

Текущее состояние освещения в Непале¹

Д. БИСТА^{1,5}, А. ШРЕСТА¹, Ж. ЦИССИС², П. БХУСАЛ³, Ф.В. ТОПАЛИС⁴,
Б. ЧХЕТРИ¹

¹ Университет Катманду, Дхуликхел, Непал

² Университет Поля Сабатье, Тулуза, Франция

³ Университет Аалто, Эспо, Финляндия

⁴ Афинский национальный технический университет, Афины, Греция

⁵ E-mail: diwakarbista@ku.edu.np

Аннотация

Освещение – это осмысленное использования источников света для обеспечения видимости и выполнения конкретных задач в тёмное время суток. В этих целях используются самые разные источники света и методы. При этом в результате технического прогресса традиционные методы освещения постепенно вытесняются эффективными осветительными установками, имеющими определённое назначение и области применения. В данной работе применительно к Непалу описаны текущее состояние осветительной техники, её применение, связанные с освещением проблемы, политика в области освещения и её последствия. Здесь же представлены некоторые статистические данные, полученные в результате рассмотрения 250-ти случаев, включающих в себя 5 разных целевых групп. В результате проведённого исследования было установлено, что население и правительство смещаются от традиционных методов освещения в сторону более эффективных и «чистых» методов. Эта работа по внедрению эффективного освещения полезна для разных областей человеческой деятельности, таких как образование, здравоохранение, безопасность, экономика и т.д., обеспечивая при этом улучшение условий жизни людей.

Ключевые слова: осветительная установка, проектирование освещения, связанные с освещением проблемы.

1. Введение

Свет имеет огромное значение для всех живых существ, так как, начиная с пищевой цепочки, он способствует получению всего того, что нужно для жизни, в том числе, пищи, здоро-

вой атмосферы и т.д. Кроме того, многие живые существа нуждаются в свете для того, чтобы видеть и выполнять каждодневную работу [1]. Другими словами, свет является средством общения членов группы и поэтому необходим для выживания [1]. С древнейших времён, когда люди жили в пещерах и после наступления темноты использовали в качестве источника света огонь, значимость света возрастала день ото дня по мере развития человечества. Свет и освещение, являющиеся одними из привычных удобств, оказывают существенное влияние на жизнь человека. Появление электрического освещения значительно облегчило обеспечение требуемого освещения и привело к возникновению многочисленных областей его применения [2]. В настоящее время освещение стало неотъемлемой частью образа жизни людей. Внутреннее освещение способствует выполнению привычных работ и улучшает эффективность людей в ночное время. Однако в данном контексте оно рассматривается применительно к особым вопросам освещения комнат, рабочих мест и т.д., обеспечивающим возможность создания идеальной рабочей среды [3]. Подобно свежей пище, воздуху и другим необходимым вещам, хорошее освещение способствует улучшению здоровья, мобилизации и повышению эффективности деятельности людей [2].

В данном исследовании применительно к Непалу описаны текущее состояние осветительной техники, её применение, проблемы и т.д. При этом основное внимание уделяется текущему использованию светотехники в различных секторах экономики Непала и рассматривается влияние освещения на повседневную жизнь населения.

2. Обзор осветительной техники и областей её применения

Как и во всём остальном мире, освещение в Непале начали применять ещё в древнее время, когда люди в качестве источника света использовали огонь. Позже люди использовали топливные источники света. Эти лампы имели корпуса в виде металлических бутылок и заправлялись животным жиром или растительным маслом. В настоящее время в сельских районах Непала используются модифицированные варианты этих ламп, состоящие из металлических или стеклянных банок и работающие на нефтепродуктах, таких как керосин или дизельное топливо, на биотопливе и т.д. Ещё одним горючим источником света являются свечи. На рис. 1 приведены примеры традиционных ламп, используемых в глубинных районах Непала. Согласно данным Центрального статистического бюро Непала, в 2011 г. электрические источники света использовались в 67,26 % домашних хозяйств (94,11 % в городах и 60,84 % в сельской местности), тогда как в 18,28 % домашних хозяйств (4,04 % в городах и 21,68 % в сельской местности) для освещения использовали керосин. В городах другие источники света составляли пренебрежимо малую часть, однако в сельской местности биогаз использовался в 0,26 % домашних хозяйств, а 9,16 и 7,41 % из них использовали, соответственно, ра-



Рис. 1. Люди, использующие топливное освещение при обучении (слева) и приготовлении пищи (справа) [5, 6]

¹ Перевод с англ. Е.И. Розовского

ботающие на солнечной энергии или иные источники света [4].

В современном мире люди пользуются разными осветительными приборами, выбираемыми с точки зрения обеспечиваемого ими комфорта. Тенденции в части изменения осветительной техники можно увидеть на рис. 2. В 2001 г. основным источником света являлся керосин, тогда как в 2011 г. освещение стало по большей части электрическим. В прошедшее десятилетие в городах, где наличествовало электроснабжение, очень популярными были лампы накаливания. Однако в настоящее время их можно найти только в некоторых отдалённых местах, где отсутствует нужна информация, а также в некоторых гостиницах и музеях, использующих лампы накаливания по причине их высокой цветопередачи и вырабатываемого ими тепла. Благодаря своей эффективности, в Непале популярны люминесцентные лампы, которые можно встретить и в коммерческих зданиях. В настоящее время во внутреннем и наружном освещении используются преимущественно компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) и светодиоды (СД), тогда как в области освещения заливающим светом очень популярны галогенные лампы накаливания. Со временем на рынке появились имеющие разную форму и цветовые характеристики осветительные приборы, предназначенные для специальных областей применения. Общий обзор различных источников энергии и источников света, которые используются в Непале, представлен на рис. 3. Некоторые характерные для Непала важные области применения освещения описаны ниже.

