



Неформальное поселение Инканини в Западно-Капской провинции, Южная Африка  
Фотография предоставлена: MrNovel / Shutterstock

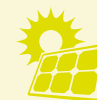
## Гелиоэнергетические системы: удовлетворение спроса на энергию в неэлектрифицированных населенных пунктах

### Городское население, не подключенное к электросетям

Обеспечение доступа к электроэнергии является основополагающим элементом устойчивого развития и необходимым средством удовлетворения базовых бытовых потребностей.<sup>1</sup> Отсутствие электроснабжения может сдерживать рост производительности труда, ограничивать возможности получения дохода и препятствовать улучшению условий жизни. В мировом масштабе почти 1,1 миллиарда человек по-прежнему живут без электричества, а еще один миллиард людей подключены к ненадежным и нестабильным электросетям.<sup>2,3</sup> Несмотря на то, что за последние годы в таких странах, как Индия и Нигерия, был достигнут значительный прогресс в строительстве электросетей, к 2030 году, согласно прогнозам, почти 780 миллионов человек могут по-прежнему оставаться вне сетевого электроснабжения.<sup>2</sup> Требуется реализовать новые и экологически рациональные подходы к электрификации, выходящие за рамки устоявшихся норм, особенно в контексте

достижения Цели устойчивого развития по обеспечению всеобщего доступа к недорогому, надежному и современному энергоснабжению к 2030 году.

В наибольшей степени в автономных источниках энергии нуждаются сельские районы, однако следует признать, что с проблемой доступа к электроэнергии сталкиваются и городские жители. В наши дни около 48 процентов народонаселения развивающихся стран проживают в крупных городах, а к 2050 году их пропорциональная доля может возрасти до 63 процентов.<sup>4</sup> Почти четверть городского населения живет в различного рода неформальных поселениях, и в процентном выражении их доля значительно больше в стремительно разрастающихся крупных городах Африки, Азии и Латинской Америки. Нарастающий спрос на инфраструктуру и базовые услуги — подходящее жилье, чистую воду и санитарию, а также доступное по цене и надежное энергоснабжение в таких формах, как электричество — как правило, обгоняет способность крупных городов удовлетворить потребности всех своих обитателей.



Предоставление базовых услуг людям, живущим в городских неформальных поселениях, является серьезной проблемой, масштабы которой варьируются в зависимости от того, каким образом муниципальные власти определяют их соответствие критериям снабжения, установленным официальными городскими службами. В том, что касается доступа к электроэнергии, актуальные проблемы включают закрепление земельных прав, признание законности проживания органами власти, нежелание заинтересованных сторон включаться в работу, цену услуг, рентабельность капиталовложений, произведенных поставщиком электроэнергии, и расстояние до существующих электросетей и других необходимых объектов инфраструктуры.<sup>5</sup>

Отсутствие официально закрепленного права владения участком, на котором стоит лачуга или дом, может стать непреодолимой преградой на пути подачи заявки в местную или общенациональную службу электроснабжения на официальное подключение.<sup>6</sup> Поставщики электроэнергии озабочены вопросами окупаемости затрат на обслуживание этих общин: первой причиной для беспокойства является высокий показатель неисполнения финансовых обязательств, а второй — низкий уровень потребления электроэнергии. Эти проблемные вопросы связаны с низкими и ненадежными доходами людей, живущих в таких общинах.<sup>5,6</sup>

Опасность возникновения пожаров представляет собой одну из главных угроз в неформальных поселениях по причине их высокой заселенности, скученности сооружений и жилых помещений и повсеместного использования керосиновых или парафиновых ламп, свечей и других источников энергии с открытым пламенем.<sup>7,8</sup> Наличие потенциальных очагов возгорания и сопутствующее загрязнение

воздуха в помещениях должны убедить различные заинтересованные стороны в необходимости организации электроснабжения.<sup>9-11</sup> Однако, за подключением к электросети нескольких пользователей зачастую валом следуют незаконные и перегружающие сеть подключения, что создает значительные риски с точки зрения безопасности неформальных поселений как в привычной форме пожарной опасности, так и в виде риска смертельного электропоражения. Результаты обследований в Южной Африке свидетельствуют о том, что в некоторых неформальных поселениях более 30 процентов населения пользуются незаконным подключением к сети в качестве основного источника электроэнергии для удовлетворения своих нужд.<sup>5</sup>

