

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт энергетики и электротехники

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Режимы работы электрических источников питания, подстанций, сетей и
систем
(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Разработка технических мероприятий по повышению надежности
системы наружного освещения г.о. Тольятти»

Студент

А.А. Жулидина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

А.Е. Бурмутаев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Руководитель программы д.т.н., профессор В.В. Вахнина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 2017 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Вахнина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

Содержание

Введение.....	4
1 Системы управления наружного освещения.....	7
1.1 Сети наружного освещения.....	7
1.2 Анализ состояния сети наружного освещения	12
1.3 Основные системы управления наружного освещения	17
1.4 Анализ надежности существующих систем управления наружного освещения.....	22
1.5 Автоматическое управление уличным освещением	22
1.6 Вывод по главе I.....	28
2 Разработка технических мероприятий по повышению надежности систем наружного освещения г.о. Тольятти	29
2.1 Состояние систем наружного освещения г. Тольятти	29
2.2 Разработка вариантов технических мероприятий, направленных на повышение надежности систем наружного освещения	36
2.3 Интеллектуальная система управления наружного освещения	39
2.4 Преимущества дистанционного управления.....	41
2.5 Особенности интеллектуальной системы управления наружного освещения.....	42
2.6 Техническое оснащение интеллектуальной системы управления наружного освещения.....	45
2.7 Управление интеллектуальной системой наружного освещения.....	50
2.8 Вывод по главе II.....	58
3 Реализация и оценка экономической эффективности мероприятий по совершенствованию существующих сетей наружного освещения	60

3.1 Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением	60
3.2 Реализация интеллектуальной системы управления наружным освещением в г. Мекка	62
3.3 Реализация интеллектуальной системы управления наружным освещением в г. Брашов, Румыния.....	64
3.4 Реализация интеллектуальной системы управления наружным освещением в г. Хынчешты, Молдавия	76
3.5 Контроль уличного освещения в Эр-Рияде, столице Саудовской Аравии	79
3.6 Оценка экономической эффективности внедрения интеллектуальной системы освещения в г.о. Тольятти.....	81
3.7 Выводы по главе III.....	84
Заключение	86
Список использованных источников	88

Введение

Сети наружного освещения – одна из главных составляющих современной структуры коммунального хозяйства, они выделяются в особую техническую систему у крупных предприятий, без них невозможно представить эксплуатацию крупных современных дорог, плотин и мостов.

Современные крупные сети наружного освещения – это энергоемкие автоматизированные объекты, правильное построение которых в значительной мере определяет эффективность труда и комфорт современной жизни. При этом нужно верно рассчитать их расположение и рационально рассчитать расход энергетических ресурсов на обеспечение работы систем освещения, а также затраты на ремонт и обслуживание.

В большинстве городов РФ освещенность дорог ниже нормы в 2-3 раза, светильники имеют устаревшую конструкцию, в светильниках используются низкоэффективные лампы накаливания (светоотдача 12 лм/Вт) и ртутные лампы (светоотдача 55 лм/Вт). Доля старого оборудования, включая не только светильники, но и опоры, кабели, в России составляет более 60%. Схемы электроснабжения не обеспечивают необходимый уровень надежности установок наружного освещения.

В среднем одна лампа уличного освещения потребляет 250 ватт, таким образом, за восемь часов работы каждый источник света расходует два киловатта электроэнергии, обладая низкой светоотдачей и недолгим сроком службы. По экспертным оценкам, около 80 процентов осветительных систем в России можно сделать более эффективными.

Повышение надежности сетей наружного освещения позволит обеспечить энергосбережение, бесперебойность питания, и как следствие обеспечить безопасность на дорогах. Так как количество ДТП и противоправных действий значительно снижается при хорошем освещении города.

На сегодняшний день отсутствует централизованный мониторинг оборудования и управления режимами работы; отсутствуют режимы энергосбережения; производится эксплуатация морально устаревшего и изношенного оборудования; неэффективный учет электроэнергии (однотарифный учет или расчетные схемы оплаты); высокий уровень эксплуатационных затрат; возможность несанкционированного вмешательства в процесс управления; экологические проблемы (утилизация ртутных ламп).

Сети наружного освещения являются одним из крупных потребителей электроэнергии. Поэтому модернизация сетей наружного освещения является одним из эффективных и обязательным энергосберегающим мероприятием.

Существует автоматизированная система управления сетями наружного освещения, которая дает возможность отслеживать и измерять текущие параметры сети и диагностировать текущее состояние оборудования и линии.

Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением обеспечит более безопасные условия дорожного движения, безопасность пешеходов и значительно улучшит архитектурную, туристическую и коммерческую продукцию города.

Интеллектуальная система управления уличного освещения является решением для удаленного управления уличного освещения, которая обладает возможностью управления лампами и уровня освещения каждого уличного светильника. Также гарантирует нужное количество света при различных условиях. Не менее важно, наличие обратной связи в режиме реального времени, сообщаемой о любых изменениях, происходящих вдоль линии, снижает потери энергии и предлагает передовые инструменты оптимизации технического обслуживания.

Повышение надежности сетей наружного освещения позволит обеспечить энергосбережение, бесперебойность питания, и как следствие обеспечить безопасность на дорогах. Так как количество ДТП и противоправных действий значительно снижается при хорошем освещении города.

Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением обеспечит более безопасные условия дорожного движения, безопасность пешеходов и значительно улучшит архитектурную, туристическую и коммерческую продукцию города.

Поэтому целью работы является разработка технических мероприятий по повышению надежности систем наружного освещения.

Задачи:

- анализ состояния сетей наружного освещения;
- анализ основных систем управления наружного освещения;
- анализ надежности существующих систем управления наружного освещения;
- разработка технических мероприятий по повышению надежности систем наружного освещения;
- оценка экономической эффективности мероприятий по совершенствованию существующих сетей наружного освещения.

1 Системы управления наружного освещения

Наружное освещение (уличное освещение) является неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Еще задолго до появления электрических источников света городские улицы освещали факелами, масляными фонарями, затем керосиновыми и газовыми лампами.

Потребность в капитальной реконструкции уличного освещения назрела еще в 90-х годах, но не могла быть реализована из-за финансовых проблем и частично из-за технических.

1.1 Сети наружного освещения

Сети наружного освещения – одна из главных составляющих современной структуры коммунального хозяйства, они выделяются в особую техническую систему у крупных предприятий, без них невозможно представить эксплуатацию крупных современных дорог, плотин и мостов.

Современные крупные сети наружного освещения – это энергоемкие автоматизированные объекты, правильное построение которых в значительной мере определяет эффективность труда и комфорт современной жизни. При этом нужно верно рассчитать их расположение и рационально рассчитать расход энергетических ресурсов на обеспечение работы систем освещения, а также затраты на ремонт и обслуживание.

В зависимости от размеров и других особенностей сетей наружного освещения возможны различные подходы к управлению включением сетей освещения и контролю за их состоянием.

Нужное количество светильников наружного освещения рассчитывают генеральные подрядчики по проекту и плану, утвержденному властями. При этом руководствуются определенным перечнем документов: ГОСТ Р 55706-2013[7], СП 42.13330.2011 [5] и СП 52.13330.2011 [4], учитывая следующие факторы:

- тип населенного пункта,
- географическое расположение,
- категория дорог и улиц,
- тип и яркость дорожного покрытия,
- интенсивность движения.

Дополнительное обслуживание средств уличного освещения следует проводить в случае нарушения рекомендуемых норм освещенности (светильники выходят из строя, перестают светить или светят тускло). Время работы светильников регулируется муниципальными службами, которые утверждают график включения и выключения наружного освещения.

Согласно СП 52.13330.2011[4] освещение улиц, дорог и площадей с регулярным транспортным движением в городских поселениях следует проектировать исходя из нормы представленных в таблице 1.

При этом средняя яркость покрытия скоростных дорог составляет 1,6 кд/м² в черте городов и не менее 1,0 кд/м² вне городов на основных подъездах к аэропортам, речным и морским портам независимо от интенсивности движения транспорта.

Таблица 1 - Нормы средней яркости усовершенствованных покрытий

Категория объекта по освещению	Улицы, дороги и площади	Наибольшая интенсивность движения транспорта в обоих направлениях, ед/ч	Средняя яркость покрытия, кд/м ²	Средняя горизонтальная освещенность покрытия, лк
А	Магистральные	Св. 3000	1,6	20
	дороги, магистральные	Св. 1000 до 3000	1,2	20
	улицы общегородского значения	От 500 " 1000	0,8	15
Б	Магистральные	Св. 2000	1,0	15
	улицы районного значения	Св. 1000 до 2000	0,8	15
		От 500 " 1000	0,6	10
		Менее 500	0,4	10
В	Улицы и дороги	500 и более	0,4	6
	местного значения	Менее 500	0,3	4
		Одиночные автомобили	0,2	4

Среднюю горизонтальную освещенность на уровне покрытия непроезжих частей улиц, дорог и площадей, бульваров и скверов, пешеходных улиц и территорий микрорайонов в городских поселениях следует принимать согласно таблице 2 и таблице 3.

Таблица 2 - Средняя горизонтальная освещенность на уровне покрытия непроезжих частей улиц, дорог и площадей, бульваров и скверов, пешеходных улиц и территорий микрорайонов в городских поселениях

Освещаемые объекты	Средняя горизонтальная освещенность, лк
Главные пешеходные улицы, непроезжие части площадей категорий А и Б и предзаводские площади	10
Пешеходные улицы: -в пределах общественных центров -на других территориях	6
	4
Тротуары, отделенные от проезжей части на улицах категорий:	2-4
Посадочные площадки общественного транспорта на улицах всех категорий	10
Пешеходные мостики	10
Пешеходные тоннели: -днем -вечером и ночью	100
	50
Лестницы пешеходных тоннелей вечером и ночью	20

Таблица 3 - Средняя горизонтальная освещенность на уровне покрытия бульваров и скверов, пешеходных улиц и территорий микрорайонов в городских поселениях

Освещаемые объекты	Средняя горизонтальная освещенность, лк
Пешеходные дорожки бульваров и скверов, примыкающих к улицам категорий	2-6
Территории микрорайонов	
Проезды: -основные	4
-второстепенные, в том числе тротуары-подъезды	2
10 Хозяйственные площадки и площадки при мусоросборниках	2
11 Детские площадки в местах расположения оборудования для подвижных игр	10

В ночное время допускается уменьшение уровня наружного освещения городских улиц, дорог и площадей при нормируемой средней яркости более 0,4 кд/мили средней освещенности более 4 лк за счет включения не более половины светильников, исключая при этом выключение подряд расположенных, либо без отключения светильников с помощью регулятора светового потока разрядных ламп высокого давления в установке до уровня не ниже 50% ее нормируемого уровня наружного освещения.

Допускается с целью получения дополнительной экономии электроэнергии в вечернее и утреннее темное время суток снижать регулятором уровень освещения:

-на 30% при уменьшении интенсивности движения до 1/3 максимальной величины;

-на 50% при уменьшении интенсивности до $1/5$ максимальной величины.

На улицах и дорогах при нормируемых величинах средней яркости 0,3 кд/м или средней освещенности 4 лк и менее, на пешеходных мостиках, автостоянках, пешеходных аллеях и дорогах, внутренних, служебно-хозяйственных и пожарных проездах, а также на улицах и дорогах сельских поселений частичное или полное отключение освещения в ночное время не допускается.

В установках наружного освещения следует использовать светильники с разрядными источниками света высокого давления, в том числе для установок освещения улиц и дорог с транспортным движением - преимущественно с натриевыми лампами высокого давления [5].

1.2 Анализ состояния сети наружного освещения

В большинстве городов РФ освещенность дорог ниже нормы в 2-3 раза, светильники имеют устаревшую конструкцию, в светильниках используются низкоэффективные лампы накаливания (светоотдача 12 лм/Вт) и ртутные лампы (светоотдача 55 лм/Вт). Доля старого оборудования, включая не только светильники, но и опоры, кабели, в России составляет более 60%. Схемы электроснабжения не обеспечивают необходимый уровень надежности установок наружного освещения.

В среднем одна лампа уличного освещения потребляет 250 ватт, таким образом, за восемь часов работы каждый источник света расходует два киловатта электроэнергии, обладая низкой светоотдачей и недолгим сроком службы. По экспертным оценкам, около 80 процентов осветительных систем в России можно сделать более эффективными.

В населенных пунктах для освещения улиц, фасадов зданий, транспортных магистралей и прочей инфраструктуры, в ночное время, используется система наружного освещения. Данные сети представляют собой светильники различных конструкций, которые установлены на опорах

освещения и питаются электроэнергией по воздушным или кабельным линиям электропередач. Искусственное освещение населенных пунктов при помощи электроэнергии применяется с момента изобретения электроламп. За это долгое время все элементы сетей наружного освещения претерпели значительные изменения. Но принципиальная компоновка таких систем в целом имеет такой же состав, как и на заре промышленного использования электроэнергии.

Для крепления светильников наружного освещения и для монтажа электрических проводов используются строительные конструкции, элементы зданий и инженерных сооружений. Но основная часть сетей уличного освещения проложена с использованием опор линий электропередачи. Сети освещения относятся к линиям электропередач до 1000 В и их эксплуатационные и технологические параметры регламентируются Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) [2]. При этом если осветительные сети выполняются с использованием изолированного провода, то опоры освещения должны обеспечивать расстояние от провода до земли не менее 5 м. При монтаже сетей неизолированным проводом расстояние должно быть не меньше 6 м.

Существуют самые различные опоры освещения. В зависимости от архитектурных или ландшафтных условий, для монтажа сетей уличного освещения могут применяться опоры освещения, изготовленные из конструкционной стали, железобетона или древесины. При использовании деревянных опор освещения, их крепят к несущему пасынку, который установлен в грунте. Стальные и железобетонные опоры освещения допускается устанавливать в грунт без применения дополнительных конструктивных элементов.

Часто сети уличного освещения прокладываются по существующим силовым линиям электропередачи. При этом совместная подвеска на опорах допускается с соблюдением установленных габаритов до земли и зданий, а также расстояния до проводов другого класса напряжения.

В системах наружного освещения используются светильники самых разных типов, мощности и принципа действия. Наиболее широко в городских сетях применяются газоразрядные лампы типа ДРЛ. Также большой парк светильников наружного освещения составляют лампы накаливания и люминесцентные источники света. Лампы ДРЛ обладают оптимальными характеристиками для работы во внешних условиях, но требуют специальной пусковой аппаратуры. Для освещения проспектов, больших улиц и автомагистралей лампы накаливания практически не используются, по причине их неэкономичности и трудностей с изготовлением таких ламп большой мощности.

Наружная реклама, декоративная подсветка фасадов зданий, информационные табло и т.п. чаще всего также подключены к сетям уличного освещения, что значительно увеличивает их нагрузку и предъявляет повышенные требования к пропускной способности этих сетей и их полноценной защите от короткого замыкания.

Надежность работы уличного освещения обеспечивается целым комплексом мероприятий. Среди них можно выделить: использование усиленной изоляции, применением современных методов крепления проводов к изоляторам, установку опор освещения с повышенной стойкостью к атмосферным явлениям и прочее.

Надежная и качественная система уличного освещения занимает видное место в инфраструктуре современного города и призвана обеспечить комфортное проживание горожанам.

Уличное освещение предназначено для повышения оптической видимости ночью или в условиях плохой видимости. Современное наружное освещение включает в себя освещение: дорог, проезжей части улиц, тротуаров, площадей, парков, дворов и прилегающих к ним дорожек, расположенных во дворах детских и спортивных площадок. Так же к наружному освещению относят архитектурно-художественное освещение фасадов зданий.

