

Огни города Ташкента: история одного проекта

С.С. ТОЛИПОВ, М.М. МАМАЖАНОВ, Ф.С. АГИШЕВА

Аннотация

Данная статья посвящена вопросам личного освещения Ташкента: этапам развития и оценке состояния в настоящее время. Для того, чтобы придать городу современный облик, сохранив при этом его тысячелетнюю историю, был разработан и реализован данный проект с применением современного энергоэффективного оборудования и технологий освещения, которое полностью отвечает требованиям к освещению магистральных улиц, улиц районного значения, кварталов и жилых массивов. В результате реализации этого проекта экономия электроэнергии составила в среднем 60 %. Благодаря применению СД повысилось качество освещения. Оно стало максимально комфортным, приближённым к естественному белому свету (4000–4500 К), индекс цветопередачи не менее 80. Разработана и внедрена система автоматического дистанционного управления наружным освещением и установлены соответствующие шкафы управления. Переход на светодиодную технологию освещения с использованием автоматических систем управления и функцией диммирования создал условия для гибкого дифференцированного подхода к освещению города в целом, сохраняя при этом высокое качество света. В будущем данная технология может быть трансформирована для внедрения ещё более энергоэффективных светодиодных чипов с наименьшими финансовыми и материальными затратами.

Ключевые слова: уличное освещение, светодиоды, управления освещением, энергоэффективность, городское освещение, опора, кронштейн

1. История проекта

Благодаря выгодному географическому положению и благоприятному климату Ташкент уже в древности стал одним из главных узловых пунктов на торговых магистралях Велико-

го шёлкового пути, который связывал Европу и Азию, что заложило основу культурно-исторического наследия Узбекистана и её столицы.

С тех пор много воды утекло, и облик города сильно менялся в разные исторические эпохи. Сегодня Ташкент представляет собой современный мегаполис, в котором органично переплетаются национальные и современные архитектурные стили: рядом с памятниками минувших тысячелетий появляются новые жилые массивы, парки, уличные магистрали с транспортными развязками и путепроводами, фонтаны, музеи и скульптуры.

Наряду с широкомасштабным градостроительством реализуются новые возможности для улучшения уличного освещения, иллюминационного оформления городских объектов, художественной подсветки достопримечательностей, как столицы, так и областных центров республики.

В советское время Узбекистан входил в состав СССР, и освещение Ташкента развивалось так же, как и в других столичных городах: Москве, Минске, Киеве, Кишинёве, Баку, и т. д. Предприятие Ташгорсвет (ныне Тошшахарнур) являлось одним из лидеров по освещению улиц среди городов СССР, а его руководитель Содикжон Артикович Толипов являлся заместителем председателя авторитетной организации Союзгорсвет.

В уличном освещении города Ташкента, как и во всех городах СССР, применялись, в основном, светильники с ДРЛ и НЛВД, которые являлись передовыми технологиями для того времени. Однако основная часть светильников имела КПД 50–60 %, то есть почти половина светового потока не попадала на дорогу. Физически и морально устаревшая система наружного освещения города Ташкента, созданная в 60–80-х гг. прошлого века, не позволяла оперативно управлять включением/отключением освещения, введением режима ограничения потребления; не имела тех-

нической возможности получения и отображения информации об исполнении конечными устройствами команд, поданных с центрального пункта, также не представлялось возможным получать сведения о целевом использовании электроэнергии.

После распада СССР на рынках начали появляться лампы для наружного освещения иностранных брендов *Osram*, *Philips* и др. Тошшахарнур начал приобретать их и устанавливать на улицах города. Средний процент горения по городу достигал 95 %, однако со временем из-за выработки ресурсов светильников процент горения начал снижаться. Для поднятия качества освещения и процента горения до 99 % нужны были новые технологии или огромные капитальные затраты.

Выполняя требования принимаемых правительственных решений по реализации важнейших проектов по модернизации, техническому и технологическому перевооружению производства в рамках инвестиционной программы Республики Узбекистан, в 2012 г. специалистами предприятия Тошшахарнур была начата разработка технической документации по модернизации системы уличного освещения города Ташкента.

Задачами проекта являлись переход на современное освещение с сохранением исторического облика города, обеспечение комфортного и безопасного движения городского транспорта и пешеходов, экономия электроэнергии, снижение эксплуатационных затрат.

Это было время, когда активно развивалось светодиодное направление. Но в тот период светодиоды (СД) не обеспечивали экономии, и в части «цена-качество», возникал вопрос: нужны ли они в дорожном освещении? Незадолго до этого, в 2011 г., докторант Норвежского научно-технического университета П. Ларсен в заключительной части статьи «Применение светодиодов в дорожном освещении» сделал вывод о том, что традиционные НЛВД имеют большие световые потоки и всё ещё являются наилучшим решением с точки зрения, как стоимости, так и характеристик осветительного прибора (ОП).

