



Рис. 3. Экипажные экскурсии Ялтинского отделения Крымского горного клуба, в 1917 г.

Багрова Л.А., Муртазаева С.А.

УДК 504:621.32

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ЗДАНИЙ И УЛИЦ В СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДАХ

Актуальность исследования. В настоящее время основная масса населения Земли проживает в городах. Растет общее количество горожан, происходит укрупнение городских поселений, образуются крупные мегаполисы. Урбанизация формирует особый городской образ жизни, создает многочисленные проблемы экономические, социальные, экологические, от решения которых зависит качество жизни городского населения. Среди многочисленных задач, связанных с изменением критериев качества жизни и развитием городской инфраструктуры, немаловажную роль играет организация наружного освещения зданий, улиц, площадей. Сравнительно недавно создана международная организация по освещению – объединение мэрий городов «LUCI», в которое входят 50 городов мира – Париж, Шанхай, Торонто, Лондон, Мехико, Москва и др. Выработка и распространение стратегий наружного освещения – это актуальная задача и для городов нашей страны.

Результаты исследования. Освещение в современных городах должно обеспечивать хорошую видимость для пешеходов и водителей, способствовать безопасности людей, снижению дорожно-транспортных происшествий и противоправных действий, создавать благоприятный психологический климат у горожан, помогать реализации ряда общественных функций, оживляющих городскую жизнь. На протяжении всей истории эти задачи решались по-разному, менялись способы и возможности освещения городов. В древности города были небольшие (как правило, не более 10 тыс. жителей) и использовали маломощные светильники со свечами, жировыми и газовыми горелками. Собственно, образ жизни людей далеких лет был связан преимущественно с максимальным использованием дневного освещения – бесспорно, самого высококачественного источника света. Можно вспомнить применение в архитектуре зданий больших окон, световых окон в потолках, открытых галерей и т.п. Затем появились электрические лампы накаливания, которыми освещались города практически весь 20 век.

Изменение стиля жизни в наши дни привело к тому, что люди большую часть своего времени стали проводить в помещениях, произошел сдвиг занятий с дневного на вечерний и ночной отрезок суток. Изменились ритмы поведения как отдельных людей, так и деятельности многих предприятий – ночные производственные смены, индустрия ночных развлечений, круглосуточная работа предприятий сферы услуг и др.

По свидетельству Министерства энергетики США, на искусственное освещение учреждений и зданий коммерческого назначения уходит до 40-50% потребляемой энергии, но если рационально переоборудовать системы освещения, то потребление энергии снижается на 50-70%.

По приблизительным подсчетам, количество электроэнергии, идущей в России на цели освещения (1 млрд. светоточек), составляет около 14% от всего вырабатываемого объема. В Москве осветительные установки потребляют около 300 млн. кВт.ч в год [1].

Простота и доступность электроэнергии породили у многих людей представление о неисчерпаемости энергетических ресурсов, притупили чувство необходимости её экономии. Между тем, электроэнергия сегодня дорожает, и старый призыв «Экономьте электроэнергию» стал ещё более актуальным. Нарастание глобального энергетического кризиса заставило в начале 21 века пересмотреть эффективность привычного освещения.

В первой половине прошлого столетия в быт нашей страны вошли *лампы накаливания*, называемые «лампочками Ильича». Коэффициент полезного действия привычных, традиционно много лет используемых ламп накаливания достаточно невысок, так как они обладают большой теплоспособностью. Незаметное для обычного глаза, но в реальности весьма ощутимое суммарное нагревание воздуха вносит свою долю в глобальные процессы потепления климата.

Реальные преимущества ламп накаливания – небольшие размеры, при включении они зажигаются практически мгновенно, отсутствует мерцание, спектр излучения непрерывный и др. Но эти лампы имеют низкую световую отдачу, относительно малый срок службы, зависят от напряжения и пожароопасны: через 30 минут после их включения температура наружной поверхности у ламп в 40 Вт достигает 145° , 75 Вт – 250° , 100 Вт – 290° , 200 Вт – 330° . Солома, касающаяся поверхности лампы мощностью 60 Вт, вспыхивает примерно через 1 час [2].

