



ДРЕВНЕМУ ТОБОЛЬСКУ НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Е.Ф. Чердынцев, ОАО НТЦ "Энергосбережение", г.Тюмень
В.И. Попов, Тобольские межрайонные электрические сети
С.В. Акулов, ОАО НТЦ "Энергосбережение", г.Тюмень
С.В. Иванов, ООО НПП "Горизонт", г.Екатеринбург

Сегодня древнему Тобольску уделяется огромное внимание со стороны Правительства Тюменской области и Правительства России. Город напоминает огромную строительную площадку: ведется замена дорожного основания улиц, расширяется их проезжая часть, строятся пешеходные зоны, тротуары; обустраиваются скверы, парки; реконструируются сети уличного освещения. С учетом архитектурных форм города, его исторических памятников подбираются и конструктивные формы светильников, опор, делающие проезжие и пешеходные части улиц привлекательными для жителей города и многочисленных туристов. Все это требует реконструкции питающих линий, увеличения количества световых точек и суммарной мощности, отпускаемой на уличное освещение. Следует отметить, что эта работа уже начата, в 2005 году из Фонда энергосбережения было отпущено г. Тобольску 3 млн. рублей, которые были израсходованы на модернизацию системы управления уличным освещением. 2006 году эта работа была продолжена за счет средств Тобольских межрайонных электрических сетей, было вложено в реконструкцию сетей освещения - 900 тыс.руб., на замену светильников и пускорегулирующей аппаратуры – 200 тыс.руб.

Работа по реконструкции сети освещения положила начало управлению уличным освещением всего города Тобольска с единого диспетчерского пункта. Сегодня каскадная система управления уступает место радиальной сети управления с использованием силовых полупроводниковых блоков питания, работающих автономно по заданной программе и передающих информацию по радиоканалу в ЦДП.

В настоящее время система уличного освещения г.Тобольска не удовлетворяет современным требованиям эксплуатации освещения городских улиц, к её основным недостаткам г.Тобольска следует отнести:

1. Отсутствие постоянного централизованного автоматического контроля и управления всей сетью городского освещения.

2. Отсутствие пофазного управления освещением в ночном режиме.

3. Отсутствие автоматической охранной сигнализации оборудования и силовых линий.

4. Отсутствие дистанционного учета потребляемой электроэнергии на уличное освещение.

Указанные недостатки приводят к нерациональным дополнительным расходам при эксплуатации, а именно:

- не обеспечивается экономия электроэнергии в ночное время, когда возможно снижение освещенности улиц в период снижения автомобильного и пешеходного движения;

- постоянный объезд сетей уличного освещения и включение сетей в дневное время с целью контроля технического состояния гирлянд освещения и отдельных ламп;

- восстановление оборудования и сетей, поврежденных в условиях отсутствия охранной сигнализации;

- низкий срок службы электромеханических и коммутационных блоков выключения освещения.

В данной статье речь пойдет об использовании в системе управления уличным освещением электронных пускорегулирующих аппаратов для натриевых ламп (ЭПРАН).

Инженеры ОАО НТЦ "Энергосбережение", г. Тюмень совместно с ООО НПП «Горизонт», г. Екатеринбург при участии специалистов Тобольских межрайонных электрических сетей провели контрольные испытания работы системы уличного освещения с различными пусковыми устройствами. Целью работы являлось определение сравнительных показателей работы электромагнитных пусковых аппаратов (ЭМПРА) и электронных балластов (ЭБ).

Замеры параметров проводились на одной и той же линии освещения с полной заменой одних пусковых устройств другими.

Основной критерий испытаний: сравнение ЭМПРА и ЭБ (ЭПРАН) должно проводиться в условиях, обеспечивающих идентичность количества работающих светоточек в линии, времени испытаний, фоновое освещение, питающего напряжения. Исключение влияния ненормируемых факторов на результаты испытания, например, изменение угла наклона светильника после установки в него ПРА другого типа.

Измерение параметров проводилось для трех вариантов работы линии освещения:

- а) питание ламп от ЭМПРА;

- б) питание ламп от ЭБ типа ЭПРАН-250-04;

- в) питание ламп от ЭПРАН-250-04 в режиме пониженной мощности (70% от номинальной).