Но, несмотря на это, при разработке проекта нашими специалистами в качестве базового источника света были выбраны не НЛВД, а новые

и перспективные на тот момент МГЛ с керамической горелкой. Эти лампы обладают высокой световой отдачей, качественной цветопередачей ($R_a > 80$) и малогабаритным источником излучения (горелкой), позволяющим более эффективно использовать оптическую систему светильника, повышая её КПД и коэффициент использования. Кроме того, в проекте акцент был сделан на применении в светильниках электронной пускорегулирующей аппаратуры (ЭПРА) с функцией диммирования. Сочетание вышеуказанных факторов позволяло обеспечить снижение потребления электроэнергии не менее, чем на 30 %.

Решением межведомственного совета по вопросам сотрудничества с международными финансовыми институтами и организациями и странами-донорами реализации крупных и стратегически важных инвестиционных проектов наш проект был включён в сводный перечень инвестиционных предложений, финансируемый Исламским банком развития. В итоге проект по модернизации системы уличного освещения города Ташкента был принят, выделено финансирование, и в 2013 г. началась его реализация.

Уже на ранних стадиях проекта мы не упускали из внимания тот факт, что научно-технический прогресс в части светодиодной светотехники шёл очень быстро. Мы отслеживали мировые тенденции в этом направлении, приобретали партии перспективных светильников на основе СД. В 2014–2015 гг. в рамках пилотных проектов такие светильники были установлены на линиях освещения нескольких улиц. Результаты оценки эффективности их работы показали высокое качество освещения ($R_a > 80$), снижение потребления электроэнергии более, чем на 50 %, снижение эксплуатационных расходов на 30 %, что поставило вопрос о пересмотре технических требований проекта в части применения ОП.

Поручением кабинета министров республики Узбекистан от 23.10.2016 г. № 02/1–190 было получено задание о корректировке утверждённых технико-экономических расчётов с применением МГЛ на ОП, изготовленные с применением более энергоэффективных и экологически чистых светодиодных технологий. В результате чего в 2016 г. программа

Рис. 1. Внешний вид светильника на основе СД *STREET META* мощностью 130 Вт



Рис. 2. Технические характеристики светильника *STREET META* мощностью 130 Вт

была полностью переориентирована на светильники на основе СД.

В 2018 г. проект по модернизации системы уличного освещения Ташкента был окончательно завершён. В рамках работы над ним были выполнены – процедура одобрения и подписания договора с Исламским банком развития по финансированию проекта в размере 36000000 \$;

– разработка и проведение международных тендерных торгов, в которых приняло участие 36 компаний Европы, Азии, СНГ и Узбекистана (в том числе бренды *Osram*, *Philips* и др.);

– выбор, поставка и установка 116083 шт. светильников на основе СД и 1546 пунктов питания с автоматической системой дистанционного управления наружным освещением (АСДУНО) и с организацией автоматической системы учёта и контроля расхода электроэнергии с подключением к республиканской сети АСКУЭ.

Успешная реализация проекта позволила сэкономить около 10000000 \$, часть которых была направлена на организацию освещения дополнительных и вновь построенных объектов города Ташкента.

2. Некоторые технические данные проекта

До начала проекта по модернизации в сетях уличного освещения Ташкента использовалось около 56 различных типов ОП.

Для того, чтобы сделать правильный выбор необходимых типов и мощностей светильников на основе СД для определённых категорий улиц в соответствии с международными нормативными требованиями, нашими специалистами было рассмотрено и протестировано большое количество образцов разных производителей, а также проведены расчёты с использованием специального программ-

Технико-экономическое обоснование проекта модернизации освещения города Ташкент

	Установленная мощность общего количества ОП	Средняя установленная мощность 1 ОП
До проекта	25 039 кВт	209 Вт
После внедрения проекта	11 880 кВт	85 Вт
Экономия	13 159 кВт / 52 %	124 Вт / 59 %

Рис. 3. Магистральная улица Хамида Алимджана, на которой установлены светильники на основе СД 150 Вт



Рис. 4. Улицы районного значения, на которой установлены светильники на основе СД мощностью 130 Вт



Рис. 5. Путепровод по улице Дормон Йули, где установлены светильники на основе СД мощностью 150 Вт



ного продукта *DIALux*. В результате в качестве основной базовой модели была выбрана серия светильников на основе СД *STREET META* производства компании *Giga Tera* с диапазоном мощностей от 50 до 250 Вт

(рис. 1 и 2). Основные преимущества данного светильника заключаются в оригинальной конструкции, сочетающей высокую световую отдачу (130 лм/Вт) с эффективной кривой светораспределения, хорошей системой охла-

ждения СД и высокой степенью защиты от внешней среды (*IP 66*).