2.1. Внутреннее освещение

Освещение – это осмысленное использование света для обеспечения видимости и выполнения конкретных задач в тёмное время суток. Основное назначение освещения – способствование деятельности, осуществляемой в помещениях, таких как жилые дома, офисы, производственные помещения, подземные парковки, магазины, торговые центры, гостиницы, рестораны, музеи и т.д., и главными задачами при этом являются обеспечение желательного освещения и улучшение привлекательности пространства и объектов. Освещению присущи различные огра-

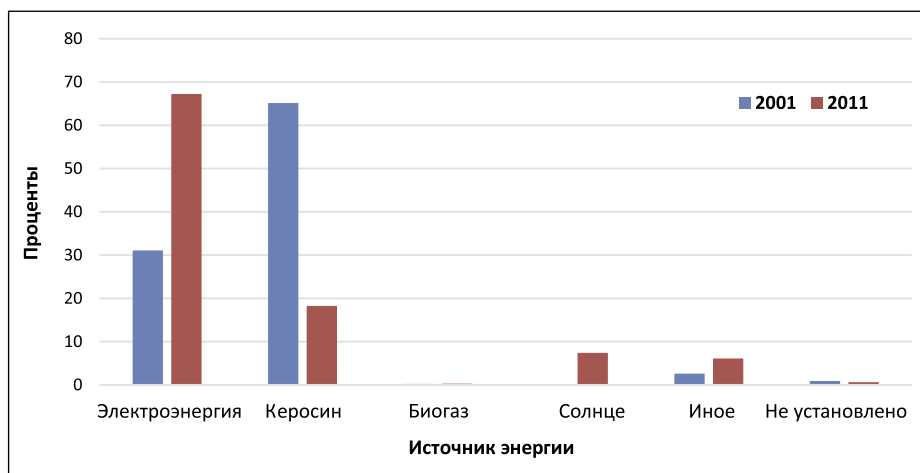


Рис. 2. Количество домашних хозяйств, использовавших источники света разных типов в 2001 и 2011 гг. [4]

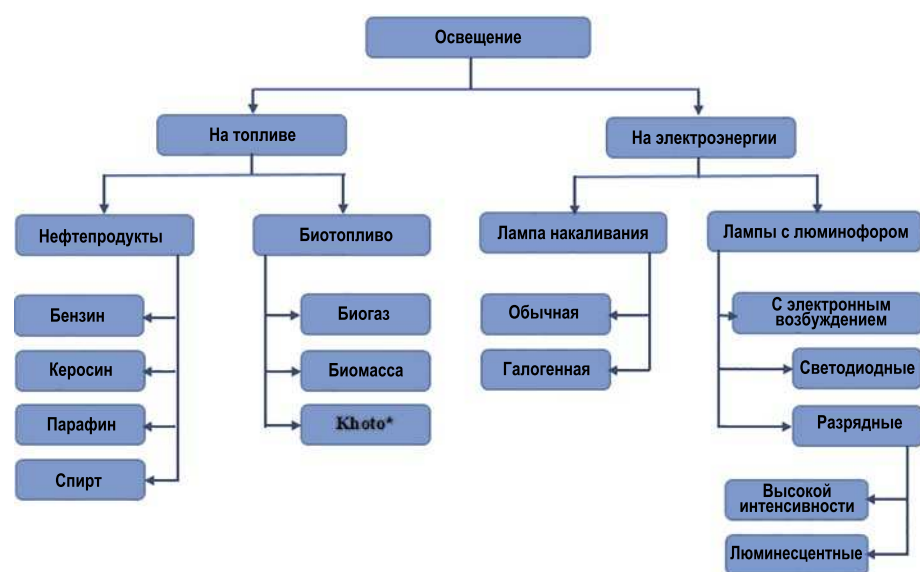


Рис. 3. Источники энергии и источники света, используемые в Непале (**Khoto* – местное наименование скипидара, получаемого из сосновой живицы)

ничения и цели, которые обусловлены областью его применения, и оно может рассматриваться как важный фактор жизнедеятельности людей. В быту освещение служит для обеспечения возможности нормальной жизнедеятельности в ночное время, а в общем случае организация освещения и его разновидности могут меняться в зависимости от конкретных функциональных требований, так как на промышленных предприятиях, в магазинах и гостиницах освещение имеет свои особенности, которые определяются предъявляемыми у нему требованиями. От назначения зависят такие характеристики, как уровень освещённости, сила света, диффузность и способы освещения. На рис. 4 показаны освещение гостиницы, которое призвано обеспечить привлекательность

интерьера и требуемый уровень освещённости, и осветительная установка (ОУ), которая используется в музее для подсветки старинных изделий.

2.2. Освещение улиц и дорог

Последнее десятилетие характеризовалось расцветом освещения улиц и дорог, обеспечение которого является в Непале одним из основных градостроительных требований. В прошлом, большинство улиц и дорог освещались лампами накаливания общего назначения, которые впоследствии были заменены на люминесцентные лампы. В результате технического прогресса на смену используемому ранее освещению пришли основанные на использовании солнечной энергии автономные фотоэлектрические



Рис. 4. Освещение гостиницы/ресторана (слева) и подсветка старинных изделий в музее (справа)



Рис. 5. Освещение объектов культурного наследия Непала

(ФЭ) установки уличного освещения, включающие в себя белые СД. Эти ОУ должны быть прочными и выдерживать воздействие суровых условий окружающей среды. ФЭ ОУ не должны портить внешний вид существующих городов или планировку улиц – наоборот, они должны улучшать красоту существующих дорог. Основная задача освещения улиц и дорог состоит в том, чтобы обеспечить более яркое освещение в ночное время и улучшить уличные и дорожные условия, а также свести к минимуму количество случаев сексуальной агрессии, краж, несчастных случаев и т.д. Кроме того, оно способствует увеличению продолжительности периода активной деятельности людей, что положительно влияет на национальную экономику.