Дополнительные условия:

➤ Для проведения испытания выполнялась замена ламп на новые, удаление основных загрязнений со стеклянного колпака и отражателя. Эти же новые лампы должны использоваться при проведении испытаний с ЭБ. Выбирается час темного времени суток для измерения параметров линии освещения с ЭМПРА. Испытания линии с ЭБ должно проводиться в те же часы своей ночи.

➤ До подачи питания на осветительную линию проверить уровень фоновой освещенности, место проверки фоновой освещенности должно быть одним и тем же для каждого случая испытаний в темное время суток. Подать питание на осветительную линию. Измерения проводятся через 10 минут после выхода ламп на устойчивый режим работы. Провести измерения (расчет) по каждой фазе полной мощности, активной мощности, реактивной мощности, коэффициента мощности ($\cos\phi$, уровень гармонических составляющих потребляемого тока, несимметрию фаз).

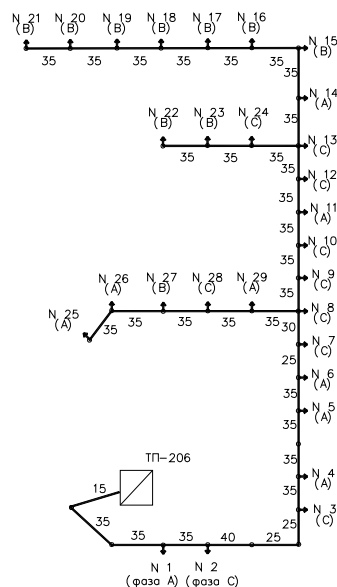
➤ Перед измерением освещенности необходимо убедиться в том, что прямой световой поток светильников внутреннего и наружного освещения не попадает в верхнюю полусферу. Проверка осуществлялась визуальным осмотром светильников и их расположение относительно кронштейнов и подвесов.

➤ При измерении освещенности необходимо следить за тем, чтобы на приемную пластину фотоэлемента не попадали тени или отражения от человека или оборудования, измерения освещенности производились на горизонтальной освещаемой поверхности непосредственно под светильником.

Для инструментального обследования системы уличного освещения была выбрана линия №1 от ТП №206.

Характеристика линии уличного освещения:

- количество светоточек: 29 шт.;
- светильники: ЖКУ 28-250;
- натриевые лампы: ДНаТ-250;
- пускорегулирующие аппараты: 1И250ДНаТ 52Н-005-УХЛ2;



- компенсирующие емкости: 40мкФ;
- сечение питающей линии: 35 мм²;
- длина наиболее протяженного участка: 865 м.

Структурная схема расположения и нумерация светильников в линии приведена на рис.1.



О опора



светильник

(A),(B),(C) питающие фазы, сеч. 35 мм²

35 расстояние между опорами, м

Рис. 1. Схема питания линии уличного освещения от ТП-206

Данные измерений заносились в таблицы, по ним строились графики.

Инструментальные замеры электрических параметров проводились с помощью трехфазного анализатора электрических сетей AR-4М, вольтметра, токовых клещей. Наряду с параметрами, измеряемыми в голове линии, измерялись значения напряжения в середине и конце линии с целью определения падения напряжения на линии.

Результаты измерений представлены в таблице № 1.

Таблица № 1 – Измерение падения напряжения в линии уличного освещения

Участок линии уличного освещения	Фазные напряжения в начале участка, В	Фазные напряжения в конце участка, В	Падение напряжения на 100м линии, в %
ТП№206 – опора №21	A=228 B=228 C=226	B=208	B=1,0
ТП№206 – опора №13	A=226 B=229 C=227	A=216 B=216 C=217	A=0,8 B=1,0 C=0,8
ТП№206 – опора №27	A=227 B=228 C=227	A=216 B=218 C=217	A=0,9 B=0,9 C=0,9
ТП№206 – опора №8	A=227 B=228 C=227	A=216 B=218 C=217	A=1,2 B=1,1 C=1,1

