях время доставки аварийного сообщения в таких системах может доходить до единиц и десятков минут.

Обеспечение работы системы по оптоволоконной связи может быть вполне экономически выгодным только при наличии в городе разветвлённой сети ВОЛС, максимально приближенной к сетям НО. Такой подход реализован, например, в проекте АСУНО «Аврора», осуществлённом в г. Хабаровске.

Очевидно, что наиболее приемлемым решением по обеспечению обмена информацией в каскаде ПВ была бы реализация связи непосредственно по существующим силовым сетям освещения. Стандартные PLM-модемы ввиду наличия в сетях НО больших реактивных конденсаторов) в каждом светильнике, больших помех от импульсных запускающих устройств и общего плохого состояния сетей НО не обеспечивают надёжной связи. Специализированные модемы для работы в сетях НО были впервые применены в АСУНО

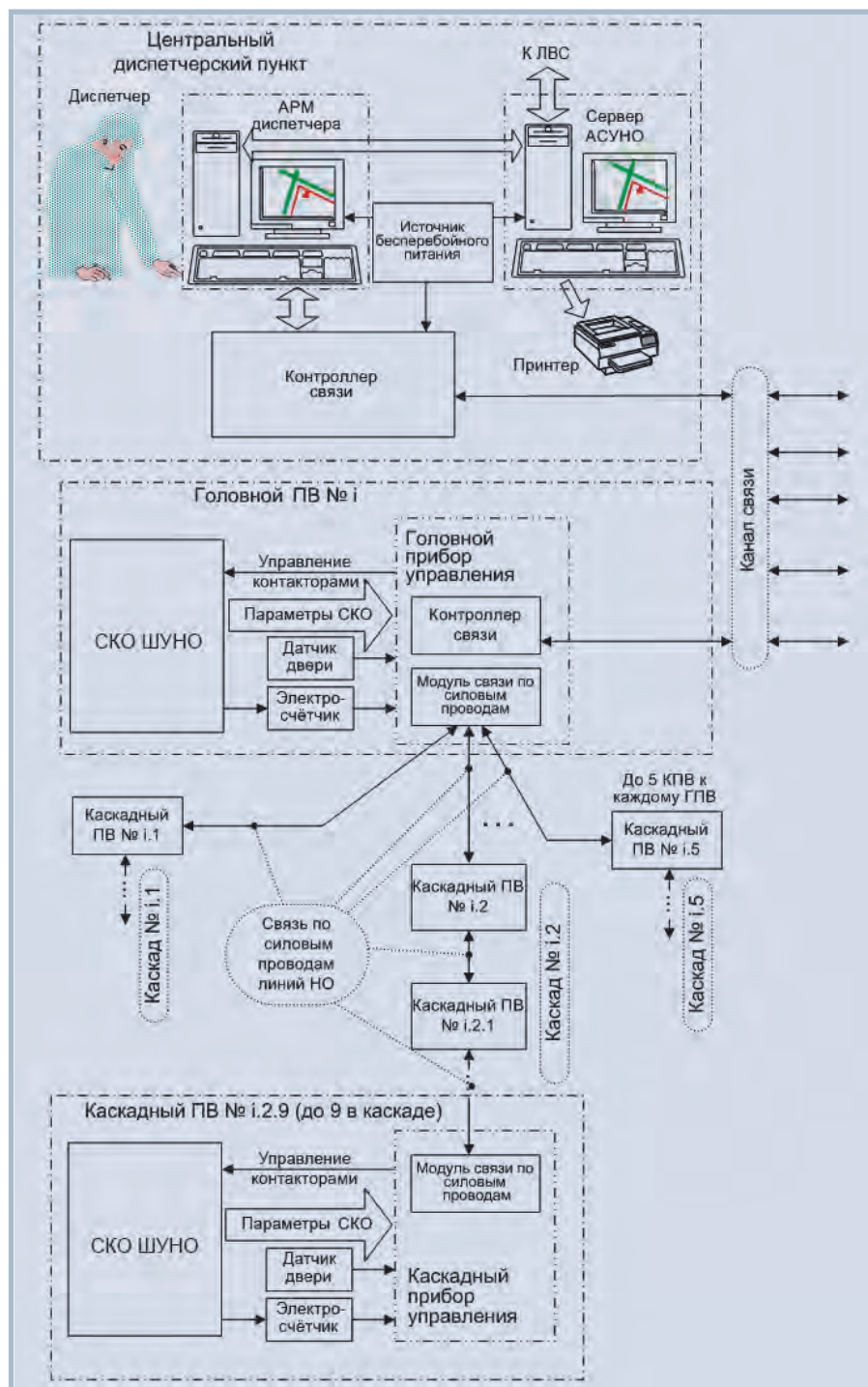
«Аврора» в Санкт-Петербурге в середине 90-х годов. В настоящее время эта система успешно эксплуатируется, распространяясь более чем на 1000 ПВ. Необходимо отметить, что в ней диагностика в каждом ПВ обеспечивается с точностью до типа и места неисправности; например, отдельно диагностируются такие специфические для линий НО неисправности, как межфазные короткие замыкания в линиях НО, замыкания на сети городского электро-транспорта с напряжением до 600 В постоянного тока и т.п.