2.3. Освещение объектов культурного наследия

В настоящее время современные ОУ используются для демонстрации культурного и исторического наследия Непала, выделяя их и подчёрки-

вая их значимость (рис. 5). Для этого были разработаны разнообразные концепции освещения и соответствующие материалы. Одной из главных составляющих экономики Непала является туризм. Непалу присуще большое разнообразие культурных и природных достопримечательностей, которые привлекают туристов со всего мира. Помимо международного туризма, большой вклад в экономику вносит и внутренний туризм. Основными достопримечательностями Непала являются красивые природные объекты, разнообразные формы жизни, экстремальный туризм, горный и высокогорный туризм и альпинизм, а также разбросанные по стране объекты культурного наследия. Главные города Непала очень богаты объектами культурного наследия, которые привлекают туристов со всего мира. К сожалению, большинство достопримечательностей и мест пребывания туристов освещены плохо. В настоящее время объекты культурного наследия невозможно осматривать в ночное время из-за отсутствия освещения. Даже важные и популярные объекты либо вообще не ос-

вещены, либо освещены неправильно. Это уменьшает красоту культурного наследия и укорачивает время пребывания туристов. На рис. 5 показаны некоторые плохо спроектированные системы освещения объектов культурного наследия в непальских городах Бхактапур и Катманду. В последнее время заинтересованные лица работают над освещением ряда важных объектов культурного наследия (храм Трипура Сандари, площади Дурбар в Патане и Бхактапуре) для увеличения их привлекательности в тёмное время суток и ночного потока туристов, тем самым способствуя возрастанию деловой активности в этих местах.

2.4. Системы освещения автомобилей

Система освещения автомобиля включает в себя огни, установленные впереди (передние фары) и сзади (задние фонари) автомобиля и предназначенные для обеспечения требуемого освещения при движении в ночное время. Кроме того, в автомобиле имеется ряд специальных световых приборов, предназначенных для выполнения конкретных задач, таких как отображение различных параметров, освещение внутреннего пространства автомобиля, украшение и т.д. В большинстве современных автомобилей для освещения используются СД. В непальских автомобилях используются передние фары двух основных типов: белые и жёлтые (как правило, с галогенными лампами накаливания, ксеноновыми лампами и/или СД). Белые фары предназначены для обычных условий, тогда как жёлтые – для тумана. В задних фонарях используются красные и белые лампы: красные – для обозначения торможения и белые (для обозначения торможения) и белые (для освещения при движении задним ходом). СД в настоящее время используются для выполнения второстепенных задач, таких как освещение приборной доски автомобиля, в указателях поворота и габаритных огнях автомобилей, однако с появлением мощных СД их уже используют и в передних фарах автомобилей.

2.5. Иное

Помимо затрат на цифровую технику, во многих областях экономики

Типы ФЭ установок уличного освещения, используемые в Непале [11]

Тип	Мощность лампы, Вт	Пиковая мощность ФЭ модуля, не менее, Вт	Ёмкость свинцового аккумулятора, не менее, А·ч	Ёмкость литиевого аккумулятора, не менее, А·ч	Зарядный ток, не менее, А	Высота опоры, м	Полоса землеотвода, м
1	10	50	40	30	5	7	< 4
2	20	100	60	45	10	7	4–6
3	30	150	80	60	12	7	6–10
4	40	200	100	75	15	8/9	10–14
5	60	300	150	115	25	8/9	14–20
6	80	400	200	150	30	10	20–30
7	100	500	250	180	40	10	> 30

возросли затраты и на развитие традиционных методов. Сегодня цифровая реклама может служить одним из примеров применения освещения. Большинство участков в больших городах и на магистралях содержат рекламу. Помимо этого, с увеличением транспортного потока в большинстве оживлённых центров стали использовать автоматические светофоры, на фасадах учреждений устанавливают цифровые информационные панели и т.д. Это основные области применения освещения в Непале. Есть и другие области применения, такие как освещение для обеспечения машинного зрения, освещение для проведения осмотров в медицине и стоматологии, освещение спортивных залов и стадионов, светотерапия, навигационные огни, переносные фонари, сигнализация на аэродромах и т.д. Области применения будут, несомненно, расширяться, так как источники света в настоящее время используются повсюду и стали одной из основных жизненных потребностей людей.

3. Политика и стимулирование

В Непале нет никакой чётко сформулированной политики в области непосредственно освещения, хотя и имеется ряд стимулирующих программ в связанной с освещением области «чистых» источников энергии. Автономная ФЭ ОУ представляет собой установку наружного освещения, используемую для освещения улицы или открытого пространства. Используемые СД ФЭ ОУ получили широкое распространение. Центр по продвижению альтернативных источников энергии (АЕРС) в сотрудничестве с разными муниципалитетами осу-

ществляет монтаж светодиодных ФЭ ОУ, преследуя при этом определённую цель. АЕРС субсидирует использование возобновляемых источников энергии для стимулирования социально-экономического развития населённых пунктов посредством использования природных ресурсов наиболее современными методами. Ожидается, что АЕРС возьмёт на себя оплату 40 % от полной стоимости работающих на солнечной энергии ФЭ ОУ, которые должны быть смонтированы в крупных и средних населённых пунктах, тогда как 30 % стоимости будет покрываться бенефициарами, а ещё 30 % – за счёт кредитов [7]. Сельские муниципалитеты будут субсидировать 70 % стоимости проектов, причём 60 % этого финансирования приходится на АЕРС [7, 8]. Что касается данных, предоставленных АЕРС, то при участии АЕРС в 2016/2017, 2017/2018 и 2018/2019 финансовых годах в разных населённых пунктах страны были реализованы, соответственно, 1622, 1357 и 1060 установок уличного освещения. Типы и технические характеристики ФЭ ОУ приведены в табл. 1, а технические характеристики ФЭ модуля приведены в табл. 2. В свою очередь, Департамент электроснабжения Непала (NEA) установил в различных местах долины Катманду 1600 уличных светильников с лампами мощностью 30, 40 и 60 Вт. Внедряются связанные бизнес и организацию освещения новые концепции, в рамках которых частные компании являются собственниками установок уличного освещения, получая доход от рекламных щитов. За несколько последних лет в рамках такого ориентированного на бизнес подхода были установлены больше чем 2000 светильников с лам-

пами мощностью 30 и 40 Вт. Кроме того, разные неправительственные организации, в том числе и международные, предоставляют сельским поселениям, в которых отсутствует централизованное энергоснабжение, маломощные ФЭ системы, светильники и фонари.