По данным статистики, плохая освещенность трасс увеличивает число дорожно-транспортных происшествий, а в темных переулках вероятности нападения и кражи гораздо выше.

В зависимости от назначения наружное освещение может быть, как декоративным, так и функциональным. Каждый из видов освещения требует применения светильников определенного типа, а при умелом использовании искусственного освещения его утилитарные и декоративные функции можно успешно совмещать.

Также наружное освещение подразделяется по типу используемых ламп:

1. Светильники с лампами накаливания, в настоящее время практически не используются;
2. Светильники с дуговыми лампами;
3. Светодиодные светильники;
4. Индукционные светильники нового поколения.

В настоящее время лампы ДНАТ (натриевые) и ЛВД (ртутные) самые распространённые из-за своей невысокой стоимости и высокого уровня светоотдачи. На рисунке 1 отображена структура рынка профессиональных ламп для наружного освещения в России по данным исследования 2015 года Lighting Business Consulting на основе данных таможенной статистики и производства РФ по заказу Минпромторга и Минэнерго [23].

Но самым эффективным по энергосбережению видом уличного освещения считаются светодиодные системы освещения (рисунок 2). Основное их преимущество - это энергосбережение: расходы на электроэнергию сокращаются более чем на 70%. Также использование светодиодных светильников способствует снижению количества ДТП, так как освещенность дорожного полотна становится выше и равномернее.

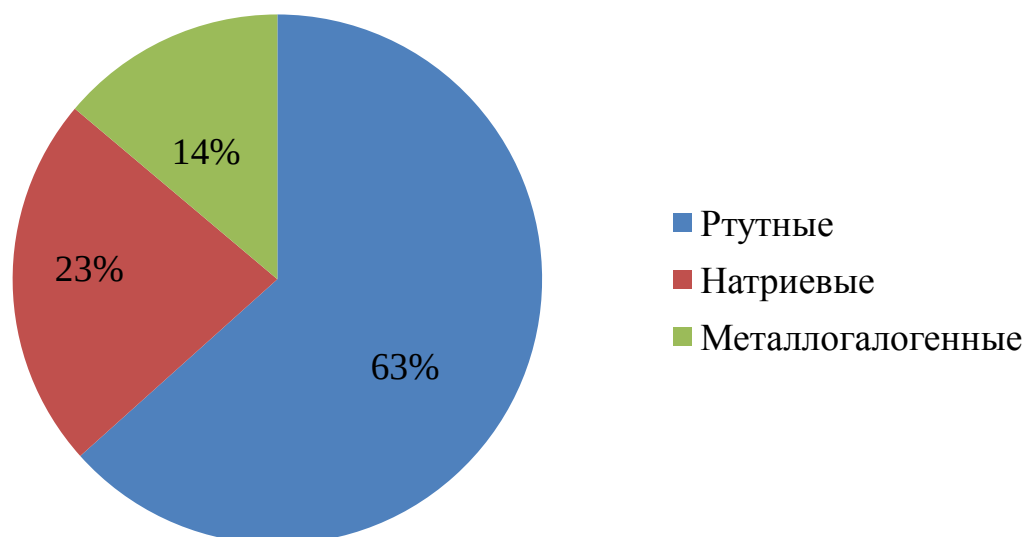


Рисунок 1 - Структура рынка профессиональных ламп для наружного освещения в России по данным исследования 2015 года Lighting Business Consulting на основе данных таможенной статистики и производства РФ по заказу Минпромторга и Минэнерго



Рисунок 2 – Светодиодный светильник для освещения дорог и улиц

Помимо этого, монтаж светодиодных светильников не требует определенных усилий, в отличие от светильников с ДРЛ и ДНаТ. Светодиодные

светильники не нуждаются в замене ламп и как следствие расходы на обслуживание отсутствуют.

Повышение надежности сетей наружного освещения позволит обеспечить энергосбережение, бесперебойность питания, и как следствие обеспечить безопасность на дорогах. Так как количество ДТП и противоправных действий значительно снижается при хорошем освещении города.

Согласно нормативным документам включение наружного освещения производится при снижении уровня естественной освещенности до 20 лк, а отключение — при ее повышении до 10 лк.

На сегодняшний день отсутствует централизованный мониторинг оборудования и управления режимами работы; отсутствуют режимы энергосбережения; производится эксплуатация морально устаревшего и изношенного оборудования; неэффективный учет электроэнергии (однотарифный учет или расчетные схемы оплаты); высокий уровень эксплуатационных затрат; возможность несанкционированного вмешательства в процесс управления; экологические проблемы (утилизация ртутных ламп).

Сети наружного освещения являются одним из крупных потребителей электроэнергии. Поэтому модернизация сетей наружного освещения является одним из эффективных и обязательным энергосберегающим мероприятием.

1.3 Основные системы управления наружного освещения

Существует телемеханическое и дистанционное управление сетями наружного освещения. Телемеханическое управление (рисунок 3) применяется в городах с населением свыше 50 тыс. жителей. Дистанционное управление применяется в населенных пунктах, где число жителей не превышает 20 тыс. В городах, где население составляет 20-50 тыс. жителей применяется как телемеханическое, так и дистанционное управление.

При телемеханическом управлении должны обеспечивать приказы на исполнительные пункты наружного освещения «Включить все освещение», «Включить (отключить) часть освещения», «Отключить все освещение».

На диспетчерский пункт с исполнительных пунктов должны передаваться сигналы: «Включено все освещение», «Включена (отключена) часть освещения»; «Отключено все освещение», «Несоответствие состояния освещения посланному приказу, а также неисправность в сети наружного освещения и канала связи».

Системы дистанционного управления (рисунок 4) предусматривают управление коммутационными аппаратами, обеспечивающими работу освещения в вечерние и ночные часы, главных пунктов питания последовательно включаемых участков сети наружного освещения и контроль их состояния по наличию напряжения на конце участка.

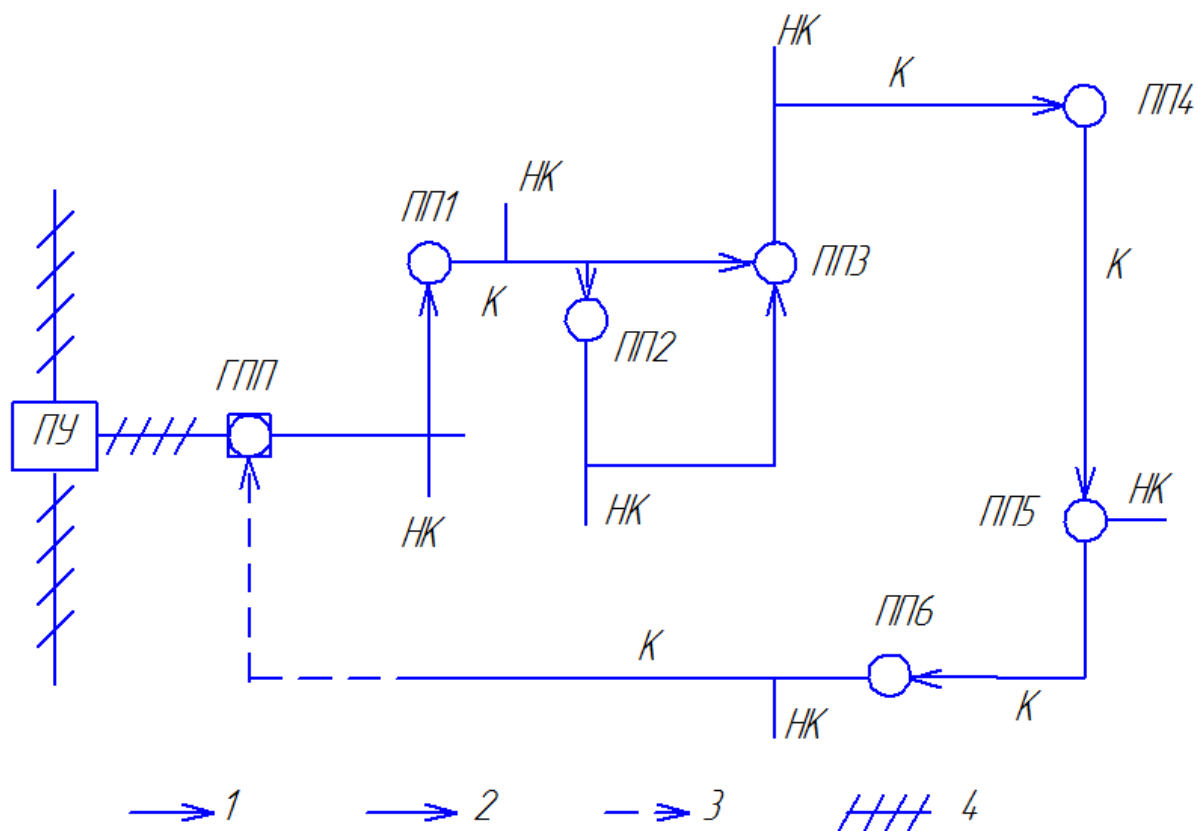


Рисунок 3 – Телемеханическое управление сетями наружного освещения (ГПП — головной пункт питания; ПП1 — ПП6 — промежуточный пункт питания; К — контролируемые направления; НК — неконтролируемые направления наружного освещения; 1 — линия электропитания светильников; 2 — линия управления контакторами; 3 — линия сигнализации; 4 — канал телемеханики)

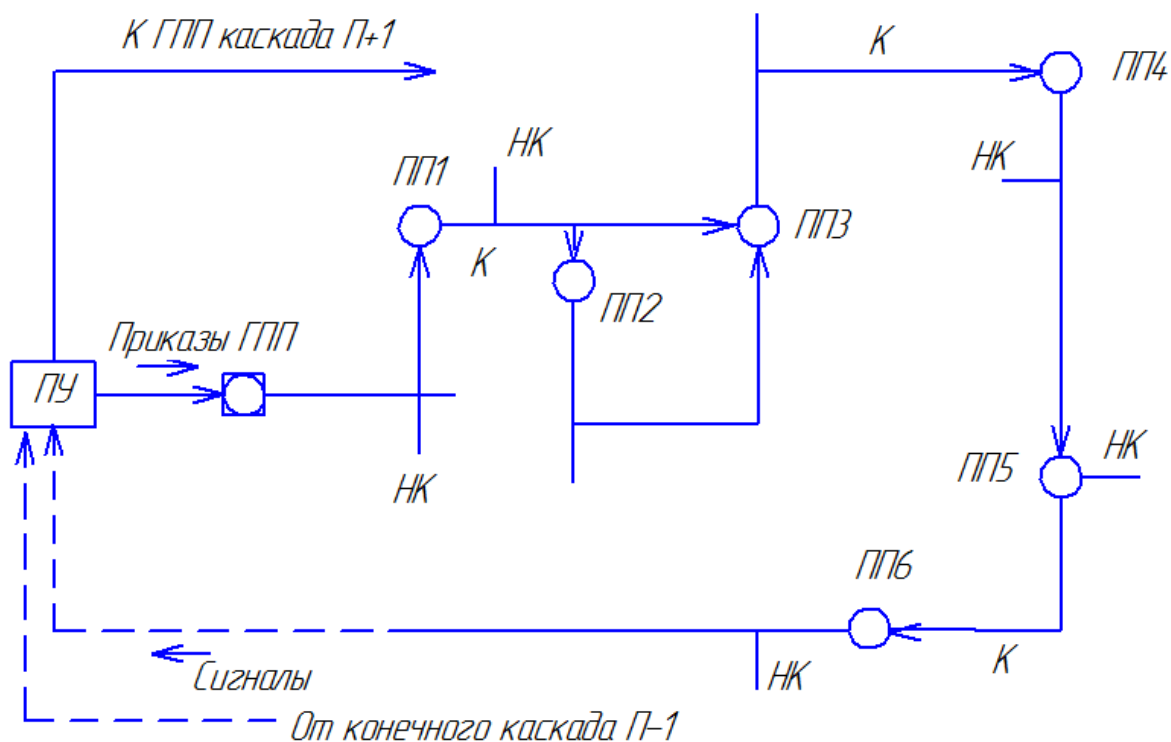


Рисунок 4 - Дистанционное управление сетями наружного освещения (ГПП — головной пункт питания; ПП1 — ПП6 — промежуточный пункт питания; К — контролируемые направления; НК — неконтролируемые направления наружного освещения)

Дистанционное управление освещением осуществляется посредством магнитных пускателей в линиях питающей и групповой сетей. Данная система включается с единого диспетчерского пункта. Причем, сигналом на включение линии, питающейся от подстанции, будет являться наличие напряжения на конце линии, питающейся от предыдущей подстанции.

В установках наружного освещения городов и населенных пунктов широко применяется каскадная схема дистанционного управления (рисунок 5). В данной системе управление линиями наружного освещения осуществляется путем подключения катушки магнитного пускателя второго участка в линию первого, катушки пускателя третьего участка в линию второго, и т.д. Возможна и телемеханическая схема, при которой включение и отключение магнитных

пускателей производится из диспетчерского пункта с помощью телемеханических устройств.

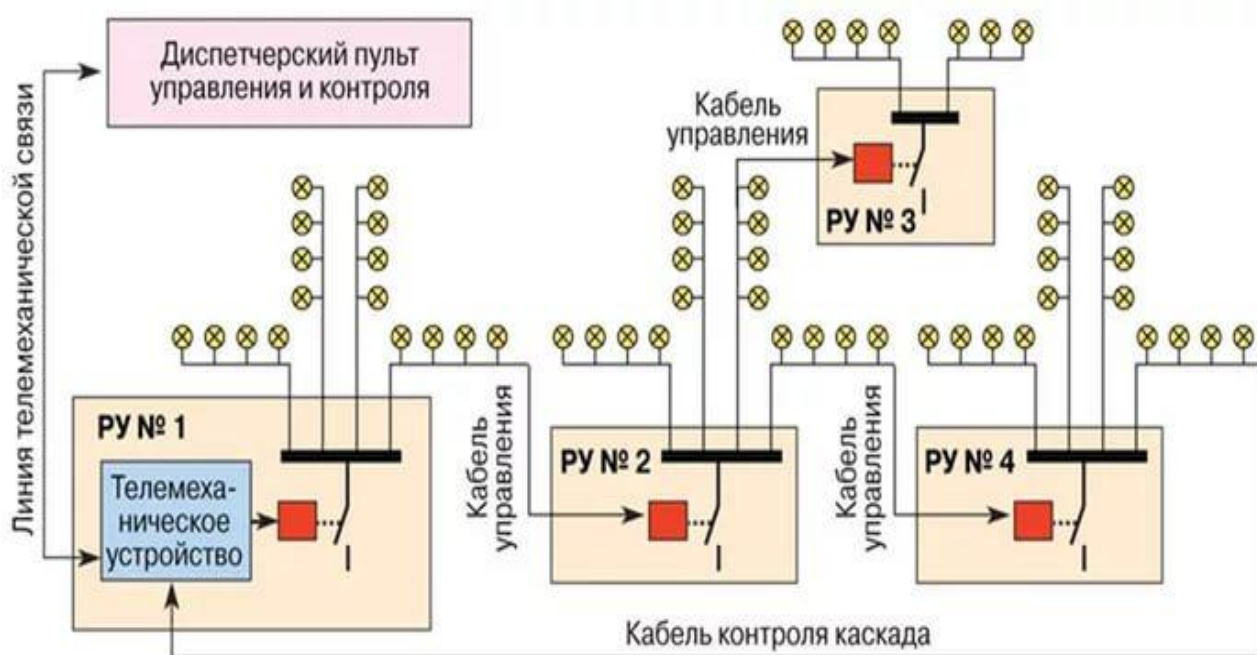


Рисунок 5 - Каскадная схема дистанционного управления

Также используются автоматическое программное или фотоавтоматическое управление. В системе устанавливаются магнитные пускатели и программное реле, фотореле или фотоэлектрического автомата, который в зависимости от времени суток и уровня освещенности контролирует освещение.