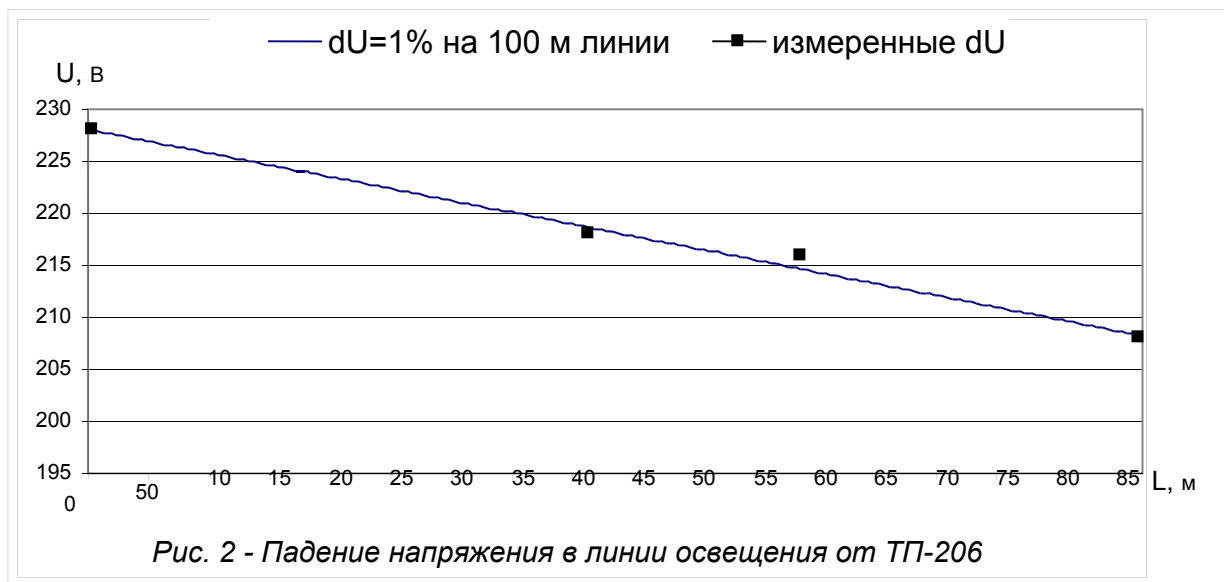


Рис. 2 - Падение напряжения в линии освещения от ТП-206

По результатам данных измерений падения напряжения в целом по линии можно принять 1% на 100 м линии.

Основные результаты замеров электрических параметров линии уличного освещения от ТП №206 приведены в таблице № 2.

В данной таблице приведены пофазно значения электрических параметров в установившихся режимах работы ламп при одинаковом уровне напряжения в начале линии.

Основные результаты замеров электрических параметров линии Таблица 2 - уличного освещения от ТП №206 (в установившихся режимах)