NEA запустил проект по внедрению энергоэффективного освещения, призванный уменьшить использование ламп накаливания. В 2014 г. в рамках этого проекта при поддержке Азиатского банка развития в разных частях страны были распределены 750000 энергоэффективных КЛЛ [9]. Кроме того, NEA реализовала проведение информационно-просветительской кампании «Светлый Непал, преуспевающий Непал» в целях регулирования энергопотребления посредством перехода потребителей от использования ламп накаливания на СД, в результате чего пиковое потребление энергии будет ограничено определённым уровнем [10].

Что касается официальных данных, предоставленных Станцией по испытанию изделий, работающих от возобновляемых источников энергии (RETS), то за последние 5 лет на этой станции были испытаны 5218 образцов белых СД разной мощности, и более чем 2568222 лампы были допущены в продажу. За эти 5 лет наибольшее количество белых СД было импортировано в 2014 г. Контролируемые технические характеристики СД источников света приведены в табл. 3. Непальская научно-техническая академия работает над организацией в Непале отделения испытаний и стандартизации, с тем чтобы можно было осуществлять проверку и поддержание качества импортированных из дру-

Таблица 2

Технические характеристики ФЭ модуля [11]

Характеристика	Спецификация
Установленная мощность	Установленная мощность должна соответствовать типу ФЭ уличного освещения
Тип модуля	Моно- или поликристаллический или тонкоплёночный
Рабочее напряжение в зависимости от выходной мощности	Кристаллические модули: 34 В* для каждого 24-вольтового модуля и 17 В* для каждого 12-вольтового модуля Тонкоплёночные модули: по меньшей мере на 40 % больше питающего напряжения освещения
Минимальный КПД модуля	Кристаллические модули: 14 % Тонкоплёночные модули: 10 %
Монтажная коробка	IP65 или выше
Угол и направление наклона	Строго на юг для местной широты
Крепёжные элементы	Нержавеющая сталь или оцинкованные горячим способом
Стандарты на конструкцию	IEC61215, IEC61646
Стандарт безопасности	IEC61730
Сертификация	RETS

* Максимальное значение напряжения

гих стран или изготовленных в Непале изделий.

Кроме того, информационные аудио и видео материалы в области энергоэффективного освещения распространяются посредством радио, телевидения и газет. В больших гостиницах и коммерческих зданиях, а также в государственных учреждениях, используются КЛЛ и датчики присутствия, способствующие выполнению программ в области энергоэффективного освещения. Для ускорения внедрения энергоэффективного освещения организуется обучение применению этого освещения и курсы лекций в университетах.

4. Социально-экономическое воздействие ОУ

Более чем 9,3 % населения Непала (22,513 % сельского населения и 3,12 % городского населения) не имеют доступа к электроэнергии, и даже те, кто подключён к национальной системе энергоснабжения, не могут получить надёжное и достаточное энергоснабжение [12]. Одной из основных причин подобной ситуации является горный характер Непала, в котором более 60 % населения проживают в гористой местности, где трудно обеспечить снабжение элек-

троэнергией посредством национальной системы энергоснабжения [9, 13]. Эти люди вынуждены использовать топливные осветительные приборы, представляющие опасность для женщин и детей. Эти источники энергии не подходят для людей как по технико-экономическим, так и по экологическим причинам. Новейшие технологии следует использовать для уменьшения стоимости и вредных выбросов ОУ, что окажет сильное влияние как на целевую группу, так и на страны – производители этого оборудования. За последние годы были реализованы различные технические средства и пилотные проекты, призванные обеспечить доступ целевых групп к «чистой» энергии в целях их непрерывного развития в части здравоохранения, образования, безопасности, экономической деятельности и т.д. Солнечные светильники, маломощные ФЭ установки, ФЭ уличные светильники, системы распределения энергии в населённых пунктах и питающиеся от сети энергоснабжения ОУ – это лишь некоторые примеры использования возможных систем энергоснабжения. Считается, что подобные технологии помогают людям не только осветить свои жилища и окружающую территорию после наступления сумерек, но и увеличить эффективную продолжитель-

ность рабочего дня. Исходя из этого предположения, основным направлением деятельности по нормализации существующего положения является проведение практических исследований и использование импортных изделий, что обеспечивает быстрое, но не перспективное, решение проблемы. При этом, подобная энергетическая система не представляется технико-экономически обоснованной в среднесрочной перспективе. К тому же, в городской местности ОУ оказывают большое влияние на обслуживание, безопасность, экономику и продвижение объектов культурного наследия и связанных с ними бизнес-проектов. Подробное рассмотрение влияния ОУ на социально-экономическое развитие населения проведено ниже.

4.1. Последствия использования ОУ в сельской местности Непала

Значимая часть сельского населения Непала использует для освещения традиционные источники энергии, такие как ископаемое топливо, биомасса и т.д., которые не являются ни «чистыми», ни неисчерпаемыми, ни технико-экономически приемлемыми, а также представляют опасность для женщин и детей [14]. Благодаря этим ненадёжным источникам энергии, большинство развивающихся стран, включая Непал, сталкивается с большими проблемами в областях здравоохранения, образования, безопасности и экономической деятельности. Чтобы увеличить продолжительность своей дневной активности, люди вынуждены использовать традиционные топливные источники энергии [15]. В настоящее время люди стараются обеспечить освещение, необходимое для осуществления их повседневной домашней деятельности, такой как приготовление пищи и другие домашние работы, и возможности обучения детей, при помощи небольших керосиновых ламп, работающих на солнечной энергии светильников или, при наличии централизованного энергоснабжения, других источников света [15]. На рис. 1 показана ситуация, когда люди зависят от топливных источников света. Помимо проблем с выполнением работы и созданием комфортной зоны для людей, относящихся к определённой возрастной группе (для обучения у детей, для пригото-

Технические характеристики источников света для уличного освещения [11]