В дистанционном управлении освещением существуют два режима работы осветительных установок - вечерний и ночной. Вечерний режим: включены все осветительные приборы, ночной режим: работает только часть осветительных приборов, так как интенсивность падает. Но при этом коэффициент неравномерности освещенности дорожного полотна увеличивается до недопустимых пределов.

1.4 Анализ надежности существующих систем управления наружного освещения

Упомянутые выше системы управления наружным освещением имеют ряд недостатков с точки зрения энергосбережения. При телемеханическом управлении происходит перерасход электроэнергии, связанный с человеческим фактором. Как уже было отмечено ранее, повышается коэффициент неравномерности освещения из-за низкоэффективного управления мощностью. Также отсутствует оперативного контроля состояния осветительных сетей и за доступом в шкафы уличного освещения (ШУО) с целью хищения цветных металлов и оборудования (что особенно важно в последнее время).

Также данные системы управления наружным освещением имеют ряд других недостатков:

- срок эксплуатации существующих систем управления наружным освещением более 20 лет;
- включение и отключение освещение производится при участии человека;
- отсутствует оперативный контроль работы системы;
- отсутствует возможность постоянно контролировать энергопотребление системы и основные параметры сети;
- отсутствует возможности использования экономичных режимов работы в ночное время;
- невозможно определить место отказов и учета технического ресурса осветительных приборов (ламп).

1.5 Автоматическое управление уличным освещением

Существует автоматизированная система управления сетями наружного освещения, которая дает возможность отслеживать и измерять текущие параметры сети и диагностировать текущее состояние оборудования и линии. Система состоит из двух уровней.

Первый уровень – это шкафы управления (ШУ), которые осуществляют непосредственное управление наружным освещением, трехфазные электросчетчики и контроллер. Второй уровень – это центр диспетчерского управления, в котором происходит контроль состояния и управление наружным освещением. Полученные данные со шкафов управления обрабатываются и анализируются в диспетчерском пункте. Сигнал о состоянии наружного освещения в автоматической системе управления наружного освещения передается по GSM/GPRS-каналам. Данная возможность позволяет удаленно отслеживать состояние системы.

Включение и отключение наружного освещения происходит в двух режимах: автоматическом и ручном. Таким образом, диспетчер имеет возможность управлять освещением в аварийных ситуациях или во время ремонтных работ.

Автоматическое управление уличным освещением осуществляется системой АСУНО-GSM (рисунок 6). Система за счет заданных режимов управления в зависимости от времени года экономит электроэнергию.

В случае нарушения работы система автоматически передает сигнал на пульт дистанционного управления и на личный мобильный телефон оперативного персонала, отвечающего за бесперебойную работу системы.

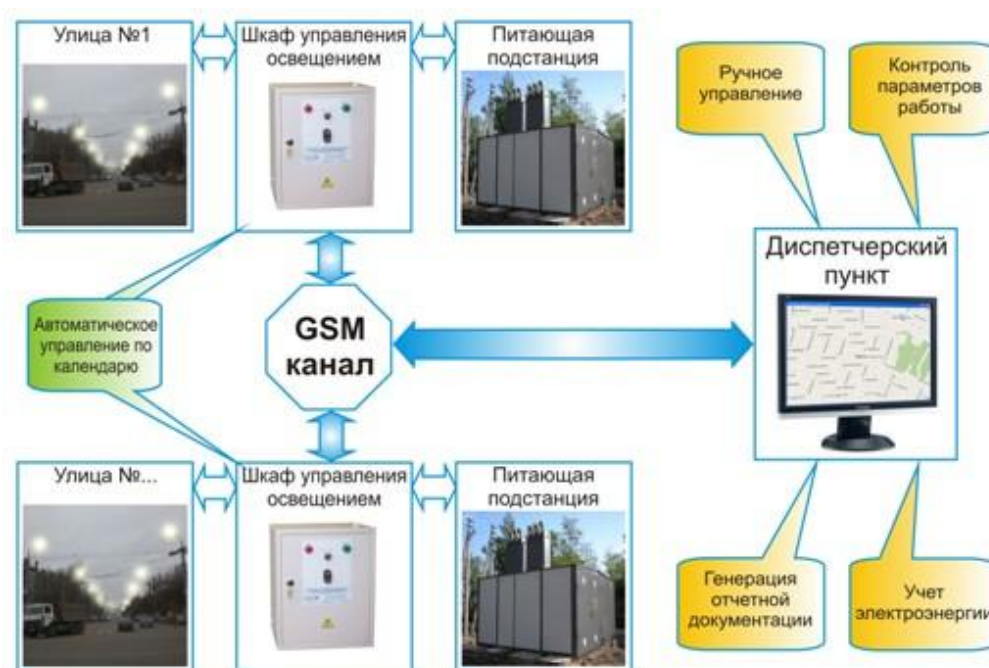


Рисунок 6 - Составляющие элементы в системе управления наружным (уличным) освещением.

Новинкой интеллектуального энергосберегающего освещения является применение светодиодных светильников, датчиков движения и использование беспроводной связи между светильниками и диспетчерским пунктом.

Особенностью этой системы является радиосвязь между соседними прожекторами, при появлении объекта происходит разгорание не только конкретного фонаря, находящегося в непосредственной близости от объекта, но и последующие, по мере отдаления от них объекта происходит неполное понижение освещенности, таким образом, создается зона безопасности, позволяющая увидеть приближающийся другой объект. Также уличные фонари могут информировать диспетчерский пункт о существующих неполадках в освещении, что упрощает поиск неисправности.

Одна из разновидностей автоматического управления освещением при помощи системы глобального позиционирования. Для управления применяется GPS-приемника и прибор, который вычисляет время восхода и захода солнца, в соответствии с географическим местоположением при его помощи освещение

включает контроллер, за 15 мин до захода солнца и наступления сумерек, и выключает за 10 мин до рассвета, в любой точке координат на земном шаре.

Использую также автоматическое управление при использовании календарного графика. Включение и отключение происходит в зависимости от календарной даты, будничных и выходных дней недели, а также в зависимости от суточного времени. Такой способ применяется для освещения предприятий в выходные, рабочие и праздничные дни.

Автоматическое управление производится с помощью зонального контроллера или сервера. Контроллер служит для формирования сигнала для включения определенной группы наружных осветительных устройств, или уличных фонарей. Для передачи сигнала на исполнительный элемент, роль которого выполняет электронный балласт, применяются:

- Слаботочные сигнальные линии. Управление происходит отдельными лампами, по цифровому протоколу управления, на использовании календарного графика. Но из-за накопления ошибок в отчетности по времени года применение данного балласта не всегда целесообразно. Система используется в небольших районах.

- Радиоканалы, применяется в групповом управлении по радиоканалу на приемник в шкафу управления. Но из-за наличия радиопомех возникают проблемы с управлением освещения

- GSM-канал. Управление происходит посредством телефонного СМС на контроллер в управляющем шкафу. Недостаток данного способа - загруженность сети GSM и ограниченность зоны охвата сотовой сети,

- Передача ВЧ-сигнала по силовому кабелю. Возможен риск ошибочного управления вследствие повреждения кабельной линии, для эффективного управления освещением необходима прокладка кабеля к каждому фонарю.

Данная система позволяет наиболее эффективно выбирать режимы работы уличного и внутреннего освещения в зависимости от конкретных условий и задач на объекте.

В целом автоматизированная система управления наружного освещения позволяет решить следующие вопросы:

- полная автоматизация процесса управления освещением, постоянный контроль;

- отказ от необходимости выезжать на проверку включения или отключения освещения;

- экономия электроэнергии за счет чередования вечернего, ночного и утреннего режимов управления в автоматическом режиме и по командам диспетчера с единого диспетчерского пункта;

- оперативное оповещение диспетчера системой о необходимости приступить к ликвидации аварийной ситуации в случае невыполнения функции «отключение освещения»;

- информацию о показаниях счетчиков диспетчер автоматически получает на дисплей монитора в удобном виде в любой точке;

- информация о фактах несанкционированного подключения и хищения электроэнергии поступает моментально;

- автоматическая диагностика работоспособности сети, без участия человека;

- интеграция с другими автоматизированными системами;

- экономия средств, так как система практически не требует обслуживания, а надежность компонентов позволяет сохранять работоспособность долгие годы.

Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением обеспечит более безопасные условия дорожного движения, безопасность пешеходов и значительно улучшит архитектурную, туристическую и коммерческую продукцию города.

Интеллектуальная система управления уличного освещения является решением для удаленного управления уличного освещения, которая обладает возможностью управления лампами и уровня освещения каждого уличного

светильника. Также гарантирует нужное количество света при различных условиях. Не менее важно, наличие обратной связи в режиме реального времени, сообщаемой о любых изменениях, происходящих вдоль линии, снижает потери энергии и предлагает передовые инструменты оптимизации технического обслуживания.

Когда освещение улиц необходимо уменьшить в определенной области или в течение определенного промежутка времени, Интеллектуальная система управления наружного освещения помогает приглушить свет соответственно. Если движение пешеходов значительно уменьшается с 1:00 до 5:00 утра, то затемнением света является верным решением. Значительное сокращение потребления энергии и выбросов CO₂, а также уменьшения светового загрязнения и общее воздействие на окружающую среду. Интеллектуальная система управления наружного освещения крепится к любым из ваших уличных фонарей, используя либо магнитные или электронные балласты, без каких-либо дополнительных инвестиций в сеть.

В последние годы, цена на энергоресурсы постоянно растет со скоростью 20%, и нет никаких признаков того, что в ближайшее время этот рост будет замедляться.

Снижение светового загрязнения и выбросов CO₂ за счет снижения потерь энергии и, следовательно, количества выпущенной CO₂. Интеллектуальная система управления уличного освещения помогает уменьшить влияние города на окружающую среду, а также помогает удовлетворить все более жесткие экологические нормы. Кроме того, световое загрязнение, затрагивающее перелетных птиц и дикую природу, в целом значительно уменьшилось.

Интеллектуальная система управления наружного освещения работает в любое время, тем самым помогает практически полностью избежать риска аварий из-за неисправности системы освещения. Большинство проблем освещения обнаружены и устранены еще до того момента, как граждане могут

их заметить. В целом общественная безопасность повышается, а также сохраняются значительные суммы денег, которые могут быть использованы для других проектов города.

1.6 Вывод по главе I

Сети наружного освещения являются одним из крупных потребителей электроэнергии. Поэтому модернизация сетей наружного освещения является одним из эффективных и обязательным энергосберегающим мероприятием.

Исходя из вышеизложенных фактов, можно сделать вывод, что необходима автоматизированная система управления наружным освещением, которая позволит регулировать энергопотребление, контролировать целостность оборудования, своевременно подавать сигнал оперативному персоналу об аварийных ситуациях в сети.

Включение и отключение наружного освещения происходит в двух режимах: автоматическом и ручном. Таким образом, диспетчер имеет возможность управлять освещением в аварийных ситуациях или во время ремонтных работ.

Повышение надежности сетей наружного освещения позволит обеспечить энергосбережение, бесперебойность питания, и как следствие обеспечить безопасность на дорогах. Так как количество ДТП и противоправных действий значительно снижается при хорошем освещении города.

Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением обеспечит более безопасные условия дорожного движения, безопасность пешеходов и значительно улучшит архитектурную, туристическую и коммерческую продукцию города.

Поэтому целью работы является разработка технических мероприятий по повышению надежности систем наружного освещения.

2 Разработка технических мероприятий по повышению надежности систем наружного освещения г.о. Тольятти

Уличное освещение предназначено для повышения оптической видимости ночью или в условиях плохой видимости. Современное наружное освещение включает в себя освещение: дорог, проезжей части улиц, тротуаров, площадей, парков, дворов и прилегающих к ним дорожек, расположенных во дворах детских и спортивных площадок. Так же к наружному освещению относят архитектурно-художественное освещение фасадов зданий.

2.1 Состояние систем наружного освещения г. Тольятти

Ремонтно-эксплуатационное обслуживание уличного (наружного) освещения магистральных улиц и улиц местного значения и кварталов городского округа Тольятти направлено на обеспечение бесперебойной и надежной работы электроустановок и линий электропередач наружного освещения, предотвращение их преждевременного износа, как при нормальном режиме эксплуатации под воздействием внешней среды, так и при его нарушении путем своевременного проведения текущего ремонта, выявления и устранения возникающих неисправностей. Обеспечение поддержания нормируемых светотехнических параметров наружного освещения и заданных графиков режимов их работы, безопасного дорожного движения, повышения эстетически привлекательного, комфортного, безопасного качества жизни населения.

Протяженность кабельных линий наружного освещения 0,4 кВ составляет 722,516 км.

Протяженность воздушных линий наружного освещения 0,4 кВ составляет 449, 584 км.

Внутриквартальное освещение городского округа Тольятти организовано при помощи светильников марок ЖКУ и ЖТУ общей численностью 16 589 шт.

Магистральное освещение городского округа Тольятти организовано при помощи светильников марок ЖКУ и ЖТУ в количестве 14 336 шт.

Потребление электрической энергии производится установками наружного освещения магистральных улиц и улиц местного значения и кварталов городского округа Тольятти, для обеспечения поддержания нормируемых светотехнических параметров наружного освещения и заданных графиков режимов их работы, безопасного дорожного движения, повышения эстетически привлекательного, комфортного, безопасного качества жизни населения. График включения и отключения установок наружного освещения г.о. Тольятти за 2014-2015 год представлен в таблице 4[52].

Таблица 4 - График включения и отключения установок наружного освещения г.о. Тольятти за 2014-2015 год

Месяц	1-5		6-10		11-15		16-20		21-25		26(29)-30(31)		Время горения
	ВКЛ.	ВЫКЛ.	ВКЛ.	ВЫКЛ.	ВКЛ.	ВЫКЛ.	ВКЛ.	ВЫКЛ.	ВКЛ.	ВЫКЛ.	ВКЛ.	ВЫКЛ.	
	час.	час.	час.	час.	час.	час.	час.	час.	час.	час.	час.	час.	час.
Январь	16:56	8:34	17:03	8:32	17:10	8:28	17:18	8:23	17:27	8:17	17:38	8:09	468:46
Февраль	17:47	8:01	17:57	7:52	18:07	7:43	18:16	7:33	18:25	7:22	18:32	7:15	390:01
Март	18:42	7:03	18:51	6:51	19:00	6:39	19:09	6:27	19:18	6:15	19:30	5:58	353:48
Апрель	19:39	5:52	19:50	5:33	20:00	5:21	20:08	5:05	20:19	4:57	20:29	4:46	276:05
Май	20:39	4:35	20:48	4:24	20:57	4:16	21:03	4:06	21:15	3:58	21:23	3:50	221:37
Июнь	21:38	3:35	21:45	3:31	21:50	3:28	21:51	3:28	21:51	3:30	21:51	3:33	171:35
Июль	21:47	3:38	21:44	3:43	21:40	3:49	21:24	3:58	21:24	4:06	21:13	4:16	198:33
Август	21:04	4:26	20:54	4:36	20:42	4:46	20:31	4:55	20:18	5:05	20:04	5:15	256:41
Сентябрь	19:50	5:26	19:38	5:33	19:25	5:45	19:12	5:53	19:02	6:02	18:49	6:11	314:40
Октябрь	18:28	6:29	18:15	6:38	18:04	6:47	17:53	6:56	17:42	7:04	17:30	7:16	400:16
Ноябрь	17:21	7:27	17:11	7:36	17:04	7:45	16:56	7:55	16:49	8:03	16:46	8:11	444:10
Декабрь	16:45	8:17	16:41	8:23	16:41	8:29	16:42	8:32	16:44	8:34	16:50	8:35	488:00
Итого													3984:12

Суммарное потребление электрической энергии установками наружного освещения составляет 27 356 329 кВт*час в год.