Чрезвычайно важной является также задача отображения всей поступающей в центральный диспетчерский пункт информации с возможностью быстрой сортировки по важности и необходимости оперативного вмешательства. Как правило, отображение ведётся и на мнемосхемах различных уровней АСУНО (общая, каскадов, ПВ), и на карте города. Очевидно, что отображение на карте реальной, динамически меняющейся обстановки в реальном времени с обеспечением возможности оперативного управления придаёт АСУНО свойства не просто геоинформационной системы (ГИС), а системы нового типа — геоинформационной и управляющей системы (ГИУС).

Помимо всего перечисленного необходимыми элементами системы являются ведение архивов и составление различного вида отчётов с привязкой по адресам, времени, конкретным событиям.

### Учёт расхода электроэнергии и энергосбережение

Весьма актуальной является задача учёта расхода электроэнергии на нужды наружного освещения. Принято различать технический и коммерческий учёт. Разграничение этих понятий обусловлено требованиями сертифицирующих организаций к построению систем коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ) и проходит, скорее, в правой плоскости. Необходимо иметь в виду, что полезность технического учёта состоит не только в контроле оплаты электроэнергии; с его помощью можно осуществлять некоторые виды диагностики сетей НО, такие как контроль обрывов, выявление несанкционированных подключений, объективный контроль процента горения. На эти технические решения НИИ точной механики получил патенты РФ № 2279683 «Применение системы учёта расходования



Условные обозначения:

НО — наружное освещение; СКО — силовое коммутационное оборудование;  
СКО ШУНО — силовое коммутационное оборудование шкафа управления наружным освещением;  
ПВ — пункт включения; КПВ — каскадный пункт включения; ГПВ — головной пункт включения.

Рис. 1. Структурная схема АСУНО с управлением головными ПВ по выделенным телефонным парам

электрической энергии в качестве системы обнаружения несанкционированных подключений к линиям электроосвещения», № 2269788 «Система контроля целостности силовых линий электропитания распределённой нагрузки», № 2261455 «Способ контроля целостности силовых линий электропитания распределённой нагрузки». Данные решения позволяют отслеживать изменения в энергопотреблении, возникаю-

щие в сетях НО, в реальном масштабе времени.

В перспективе точность контроля энергопотребления может быть доведена при необходимости до определения количества горящих светильников с погрешностью, не превышающей одну единицу.

В последнее время уделяется повышенное внимание вопросам энергосбережения в области наружного освеще-

ния. Основными считаются организационные мероприятия, направленные на контроль потребления электроэнергии и планомерное внедрение современных энергосберегающих технологий.

### Надёжность аппаратуры ПВ

Одним из центральных вопросов оценки качества АСУНО является вопрос надёжности. Для сравнительной оценки надёжности различных вариантов аппаратуры удобно использовать критерий времени наработку на отказ, так как этот показатель легко связать с числом комплектов аппаратуры, которые приходится ремонтировать или заменять вследствие отказов за определённый промежуток времени, например за месяц. Стремление эксплуатирующих организаций минимизировать эксплуатационные расходы на ремонт аппаратуры приводит к очень высоким требованиям ко времени наработку на отказ. При этом, очевидно, исключено применение резервирования и других способов повышения надёжности, резко увеличивающих стоимость системы. Применение стандартных решений в области автоматизации зачастую бывает затруднено ввиду перечисленных ранее специфических требований к АСУНО. Приемлемая в настоящее время величина наработки на отказ не должна быть менее 50 тысяч часов на один ПВ, что примерно соответствует одному отказу в месяц при 100 комплектах аппаратуры.

Таким образом, полный контроль сетей НО, включающий в себя адресное управление и диагностику каждого ПВ, централизованный учёт электроэнергии и высокая надёжность аппаратуры — основные свойства современной АСУ наружного освещения.