Даже после подключения к электросети энергоснабжение может быть ненадежным. В некоторых развивающихся странах домохозяйства, давно подключенные к электросетям, могут приспособиться к регулярным отключениям, составляя графики пользования водяными насосами и подзарядки аккумуляторных батарей в периоды времени, когда энергоснабжение отличается наибольшей надежностью.<sup>12</sup> Даже в развитых странах случаются перебои с подачей электроэнергии, которую время от времени прекращают полностью, когда ураганы наносят свой удар, а также в форме веерных отключений, также известных под названием поочередный сброс нагрузки или чередование фидеров, когда другие экстремальные явления, например, аномальная жара, создают повышенную нагрузку на сети энергоснабжения.<sup>13</sup> Слишком часто домохозяйства в развивающихся и развитых странах вкладывают средства в приобретение малогабаритных дизель-генераторов в качестве резервного источника. Эти генераторы загрязняют окружающую среду выбросами парниковых газов, ядовитыми выхлопами и досаждающим шумом.<sup>12,13</sup>



Вид Земли ночью, 2016 год

Фотография предоставлена: Земная обсерватория НАСА / НУОА НЦКД



## Эволюция фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии

На протяжении десятилетий многосторонние учреждения, правительственные ведомства и неправительственные организации поощряли применение децентрализованных систем фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии в труднодоступной сельской местности, особенно в энергоснабжении коммунального хозяйства, например, в целях освещения школ и медпунктов, обеспечения обмена информацией и связи, эксплуатации общинных насосных станций и холодильников для хранения вакцин.<sup>14, 15</sup> В наши дни эти системы могут рассматриваться как альтернативное решение, позволяющее избежать необходимости прокладки электросетей в любых районах развивающихся стран, где правительственные ведомства и частный сектор неспособны удовлетворить ожидания в отношении расширения и технического обслуживания электросетей, в том числе в неформальных городских поселениях.<sup>14</sup>

В последние годы отмечается рост популярности небольших распределенных гелиоэнергетических систем среди общин с низким уровнем дохода в Африке и Азии, где проживает не менее 95 процентов населения, не подключенного к электросетям.<sup>16-18</sup> Эти системы варьируются от автономного светильника с встроенной фотоэлектрической панелью, аккумулятором и светодиодной лампой (СДЛ) до малогабаритных, или пикомасштабных, гелиоэнергетических блоков, оборудованных панелью, не менее чем одной СДЛ и аккумулятором и имеющих USB-разъемы для подзарядки мобильных телефонов или даже маломощных бытовых электроприборов.<sup>3</sup> Цены на них находятся в диапазоне от 10 долл. США за гелиоэнергетический светильник до 50 долл. США за гелиоэнергетическое пикоустройство.

Эти относительно доступные по цене светильники на солнечных батареях открывают возможность повысить рентабельность вложенных средств, особенно с учетом длительных сроков их службы, по сравнению с регулярными расходами на керосин или парафин для осветительных фонарей, сухие батарейки для карманных фонарей или свечи.<sup>3, 19</sup> Более мощные гелиопреобразователи для дома имеют аналогичные свойства и могут снабжать энергией несколько светильников и сравнительно более крупные бытовые приборы, работающие на постоянном токе, такие как радиоприемник, вентилятор, телевизор и даже холодильник.

Многие люди, не имеющие доступа к электросетям в Африке к югу от Сахары, тратят порядка 10–30 процентов дохода своих домохозяйств на покупку керосина, а в Африке к югу от Сахары и Азии освещение с помощью керосина обходится малоимущим слоям населения в почти 15,7 млрд долл. США в год.<sup>20, 21</sup> Замена керосиновых фонарей светильниками на солнечных батареях означает значительную экономию денежных средств в домохозяйствах на протяжении всего срока службы такого осветительного прибора, а также значительное сокращение масштабов использования открытого пламени в фонарях и свечей, что уменьшает подверженность воздействию загрязненного воздуха в помещениях и риск возникновения пожаров в неформальных поселениях.<sup>11, 21-23</sup> Эти пикоустройства на солнечных батареях и гелиопреобразователи для дома становятся

привлекательными для все более широкого спектра населения, не подключенного к электросетям, чем когда-либо ранее.