Коэффициент полезного действия таких ламп невысок – всего 5%. Поэтому во многих странах ими перестают пользоваться: в России, например, с 1 января 2011 года запрещен оборот ламп накаливания мощностью более 100 ватт. С 2013 г. рекомендуется прекратить производство и продажу ламп накаливания мощностью 75 ватт и более, а с 2014 г. – мощностью 25 ватт. В Украине лампы накаливания будут полностью запрещены в 2014 году [3]. Анализ негативных экологических последствий массового использования ламп накаливания показал необходимость перехода на более экологически безопасные и энергосберегающие светильники – люминесцентные лампы и светодиодные. Широкое применение экономящих электроэнергию источников света в мире началось сравнительно недавно: первыми появились энергосберегающие лампы, которые обеспечивали, в сравнении с лампами накаливания, потребление меньшего количества энергии. Со временем энергоэффективные источники света совершенствовались, избавляясь от основных недостатков.

Люминесцентные лампы (ЛЛ), или энергосберегающие, имеют высокую световую отдачу – лампа мощностью в 20 ватт заменяет обычную лампу накаливания в 100 ватт, лампа в 12 ватт аналогична лампе накаливания на 60 ватт. Люминесцентные лампы не нагреваются выше 40° , что предохраняет от ожогов при замене или ремонте. Срок службы не 1000 часов, а в 15-20 раз дольше. Энергосберегающие лампы потребляют в 4-5 раз меньше энергии. Напряжение питания может варьировать от 1 до 380 вольт, можно менять цветовую гамму освещения. Таким образом, энергосберегающие лампы служат в 10-15-20 раз дольше, чем лампы накаливания (хотя их качество часто зависит от производителей ламп: продукция GE работает до 15 тыс. часов, Osram – 12 тысяч, лампы российского и украинского производства – 6-10 тыс. часов). Эти лампы нашли широкое применение при освещении больших по площади помещений, в световой рекламе, подсветке фасадов зданий, в плазменных дисплеях и др.

Эксперты высоко оценивают возможную экономию от перехода на эффективное освещение для некоторых стран: Индонезия может сэкономить 1 млрд. долларов, Мексика 900 млн., Украина 210 млн.

Но существует ряд проблем в использовании энергосберегающих ламп. Так, в последние годы отмечается рост на них цен, что связано с ростом цен на редкоземельные металлы, входящие в модели ламп – иттрий, лантан, эрбий и др. при почти одном монополисте по их добыче (более 96% их мирового производства сосредоточено в Китае).

Невидимая невооруженным глазом пульсация ЛЛ вызывает у людей повышенную утомляемость и плохое самочувствие, они могут стать причиной мигрени и приступов эпилепсии. Британские ювелиры и другие специалисты, нуждающиеся в ярком освещении своего рабочего места, одними из первых обратили внимание на обострение кожных заболеваний. Эти лампы излучают УФ лучи, которые разрушают коллаген и эластин, вызывая огрубение кожи, преждевременное старение и создают вероятность активного роста раковых клеток. ЛЛ отличаются повышенной чувствительностью к температуре окружающего воздуха (при температуре ниже $+10^{\circ}$ лампа может не зажечься). Наблюдаются неувидимые для глаза частые мигания лампы (стробоскопический эффект) в такт колебаниям переменного тока в электрической сети. При неправильном включении ЛЛ становятся источниками помех для радиоприемников и телевизоров [4].

Люминесцентные лампы содержат ртуть (3-5 мг). Если случайно одна лампа разобьется, то превышение ПДК ртути в воздухе увеличится в 160 раз. У человека при такой концентрации поражаются нервная система, печень, почки, желудочно-кишечный тракт. В последние 10 лет содержание ртути снизили почти на 80%. И хотя инженеры считают, что это уже достаточно мало (сравнивая их с некоторыми старыми градусниками, где ртути почти в 170 раз больше), но проблема утилизации отходов остается.