На рис. 1 представлена структурная схема одной из реализаций АСУНО с управлением головными ПВ по выделенным телефонным парам (в принципе здесь могут быть использованы любые доступные в конкретных городских условиях проводные и беспроводные каналы связи). Компьютер основного автоматизированного рабочего места (АРМ) диспетчера управляет системой через контроллер связи. Из соображения повышения надёжности системы управления в её состав входит резервное АРМ; при отказе основного АРМ система не нуждается в мгновенном переключении на резерв, поэтому резервное АРМ, как правило, находится в «холод-



ном» состоянии и на структурной схеме не показано. Оборудование запитывается от источника бесперебойного питания, при этом обеспечивается возможность работы при длительных отключениях электропитания до нескольких десятков часов.

Связь между контроллером связи и головными приборами управления может осуществляться по следующим каналам связи:

- по выделенным телефонным проводам на расстояниях до 30 км;
- по каналам волоконно-оптических линий связи;
- по радиоканалу;
- по каналам сотовой связи.

Между головными и каскадными приборами управления связь осуществляется непосредственно по существующим проводам сети освещения.

Перечисленные аспекты построения современных АСУНО показывают их преимущества по отношению к автономным системам, управляемым с помощью фотореле или программируемых по времени контроллеров. Эти преимущества заключаются прежде всего в постоянном мониторинге состояния сетей НО, что даёт возможность эксплуатирующей организации осуществлять оперативное и качественное обслуживание сетей НО.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АСУНО

Перспективы развития АСУНО определяются следующими направлениями разработок: дальнейшее повышение надёжности аппаратуры, максимальная централизация контроля с полным охватом всех ПВ, получение полной информации о неисправностях, дистанционная локализация мест возникновения неисправностей и аварий вплоть до неисправности отдельного светильника. Несомненно, что все внедряемые АСУНО будут иметь встроенный учёт расхода электроэнергии.

Одним из важнейших направлений развития АСУНО станут системы с плавным дистанционным управлением яркостью и адресным контролем каждого светильника. Это достигается за счёт применения в светильниках наружного освещения специализированной электронной пускорегулирующей аппаратуры, обеспечивающей не только возможность плавного изменения светового потока лампы, но и ряд других полезных качеств, из которых важнейшими являются повышенный срок

службы ламп, отсутствие миганий и стробоскопического эффекта, стабилизация светового потока вне зависимости от величины питающего напряжения и др. Отсутствие массового применения таких решений объясняется пока лишь недостаточной надёжностью этой аппаратуры при относительно высокой цене. Вполне конкурентоспособным этому варианту с точки зрения обеспечения энергосбережения в вечернем и ночном режимах работы линий НО представляется вариант управления

яркостью светильников с помощью управляемых автотрансформаторов, устанавливаемых в ПВ.

Многие перспективные решения в области АСУНО были впервые внедрены и продолжают внедряться на ГУП «Ленсвет». На рис. 2 показана диспетчерская этого предприятия, откуда осуществляется управление более чем 1000 ПВ Санкт-Петербурга.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ известных решений по проектам АСУНО приводит к выводу о том, что разработчики сосредотачивают свои усилия на решении следующих основных задач:

- обеспечение полного контроля сетей НО, включающего в себя адресное управление и диагностику любого ПВ, а в перспективе – дистанционную локализацию мест возникновения неисправностей и аварий с точностью до отдельного светильника;
- централизованный учёт расхода электроэнергии;
- повышение надёжности аппаратуры.

Различие в способах решения этих задач у отдельных фирм говорит не только об имеющихся технических возможностях, но свидетельствует также о недостаточном взаимодействии разработчиков и заказчиков при формулировании требований к АСУНО. Эта «недостаточность», особенно на начальном этапе



Рис. 2. Центральный диспетчерский пункт ГУП «Ленсвет», с которого управляются более 1000 ПВ

проектирования, приводит к неадекватным и неполным представлениям о значении отдельных функций, а также к недооценке экономических последствий принимаемых решений. В статье был приведён один из примеров такого неполного представления: функция учёта потребляемой электроэнергии рассматривалась только с одной стороны – коммерческой – как инструмент для контроля платежей. В то же время более внимательный анализ позволил выявить другие полезные для эксплуатирующих организаций стороны – возможность обнаружения обрывов и несанкционированных подключений к сетям НО, возможность оперативного контроля процента горения. Недооценка экономической стороны предлагаемых проектов проявляется в основном в том, что при их оценке часто не учитываются затраты на ввод систем в эксплуатацию и саму эксплуатацию.

Автор надеется, что обсуждение вопросов проектирования и эксплуатации АСУНО на страницах журнала с участием всех заинтересованных сторон – разработчиков, эксплуатирующих организаций, соответствующих структур органов власти и управления, в чьём ведении находятся системы наружного (уличного) освещения, будет способствовать повышению качества этих систем, их дальнейшему развитию с учётом передовых достижений техники. ●