Содержание и эксплуатация объектов наружного освещения улиц и дорог возмещают из бюджетных средств. Свет во дворах и внутриквартальных проездах находится в ведении муниципалитета, управляющих компаний или товариществ собственников жилья.

Расходы на придомовое освещение (подъездов и фасадов) ложатся на управляющие компании или товарищества собственников жилья, то есть фактически на собственников жилья. На сегодняшний день расходы на освещение составляют около 5-10 процентов электроэнергии, потребляемой зданием. Расходы на содержание ламп учитываются в платежах населения.

Поставка электрической энергии для уличного (наружного) освещения осуществляется гарантирующими поставщиками: Тольяттинское отделение ОАО «Самараэнерго», Жигулевское отделение ОАО «Самараэнерго», ОАО «Тольяттинская энергосбытовая компания», ООО «Тольяттиэнергосбыт» [3].

В городе ведётся постепенная замена белых ртутных ламп на жёлтые - они с лучшей светоотдачей и более экономичные. Сначала новые электрические светильники появились только на улице Мира и бульваре 50 лет Октября, а к настоящему моменту их уже 90% в системе наружного освещения Тольятти. Старые светильники заменены на более современные по проспекту Степана Разина, улице Юбилейной, на набережной Автозаводского района, а также по бульвару 50 лет октября, по ул. Железнодорожной и частично по ул. Громовой Комсомольского района. Всего в 2009 году в городе планировалось заменить 3500 светильников, расположенных вдоль магистралей и во внутриквартальных проездах, но секвестр «подрезал крылья», поэтому объем работы сократится. Об этом в интервью радиостанции «Август» сообщил заместитель руководителя департамента городского хозяйства Вадим Ерин. Но специалисты мэрии смотрят в будущее с оптимизмом, поэтому планируют взяться за установку ещё более современных белых светодиодных

светильников, которые и в эксплуатации хороши и бюджетные деньги помогут сэкономить.

Город Тольятти сформировался из трех обособленных планировочных районов, не имеющих единого исторического центра, что и определило начертание улично-дорожной сети как линейно-узловой. Линейность связей обусловлена наличием одной транспортной артерии, соединяющей между собой отдельные части города от пос. Федоровка Комсомольского района до крайней границы Автозаводского района. Центральный и Автозаводский связаны между собой Южным шоссе с севера и дорогой через зону отдыха посёлка Портовый с юга. На сегодняшний день необходимо полностью поменять идеологию содержания, ремонта и нового строительства магистрального и внутриквартального освещения города. Только применение новых технологий, материалов и оборудования позволит довести освещение города до существующих норм, изменить эстетический облик города. В настоящее время большая часть существующих электрических сетей наружного освещения нуждаются в реконструкции и капитальном ремонте. Возможностью приведения состояния городского освещения в соответствии до норм СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» достигается через решение следующих задач [4]:

- Разработку комплексной экономически эффективной стратегии развития по магистральному и внутриквартальному освещению.

- Создание действенного механизма для проведения своевременной, согласно установленных норм и правил, реконструкции, модернизации, капитального ремонта, внедрение энергосберегающих технологий и экологически безопасных материалов.

- Стимулирование инвестиций и инициатив в сфере реконструкции на основе рыночных механизмов.

- Своевременный качественный, капитальный ремонт и реконструкция сетей наружного освещения г. о. Тольятти.

В 2001 году на основании распоряжения заместителя мэра специалистами Департамента энергетики, ЖКХ и связи мэрии г.о. Тольятти и Департамента экономики мэрии г.о. Тольятти был разработан проект «Программы реконструкции, модернизации и капитального ремонта магистрального освещения г. Тольятти (до 2005 года)» [24], включающий в себя все выше перечисленные аспекты. Основным условием финансового обеспечения разработанной «Программы...» составлялся с учетом привлечения бюджетных средств. К сожалению, в 2002 году, в связи с дефицитом бюджета, данный проект был отклонен на коллегии в мэрии г. Тольятти.

В настоящее время официально утвержденная «Программа» (план) модернизации сетей наружного освещения магистральных улиц и внутриквартальных территорий г.о. Тольятти отсутствует. Электрические сети магистрального и внутриквартального освещения находятся в муниципальной собственности.

Подрядными организациями, осуществляющими ремонтно-эксплуатационное обслуживание линий наружного освещения магистральных улиц и внутриквартальных территорий Центрального, Комсомольского и Автозаводского районов городского округа Тольятти, в рамках заключенных договоров с Департаментом городского хозяйства мэрии г.о. Тольятти, являются МУП «ПО КХ г. Тольятти» и ОАО «Электросеть». Финансирование производства работ по РЭО (ремонтно-эксплуатационному обслуживанию) включает в себя затраты на текущее содержание существующих электрических сетей и электрооборудования наружного освещения в соответствии с существующими правилами, требованиями, нормативными документами и не включает в себя затраты на капитальный ремонт, а также новое строительство ЛЭП-0,4 кВ. Ежегодное финансирование производства работ по РЭО предусматривается муниципальным заказом за счет бюджетных средств по программе благоустройства внутриквартальных территорий в пределах 70% от необходимых затрат.

В период 2008 года в рамках реализации работ по ремонтно-эксплуатационному обслуживанию линий электропередач и электрооборудования наружного освещения, а также «Программы благоустройства внутриквартальных территорий...» было заменено и вновь смонтировано 2773 светильника, 18245 метров самонесущего изолированного провода, 3025 метров кабельных линий и 11 пунктов питания на базе НТС-7000. Все работы производились за счет средств бюджета.

В 2009 году муниципальным заказом на период I-III кварталы предусмотрено 71 миллион 560 рублей на РЭО магистрального и внутриквартального освещения, что составляет 75% от необходимых затрат на текущее содержание существующих электрических сетей и электрооборудования наружного освещения. Проведён аукцион. В период 2009 года планировалось провести замену 3500 светильников, 25000 метров СИП, смонтировать 25 пунктов питания (ПП) и оборудования по диспетчеризации управления наружным освещением на базе НТС-7000, но в связи секвестированием бюджета реализация данных мероприятий в полном объеме не предоставляется возможной. С начала 2009 года выполнены работы по 100% замене светильников марки РКУ-400 на ЖКУ-250 по пр. Степана Разина, Юбилейной, на участке автодороги от ул. Юбилейной до диспетчерской ТТУ (тольяттинского троллейбусного управления), набережной Автозаводского района, а также б-ру 50 лет октября, на участке ул. Мира от ул. К.Маркса до ул. Ленина в Центральном районе и по ул. Железнодорожной и частично по ул. Громовой Комсомольского района.

В рамках производства работ по РЭО Департаментом городского хозяйства мэрии городского округа Тольятти совместно с подрядными организациями производятся работы (кроме работ, связанных с текущей эксплуатацией), направленные на внедрение новых технологий и электрооборудования с целью снижения расходов на потребление электрической энергии. Данные объемы работ включают в себя:

- замену электрических светильников марки РКУ-400 на ЖКУ-250 и РТУ-125 на ЖТУ-100 или ЖТУ-70.

- переход управления наружным освещением (диспетчеризация) с устаревшего оборудования на базе комплекса УТУ (устройство телеуправления наружным освещением) на НТС-7000 (передача сигнала управления наружным освещением по существующим нулевым жилам и брони кабельных линий 10/6/0,4 кВ).

- замену «голого провода марки А-25 мм² и А-35 мм² на самонесущий изолированный провод (СИП).

В настоящий момент коэффициент освещенности магистральных улиц и внутриквартальных территорий городского округа Тольятти соответствует значениям, определенным договорными обязательствами в рамках финансирования производства работ по РЭО [36].

2.2 Разработка вариантов технических мероприятий, направленных на повышение надежности систем наружного освещения

Мероприятия по повышению надежности наружного освещения позволят обеспечить:

- содержание в технически исправном состоянии объектов и сетей наружного освещения;

- устранение аварийных ситуаций на оборудовании и сетях инженерной инфраструктуры;

- поддержание в технически исправном эксплуатационном состоянии сетей уличного (наружного) освещения;

- повышение эстетической привлекательности города и качество жизни населения;

- создание безопасных и благоприятных условий проживания граждан на территории городского округа Тольятти [33].

Применение светильников с энергоэффективными лампами. Данное мероприятие может быть использовано для снижения потребления электрической энергии системами электрического освещения.

Энергетический, экономический и экологический эффекты от применения энергоэффективных ламп зависят от электрической мощности системы электроосвещения и от световой отдачи ламп.

Применение светильников с отражателями. Данное мероприятие может быть использовано для снижения потребления электрической энергии системами электрического освещения. Многие виды ламп, используемые в современных светильниках, испускают всенаправленное излучение. Часть светового излучения поглощается корпусом светильника. Для снижения доли поглощенного светового излучения светильники могут комплектоваться отражателями различных типов (параболическим, плоским листовым, М-образным, асимметричным и т. д.). Отражатели (рефлекторы) осветительных приборов служат, как для увеличения коэффициента полезного действия светильника/прожектора и изменения доли светового потока, направляемого в нижнюю полусферу светового прибора, так и для формирования светового излучения максимальной интенсивности в конкретных телесных углах к оптической оси светильника/прожектора. Отражающая способность рефлектора с зеркальной, матовой, перфорированной поверхностью во многом обуславливает тип светораспределения светильника/прожектора, а форма отражателя – тип формы кривой силы света, определяющей значения максимальной и минимальной освещенности в вертикальной и горизонтальной плоскостях освещаемого объекта.

Для достижения наибольшей энергетической эффективности возможно использование автоматического управления освещением при помощи фотоэлектрических датчиков, включающего группы светильников в зависимости от изменения естественной освещенности.

Автоматизированная система управления сетями наружного освещения, которая дает возможность отслеживать и измерять текущие параметры сети и диагностировать текущее состояние оборудования и линии. Система состоит из двух уровней (рисунок 7).

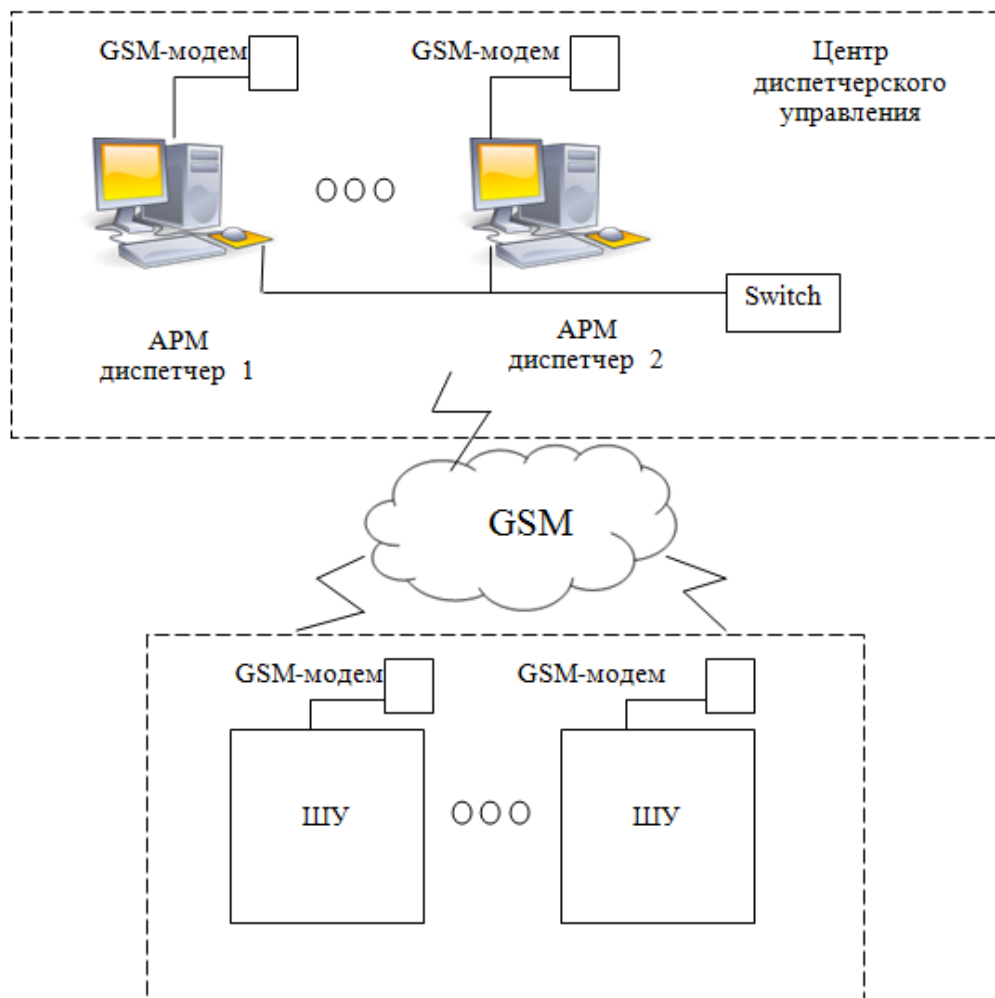


Рисунок 7 – Структура автоматической системы управления наружным освещением

Первый уровень – это шкафы управления (ШУ), которые осуществляют непосредственное управление наружным освещением, трехфазные электросчетчики и контроллер. Второй уровень – это центр диспетчерского управления, в котором происходит контроль состояния и управление наружным освещением. Полученные данные со шкафов управления обрабатываются и анализируются в диспетчерском пункте. Сигнал о состоянии наружного освещения в автоматической системе управления наружного освещения

передается по GSM/GPRS-каналам. Данная возможность позволяет удаленно отслеживать состояние системы.

Включение и отключение наружного освещения происходит в двух режимах: автоматическом и ручном. Таким образом, диспетчер имеет возможность управлять освещением в аварийных ситуациях или во время ремонтных работ.

Применение автоматизированных систем управления взамен дистанционных или телемеханических позволит контролировать энергопотребление, отслеживать состояние оборудования и своевременно информировать оперативный персонал об аварийных ситуациях в сети. Благодаря проведению вышеупомянутых мероприятий обеспечится бесперебойность питания, и как следствие обеспечить безопасность на дорогах. Так как количество ДТП и противоправных действий значительно снижается при хорошем освещении города.

2.3 Интеллектуальная система управления наружного освещения

Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением обеспечит более безопасные условия дорожного движения, безопасность пешеходов и значительно улучшит архитектурную, туристическую и коммерческую продукцию города. Данная система не совсем дешевая, но не малая часть средств государственного бюджета тратится на уличное освещение.

Интеллектуальная система управления уличного освещения является решением для удаленного управления уличного освещения, которая обладает возможностью управления лампами и уровня освещения каждого уличного светильника. Также гарантирует нужное количество света при различных условиях. Не менее важно, наличие обратной связи в режиме реального времени, сообщаемой о любых изменениях, происходящих вдоль линии,

снижает потери энергии и предлагает передовые инструменты оптимизации технического обслуживания.