В настоящее время перспективным является применение для освещения *светодиодных ламп*. Светодиоды являются полупроводниковыми приборами, преобразующими электрический ток непосредственно в световое излучение, при этом они характеризуются низким энергопотреблением, а значит, обладают хорошим потенциалом в области энергосбережения.

Открытие этого абсолютно нового и экономически выгодного источника света ученые сравнивают с изобретением парового двигателя или компьютера. В 20-е годы прошлого столетия в Ленинграде О.Лосевым был открыт «холодный свет», что стало тогда мировой сенсацией. Позже это открытие легло в основу создания светодиодов. За работы в этой области Нобелевской премии были удостоены российский ученый Жорес Алферов и американские ученые Герберт Кремер и Джек Килби.

Считается, что первый светодиод, излучающий свет в видимом диапазоне спектра, был изготовлен в 1962 году в Университете Иллинойса группой, которой руководил Ник Холоньяк.

Первые светодиоды появились в 1962 году, но до 1985 года они использовались исключительно в качестве индикаторов. Затем они стали применяться в качестве световых элементов в лампах автомобилей, а с 1990 года стали адекватной заменой лампам накаливания [5].

Светодиоды разработаны на основе нанотехнологий. По многим параметрам светодиодные светильники (**LED – light-emitting diode**) превосходят лампы накаливания и люминесцентные лампы. Так, световый поток лампы накаливания – 10-3 люмен на ватт, люминесцентных – 60-100, а световый поток светодиодных ламп достигает 132 люмен на ватт. По энергоэффективности светодиодная лампа в 2 раза превышает люминесцентную и в 10 раз – лампы накаливания. Светодиоды характеризуются малыми размерами, отсутствием ртутных паров и ультрафиолетового излучения, незначительным тепловыделением, более высокой прочностью.

Светильники светодиодные (СД) имеют очень короткий срок окупаемости: срок службы СД – 50 тыс. час, т.е. в 30-60 раз больше по сравнению с лампами накаливания и в 4-6 раз больше, чем люминесцентных. Это связано, в первую очередь, с низким электропотреблением и долгим сроком службы энергосберегающего светодиодного светильника. СД имеют также ряд других преимуществ, в сравнении с обычными ламповыми светильниками: устойчивость к перепадам напряжения и температуры, хорошая защита от попадания в светильник грязи или воды, небольшой вес, отсутствие затрат на обслуживание в течение всего срока службы и другие (табл.1).

Светодиодные лампы сегодня - это современная альтернатива традиционной лампе накаливания. Они позволяют достичь существенной экономии потребляемой электроэнергии (до 80%) и при этом менее безопасны и безвредны. Светодиодные лампочки также значительно выгоднее популярных последнее время люминесцентных ламп и позволяют добиться почти 50% экономии по сравнению с ними.

Таблица 1. Сравнение ламп накаливания, люминесцентных и светодиодных по ряду показателей.

Характеристики ламп	Лампы накаливания мощностью 75 Вт	Лампы энергосберегающие 15 Вт	Светодиодные лампы 2 Вт
Срок эксплуатации	1 тыс. час.	8 тыс. час.	40 тыс. час.
Количество ламп, используемых в течение срока службы одной светодиодной лампочки	40	5	1
Стоимость ламп в течение срока службы одной светодиодной лампочки	100 грн. (при цене 2.50 грн. одной лампы накаливания)	150 грн. (при цене 30 грн. одной лампы)	120 грн.
Потребленная электроэнергия в течение срока службы одной светодиодной лампочки	3000 кВт·ч	600 кВт·ч	80 кВт·ч
Стоимость электричества, потребляемого в течение срока службы одной светодиодной лампочки	840 грн.	168 грн.	22,4 грн.