Следует отметить продолжающееся снижение цен на различные компоненты фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии и стремительное продвижение вперед в разработке соответствующих технологий. За период 2008–2016 годов себестоимость производства фотоэлектрических преобразователей на основе поликристаллического кремния снизилась на 85 процентов благодаря повышению эффективности технологических процессов и эффекту масштаба.<sup>21</sup>

Прогресс в области технологий производства светодиодов привел к повышению их эффективности — повышению светоотдачи на единицу потребляемой электроэнергии. Вызывающие сильное загрязнение окружающей среды свинцово-кислотные аккумуляторные батареи выходят из употребления, а им на смену идут литий-ионные аккумуляторы с повышенными эксплуатационными характеристиками, более продолжительным сроком службы, а также более эффективным режимом ускоренной подзарядки.<sup>24</sup> Хотя аккумуляторные батареи являются наиболее дорогостоящим компонентом гелиопреобразователя для дома, за последние пять лет цена на литий-ионные аккумуляторы упала почти на 65 процентов и, как ожидается, будет уменьшаться и дальше по причине их широкого использования в портативных компьютерах и других устройствах.<sup>21</sup>



Керосиновые фитильные лампы, изготовленные из утилизированных консервных банок

*С любезного разрешения Эвана Миллса*

# Автономные гелиоэнергетические системы

## Городское население, не подключенное к электросетям



## Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии

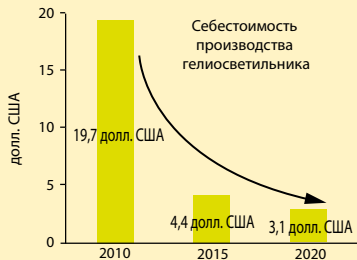
Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии варьируются от **гелиосветильника**, малогабаритной системы на солнечных батареях или **гелиоэнергетического пикостройства**, обеспечивающего электропитание одной осветительной лампы, до **гелиоэнергетической системы для дома** с большей емкостью аккумулятора, которая может обеспечить электропитание нескольких осветительных приборов с СДЛ и бытовых приборов, работающих на постоянном токе

**Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии** завоевывают все большую популярность среди не подключенных к электросетям групп населения в сельских и городских районах, особенно в Африке и Южной Азии

Согласно оценкам, не подключенное к электросетям население Африки и Южной Азии ежегодно расходует **14,4 млрд долл. США** и **6,6 млрд долл. США**, соответственно, на покупку керосина и ламп, карманных фонарей и свечей

Гелиосветильники и гелиоэнергетические пикостройства постепенно заменяют традиционные **малоэффективные источники** света

## Цены падают



## Продажи растут



## Затраты на аккумуляторы уменьшаются



## Разнообразные модели хозяйствования



## Проблемы и возможности

**Хорошо продуманные политические установки** и ясная концепция использования возобновляемых источников энергии в сочетании с достижениями **научно-технического прогресса** и **рыночными инновациями** могут побудить еще не подключенные к электросетям общины продолжать пользоваться экологически чистыми источниками энергии, продвигаясь по пути устойчивого развития

Согласно прогнозам, в ближайшие десятилетия объемы **электронных отходов** в виде отработавших гелиоэнергетических устройств будут увеличиваться в геометрической прогрессии. Это потребует принять экологически обоснованный порядок обращения с отработавшими изделиями, но одновременно откроет новые возможности предпринимательской деятельности на рынках рециклирования отходов

Автономные гелиоэнергетические системы могут обеспечить создание **сотен тысяч** рабочих мест во всей производственно-сбытовой цепочке

Согласно оценкам Программы ООН по окружающей среде, переход к эффективным автономным системам освещения, вероятно, создаст **в 30 раз больше рабочих мест**, чем освещение на основе сжигания топлива