Интеллектуальная система управления наружного освещения предлагает возможности управления уровня освещенности. Индивидуальные регулировки яркости и включение / выключение светильников уличного освещения станет легкой задачей. Возможность выбрать заранее запрограммированные графики, планировать график самостоятельно или вручную управлять каждым уличным фонарем, в соответствии с необходимыми потребностями. Кроме того, каждая лампа включается без мерцания, вызванного скачком напряжения, в то время как сеть освещения работает 24/7.

Когда освещение улиц необходимо уменьшить в определенной области или в течение определенного промежутка времени, Интеллектуальная система управления наружного освещения помогает приглушить свет соответственно. Если движение пешеходов значительно уменьшается с 1:00 до 5:00 утра, то затемнением света является верным решением. Значительное сокращение потребления энергии и выбросов CO₂, а также уменьшения светового загрязнения и общее воздействие на окружающую среду. Интеллектуальная система управления наружного освещения крепится к любым из ваших уличных фонарей, используя либо магнитные или электронные балласты, без каких-либо дополнительных инвестиций в сеть.

Контроллеры интеллектуальной системы управления наружного освещения устанавливаются внутри полюса или внутри лампы, в то время как устройства связи размещаются внутри шкафов питания. Система осуществляет передачу данных между лампами и шкафами питания с использованием любого IP-решение на основе имеющихся коммуникаций между шкафами и системными процессорами [50].

2.4 Преимущества дистанционного управления

Затраты на электроэнергию сразу снижаются до 35% за счет интеллектуального включения/выключения, выборочного затемнения и эффективного управления потреблением, в то время как общие эксплуатационные расходы снизятся до 42% за счет:

- затемнения уличного освещения в периоды низкого трафика и выключения в необходимое для нас время;

- путем мониторинга потребления энергии и уменьшения потерь энергии;

- продления срока эксплуатации оборудования за счет затемнения;

- прогнозирования и предотвращения неисправностей путем мониторинга в реальном времени 24/7.

- предоставления точной информации о неисправности в техническом отделе (подробную информацию проблемы, точное место нахождения)

- сокращения расходов на обслуживание путем очного мониторинга срока службы оборудования.

В последние годы, цена на энергоресурсы постоянно растет со скоростью 20%, и нет никаких признаков того, что в ближайшее время этот рост будет замедляться.

Снижение светового загрязнения и выбросов CO₂ за счет снижения потерь энергии и, следовательно, количества выпущенной CO₂. Интеллектуальная система управления уличного освещения помогает уменьшить влияние города на окружающую среду, а также помогает удовлетворить все более жесткие экологические нормы. Кроме того, световое загрязнение, затрагивающее перелетных птиц и дикую природу, в целом значительно уменьшилось.

Интеллектуальная система управления наружного освещения работает в любое время, тем самым помогает практически полностью избежать риска аварий из-за неисправности системы освещения. Большинство проблем освещения обнаружены и устранены еще до того момента, как граждане могут

их заметить. В целом общественная безопасность повышается, а также сохраняются значительные суммы денег, которые могут быть использованы для других проектов города.

Преимущества дистанционного управления:

- осуществление связи через кабели питания;
- не требует дополнительной инфраструктуры и каких-либо строительных работ;
- отсутствие помех от других сетей независимо от плотности городских застроек;
- оптимальное использование структурированных уличных осветительных сетей;
- работа происходит в режиме реального времени, осуществляется постоянный контроль и сбор данных;
- открытые коммуникационные протоколы;
- совместимость со сторонними компонентами, возможны интеграция с существующими и будущими системами города.
- быстрое и экономичное осуществление проекта [51].

2.5 Особенности интеллектуальной системы управления наружного освещения

Интеллектуальная система управления наружного освещения не требует замены каких-либо компонентов. Система способна управлять и контролировать любыми лампами в уличных осветительных установках, в том числе декоративного и архитектурного освещения. Контроллеры подходят ко всем светодиодным и газоразрядным лампам высокой интенсивности (ртутные лампы, металлогалогенные лампы и натриевые лампы), также с использованием магнитных или электронных балластов. Данная система легко встраиваться и быстро адаптируется к существующей инфраструктуре кабелей, столбов, балластов и ламп накаливания.

Контроллеры установлены внутри или снаружи светильников уличного освещения, в то время как коммуникационные устройства размещены внутри шкафов питания. Передача данных осуществляется между лампами и шкафами питания с использованием любого IP-решения на основе имеющихся коммуникаций между шкафами и управления программным обеспечением. Повторяющиеся механизмы и встроенный расширенный сигнал позволяют безопасно общаться даже на самых больших сетях уличного освещения.

Интеллектуальная система управления наружного освещения является решением для удаленного управления уличного освещения, которая предлагает подробные возможности управления лампами любого уровня в вашем городе и гарантирует нужное количество света при любых условиях, где и когда это необходимо. Не менее важно наличие точной обратной связи в режиме реального времени о каких-либо изменениях.

Данная система готова управлять практически неограниченным количеством ламп уличного освещения.

Интеллектуальная система управления наружного освещения требует намного меньших инвестиций, чем можно было бы ожидать, так как она приспособляется к существующей инфраструктуре городского освещения. Система может быть реализована без каких-либо замен в арматуре и без каких-либо строительных работ. Интеллектуальная система управления наружного освещения использует массив датчиков и дополнений в соответствии с вашими потребностями, доказывая тем самым высокую гибкость. Кроме того, с помощью открытых протоколов, он адаптируется к сторонним компонентам и интегрируется с другими настоящими и будущими городскими системами. Система управления позволяет удаленно контролировать и управлять всей системой уличного освещения от рабочего стола или с помощью мобильного приложения.

Интеллектуальная система управления наружного освещения оснащена открытым протоколом. Подключение и управление системой является

достаточно простой процедурой. Данную систему следует рассматривать как модернизацию электрической сети; система совместима с традиционными электромагнитными балластами уличных фонарей, а также с новейшими электронными балластами. Система также в дальнейшем может послужить в качестве основы для будущих установленных приложений (экологических, транспортных, мониторинга шума, светофоров и т.д.) и более продвинутые технологии, такие как Smart Grids.

Использование открытых протоколов дает нам возможность для модернизации и расширения. Отдаем себе отчет, что развитие города является очень динамичным и многие проекты строят друг над другом. Принимаем во внимание тот факт, что все системы должны работать вместе, несмотря на то, что они поступают от различных производителей. Сообщество будет иметь возможность пользоваться преимуществами новых технологий, не ограничивая себя патентованными продуктами.

От счетчика потребителя, через сеть дистрибуции и до производственных мощностей, система Smart Grid покажет вам точный статус каждого подключенного элемента, позволяет управлять устройствами и интегрировать мониторинг потребления. Люди во всем мире находятся в поисках способов использования энергии на устойчивой основе. В условиях ограниченных ресурсов производства энергии является все более дорогостоящим процессом и альтернативные источники еще не столь успешны. Расходы необходимо оптимизировать, не забывая при этом о потребителях. Эффективность в данном случае является ключевым фактором.

Smart Grid следующий необходимый шаг эволюции для распределения коммунальных услуг, так как он предлагает полную систему управления сетью. Smart Grid осуществляет свои действия через двунаправленную систему связи, которая с помощью интеллектуальной системы управления может работать на существующих силовых кабелях уличного освещения. Таким образом, данные

могут быть переданы из любого места в сети к центральному диспетчеру без каких-либо дополнительных затрат и инвестиций.

Работа коммунальных сетей мало изменилась с момента их создания. С помощью датчиков, переключателей и возможности передачи информации через электрическую сеть, мы можем измерить потребляемые и имеющиеся ресурсы. Через Smart Grid возможно подключить все устройства и обмениваться информацией о потреблении. Даже частные потребители могут отключить устройства удаленно или увидеть, сколько электроэнергии устройство использует. Проверку счетчиков можно совершить удаленно, также все утечки и неисправности могут быть обнаружены и устранены немедленно.

2.6 Техническое оснащение интеллектуальной системы управления наружного освещения

Осуществить управление и контроль над любым осветительным прибором в уличных осветительных установках – это реально. Система совместима с любым типом балласта (электромагнитным и электронным) также может управлять любым освещением, в том числе декоративным и архитектурным.

ON / OFF электронный контроллер FPX-220 (рисунок 8) – контроллер, предназначенный для управления декоративным освещением, архитектурным освещением, лампами до 500 Вт. Универсальное устройство работает с любой лампой или электрическим устройством за счет регулирования питания подключенного устройства.



Рисунок 8 - ON / OFF электронный контроллер FPE-220

Электронный балласт-регулятор FPE-220 / 220D (рисунок 9) предназначен для создания удаленного управления в уличных осветительных приборах. Совместим с лампами мощностью до 500 Вт, в которых используется электронный балласт [38].



Рисунок 9 - Электронный балласт-регулятор FPE-220 / 220D

Электромагнитный балласт CONTROLLER FPM-402 (рисунок 10) предназначен для создания удаленного управления в уличных осветительных приборах. Совместим с лампами мощностью до 400 Вт, в которых используется электронный балласт [39].



Рисунок 10 - Электромагнитный балласт CONTROLLER FPM-402

Электромагнитный балласта CONTROLLER FPM-152 (рисунок 11) предназначен для создания удаленного управления в уличных осветительных приборах. Совместим с лампами мощность до 150 Вт, в которых используется электронный балласт [40].

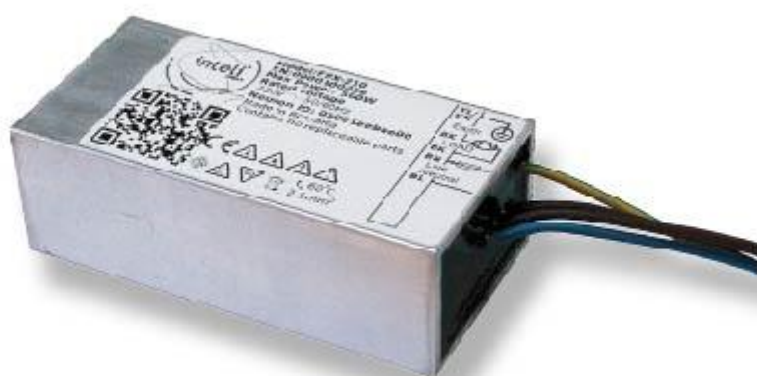


Рисунок 11 - Электромагнитный балласта FPM-152

Элементы дистанционного управления системы. FRB-110 интеллектуальный коммуникатор (рисунок 12) центр дистанционного управления, обеспечивающий безопасное соединение между контроллерами уличного освещения и центром управления программным обеспечением [41].



Рисунок 12 - FRB-110 интеллектуальный коммуникатор

Контроль наличия напряжения FVD-124 (рисунок 13) предназначен для контроля электрических сетей с напряжением до 300 В, обеспечивает при этом обратную связь в режиме реального времени через измеряемые параметры [42].



Рисунок 13 - Контроль наличия напряжения FVD-124

Электрический сетевой анализатор FNM-232 (рисунок 14) предназначен для проведения измерений и анализа различных параметров в уличных осветительных сетях [43]. А именно:

-мониторинга питания,

- мониторинг напряжения,
- обрыва фазы,
- дневное/ночное потребление,
- несоответствия, отражающиеся в режиме реального времени.

Анализаторы измеряют несколько параметров:

- коэффициент мощности,
- активная / реактивная / полная мощность,
- напряжение,
- ток,
- частота,

Помимо этого, анализаторы предлагают варианты конфигурации для других параметров, таких как:

- коэффициент текущей ликвидности трансформатора,
- напряжения / мощности порогов,
- дневное / ночное время порогов потребления.



Рисунок 14 - Электрический сетевой анализатор FNM-232

Смарт-сервер (сбор данных) FPC-200 (рисунок 15) Использует технологию Echelon Powerline (i.LON SmartServer 2.0), которая позволяет собирать данные, полученные от других элементов и преобразовать

информацию для отправки на центральный процессор. Смарт-сервер имеет свое собственное программное обеспечение для конфигурирования, встроенный интерфейс локальных сетей и использует протокол, который может быть реализован на любой носитель: линии электропередачи, радиочастотный (RF), инфракрасные (ИК), коаксиальный кабель и оптоволокно [44].



Рисунок 15 - Смарт-сервер (сбор данных) FPC-200

2.7 Управление интеллектуальной системой наружного освещения

Управление системой происходит с помощью специальных контролеров (рисунок 16) или встроенных контроллеров (рисунок 17). Представленные контролеры обладают рядом преимуществ:

- возможность выборочного управления уличными лампами с электронным балластом до 400 Вт;
- автономная работа на основе светового датчика, астрологического календаря и заранее определенных графиков;
- максимальная пропускная способность с минимальными требованиями связи;
- выделенная память с высокой степенью защиты для хранения ключей шифрования;
- широкий диапазон электрического контроля параметров;
- расширенная синхронизации данных и механизм уведомления;
- работ от батареи RTC, защита от непредвиденных сбоев;

- внешний инфракрасный интерфейс для передачи ключей безопасности и локальной конфигурации;
- встроенный датчик уровня освещенности;
- расширенный спектр радиочастот, высокая устойчивости к помехам и низкое энергопотребление делает его идеальным для оснащения обширной территории.