Из существенных препятствий на пути массового внедрения светодиодов в освещении - высокая стоимость по сравнению с традиционными источниками света. Однако, постепенное удешевление и повышение технических характеристик светодиодных изделий, а также насущная необходимость снижения энергопотребления, позволяют уже сегодня применять эти энергосберегающие технологии. Пока цена светодиодных ламп высока (они в 2-3 раза дороже), но ожидают, что к 2014 г. она сравняется с люминесцентными. Кроме того, как уже указывалось, при высокой цене, светильники светодиодные имеют очень короткий срок окупаемости.

Энергосберегающие светодиодные лампы различают по форме, потребляемой мощности, световому потоку, направленности света. Светодиодные лампы E27 можно вкрутить в широко распространенный патрон E27, предназначенный для ламп накаливания (рис. 1).



Рис. 1. Светодиодная лампа E27.

Область применения светодиодных ламп достаточно широка:

- Подсветка зданий, домов и других объектов архитектуры (особенно художественная подсветка);
- Подсветка рекламных конструкций;
- Освещение пешеходных переходов;
- Освещение мостов, туннелей и других, сложных для замены ламп объектов;
- Аварийное энергосберегающее освещение.

Светодиодное освещение быстро завоевывает мировое пространство. Уже сейчас на Западе светодиодными лампами оборудованы все операционные, так как именно такой свет при яркой освещенности не нагревает тело пациента, а значит, не повышает свертываемость крови. Светодиодной подсветкой украсил Ватикан все крупные храмы, а швейцарские банки заменили обычные энергосберегающие лампочки на полупроводниковые из-за их интересной особенности – в отличие от любой другой системы освещения через эту невозможно вести прослушивание. В быту светодиодные элементы нашли широкое применение в ручных осветительных приборах, в строительном дизайне (их

часто используют в труднодоступных для частой замены местах, например, потолочном освещении) [6]. В 2011 году использование светодиодных ламп в освещении составляло 9 % мирового рынка.

Примеров использования LED достаточно много. На российском Дальнем Востоке в Благовещенске собирают уличные светодиодные светильники: мощность одного прибора в 5 раз меньше, чем у обычной ртутной лампочки, всего 80 Вт в час, но светит с такой же силой и не боится перепадов давления, свет является более естественным для глаза, лампы не токсичны.

В Новосибирске на дороге в аэропорт установили светодиодные светильники, их установка окупается на третий год эксплуатации.

В Петербурге приступили к выпуску светодиодных ламп, которые соответствуют обычным 40 и 60-ваттным лампам, но потребляют энергии в 6 и 8 ватт соответственно. В Ленинградской области запустили пилотный проект по освещению улиц светодиодами в г. Сосновый бор, где заменены 17 светильников. Ожидаемый срок окупаемости 2-3 года, расчетная экономия – около 50%, срок службы в 5 раз больше, чем обычных ламп. В одном из сельских хозяйств (птичник) только замена на светодиодные светильники снизила потребление электричества в 15,5 раза.

В США создали светодиодную лампу (по цене около 40 долл.) – срок её службы около 25 тыс. часов, она потребляет 10 ватт и по сравнению с классическим аналогом сохраняет 83% электроэнергии. Специалисты подсчитали, что, используя светодиоды, через 20 лет США будут экономить 1100 тераватт-час в год.

Если в Украине во всех жилых и офисных учреждениях заменить имеющиеся лампы на светодиодные, то можно будет закрыть одну АЭС – таков масштаб данной проблемы!