Характеристика	Спецификация
Тип	СД
СД источник света	Световой поток должен соответствовать типу ФЭ уличного светильника
Световая отдача	≥ 100 лм/Вт
СД освещение	Уличный светильник должен обеспечивать не менее чем 0,5 лк/Вт при высоте подвеса 9 м. Освещение должно быть равномерным, без тёмной «сыпи» на земле
Угол излучения	$\geq 2 \cdot 50^\circ$
Индекс цветопередачи	Индексы цветопередачи отдельных белых СД должны быть не меньше чем 60, а цветовая температура должна лежать в пределах от 5000 до 6000 К
Номинальный световой поток лампы	Световой поток должен соответствовать типу ФЭ уличного светильника
Управление	Автоматическое переключение из сумеречного режима работы на ночной. Также включает в себя двухступенчатую регулировку мощности. На первой стадии система должна работать в режиме 100 % нагрузки в течение 6-ти часов, а на второй стадии она должна работать в режиме 50 % нагрузки в течение следующих 6-ти часов
Устройство управления	Устройство управления должно включать в себя контроллер заряда и иметь КПД не ниже чем 85 %
Защита	Лампа должна быть защищена от перемены полярности
Сертификация	Наличие сертификата на <i>IP65</i> или выше и сертификата <i>RETS</i>
Ожидаемый срок службы	Минимум 50000 ч

ления пищи у взрослых и для другой деятельности у всех), использование для освещения традиционных топливных источников света влечёт за собой различные последствия для здоровья людей, такие как пневмония, инсульт, ишемическая болезнь сердца, хроническая обструктивная болезнь лёгких и рак лёгких [16]. Большинство традиционных ламп приводят к образованию частиц диаметром 2,5 мкм и токсичных примесей в окружающей среде, концентрации которых превышают максимально допустимые уровни, установленные Всемирной организацией здравоохранения. Сообщалось о представляющих опасность испарениях как фитилей, так и некоторых используемых для освещения видов топлива, изготавливаемых с использованием свинца, а также об оболочках светильников, содержащих радиоактивный торий [17]. В [18] было установлено, что вероятность того, что использующие керосин непальские женщины заболеют туберкулёзом, в шесть раз выше, чем у женщин, использующих электрическое освещение. Среди всех групп, женщины и дети подвергаются большей опасности, так как они большую часть своего времени находятся в помещениях [17]. Кроме того, использование традиционного освещения приводит к несчастным случаям, например, к возгораниям, обуслов-

ленным работающими не на электрической энергии бытовыми приборами. Сообщалось, что в сельской местности Непала ожоги являются вторыми по распространённости (5 % от общего количества) телесными повреждениями, причём 20 % от равного 237 общего количества ожогов связано с возгораниями, вызванными традиционными лампами [19, 20]. Эти возгорания причиняют как физический, так и финансовый ущерб населению Непала, так как вредят здоровью, домам, промышленным предприятиям, фермам и т.д. Сексуальная агрессия в ночное время при отсутствии должного освещения, кражи, нападение диких животных и укусы змей – вот некоторые из основных проблем, присущих сельской местности [13].

Правительство Непала при помощи различных занимающихся развитием исполнительных органов работает над предоставлением доступа к электроэнергии, с тем чтобы избавить людей от проблем, связанных с топливным освещением. Считается, что разрабатываемая стратегия в области освещения поможет улучшить в сельских районах ситуацию в областях здравоохранения, образования, безопасности и экономической деятельности [21]. В [18] было показано, что связанные со здоровьем проблемы могут быть в значительной степени ре-

шены в результате замены топливного освещения на питающиеся от возобновляемых источников энергии «чистые» ОУ. В эмпирическом исследовании [22] было установлено, что проблемы со здоровьем и безопасностью, наблюдавшиеся в 500 домашних хозяйствах в связи с использованием топливного освещения, уменьшились после замены этого освещения на ФЭ системы. Связанные со здоровьем и травматизмом последствия использования керосиновых ламп были полностью устранены после их замены. Кроме того, внедрение ОУ, питаемых возобновляемыми источниками энергии, способствует улучшению уровня образования в сельской местности, обеспечивая комфортные условия и возможность использования современных методов преподавания, основанных на интернете, компьютерах, проекторах, ксерокопировании и т.д. [18]. С другой стороны, внедрение новых систем освещения способствует оживлению экономики сельских населённых пунктов, увеличивая продолжительность рабочего дня и предоставляя энергию, необходимую для работы местных предприятий [23]. К тому же, наличие должного освещения приводит к существенному уменьшению количества случаев сексуальной агрессии, краж и нападения диких животных.

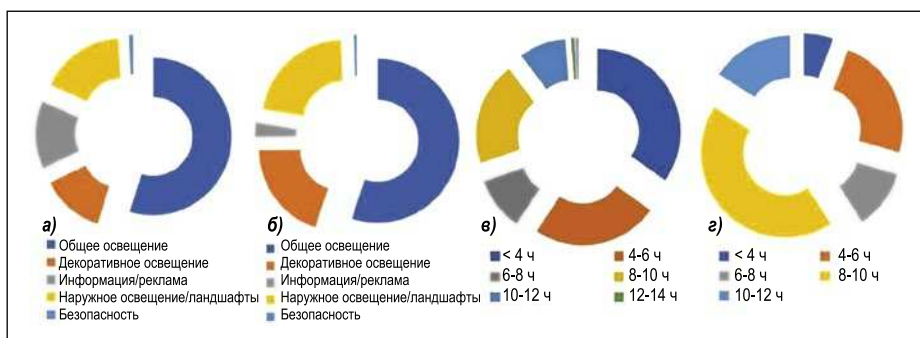


Рис. 6. Использование искусственного освещения в рабочих зонах (а) и жилых помещениях (б). Продолжительность работы искусственного освещения в рабочих зонах (в) и жилых помещениях (г)