Рисунок 16 – Контроллер FRE-220

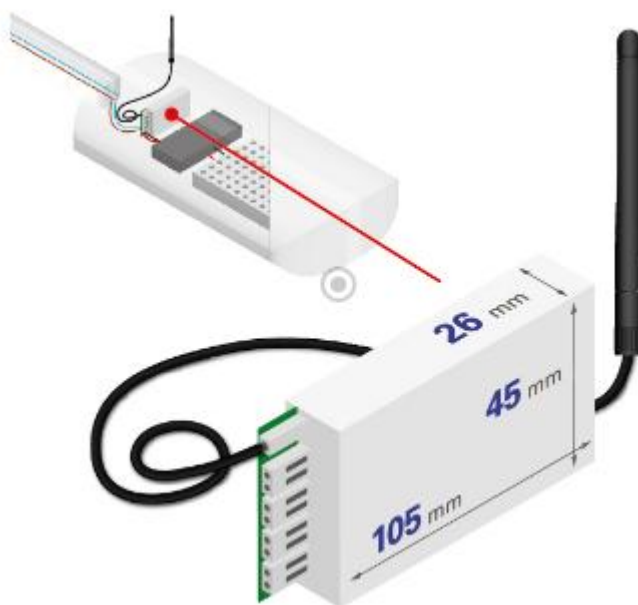


Рисунок 17 - Встроенный контроллер FRE-220-M

Технические характеристики контроллера FRE-220 приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Технические характеристики контроллера FRE-220

Тип лампы	LED, энергосберегающие, газоразрядные лампы высокой интенсивности с электронным балластом
Максимальная мощность лампы	до 400Вт
Функции включения/выключения	да
Затемнение	да
Диапазон затемнения	30% -100%
Шаг затемнение	бесступенчатый
Интерфейс управления	0-10В / DALI
Внешний интерфейс	Инфракрасный
Сетевой интерфейс	LoRaWAN TM (низкая мощность, радиочастотная большой дальности)
Радиочастотного спектра	868МГц / 915МГц / 923МГц
Эффективная пропускная способность	да
Расширенный механизм синхронизации	да
Обновление прошивки	ИК (инфракрасный) / OTA (по воздуху)
Протокол связи	LoRaWAN ^M : Класс C или класс A
Безопасность	Выделенная память с высокой степенью защиты для хранения ключей шифрования

Источник питания	85 - 260VAC / 50Гц-60Гц
Защита от перенапряжения	10кА
Внутренняя память	да
Потребляемая мощность	0.5Вт

Продолжение таблицы 5

Точность часов реального времени (RTC)	Работает от батареи
В режиме реального времени работы лампы	LoRaWAN™ только сети класса С
Степень защиты	IP66
Диапазон рабочих температур	От -30 ° С до + 65 ° С
Размеры (длина x ширина x высота)	169,3 x 76,8 x 108,2 мм
Измеряемые параметры	индикатор питания, напряжения, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность, коэффициент мощности, потребление энергии (активная / реактивная), счетчик часов работы, состояние лампы (вкл / выкл), счетчик циклов
Мониторинг	Обнаружение повышенного / пониженного напряжения, обнаружение перегрузки по току, обнаружение неисправности лампы или балласта , сбой устройства
Настраиваемые параметры	Календарь, состояние запуска фотоэлемент, расписание запуска, порог срабатывания, превышение/

	понижение напряжения, превышение / понижение порогового значения, число повторных попыток старта, время прогрева лампы, настройка передачи данных
--	---

Технические характеристики контроллера FRE-220-M приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Технические характеристики контроллера FRE-220-M

Тип лампы	LED, энергосберегающие, газоразрядные лампы высокой интенсивности с электронным балластом
Максимальная мощность лампы	до 400Вт
Функции включения/выключения	да
Затемнение	да
Диапазон затемнения	30% -100%
Шаг затемнение	бесступенчатый
Интерфейс управления	0-10В / DALI
Внешний интерфейс	Инфракрасный
Сетевой интерфейс	LoRaWAN TM (низкая мощность, радиочастотная большой дальности)
Радиочастотного спектра	868МГц / 915МГц / 923МГц
Эффективная пропускная способность	да
Расширенный механизм синхронизации	да
Обновление прошивки	ИК (инфракрасный) / OTA (по воздуху)
Протокол связи	LoRaWAN ^M : Класс С или класс А
Безопасность	Выделенная память с высокой степенью

	защиты для хранения ключей шифрования
Источник питания	85 - 260VAC / 50Гц-60Гц
Защита от перенапряжения	10кА
Внутренняя память	да
Потребляемая мощность	0.5Вт

Продолжение таблицы 6

Точность часов реального времени (RTC)	Работает от батареи
В режиме реального времени работы лампы	LoRaWAN™ только сети класса C
Степень защиты	IP66
Диапазон рабочих температур	От -30 ° C до + 65 ° C
Размеры (длина x ширина x высота)	110 x 48 x 36 мм
Измеряемые параметры	индикатор питания, напряжения, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность, коэффициент мощности, потребление энергии (активная / реактивная), счетчик часов работы, состояние лампы (вкл / выкл), счетчик циклов
Мониторинг	Обнаружение повышенного / пониженного напряжения, обнаружение перегрузки по току, обнаружение неисправности лампы или балласта, сбой устройства
Настраиваемые параметры	Календарь, состояние запуска фотоэлемент, расписание запуска,

	порог срабатывания, превышение/ понижение напряжения, превышение / понижение порогового значения, число повторных попыток старта, время прогрева лампы, настройка передачи данных
--	--

Панель управления и мониторинга освещением (рисунок 18) предназначена для обеспечения дистанционного включения/выключения освещения, измерения и анализа различных параметров в уличных осветительных сетях:

- мониторинг напряжения;
- обрыв фазы;
- дневное и ночное потребление электроэнергии;
- несовпадение заданного режима.



Рисунок 18 - Панель управления и мониторинга освещением

Контроллер измеряет несколько параметров:

- коэффициент мощности;

- активную, реактивную, полную мощность;
- напряжение;
- ток;
- частоту;
- ежедневное потребление активной, реактивной энергии.

На основе полученных данных предлагает варианты конфигурации для других параметров, в том числе: текущий коэффициент трансформатора, напряжения, мощности порогов, дневное и ночное время порогов потребления.

Шлюз (рисунок 19) способен управлять более чем 20000 контроллерами в диапазоне до 15 км, в зависимости от плотности городской застройки. Он обладает расширенным спектром радиочастот, высокой устойчивостью к помехам и низким энергопотреблением. Перечисленные выше качества делают его идеальным устройством для создания двунаправленной связи с любым интеллектуальным оборудованием (датчики, счетчики и т.д.).



Рисунок 19 – Шлюз

2.8 Вывод по главе II

На сегодняшний день необходимо полностью поменять идеологию содержания, ремонта и нового строительства магистрального и внутриквартального освещения г.о. Тольятти. Только применение новых технологий, материалов и оборудования позволит довести освещение города до существующих норм, изменить эстетический облик города. В настоящее время большая часть существующих электрических сетей наружного освещения нуждаются в реконструкции и капитальном ремонте.

Мероприятия по повышению надежности наружного освещения позволят обеспечить:

- содержание в технически исправном состоянии объектов и сетей наружного освещения;
- устранение аварийных ситуаций на оборудовании и сетях инженерной инфраструктуры;
- поддержание в технически исправном эксплуатационном состоянии сетей уличного (наружного) освещения;
- повышение эстетической привлекательности города и качество жизни населения;
- создание безопасных и благоприятных условий проживания граждан на территории городского округа Тольятти.

Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением обеспечит более безопасные условия дорожного движения, безопасность пешеходов и значительно улучшит архитектурную, туристическую и коммерческую продукцию города. Данная система не совсем дешевая, но не малая часть средств государственного бюджета тратится на уличное освещение.

Интеллектуальная система управления уличного освещения является решением для удаленного управления уличного освещения, которая обладает возможностью управления лампами и уровня освещения каждого уличного светильника. Также гарантирует нужное количество света при различных условиях. Не менее важно, наличие обратной связи в режиме реального времени, сообщаемой о любых изменениях, происходящих вдоль линии, снижает потери энергии и предлагает передовые инструменты оптимизации технического обслуживания.

3 Реализация и оценка экономической эффективности мероприятий по совершенствованию существующих сетей наружного освещения

3.1 Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением

Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением гарантирует нужное количество света при различных условиях. Не менее важно, наличие обратной связи в режиме реального времени, сообщаемой о любых изменениях, происходящих вдоль линии, снижает потери энергии и предлагает передовые инструменты оптимизации технического обслуживания.

Затраты на электроэнергию сразу снижаются до 35% за счет интеллектуального включения/выключения, выборочного затемнения и эффективного управления потреблением, в то время как общие эксплуатационные расходы снизятся до 42% за счет:

- затемнения уличного освещения в периоды низкого трафика и выключения в необходимое для нас время;

- путем мониторинга потребления энергии и уменьшения потерь энергии;

- продления срока эксплуатации оборудования за счет затемнения;

- прогнозирование и предотвращения неисправностей путем мониторинга в реальном времени 24/7.

- предоставления точной информации о неисправности в техническом отделе (подробную информацию проблемы, точное место нахождения)

- сокращения расходов на обслуживание путем очного мониторинга срока службы оборудования.

В последние годы, цена на энергоресурсы постоянно растет со скоростью 20%, и нет никаких признаков того, что в ближайшее время этот рост будет замедляться.

Снижение светового загрязнения и выбросов CO₂ за счет снижения потерь энергии и, следовательно, количества выпущенной CO₂. Интеллектуальная система управления уличного освещения помогает уменьшить влияние города на окружающую среду, а также помогает удовлетворить все более жесткие экологические нормы. Кроме того, световое загрязнение, затрагивающее перелетных птиц и дикую природу, в целом значительно уменьшилось.

Интеллектуальная система управления наружного освещения работает в любое время, тем самым помогает практически полностью избежать риска аварий из-за неисправности системы освещения. Большинство проблем освещения обнаружены и устранены еще до того момента, как граждане могут их заметить. В целом общественная безопасность повышается, а также

сохраняются значительные суммы денег, которые могут быть использованы для других проектов города.

Преимущества дистанционного управления:

- осуществление связи через кабели питания;
- не требует дополнительной инфраструктуры и каких-либо строительных работ;
- отсутствие помех от других сетей независимо от плотности городских застроек;
- оптимальное использование структурированных уличных осветительных сетей;
- работа происходит в режиме реального времени, осуществляется постоянный контроль и сбор данных;
- открытые коммуникационные протоколы;
- совместимость со сторонними компонентами, возможны интеграция с существующими и будущими системами города.
- быстрое и экономичное осуществление проекта.

3.2 Реализация интеллектуальной системы управления наружным освещением в г. Мекка

Мекка – город в западной Саудовской Аравии. Мекка мусульманский святой город, с населением около двух миллионов человек. Ежегодно на паломничество приезжают более 4 миллионов человек. Туризм является жизненно важным для Мекки, и поэтому для города необходимы отличные условия жизни для местных жителей и гостей. Для обеспечения надежного и эффективного уличного освещения в 2011 году внедрили интеллектуальную систему наружного освещения.

Проект необходимо было выполнить в сжатые сроки, с минимальными затратами и отсутствием строительных работ. Определение и реализация соответствующей коммуникационной технологии, проектирование аппаратной

архитектуры, настройка и локализации программного обеспечения - все перечисленные выше пункты были приняты во внимание. Произведено интегрирование датчиков обнаружения открывания полюсных дверей и кабелей.

Пилотный проект, развернутый в начале 2011 года, показал успешные результаты. В результате проекта были модернизированы 30 натриевых ламп высокого давления (250 Вт), управляемый с помощью интеллектуальной системы наружного освещения.

В течение одного года с момента первой поставки оборудования модернизировано около 25 000 ламп. Таким образом, реализация проекта завершилась в сентябре 2012 года.

Помимо точной обратной связи в режиме реального времени о каких-либо изменений по сети, снижение потерь, интеллектуальная система наружного освещения позволила Мекке сократить расходы на электроэнергию (таблица 7).

Таблица 7 – Энергопотребление в г. Мекке за один год

Энергопотребление в год до установки системы	42,398 МВт·ч
Энергопотребление в год после установки системы	32,222 МВт·ч
Экономия	10,176 МВт·ч

Энергопотребление в год до установки системы - 42,398 МВт·ч. Энергопотребление в год после установки системы - 32,222 МВт·ч. Таким образом экономия составила 10,176 МВт·ч, а это около 24 %.

На сегодняшний день Мекка использует интеллектуальную систему управления наружным освещением для 25.000 светильников уличного освещения. К 2020 году муниципалитет планирует соединить все 500000 светильники в Мекке [49].

3.3 Реализация интеллектуальной системы управления наружным освещением в г. Брашов, Румыния

Расположенный в центральной части Румынии Брашов - 7-й по величине город в стране. Брашов имеет увлекательную историю начиная с венгерских королей, рыцарей Тевтонского ордена, немецких колонистов до еврейских купцов. На сегодняшний день город один из главных туристических достопримечательностей в регионе, который предпочитают большинство туристов, посещающих Румынию.

Качество уличного освещения оставляет желать лучшего, особенно в старом центре. Кроме того, муниципалитет волнуют вопросы безопасности и охраны окружающей среды города, так как ежегодно более 1.000.000 туристов со всего мира посещают Брашов.

Необходимо повысить эффективность уличного освещения, но без изменения всей инфраструктуры. Бюджет не предполагает модернизацию ламп на светодиодные или электронный балласт DALI / 0-10V (рисунок 20). Таким образом, основное требование проекта - контроль над существующей инфраструктурой за счет применения интеллектуальной системы управления наружного освещения, так как в большинстве из 12.000 светильников применяются газоразрядные лампы с электромагнитным ПРА. Кроме того, в связи со значительными потерями энергии, система необходима для оценки потребления энергии и автоматического сравнения с суммой индивидуального потребления лампы.



Рисунок 20 – Электронный балласт DALI / 0-10V

Для достижения требований проекта, Flash Lighting Services, компания, которая управляет всей системой уличного освещения инфраструктуры в Брашове, решили внедрить интеллектуальную систему управления наружного освещения.

Система надежно защищена от существующих силовых кабелей, обеспечивает надежное и достаточно быстрое соединение без дополнительных инвестиций и строительных работ. Открытые протоколы позволяют интегрировать с другими функциональными возможностями, помимо управления уличным освещением и управлением уровня освещения ламп, обеспечивает включение питания сети в течение дня. Таким образом, дополнительное оборудование может питаться непосредственно через сеть уличного освещения в течение дня, в тот момент, когда устаревшие системы уличного освещения отключены [48].

Применили следующее оборудование:

- контроллер FPX-220 (рисунок 21), предназначенный для управления декоративным освещением, архитектурным освещением (с использованием ламп мощностью до 500 Вт) и контакторами, работает с любой лампой или электрическим устройством, контролируя питание подключенного устройства;



Рисунок 21 - Электронный контроллер FPX-220

Технические параметры контроллера FPX-220 приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Технические параметры контроллера FPX-220

Тип лампы	LED, Газоразрядные лампы высокой интенсивности, энергосберегающие
Максимальная мощность лампы	500Вт
Функции включения/отключения	да
Затемнение	нет
Диапазон затемнения	нет
Шаг затемнения	нет
Интерфейс управления	нет
Сетевой интерфейс	PowerLine CENELEC-C группа
Протокол связи	LONWORKS / ANSI709.1
Механизм ретрансляция	да
Источник питания	230VAC / 50Гц - 60Гц

Защита от повышенного напряжения	5 минут - 400VAC
Потребляемая мощность	2 Вт
Степень защиты	IP67
Рабочая температура	От -30 ° C до + 65 ° C
Размеры (длина x ширина x высота)	106 x 75 x 51 мм
Измеряемые параметры	Индикатор питания, напряжение, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность, потребление энергии (активная/реактивная), время работы
Контроль	Обнаружение повышенного/пониженного напряжения, перегрузки по току неисправности лампы или балласта, сбой устройства

- контроллер электромагнитного балласта FPM-152 (рисунок 22), совместим с лампами с электромагнитным балластом мощностью до 150 Вт, позволяет включать / выключать и регулировать яркость;

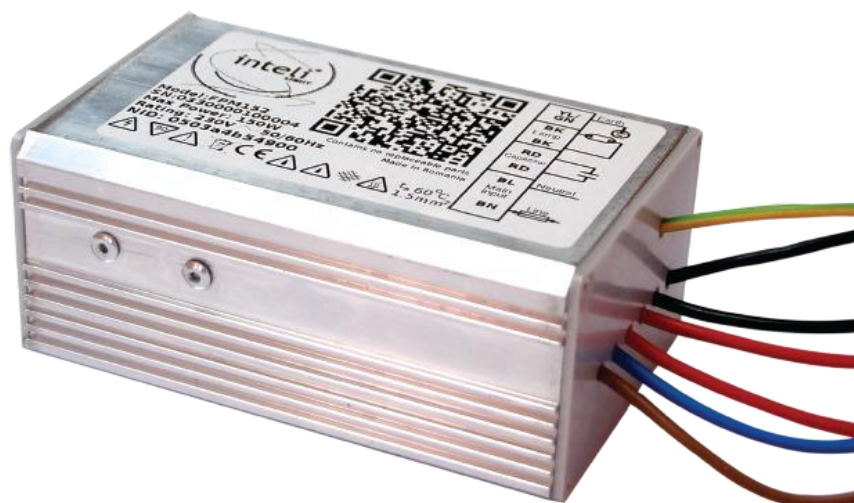


Рисунок 22 - Контроллер электромагнитного балласта FPM-152

Технические параметры контроллера электромагнитного балласта FPM-152 приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Технические параметры контроллера электромагнитного балласта FPM-152