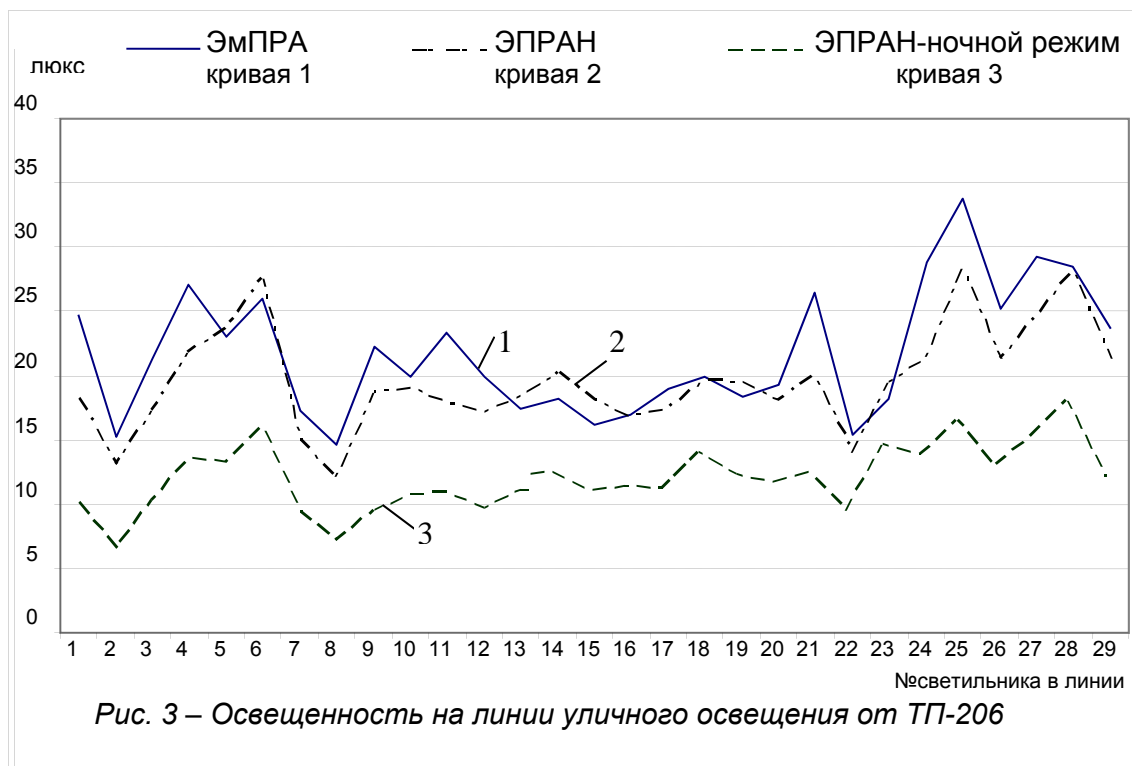


Показатель	В светильниках установлены электромагнитные пусковые устройства ЭмПРА			В светильниках установлены электронные пусковые устройства ЭПРАН-250 (номинальный режим)			В светильниках установлены электронные пусковые устройства ЭПРАН-250 (ночной режим)		
	фаза А	фаза В	фаза С	фаза А	фаза В	фаза С	фаза А	фаза В	фаза С
Питающее напряжение, В	231	231	231	231	231	231	231	231	231
Ток в линии уличного освещения, А	16,95	14,74	14,57	9,46	11,16	10,14	6,22	7,67	6,82
Коэффициент мощности (cos f)	0,79	0,86	0,86	1,00	0,98	1,00	1,00	0,95	1,00
Потребляемая активная мощность, кВт	3,12	2,94	2,91	2,20	2,52	2,35	1,44	1,69	1,59
Потребляемая реактивная мощность, кВАр	1,90	1,52	1,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Полная мощность, кВА	10,2			7,06			4,72		

Таким образом, из данных таблицы № 2 следует, что потребляемая активная мощность в сети при использовании электронных пусковых устройств (ЭПРАН) в номинальном режиме снижается в среднем на 21%, а в ночном режиме работы ЭПРАН снижение достигает до 47%.

ВЫВОД: Сравнительные результаты показывают, что использование электронных пускорегулирующих аппаратов взамен традиционных электромагнитных позволяет в среднем экономить до 30% электроэнергии, потребляемой уличным освещением.

Следует отметить, что сравнительные параметры снимались на линии уличного освещения с новыми электромагнитными пусковыми устройствами с высокой компенсирующей способностью реактивной мощности ($\cos f = 0,86$) и полученная экономия до 30% является нижним пределом эффекта при замене электромагнитных ПРА на электронные типа ЭПРАН, так как в большинстве линий уличного освещения города Тобольска светильники как правило не оборудованы компенсирующими емкостями и коэффициент мощности таких линий колеблется в пределах 0,5-0,6, что дает ещё больший экономический эффект при применении ЭПРАН.