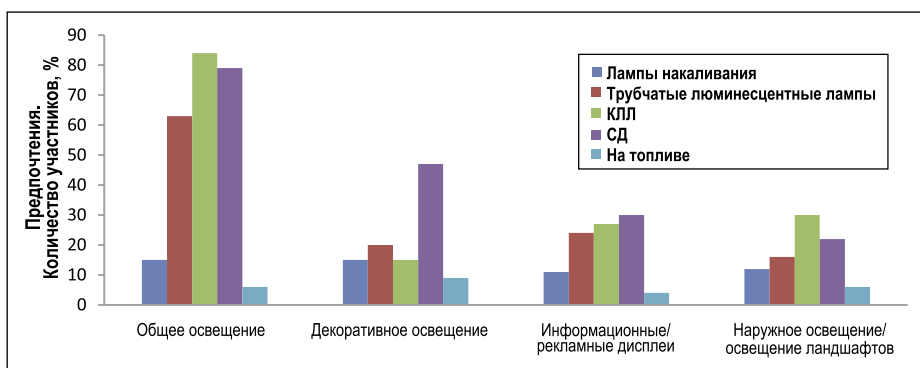


Рис. 7. Типы светильников, используемых в разных целях

4.2. Последствия использования ОУ в городах Непала

Хотя электроэнергия и недоступна только для 3,1 % городского населения Непала, освещение играет важную роль в повседневной жизни всех горожан [12]. В принципе, с освещением связаны и образование, и безопасность, и культура, и экономическая деятельность. Правильное освещение улиц, площадей и таких объектов, как рестораны, магазины, гостиницы, памятники и т.д., несомненно, понравится туристам и внесёт значительный вклад в туристическую деятельность. Полный вклад путешествий и туризма в валовой внутренний продукт Непала в 2017 г. составил 7,8 %, и на них приходится создание 1,02 млн рабочих мест [24]. Привлекательное освещение ресторанов приводит к увеличению желания пообедать в них, а хорошее освещение памятников и объектов культурного наследия способствует возрастанию их привлекательности и числа посетителей. Кроме того, хорошее освещение магазинов означает, что покупатели смогут лучше видеть выставленные товары и с большей вероятностью приобретут их, и т.д. Оно также позволяет увели-

чить активность людей в ночное время, увеличивая тем самым производительность их труда и экономический эффект от их деятельности. Хорошее освещение улиц, проходов и площадей означает возрастание безопасности и стремления провести там больше времени и способствует снижению вероятности совершения преступлений. Сексуальная агрессия представляет собой большую опасность для женщин, и она, к сожалению, широко распространена во всех городах земного шара [25]. На рис. 4 и 5 продемонстрировано положительное влияние освещения на образ жизни населения в городах Непала.

5. Текущее состояние освещения в Непале

Согласно [26], в 2018 г. 43,50 % потребления энергии приходилось на быт, 3,11 % – на некоммерческие нужды, 7,38 % – на коммерческие нужды, 37,53 % – на промышленность, 8,43 % – на другие отрасли экономики и 0,05 % было экспортировано в Индию. Эти данные говорят о том, что в Непале большая часть электроэнергии потребляется в жилых домах. Согласно опубликованным *NEA*

данным о нагрузках, пиковый спрос на электроэнергию приходится в Непале на вечерние часы, и основной вклад в него вносит освещение [26]. Проведённое исследование показало, что примерно 60 % используемой в Катманду энергии может быть сэкономлено при переходе на СД лампы [27]. Поэтому энергоэффективное освещение считается предпочтительным для поддержания баланса между спросом и предложением. Команда исследователей, в которую входили и авторы этой статьи, изучила проблему необходимости светотехнического просвещения, разработав вопросник для пяти разных групп: работодатели, выпускники университетов, студенты, преподаватели и потребители [28]. В исследовании приняли участие 250 человек (20 работодателей, 30 выпускников университетов, 98 студентов, 57 преподавателей и 45 потребителей). В результате было установлено, что все участники опроса использовали искусственные источники света на работе или дома как для целей общего освещения, так и в других целях, зависящих от их потребностей. Количественные данные, характеризующие использование искусственного освещения в разных целях на работе и дома, приведены на рис. 6а и 6б. При этом на общее освещение в обоих случаях приходится более чем 50 % использования освещения, тогда как на обеспечение безопасности и информацию и рекламу приходится гораздо меньший процент. А приведённые на рис. 6в и 6г данные о продолжительности использования искусственного освещения на работе и дома говорят о том, что большинство участников опроса дома используют искусственное освещение на протяжении более чем 8 часов в день, тогда как на работе они пользуются общим освещением на протяжении менее чем 6 часов в день.

В настоящее время на непальском рынке присутствуют светильники разных типов, и потребители имеют разные предпочтения в части их стоимости, назначения и эффективности. КЛЛ распространены в Непале больше, чем лампы накаливания, трубчатые люминесцентные лампы, СД лампы и другие источники света. На рис. 7 приведены типы светильников, которые использовались участниками опроса в тех или иных целях. Для общего освещения во всём Не-

пале в равной степени используются СД лампы, КЛЛ и трубчатые люминесцентные лампы. В декоративных целях и в дисплеях СД используются в настоящее время чаще, чем другие лампы, а для наружного освещения и освещения ландшафтов предпочитают использовать КЛЛ и СД лампы. Основной преградой на пути принятия энергоэффективного освещения является недостаток знаний и осознания важности такого освещения, нехватка квалифицированной рабочей силы, высокая стоимость и низкое качество представленных на рынке изделий. Как показано на рис. 8а, участники опроса утверждали, что недостаток знаний и высокая стоимость энергоэффективных изделий являются главными препятствиями на пути внедрения энергоэффективного освещения. В ходе опроса было установлено, что большинство участников знакомо с энергоэффективными изделиями, причём 72 % выпускников и 97 % преподавателей утверждали, что они знакомы с организацией энергоэффективного освещения. Из рис. 8б следует, что 63 % участников опроса из всех имеющихся на рынке вариантов предпочитают СД лампы, тогда как на рис. 8в отражены причины предпочтительности тех или иных светильников для разных участников. При этом 25 % участников предпочитают высокоэффективные светильники, 28 % предпочитают светильники с большими сроками службы, а 21 % – наиболее дешёвые светильники.