Тип лампы	Газоразрядные лампы высокой интенсивности
Максимальная мощность лампы	150 Вт
Функции включения/отключения	да
Затемнение	да
Диапазон затемнения	30% -100% (в зависимости от нагрузки)
Шаг затемнения	1%
Интерфейс управления	внутренний
Сетевой интерфейс	PowerLine CENELEC-C группа
Протокол связи	LONWORKS / ANSI709.1
механизм ретрансляция	да
Источник питания	230VAC / 50Гц - 60Гц

защита от повышенного напряжения	5 минут - 400VAC
Потребляемая мощность	2 Вт
Степень защиты	IP67
Рабочая Температура	От -30 ° C до + 65 ° C
Размеры (длина x ширина x высота)	110 x 75 x 51 мм
Измеряемые параметры	Индикатор питания, напряжение, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность, потребление энергии (активная/реактивная), время работы
Контроль	Обнаружение повышенного/пониженного напряжения, перегрузки по току неисправности лампы или балласта, сбой устройства

-контроллер электромагнитного балласта FPM-402 (рисунок 23), обладает схожими функциями с FPM-152, но совместим с лампами мощностью до 400 Вт;

Технические параметры контроллера электромагнитного балласта FPM-402 приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Технические параметры контроллера электромагнитного балласта FPM-402

Тип лампы	Газоразрядные лампы высокой интенсивности
Максимальная мощность лампы	400 Вт
Функции включения/отключения	да

Затемнение	да
------------	----

Продолжение таблицы 10

Диапазон затемнения	30% -100% (в зависимости от нагрузки)
Шаг затемнения	1%
Интерфейс управления	внутренний
Сетевой интерфейс	PowerLine CENELEC-C группа
Протокол связи	LONWORKS / ANSI709.1
Механизм ретрансляция	да
Источник питания	230VAC / 50Гц - 60Гц
Защита от повышенного напряжения	5 минут - 400VAC
Потребляемая мощность	2 Вт
Степень защиты	IP67
Рабочая температура	От -30 ° С до + 65 ° С
Размеры (длина x ширина x высота)	168 x 75 x 51 мм
Измеряемы параметры	Индикатор питания, напряжение, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность, потребление энергии (активная/реактивная), время работы
Контроль	Обнаружение повышенного/пониженного напряжения, перегрузки по току неисправности лампы или балласта, сбой устройства



Рисунок 23 - Контроллер электромагнитного балласта FPM-402
-концентратор данных FPC-200 (рисунок 24);



Рисунок 24 - Концентратор данных FPC-200

Технические параметры концентратор данных FPC-200 приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Технические параметры контроллера электромагнитного балласта FPM-402

Источник питания	100VAC - 230VAC / 50-60 Гц
Потребляемая мощность	15 Вт
Процессор	MIPS32, 264 МГц
Память	128 Мб оперативной памяти
Управления	Служебная кнопка, кнопка сброса
Порт Ethernet	10 / 100BaseT, autoselecting, автополярность
Серийный порт	1 х изолированных RS-485 порт; 1 х порт EIA-232, винтовые клеммы
Порт консоли	1 х EIA-232, DB-9 разъем
Рабочая Температура	От -40 ° С до + 90 ° С
EMC	FCC Part 15 Class B, EN55022 класс B, EN55024, CISPR 22 класса B, VCCI класс B
Размеры (Д x Ш x В)	138 x 89 x 66 мм

Предназначен для сбора данных, полученных от других элементов системы, и преобразования информации в протокол LONWORKS / ANSI709.1 для отправки в центральный процессор. Интеллектуальный сервер имеет собственное программное обеспечение для конфигураций, встроенный Ethernet-интерфейс 10/100 BaseT, использует линию электропередачи диапазона PL-20 ISO / IEC 14908-1 со встроенным трансивером LONWORKS и протоколом связи. Для большей совместимости протокол ISO / IEC14908-1 возможно применить к любому носителю, включая линию электропередачи, радиочастотный, инфракрасный и коаксиальный кабель.

-анализатор электрических сетей FNM-232 (рисунок 25);



Рисунок 25 - Анализатор электрических сетей FNM-232

Технические параметры анализатора электрических сетей FNM-232 приведены в таблице 12.

Таблица 12 - Технические параметры анализатора электрических сетей FNM-232

Описание продукта	Анализатор трехфазной сети
Источник питания	5В DC от разъема USB
Потребляемая мощность	0,35 Вт
Протокол связи	USB
Диапазон входного напряжения	0В - 265В / 45-65 Гц
Вход	R, S, T входы напряжения R, S, T, N входы тока
Тип сети питания	Три фазы электрической сети и нейтраль
Рабочая Температура	От -25 ° C до + 90 ° C
Соединители	Проводов или 2,5 мм ² Клеммы
Размеры (Д x Ш x В)	70 x 90 x 63 мм

Измеряемые параметры	Напряжение, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность, активная энергия, реактивной энергии, коэффициент мощности, частота
Конфигурируемые параметры	Коэффициент трансформации тока, пороги напряжения / мощности, дневной / ночной порог потребления

-интеллектуальный маршрутизатор FRB-110 (рисунок 26).



Рисунок 26 - Интеллектуальный маршрутизатор FRB-110

Технические параметры интеллектуального маршрутизатора FRB-110 приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Технические параметры Технические параметры интеллектуального маршрутизатора FRB-110

Процессор	Высокопроизводительный промышленный процессор (400 МГц, 400 MIPS)
Память	8 Мбайт Flash, 128 Мбайт NAND Flash, 128 Мбайт SDRAM
Хранение внешних данных	карта памяти MicroSD
Функции безопасности	Встроенный мониторинг работы, восстановление мобильного соединения, защита PIN-кода SIM-карты, защищенное VPN-соединение на основе сертификата, регистрация работы системы
Разъемы	1x порт Ethernet (10/100, RJ45) 2.0 Разъем USB 2x (High Speed) 1x Micro-SD слот для карт памяти (макс. 32 ГБ), 1x разъем для SIM-карты, 4-контактный разъем питания Microfit, 3x SMA-M 50 Ом антенный разъем (WiFi, 2G-3G), внутренний разъем для подключения модулей
Корпус	алюминиевый корпус –защита IP 51
Размеры (ДхШхВ)	95x45x130 мм
Рабочая Температура	в интервале от -30 ° С до + 65 ° С при давлении 5 - 95% отн. влажность

В рамках этого проекта, в целях поддержки развития городов путем модернизации системы уличного освещения и повышения общественной

безопасности, город Брашов получил грант ЕС от Европейского фонда регионального развития на 2007-2013 годы.

Фактическая реализация проекта началась в марте 2014 года. Потребовалось 16 месяцев для достижения полной функциональности системы. Система была введена в эксплуатацию 9 июля 2015 года.

3.4 Реализация интеллектуальной системы управления наружным освещением в г. Хынчешты, Молдавия

Хынчешты - небольшой городок с населением около 20000 человек, расположенный в 35 км от столицы Молдовы Кишинева. С 1522 года, когда впервые упоминалось в официальном документе, город оставался важным сельскохозяйственным и торговым центром в регионе. В настоящее время Хынчешты является первопроходцем в решении проблем местной администрации, стремясь оптимизировать свои ресурсы и добиться стабильности.

Поскольку уличным освещением заведует непосредственно мэрия Хынчешты, любое улучшение расходов будет быстро замечено в бюджете города. Мэрия Хынчешты искала способ улучшить эксплуатационные расходы, предлагая обществу лучшее освещение уличного освещения.

Интеллектуальная система управления наружного освещение - это тщательно протестированное решение для управления освещением, реализованное для сотен тысяч уличных фонарей по всему миру.

Система предлагает индивидуальное управление лампами уличного освещения, оповещение о сбоях в работе в режиме реального времени и подробные мониторинг параметров всей сети уличного освещения.

Применили следующее оборудование:

-контроллеры уличного освещения FRE-220 (рисунок 27), предназначены для дистанционного управления светильниками в уличных осветительных установках с использованием электронного балласта мощностью до 500 Вт;

-FRCM - блок управления и контроля панели освещения (рисунок 28), предназначенный для управления освещением, оповещения о неисправностях в режиме реального времени, трехфазного измерения и анализа электрических параметров.

Система была развернута в короткие сроки без каких-либо изменений в инфраструктуре уличного освещения.

Функциональность интеллектуальной системы управления уличным освещением была немедленно доступна обслуживающему персоналу, который теперь имеет подробную информацию о сети уличного освещения и может предлагать улучшенные услуги, одновременно оптимизируя затраты на энергию и обслуживание [45].



Рисунок 27 - Контроллеры уличного освещения FRE-220



Рисунок 28 - FRCM - блок управления и контроля панели освещения

3.5 Контроль уличного освещения в Эр-Рияде, столице Саудовской Аравии

Эр-Рияд является столицей и крупнейшим городом Саудовской Аравии. Он также является столицей провинции Эр-Рияд и относится к историческим районам Неджд и Аль-Ямама. Город, с населением 7,3 миллиона человек расположен в центре Аравийского полуострова. Эр-Рияд - важный административный, коммерческий и туристический центр Аравийского полуострова. Он включает в себя как исторические объекты (например, Крепость Масмак), так и впечатляющую современную архитектуру (Небоскреб Кингдо Сентер).

Муниципалитет стремился улучшить эффективность управления уличным освещением и протестировать современную систему управления уличным освещением без замены, существующей инфраструктуру (светильники, кабели и силовые шкафы). Администрация города Эр-Рияд предпочла уже проверенную технологию для улучшения уличного освещения, которая доказал свою успешную работу в Саудовской Аравии и обеспечила

стабильную связь, безопасную инфраструктуру управления и расширенные возможности модернизации.

Городу предложены расширенные возможности модернизации. На тот момент, это было одно из немногих решений, направленное на переоснащение и приспособление к электромагнитным балластам и старым лампам.

Таким образом, дополнительное оборудование может питаться непосредственно через сеть уличного освещения в течение дня, в тот момент, когда устаревшие системы уличного освещения отключены.

Техническое решение для г. Эр-Рияд:

- контроллер включения / выключения FPX-220, предназначен для управления декоративным освещением, архитектурным освещением (с использованием ламп мощностью до 500 Вт) и контакторами, устройство FPX-220 работает с любой лампой или электрическим устройством, контролируя питание подключенного устройства;
- контроллер электромагнитного балласта FPM-402, совместим с лампами, использующими электромагнитный балласт до 400 Вт, позволяет включать / выключать и регулировать яркость осветительных приборов;
- ПО для управления уличным освещением;
- концентратор данных FPC-200;
- анализатор электрических сетей FNM-232;
- интеллектуальный маршрутизатор FRB-110.

Дополнительные функции и возможности интеграции: диспетчерский центр, интегрирующий все функциональные возможности системы.

Проект финансировался исключительно муниципалитетом Эр-Рияда.

Диспетчерский центр стал первым функциональным сегментом системы, поскольку здесь необходимо было интегрировать все остальные системные компоненты.

Фактическое развертывание системы началось в апреле 2012 года и было завершено в апреле 2014 года. Части системы функционировали сразу после

первых установок. Муниципалитет и местные партнеры по реализации смогли запланировать процесс установки в соответствии с их приоритетами в течение двух лет [47].

3.6 Оценка экономической эффективности внедрения интеллектуальной системы освещения в г.о. Тольятти

Протяженность кабельных линий наружного освещения 0,4 кВ в г.о. Тольятти составляет 722,516 км.

Протяженность воздушных линий наружного освещения 0,4 кВ составляет 449, 584 км.

Внутриквартальное освещение городского округа Тольятти организовано при помощи светильников марок ЖКУ и ЖТУ общей численностью 16 589 шт.

Магистральное освещение городского округа Тольятти организовано при помощи светильников марок ЖКУ и ЖТУ в количестве 14 336 шт.

Потребление электрической энергии производится установками наружного освещения магистральных улиц и улиц местного значения и кварталов городского округа Тольятти, для обеспечения поддержания нормируемых светотехнических параметров наружного освещения и заданных графиков режимов их работы, безопасного дорожного движения, повышения эстетически привлекательного, комфортного, безопасного качества жизни населения.

Суммарное потребление электрической энергии установками наружного освещения составляет 27 356 329 кВт*час в год.

Содержание и эксплуатация объектов наружного освещения улиц и дорог возмещают из бюджетных средств. Свет во дворах и внутриквартальных проездах находится в ведении муниципалитета, управляющих компаний или товариществ собственников жилья.

Рассмотрим расчет экономической эффективности при внедрении интеллектуальной системы управления наружного освещения на примере 520 пунктов управления уличным освещением.

Для реализации интеллектуальной системы управления наружного освещения необходимо модернизировать 520 пунктов управления освещением (N). Средняя коммутируемая мощность одного пункта управления освещением (P) составляет 16 кВт [35]. Среднее время горения светильников за условные (среднегодовые) сутки (t) около 9 часов. При этом потребление электроэнергии системой освещения на 520 объектах за условные (среднегодовые сутки) будет равно 74880 кВт·ч. Тогда годовое потребление электроэнергии системой освещения на 520 объектах – 27331200 кВт·ч.

На рисунке 29 приведен график восхода и заката солнца в Самарской области на протяжении года. В соответствии с приведенным графиком составим график затемнения уличного освещения (рисунок 30).