Наиболее крупным производителем светодиодов в мире является компания «Siemens» со своими дочерними предприятиями «Osram Opto Semiconductors» и «Osram Sylvania». Также крупным производителем светодиодов является «Royal Philips Electronics», политика которого заключается в приобретении компаний, изготавливающих светодиоды. Так, «Hewlett-Packard» в 2005 году продал компании «Philips» своё подразделение Lumileds Lighting, а в 2006 были приобретены «Color Kinetics» и «TIR Systems» — компании с широкой технологической сетью по производству светодиодов с белым спектром излучения. «Nichia Chemical» — подразделение компании Nichia Corporation, где были впервые разработаны белый и синий светодиоды. На текущий момент ей принадлежит лидерство в производстве сверхъярких светодиодов: белых, синих и зелёных. Помимо них, следует также отметить компании: Emcore Corp., Veeco Instruments, Seoul Semiconductor и Germany's Aixtron, занимающиеся производством чипов и отдельных светодиодов.

Крупнейшим производителем светодиодов в России и Восточной Европе является компания «Оптоган», производственные мощности которой расположены в Санкт-Петербурге, а также завод Samsung Electronics в Калужской области по производству светодиодов и устройств на их основе [5].

Но не только инженерно-экономические критерии берутся в расчет при смене технологий освещения. **Экологические аспекты** описанной проблемы также достаточно значительны.

Параметры оптимальной окружающей среды во многом определяют световые характеристики. Так, свет оказывает влияние на фоторецептор глаза (открытый в сетчатке глаза в 2002 году) и через него влияет на психофизиологическое состояние человека. О способности света лечить многие расстройства здоровья (от заторможенности по причине «зимней усталости» до клинической депрессии) знали давно, но только недавно научные исследования позволили обнаружить доказательства этой взаимосвязи. Наряду с совершенствованием технологий искусственного освещения, безусловно, надо стремиться к максимальному использованию энергии окружающей среды, в частности световой энергии - самой высококачественной и бесплатной. К этому начинают приходить строители и архитекторы, пересматривая способы освещения объектов.

Кроме замены ламп, важен вопрос регулирования мощности светильников. Сейчас практически все крупные светотехнические фирмы предлагают как управляемые светильники, так и программное и аппаратное обеспечение для таких систем. «Умное» наружное освещение меняет режимы освещения в зависимости от плотности транспортного потока, внешней освещенности и др.

Обязательными становятся эстетические параметры светильников, учитывая популярность световых шоу. Родоначальником фестивалей света является французский Лион, где он проводится ежегодно в начале зимы. Лазерные и световые представления стремительно входят и в нашу жизнь.

Решение задач энергосбережения, которое происходит при смене технологий освещения, весьма существенно и для других современных экологических проблем, в частности, для актуальной проблемы климатических изменений. Ведь особенностью энергетики индустриального времени было значительное расходование энергосырья, большие потери при производстве электроэнергии, её передаче и потреблении. Так, например, в лампах накаливания при нагревании вольфрамовой нити не только производится свет, но и тепловое нагревание окружающего пространства. **При производстве 1 кВт.ч электроэнергии газовыми электростанциями в атмосферу выбрасывается до 400 граммов CO₂, угольными - в 2 раза больше.** Если только в США заменить все ныне используемые 60-ваттные лампы накаливания на новые, то страна не только сэкономит много энергии, но и снизит углеродородные выбросы в атмосферу на 20 млн. тонн.

Вот некоторые, довольно интересные результаты расчетных оценок экономических и экологических выгод массового применения светодиодов в быту в странах Западной Европы (по данным Philips Lighting и Osram). Если в любом из 145 млн. домашних хозяйств стран Европейского Союза 3 лампы накаливания по 60 Вт будут заменены эквивалентными по световому потоку тремя светодиодными по 11 Вт, то при средней нагрузке 4 ч/сутки можно получить годовую экономию электроэнергии, эквивалентную

ликвидации на европейском континенте десяти теплоэлектростанций мощностью 600 МВт каждая. По расчетам фирмы Osram, замена в 35 млн. домашних хозяйств Германии только одной ЛН 60 Вт на светодиодные 11 Вт позволила бы за срок службы в 10 тыс. ч сэкономить около 17,5 млн. кВт-ч, что равнозначно снижению потребления на ТЭС каменного угля на 5 млн. т/год и, соответственно, сокращению выбросов CO₂ на 15 млн. т ежегодно.