6. Заключение

Потребность в электроэнергии возрастает день ото дня, и в большинстве развивающихся стран её не удаётся удовлетворить из-за больших капитальных затрат на выработку и передачу электроэнергии. Освещение является одной из главных нагрузок в жилом секторе, и в большинстве развивающихся стран, таких как Непал, именно на него приходится основная часть пикового спроса на электроэнергию в вечернее время. Использование энергоэффективного освещения поможет уменьшить потребность в электроэнергии и, тем самым, будет способствовать уменьшению разрыва между спросом и предложением в части электроэнергии. Для освещения в большинстве жилых

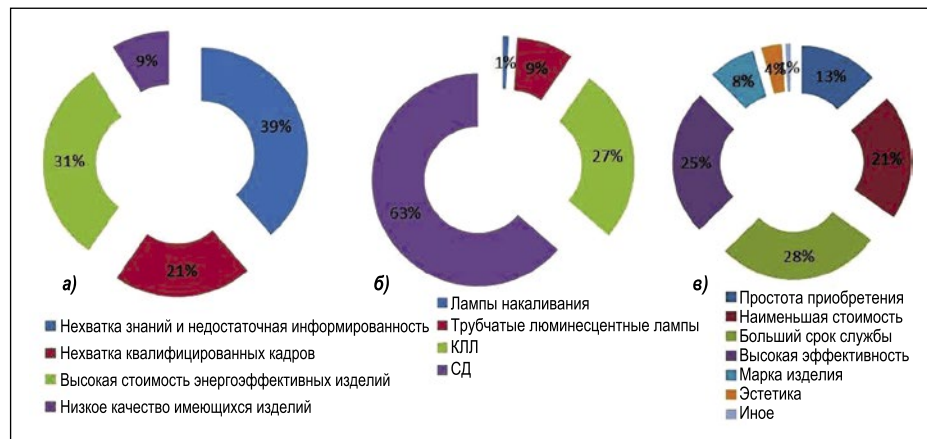


Рис. 8. Проблемы, связанные с внедрением энергоэффективного освещения (а), предпочитаемые светильники (б) и причины предпочтительности светильников (в)

и коммерческих зданий используются лампы накаливания или трубчатые люминесцентные лампы, которые гораздо менее эффективны, чем имеющиеся в настоящее время КЛЛ и СД. Несмотря на некоторые предпринятые правительством меры, использование неэффективных ламп до сих пор не прекратилось. Основными препятствиями на пути внедрения энергоэффективного освещения являются качество имеющихся на рынке СД ламп, высокая стоимость энергоэффективных изделий и недостаточная информированность потребителей.

Энергоэффективное освещение связано с использованием светильников, потребляющих меньше энергии и более эффективных по сравнению с другими имеющимися на рынке светильниками. Эти светильники обеспечивают качественное освещение при меньшем потреблении энергии. Поэтому и население, и правительство смещаются от традиционных способов освещения в сторону эффективных и «чистых» технологий. Внедрение эффективных и «чистых» способов освещения поможет людям улучшить свой жизненный уровень.

Это исследование финансировалось Электротехническим центром Университета Катманду в рамках фондов, предоставленных посольством Норвегии в Непале, и проектом *ELNAB*, частичное финансирование которого осуществляется в рамках программы *Erasmus+* Евросоюза. Авторы хотели бы поблагодарить г-на Башанту Дхакала (*Bashanta Dhakal*) и г-на Мадана Оли (*Madan Oli*) из *RETS*, а также Чайтанью П. Чадхари (*Chaitanya P. Chaudhary*) из *AEPC* за помощь в сборе данных, требовав-

шихся для проведения этого исследования. Авторы также признательны Министерству финансов Непала, г-ну Рамешу Махарьяну (*Ramesh Maharjan*) и г-ну Кшитизу Кханалу (*Kshitiz Khanal*) за поддержку во время проведения этого исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Why Is Light so Important to Us? Available: <https://www.reference.com/science/light-important-38b176ddab4c448c>
2. Vision 2020 The Lighting Technology Roadmap // In: A 20-year Industry Plan for Lighting Technology // U.S. Department of energy. For more information: United State 2018. Available: <https://www.nrel.gov/docs/fy00osti/27996.pdf>.
3. *Importance of Lighting* // ANJ.– 2018. Available: <https://anj.co.in/idea-at-anj/importance-of-lighting/>
4. National Population and Housing Census 2011 (National Report) // Central Bureau of Statistics, Government of Nepal, Kathmandu, Nepal, 2011. Available: <https://unstats.un.org/unsd/demographic-social/census/documents/Nepal/Nepal-Census-2011-Vol1.pdf>.
5. *Vagianos, A., Hahlen, D.* 50 Captivating Photos of Girls Going to School Around the World: Gender should not be a factor in education // December 30, 2016. Available: https://www.huffingtonpost.com/entry/50-captivating-photos-of-girls-going-to-school-around-the-world_us_56d61a7de4b0871f60ed1f3ce
6. Leaf-nosed bat // In: Encyclopædia Britannica, ed: Encyclopædia Britannica Online, 2009.
7. Urban Solar Energy System & Soft Loan Operation Manual // In: Urban Solar Energy System Subsidy and Loan Mobilization Directives-2072, Ministry of Science, Technology and Environment, Lalitpur, Nepal, 2016. Available: <https://www.aepc.gov.np/urbansolar/downloadfile/URBAN%20SOLAR%20ENERGY%20SYSTEM%20&%20SOFT%20>

LOAN%20OPERATIONAL%20MANUAL_1467103507.pdf.

8. Renewable Energy Subsidy Policy, 2073 BS (Unofficial translation) // Ministry of Population and Environment, Lalitpur, Nepal, 2016. Available: [https://www.aepc.gov.np/uploads/docs/2018-06-19_RE%20Subsidy%20Policy,%202073%20\(English\).pdf](https://www.aepc.gov.np/uploads/docs/2018-06-19_RE%20Subsidy%20Policy,%202073%20(English).pdf).