Силами эксплуатационного персонала нашего предприятия по всему городу было заменено старое осветительное оборудование и установлено 116083 новых высокоэффективных светильников на основе СД *STREET META*: на магистральных улицах (рис. 3), в кварталах (рис. 4), в частных жилых массивах, в тоннелях, на путепроводах и мостах (рис. 5 и 6).

При этом удалось существенно снизить потребление электрической энергии, что видно из табл. 1.

Благодаря замене шкафов управления уличными сетями, работающих по каскадной схеме, на умные шкафы с индивидуальной автоматизированной системой управления с центрального диспетчерского пульта, удалось получить

- распределение фазных напряжений от трансформаторной подстанции;
- питание и защиту сети уличного освещения от перегрузок и коротких замыканий;
- учёт потребления и предотвращение хищения электрической энергии;
- автоматическое, дистанционное или ручное управление линией освещения;
- хранение и передачу информации о потреблении электрической энергии в систему АСКУЭ и диспетчерский пункт АСДУНО;
- хранение и передачу информации о состоянии работоспособности установленной электроаппаратуры и сети уличного освещения в диспетчерский пункт АСДУНО.

За счёт сэкономленных средств, выделенных на данный проект Исламским банком развития, дополнительно приобретено свыше 18400 ОП на основе СД и 51 электрический шкаф управления сетями уличного освещения, функционирующих в системе АСДУНО. Данные светильники и шкафы смонтированы на вновь построенных объектах индивидуального

Рис. 6. Мост по магистральной улице Нукус, где установлены светильники на основе СД мощностью 150 Вт



Рис. 7. Отражение состояния шкафов управления и силовых шкафов в онлайн режиме



жилищного строительства, где в проектах строительства жилья не предусмотрено уличное освещение, а также на объектах, где отсутствовали сети уличного освещения, и на ведомственных объектах, оставшихся в беспхозном состоянии.

3. Результаты проекта

В результате реализации проекта модернизации уличного освещения города Ташкента были решены следующие задачи:

- освещение города полностью переведено на современные светильники на основе СД с эффективной системой управления;
- экономия электроэнергии в уличном освещении по результатам 2019–2021 гг. составила в среднем до 40000000 кВт·ч в год или 64,5 % по сравнению с допроектным периодом;
- в 2,5 раза снижены мощности ОП;
- качественно улучшена освещённость на улицах города и повышена пропускная способность автодорог;
- создана комфортная визуальная и психологическая среда для жите-

лей города в вечернее и ночное время суток;

- осуществлена гибкая система оперативного управления и контроля сетями уличного освещения через центральный диспетчерский пункт, оснащённый современной мультимедийной системой, имеющий в арсенале собственную серверную с резервом, несколькими мониторами и большим светодиодным экраном с разрешением Full HD (рис. 7);

- созданы планируемые режимы ограничения потребления электроэнергии в ночное время суток (за счёт диммирования);
- организована автоматическая система учёта и контроля расхода электроэнергии с подключением к республиканской АСКУЭ.

4. Будущее проекта

При разработке технических условий проекта в конфигурации и строении светильника предусмотрено использование принципа отражённого света – отражатели имеют серебряное покрытие. В дальнейшем с усовершенствованием светодиодных технологий и появлением новых светоди-

одных чипов, светодиодные модули могут быть заменены внутри светильника. При этом сам алюминиевый корпус, защитное стекло и отражатель светильника используются повторно. Это приведёт к увеличению экономии электроэнергии при меньших финансовых затратах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Carli, R. A decision-making tool for energy efficiency optimization of street lighting / R. Carli, M. Dotoli, R. Pellegrino // Computers & Operations Research, 2018, # 96, pp. 223–235.
2. Lobão, J.A. Energy efficiency of lighting installations: Software application and experimental validation / J.A. Lobão, Devezas T., Catalão J.P.S. // Energy Reports, 2015, Vol. 1, pp. 110–115.
3. Pizzuti, S. Advanced Street lighting control through neural network en-sembling / S. Pizzuti F. Moretti, M. Annunziato // SMART 2013: The second international conference on smart systems, devices and technologies, Rome, 2013, pp. 76–81.



Собитжон Содикжанович Толипов

получил высшее тех. образование в области энергоснабжения. Работал в сфере уличного освещения более 20 лет. В настоящее время советник по освещению крупной компании республики



Мадридбек Мамажанович Мамажанов

кандидат тех. наук в горной отрасли. Работал в сфере уличного освещения более 20 лет. В настоящее время является доцентом кафедры горного дела

в НИТУ МИСИС филиала в г. Альматы



Фарида Сафиуловна Агисева

получила высшее экон. образование. Работает в системе уличного освещения более 30 лет. В настоящее время является заместителем директора ГУП «Тош-

шахарнур» по финансово экономическим вопросам