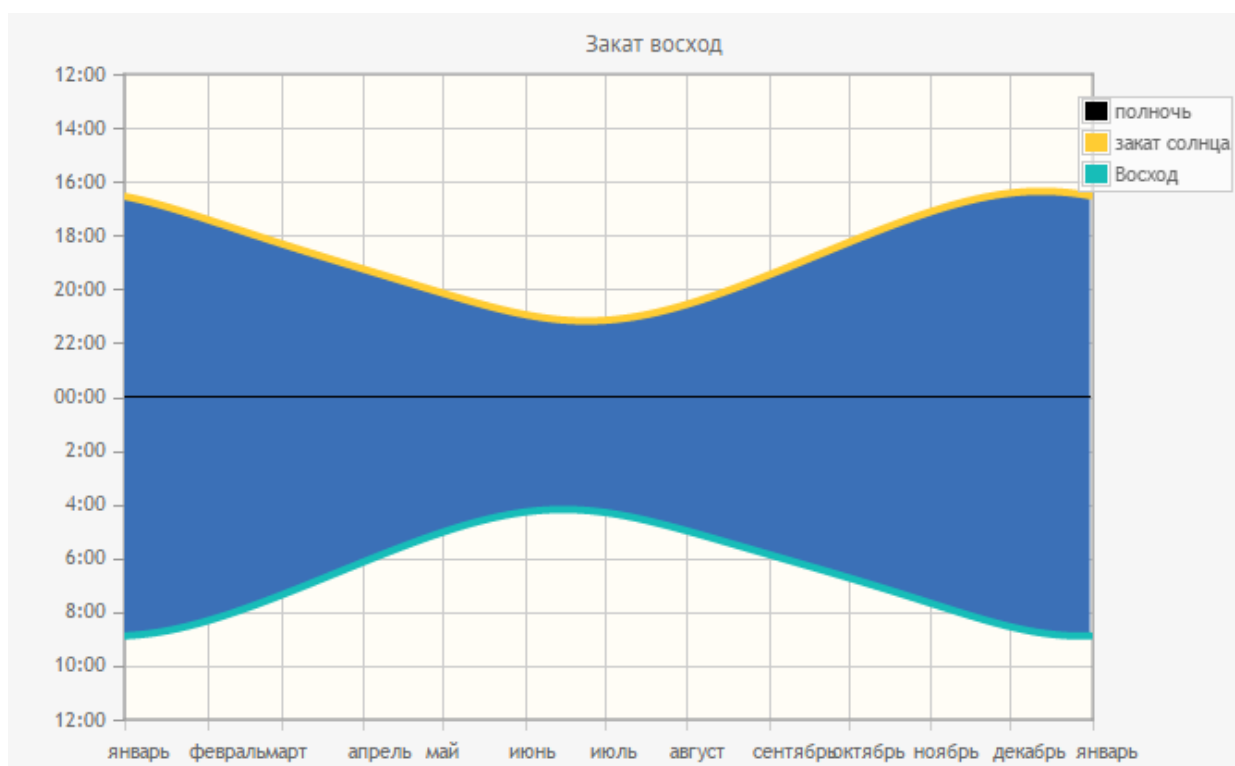


Рисунок 29 - График восхода и заката солнца в Самарской области на протяжении года

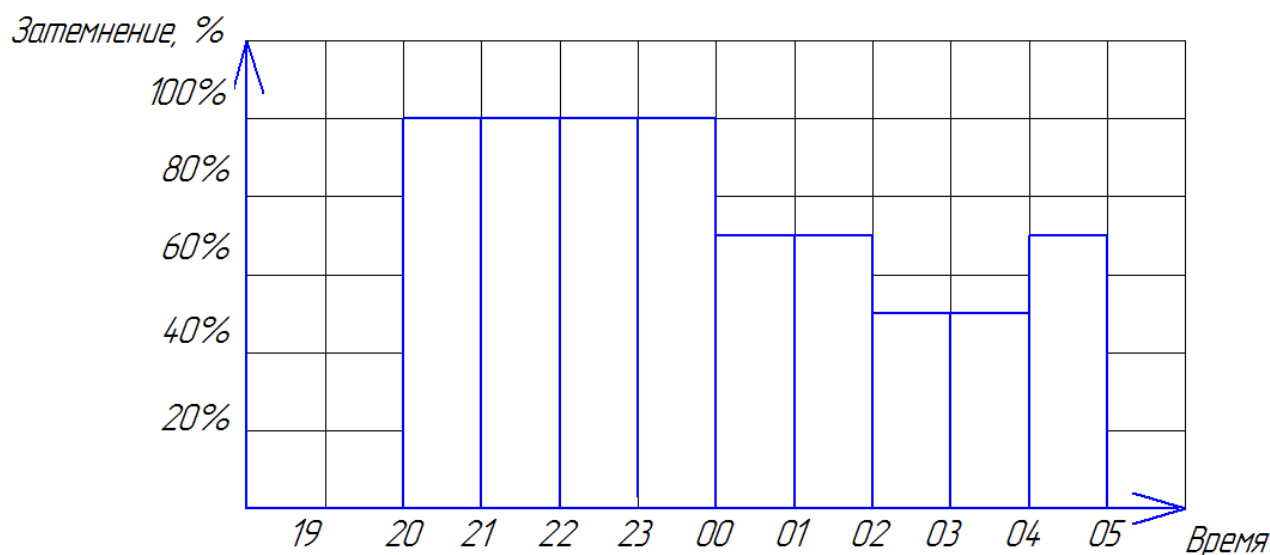


Рисунок 30 - График затемнения уличного освещения

Таким образом, среднее время горения светильников в пиковом (вечернем) режиме (t_1) составляет 4 часа (20:00-24:00), среднее время горения светильников в энергосберегающем (ночном) режиме (t_2) – 3 часа (24:00-2:00 и 4:00-5:00), среднее время горения светильников в энергосберегающем дежурном режиме (t_3) – 2 часа (2:00-4:00).

Рассчитаем экономию электроэнергии за год.

Текущее потребление электроэнергии сетью уличного освещения за условные (среднегодовые) сутки на 520 объектах:

$$W1 = N \cdot t \cdot P \quad (1);$$

$$W1 = 520 \cdot 9 \cdot 16 = 74880 (\text{кВт} \cdot \text{ч}).$$

Плановое потребление электроэнергии сетью уличного освещения за условные (среднегодовые) сутки при реализации интеллектуальной системы управления наружного освещения:

$$W2 = N \cdot t_1 \cdot P + N \cdot t_2 \cdot P \cdot 2/3 + N \cdot t_3 \cdot P \cdot 1/3 \quad (2);$$

$$W_2 = 520 \cdot 4 \cdot 16 + 520 \cdot 3 \cdot 16 \cdot 2/3 + 520 \cdot 2 \cdot 16 \cdot 1/3 = 55467 (\text{кВт}\cdot\text{ч}).$$

Экономия электроэнергии за условные (среднегодовые) сутки составит:

$$dW = W_1 - W_2 \quad (3);$$

$$dW = 74880 - 55467 = 19413 (\text{кВт}\cdot\text{ч}).$$

Экономия электроэнергии за условные (среднегодовые) сутки составит 19413 кВт·ч – это около 25,92%.

Общая экономия электроэнергии за год на 520 объектах составит 7085745 кВт·ч. При средней цене в 3,2 руб. за 1 кВт·ч экономия в денежном эквиваленте составит 22674384 руб. в год.

3.7 Выводы по главе III

Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением обеспечит более безопасные условия дорожного движения, безопасность пешеходов и значительно улучшит архитектурную, туристическую и коммерческую продукцию города. Данная система не совсем дешевая, но не малая часть средств государственного бюджета тратится на уличное освещение.

Затраты на электроэнергию сразу снижаются до 35% за счет интеллектуального включения/выключения, выборочного затемнения и эффективного управления потреблением, в то время как общие эксплуатационные расходы снизятся до 42%.

Практика применения интеллектуальной системы управления наружного освещения показывает наивысшие результаты. Реализация проектов происходит в кратчайшие сроки.

По оценкам экономической эффективности внедрения интеллектуальной системы освещения в г.о. Тольятти расходы на электроэнергию сократятся на 25,92 %. Общая экономия электроэнергии за год - 7085745 кВт·ч, а экономия в денежном эквиваленте составит 22674384 руб. в год.

Заключение

Модернизация сетей наружного освещения является одним из эффективных и обязательным энергосберегающим мероприятием. Необходима автоматизированная система управления наружным освещением, которая позволит регулировать энергопотребление, контролировать целостность оборудования, своевременно подавать сигнал оперативному персоналу об аварийных ситуациях в сети.

Повышение надежности сетей наружного освещения позволит обеспечить энергосбережение, бесперебойность питания, и как следствие обеспечить безопасность на дорогах. Так как количество ДТП и противоправных действий значительно снижается при хорошем освещении города.

На сегодняшний день необходимо полностью поменять идеологию содержания, ремонта и нового строительства магистрального и внутриквартального освещения г.о. Тольятти за счет применения новых технологий, материалов и оборудования. Именно это позволит довести освещение города до существующих норм, изменить эстетический облик города. В настоящее время большая часть существующих электрических сетей наружного освещения нуждаются в реконструкции и капитальном ремонте.

В результате работы проанализировано состояние сетей наружного освещения и их системы управления. В ходе анализа выбрана наилучшая система управления наружным освещением с учетом всех особенностей г.о. Тольятти.

Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением обеспечит более безопасные условия дорожного движения, безопасность пешеходов и значительно улучшит архитектурную, туристическую и коммерческую продукцию города. Данная система не совсем дешевая, но не малая часть средств государственного бюджета тратится на уличное освещение.

Интеллектуальная система управления уличного освещения является решением для удаленного управления уличного освещения, которая обладает возможностью управления лампами и уровня освещения каждого уличного светильника. Также гарантирует нужное количество света при различных условиях. Не менее важно, наличие обратной связи в режиме реального времени, сообщаемой о любых изменениях, происходящих вдоль линии, снижает потери энергии и предлагает передовые инструменты оптимизации технического обслуживания.

Применение интеллектуальной системы управления наружным освещением обеспечит более безопасные условия дорожного движения, безопасность пешеходов и значительно улучшит архитектурную, туристическую и коммерческую продукцию города. Данная система не совсем дешевая, но не малая часть средств государственного бюджета тратится на уличное освещение.

Затраты на электроэнергию сразу снижаются до 35% за счет интеллектуального включения/выключения, выборочного затемнения и эффективного управления потреблением, в то время как общие эксплуатационные расходы снизятся до 42%.

Практика применения интеллектуальной системы управления наружного освещения показывает наивысшие результаты. Реализация проектов происходит в кратчайшие сроки.

По оценкам экономической эффективности внедрения интеллектуальной системы освещения в г.о. Тольятти расходы на электроэнергию сократятся на 25,92 %. Общая экономия электроэнергии за год - 7085745 кВт·ч, а экономия в денежном эквиваленте составит 22674384 руб. в год.

Список использованных источников

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ;
2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), изд. 7, 2001 - 2004 гг.;
3. Постановление от 9 октября 2014 года N 3799-п/1 «Об утверждении муниципальной программы "Содержание и ремонт объектов и сетей инженерной Инфраструктуры городского округа Тольятти на 2015-2017 годы" (с изменениями на 17 ноября 2016 года);
4. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95;
5. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89;
6. СН 541-82 Инструкция по проектированию наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов;
7. ГОСТ Р 55706-2013 Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы;
8. ГОСТ Р 50571.7.714-2014 Электроустановки низковольтные. Часть 7-714. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Установки наружного освещения;
9. ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний;
10. ГОСТ Р МЭК 60598-2-3-99 Светильники. Часть 2. Частные требования. Раздел 3. Светильники для освещения улиц и дорог;
11. ГОСТ Р 55707-2013 Освещение наружное утилитарное. Методы измерений нормируемых параметров;
12. ГОСТ 26824-2010 Здания и сооружения. Методы измерения яркости;

13. ГОСТ Р 54944-2012 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности;
14. ГОСТ Р 55708-2013 Освещение наружное утилитарное. Методы расчета нормируемых параметров;
15. Постановление от 09 октября 2014 года № 3799-п/1 Об утверждении муниципальной программы «Содержание и ремонт объектов и сетей инженерной Инфраструктуры городского округа Тольятти на 2015-2017 годы»;
16. Суворова, И.А. Электротехнологические промышленные установки и освещение : учеб. пособие для вузов / И.А. Суворова. Вятский гос. ун-т. – ВУЗ: Изд-во - Киров: ВятГУ, 2007. - 97 с.;
17. Кнорринг, Г.М. Осветительные установки / Г.М. Кнорринг. – Л.: Изд-во Энергоиздат, 1981.-288 с.;
18. Вахнина, В.В. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учеб.-метод. пособие для практических занятий и курсового проектирования / В.В. Вахнина, А.Н. Черненко. - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2007. - 54с.;
19. Барыбин, Ю.Г. Справочник по проектированию электроснабжения / Ю.Г. Барыбин. - М.: Изд-во Энергоатомиздат, 1990 - С. 576.;
20. Цакунов С. В. «О разработке, финансировании и реализации программ модернизации городского освещения в Российской Федерации»;
21. Гурьев А.В. «Системы автоматизированного управления наружным освещением», Гурьев А.В., Букварев Е.А., Нижегородский государственный технический университет, информация компании ООО "НПО "МИР";
22. Проскурин О.А. «Автоматизированные системы управления наружным освещением. Опыт Москвы», журнал «Энергосовет» № 2 (15), 2011 г.;
23. Исследование ООО «Лайтинг Бизнес Консалтинг» в рамках реализации международного проекта ПРООН/ГЭФ/Минэнерго России «Преобразование рынка для продвижения энергоэффективного освещения» по заказу Минпромторга России и Минэнерго России;

24. Постановление о внесении изменений в постановление Тольяттинской городской Думы № 753 от 14.05.2003г. "О Программе капитального ремонта магистральной улично-дорожной сети г.Тольятти на 2003-2005гг.";
25. Барбасова Т.А. Определение параметров эксплуатационной надежности элементов систем управления уличного освещения / Т.А. Барбасова, Е.В. Вставская, А.А. Захарова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2011. – Вып. 14, №23 (240). – С. 102–106;
26. Патент 99913 Российская Федерация, МПК Н 04 В 3/56. Устройство для приема-передачи информации по питающей сети и управления режимами работы потребителей электрической энергии / Барбасова Т.А., Вставская Е.В., Константинов В.И., Константинова О.В., Костарев Е.В. – №2010128856/09; заявл. 12.07.2010; опубл. 27.11.2010, Бюл. №33 (IV ч.) – с. 1057-1058.
27. Построение систем передачи информации по проводам питающей сети / В.И. Константинов, Е.В. Вставская, Т.А. Барбасова, Костарев Е.В. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2011. – Вып. 14, №23 (240). – С. 60–65;
28. Вставская Е.В. Построение систем управления сложными комплексами наружного освещения / Е.В. Вставская, Т.А. Барбасова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2011. – Вып. 14, №23 (240). – С. 98–102;
29. Автоматизированные системы управления энергоэффективным освещением: монография / Л.С. Казаринов, Д.А. Шнайдер, Т.А. Барбасова, Е.В. Вставская и др.; под ред. Л.С. Казаринова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, издатель Т. Лурье, 2011. – 208 с., ил.;
30. <http://enargys.ru/ulichnoe-osveshhenie/#prettyPhoto>;

31. <http://www.electromontaj-proekt.ru/nashi-stati/proektirovanie/naruzhnoe-osveshchenie/>;
32. <http://stroyprofile.com/archive/2910>;
33. http://energoeducation.ru/files/meropriyatia_energoser.pdf;
34. <http://www.nzif.ru/uploads/doc/asu/asu.pdf>;
35. http://www.energomera.ru/documentations/presentation/ASUNO_Jenergomera_Svet.pdf;
36. <http://august.ru/9739.html>;
37. http://www.lightingmedia.ru/reviews/reviews_43.html;
38. <https://intelilight.eu/intelilight-fpe-220-lonworks-plc-compatible-electronic-ballast-controller/>;
39. <https://intelilight.eu/intelilight-fpm-402-lonworks-plc-compatible-electromagnetic-ballast-controller/>;
40. <https://intelilight.eu/intelilight-fpm-152-lonworks-plc-compatible-electromagnetic-ballast-controller/>;
41. <https://intelilight.eu/intelilight-frb-110-intelligent-communicator/>;
42. <https://intelilight.eu/intelilight-fvd-124-voltage-presence-monitor/>;
43. <https://intelilight.eu/intelilight-fnm-232-electric-network-analyzer/>;
44. <https://intelilight.eu/intelilight-fpc-200-data-concentrator-smart-server/>;
45. <https://intelilight.eu/the-first-lorawan-compatible-streetlight-control-pilot-project-in-moldova-implemented-by-orange-moldova-and-intelilight/>;
46. <https://intelilight.eu/intelilight-lora-streetlight-control-solution-successfully-passes-field-trials-szada-hungary/>;

47. <https://intelilight.eu/intelilight-plc-streetlight-control-in-riyadh-the-capital-of-the-kingdom-of-saudi-arabia/>;
48. <https://intelilight.eu/intelilight-plc-streetlight-control-solution-and-smart-city-integrations-in-brasov-romania/>;
49. <https://intelilight.eu/mecca-and-intelilight/>;
50. https://intelilight.eu/intelligent-street-lighting-control/#_agnostic;
51. <https://intelilight.eu/financing-and-business-case/cost-savings-and-benefits/>;
52. <http://www.tgl.ru/print/s/511/>.