9. NEA Annual Report // Nepal Electricity Authority, Kathmandu, Nepal, 2017. Available: <file:///C:/Users/user/Downloads/87757284.pdf>.

10. Terms of Reference for Promotion of High Efficiency Light Emitting Diode (LED) Lamps // Ed. Kathmandu, Nepal: Nepal Electricity Authority, 2015.

11. Technical Guideline for Solar Street Light Project // In: Technical Specification, Alternative Energy Promotion Center, Lalitpur, Nepal, 2018. Available: https://www.aepc.gov.np/uploads/docs/2018-06-19_Technical%20Standard%20for%20Solar%20Street%20Light%20System,%202072.pdf.

12. Access to electricity (% of population) // SE4ALL. (2018). Available: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCTS.UR.ZS>

13. Raj Upreti, B., KC, S., Mallett, R., Babajanian, B. Livelihoods, basic services and social protection in Nepal // Nepal Center of Contemporary Research. Available: <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/7784.pdf>.

14. Kobayashi, H., Zhang, H., Manandhar, P., Jude, A., Yokoyama, K. NEPAL ENERGY SECTOR ASSESSMENT, STRATEGY, AND ROAD MAP // Asian Development

Bank. Available: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/356466/nepal-energy-assessment-road-map.pdf>.

15. Shrestha, N. Enabling children to study after sunset // In: Nepal: Light for Hope. Sumar-Lakhani foundation: Fostering unique visions to tackle the world's toughest problems 2017. Available: <http://www.sumarlakhanifoundation.org/nepal-solar-lamps/>.

16. Household air pollution and health // WHO. – December 30, 2018. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>

17. Seftel, J. Profile: Irene Pepperberg & Alex // In: NOVA Science Video Podcast, N. d. G. Tyson, Ed., ed. Boston: WGBH, 2011.

18. Mills, E. Health impacts of fuel-based lighting // 3rd International Off-Grid Lighting Conference, Dakar, Senegal, 2012, pp. 13–15.

19. Liu, E., Khatri, B., Shakya, Y., Richard, B. A 3 year prospective audit of burns patients treated at the Western Regional Hospital of Nepal // Burns. – 1998. – Vol. 24, No. 2. – P. 129–133.

20. Mock, C et al., A WHO Plan for Burn Prevention and Care // Geneva, Switzerland. – 2018, Available: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/97852/9789241596299_eng.pdf;jsessionid=E347ED36E3460C39E41BED35CB5A936?sequence=1.

21. Sapkota, A., Lu, Z., Yang, H., Wang, J. Role of renewable energy technologies in rural communities' adaptation to climate change in Nepal // Renewable Energy. – 2014. – Vol. 68. – P. 793–800.

22. Thatcher, S. An empirical Study into the benefits of relieving energy poverty in the developing world // 2pp. Retrieved from http://www.pfpi.org/pdf/empiricalStudy_energy_poverty.pdf [Accessed July 23, 2014], plus data files (personal communication, 2012).

23. Basnet, U. Renewable Energy Powers Rural Nepal Into the Future // December 30, 2014. Available: <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2014/02/05/renewable-energy-powers-rural-nepal-into-the-future>

24. Turner, R. Travel & Tourism Economic Impact 2018: Nepal // In: Travel & Tourism Economic Impact 2018, World Travel & Tourism Council 2018. Available: <https://www.wttc.org/-/media/files/reports/economic-impact-research/countries-2018/nepal2018.pdf>.

25. EXPERT SURVEY: GIRLS' SAFETY IN CITIES ACROSS THE WORLD // Plan International 2018. Available: <https://plan-international.org/publications/expert-survey-girls-safety-cities#download-options>.

26. NEA Annual Report 2074/75 // In: NEA Annual Report, Nepal Electricity Authority, Kathmandu 2018. Available: http://www.nea.org.np/annual_report.

27. Timilsina, S.R., Shakya, S.R. The Status of Energy Efficient Bulbs and the Potential Energy Savings in the Kathmandu Valley // IOE Graduate Conference, Pulchowk, Lalitpur, 2013. Available: <http://conference.ioe.edu.np/ioegc2014/papers/IOE-CONF-2014-57.pdf>

28. National Need Assessment Report Nepal // Kathmandu University, Nepal Engineering College and Sagarmatha Engineering College. – 2017.



Дивакар Биста (Divakar Bista), M. Sc.

Окончил Университет Катманду, Непал (2005 г.). Доцент и зав. кафедрой Университета Катманду. Область научных интересов: системы управления, внутрен-

нее и наружное СД освещение, фотоэлектрические системы освещения



Жорж Циссис (Georges Zissis), Ph.D.

Окончил Критский университет (1964 г.). Профессор Университета Поля Сабатье (Тулуза-3). Почётный профессор СПбГУ, руководитель группы «Свет и вещество». Область

научных интересов: физика газового разряда, метрологическое обеспечение СД освещения, стандартизация и проблемы качества источников света, качество жизни, здоровье и безопасность, освещение



Франгискос В. Топалис (Frangiskos V. Topalis), Ph.D.

Окончил Афинский национальный технический университет (1979 г.). Профессор Афинского национального технического университета. Область научных инте-

ресов: проектирование освещения, рациональное использование энергии в зданиях



Ашиш Шрестха (Ashish Shrestha), M. Sc.

Окончил Университет Покхары, Непал (2014). Лектор Университета Катманду, Непал. Область научных интересов: планирование и эксплуатация энергосистем, возобновляемая энергия, энергоустановки



Прамод Бхусал (Pramod Bhusal), D. Sc.

Окончил Университет Катманду, Непал (2000 г.). Научный сотрудник Университета Аалто, Финляндия



Бхупендра Бимал Чхетри (Bhupendra Bimal Chhetri), D. Eng.

Окончил Бангладешский инженерно-технический университет (1993 г.). Профессор Университета Катманду, Непал. Область научных интересов:

оптическая связь, обработка сигналов, освещение