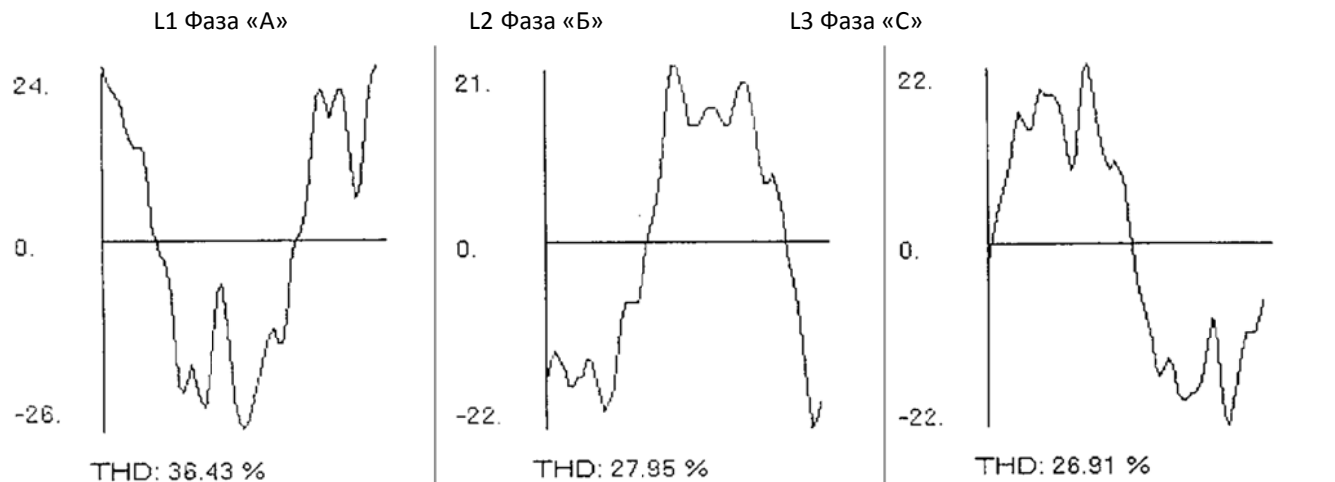
Из рисунка 3 следует, что замеры освещенности, производимые в один день (ЭПРАН и ЭПРАН-ночной режим) дали достаточно определенный результат: кривые освещенности в этих режимах идентичны - снижение уровня освещенности в ночном режиме достигает в среднем 40% и для данной категории улицы сохраняется в пределах установленных норм.



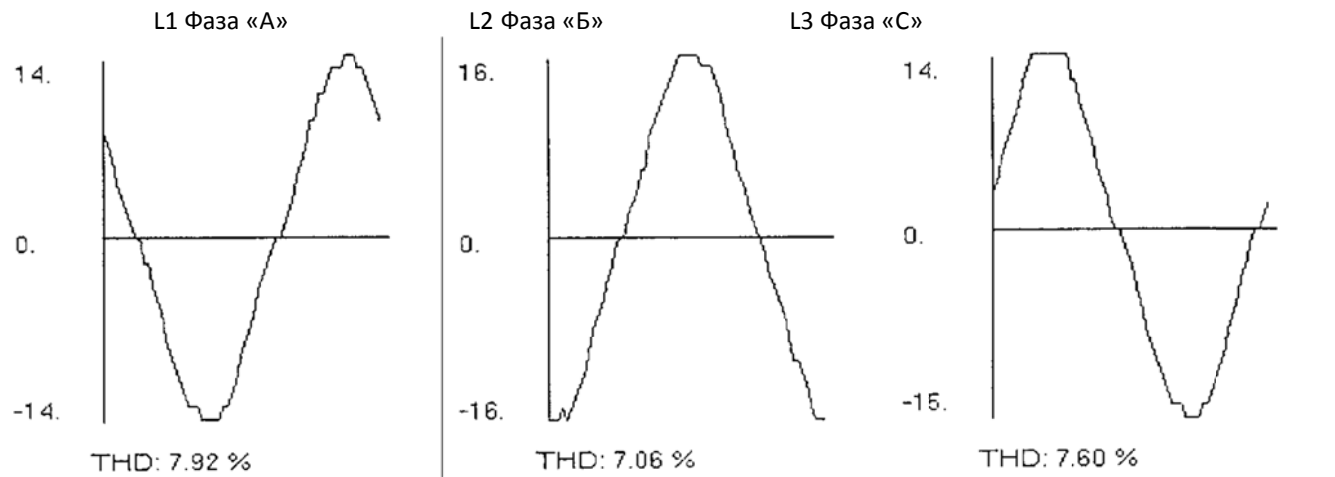
Вывод: Отмечается, что уровень освещенности при замене электромагнитных пускорегулирующих аппаратов на электронные изменяется незначительно (кривые 1 и 2) и остается на том же уровне, при этом экономия электроэнергии составляет до 30%.