Заслуживают внимания и оценки специалистов Siemens AG результатов широкого внедрения высокочастотных электронных пускорегулирующих аппаратов при реконструкции старых и обустройстве новых внутренних осветительных установок с LED. Если бы все LED, которые эксплуатируются в сооружениях Германии (больше 300 млн. шт.), работали с электронными пускорегулирующими аппаратами (вместо электромагнитных), то экономия электроэнергии составила бы около 6,5 млрд. кВтч/год. Этот потенциал эквивалентен годовому потреблению 2 млн. т угля в обычных ТЭС или годовому производству электроэнергии на немецкой АЭС Isar 1. **Такая экономия электроэнергии позволила бы сократить выброс CO₂ ориентировочно на 6 млн. т ежегодно!** Это послужило бы существенным вкладом в защиту окружающей среды, если учесть, что в Германии на освещение расходуется около 50 млрд. кВт-ч/год (9-10% от общего объема выработанной электроэнергии), а ТЭС, которые вырабатывают электроэнергию, выбрасывают в атмосферу больше 27 млн. т CO₂ в год.

В рамках осуществления энергосберегающей программы SAVE Европейская энергетическая комиссия провела исследования по выявлению первоочередных мероприятий по экономии электроэнергии на искусственное освещение. Было выявлено, что все осветительные установки с LED в Западной Европе потребляют ежегодно 10 млрд. кВт-ч, что равно общему годовому потреблению электроэнергии в Бельгии и Португалии на все промышленные и хозяйственные нужды [3].

Ведутся испытания систем освещения с питанием от **солнечных батарей**. В Москве, Петербурге и многих других городах собираются освещать улицы и парки за счет солнечной энергии. Так, несколько петербургских инновационных компаний объединили свои усилия по созданию уличных фонарей, получающих электроэнергию от солнца и ветра, а также с использованием светодиодов. Опыт будет использован в Сочи на Олимпиаде-2014.

В Симферополе в Таврическом национальном университете им. В.И.Вернадского ведутся разработки по созданию модулей таймерного отключения для удешевления (и, соответственно, скорейшего практического внедрения) осветительных конструкций. Для ботанического сада ТНУ уже разработан и изготовлен специальный фонарь, верхняя часть которого представлена солнечной батареей, аккумулирующей солнечную энергию днем, и светодиодными лампами, освещающими в темное время суток [7].

Что нас ждет в будущем?

Специалисты сходятся на том, что энергия будущего - за альтернативной энергетикой. Завтра мир будет построен на основе энергосберегающих технологий. Пока же почти треть производимой в мире энергии расходуется неэффективно, нерационально.

Источники и литература:

1. Федорищев А. Ю. Концептуальные вопросы наружного освещения городов / А. Ю. Федорищев // Энергосбережение. – 2008. – № 4. – С. 4-9.
2. Епанешников М. М. Электрическое освещение / М. М. Епанешников. – М. : Энергия, 1976.
3. Электросберегающее устройство : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.econom-energo.ru.
4. Мартиросова В. Г. Гигиенический аспект проблемы применения новых высокоэффективных источников света – светодиодов в системах производственного освещения, как основы освещения будущего / В. Г. Мартиросова // Светлолюх. – 2008. – № 4. – С. 63-64.
5. Шуберт Ф. Е. Светодиоды / Ф. Е. Шуберт. – М. : Физматлит, 2008. – 495 с.
6. Юнович А. Э. Светодиоды как основа освещения будущего / А. Э. Юнович // Светотехника. – 2003. – № 3. – С. 2-7.
7. Солнечная энергетика в Крыму : методическое пособие / под ред.: В. А. Бокова, В. У. Стоянова. – К., Симферополь : 2008. – 200 с.