При измерениях прибор AR-4M позволяет вычислить в процентах искажения кривых напряжения и тока при работе ламп с различными пусковыми аппаратами.

Синусоидальность кривой напряжения в сети уличного освещения при использовании ЭмПРА или ЭПРАН имеет искажения незначительные, достигающие в среднем до 5%, а вот синусоиды кривых тока для различных пусковых устройств имеют значительное отличие, кривые изображены на рис. 4.



а) Кривые тока по фазам при питании ламп от ЭмПРА (электромагнитные устройства)



б) Кривые тока по фазам при питании ламп от ЭПРАН-250-04(электронные устройства)

Вывод: Электронные пусковые устройства (кривая «б») создают помехи в линии в 4-5 раз меньше, чем электромагнитные пусковые аппараты, а при наличии в них активного корректора и сетевого фильтра обеспечивают выполнение ГОСТ Р51317.3.2-99 (МЭК 64000-3-2-95).

Сравнивая полученные данные измерений, результаты подтверждают все ранее описанные преимущества ЭПРАН-250 (журнал ЭТР № _____ за 2005г.) над электромагнитными пусковыми аппаратами и окончательно говорят о том, что время электронных ПРА наступило.

Их стоимость на рынке колеблется на уровне от 2,5 тыс.руб. до 3,7 тыс.руб. за штуку. Это приводит к значительному удорожанию светильника и повышению капитальных затрат на модернизацию сети уличного освещения, но капитальные затраты окупаются за счет снижения эксплуатационных затрат по следующим факторам:



➤ Экономия электроэнергии на уличное освещение до 30% при росте цены на электроэнергию.

➤ Снижение потерь электроэнергии в линии за счет уменьшения активного тока нагрузки в среднем до 10%, как правило, улучшение качественных показателей: уровня напряжения в конце линии и сохранения нормируемой величины светового потока.

➤ Появляется возможность адресного управления конкретным светильником, диагностировать состояние ламп и электронных балластов, следовательно планово без включения в дневное время линий уличного освещения производить с учетом накопленной базы данных замену вышедших из строя ламп, уменьшая при этом расходы на обслуживание сетей освещения.

Внедрение АСУ уличного освещения не только позволит осуществлять контроль за работой уличного освещения города, но и даст возможность регулировать подачу электроэнергии в зависимости от времени суток и погодных условий, благодаря использованию специальных блоков питания, современных пускорегулирующих аппаратов.

В режиме реального времени на пульт к диспетчеру поступает информация о фактах хищения проводов, на место происшествия сразу выезжает аварийная бригада, сведения подаются в УВД в отдел по борьбе с хищениями. В настоящее время в г. Тобольске протяженность линий уличного освещения составляет 128 км и насчитывает 4200 светоточек.

Возможности АСУ уличного освещения обеспечат путём прямого подсчёта сокращение затрат на уличное освещение в год для г.Тобольска – 1210,6 тыс. рублей, из них:

а). за счет внедрения ночного режима и специальных ЭПРАН-250 экономия электроэнергии – 844,1 тыс. рублей;

б). антивандальное исполнение шкафов управления и охранная сигнализация обеспечит сохранение оборудования и проводов от воровства и позволят сэкономить (по факту за 2005 г.) – более 105,1 тыс. рублей;

в). увеличение ресурса работы ламп за счет сокращения времени работы при введении ночного режима. Исходя из ресурса 22000 часов при 8-часовой работе в сутки одной лампы, в год должно быть заменено 560 ламп. Соответственно количество замененных ламп при введении ночного режима уменьшится на 168 ламп, что даст экономию 168 шт. х 0,8 т.р. = 134,4 тыс. рублей в год.

г). уменьшение расходов на обслуживание сетей уличного освещения за счет снижения транспортных расходов. Постоянный объезд сетей уличного освещения с целью контроля технического состояния освещения и отдельных ламп отпадает, что позволит сэкономить ГСМ около 127,0 тыс. рублей в год.