## Новаторские методы продвижения автономных гелиоэнергетических систем на рынке

Одним из ключевых факторов, создающих возможность вывода гелиоэнергетических систем на рынок в неформальных поселениях, являются новаторские методы построения моделей хозяйственной деятельности.<sup>16, 25, 26</sup> Хотя розничные цены на гелиоэнергетические пикоустройства и гелиопреобразователи для дома могут оказаться непосильными для некоторых людей, те слои не подключенного к электросетям населения, которые располагают наименьшими доходами, не могут позволить себе покупку базового оборудования. Многие малые предприятия и начинающие свою деятельность компании предлагают финансовые схемы, чтобы помочь потребителям преодолеть барьер первоначальных затрат, преследуя цель выхода на положительную рентабельность с течением времени посредством завоевания значительной доли рынка.<sup>16, 17, 19</sup>

Некоторые из этих схем предусматривают оплату людьми таких же небольших сумм, которые они платили за керосин. В рамках одной из схем оплаты счетов по мере поступления доходов покупатель оплачивает небольшой взнос при покупке гелиоэнергетической системы, а затем производит регулярные платежи на ежедневной, еженедельной или ежемесячной основе. Если платеж не производится, система автоматически деактивируется. По завершении платежей покупатель получает право собственности на изделие. Эта схема нередко используется в сочетании с существующими системами платежных услуг на основе мобильных телефонов, которые являются устоявшимися деловыми предприятиями в таких регионах, как некоторые части Африки к югу от Сахары.<sup>17, 27</sup>

В Индии почти треть городского населения страны проживает в неформальных поселениях.<sup>28</sup> Согласно оценкам, приведенным в докладе о результатах обследования неформальных поселений в Дели, среднемесячный доход этих людей составляет всего лишь 105 долл. США (6 676 индийских рупий) на одного жителя, и 90 процентов этой суммы расходуется в течение месяца.<sup>29</sup> Большинство компаний предлагают схемы финансирования для целей обслуживания наиболее социально отчужденных семей — мигрантов из сельской местности, переехавших в неформальные поселения, расположенные в пределах стремительно разрастающихся крупных городов Индии.

Не имея адреса официальной регистрации и проживая в новом месте менее десяти лет, эти семьи не могут получить доступа к традиционным финансовым услугам. Некоторые компании нанимают на работу местных мужчин и женщин, которые обходят неформальные поселения от двери к двери, предлагая продукцию на доступных по цене условиях оплаты.<sup>30</sup> Покупатели могут купить светильник на солнечных батареях в рассрочку с оплатой в течение 5–8 недель. Ряд компаний пошли еще дальше и налаживают деловые взаимоотношения с микрофинансовыми учреждениями, чтобы расширить диапазон вариантов финансирования, предлагаемых потребителям с наименьшими доходами.<sup>31</sup>

В Южной Африке, даже по завершении программы электрификации и жилищного строительства постапартеидного периода, почти четверть

▶ Видеоматериал: Почему гелиоэнергетика столь быстро распространяется в Африке

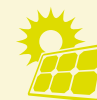


Видеоматериал доступен по адресу: <https://www.youtube.com/watch?v=tkvbZ0ADmz0> © The Economist  
Фотография предоставлена: Габриэла Геммо Бельтран

Оценочное количество абонентов сетей мобильной связи, живущих без подключения к электросетям



Источник данных: Nique (2013)<sup>32</sup>



населения живет в неформальных поселениях без электричества.<sup>32</sup> Проект на основе принципов устойчивого развития под руководством Стелленбосского университета преследовал цель улучшения условий жизни 4 500 обитателей Инкнанини — не подключенного к электросетям неформального поселения в Западно-Капской провинции.<sup>33-35</sup> Основанные на использовании энергоэффективных технологий мероприятия включали переориентацию жилищ с целью оптимизации их пассивного гелиоэнергетического потенциала, улучшение теплоизоляции зданий и создание систем сбора атмосферных осадков.

В рамках этого проекта была создана коммерческая автономная гелиоэнергетическая станция, обслуживавшая данное поселение, в расчете на то, что впоследствии эту модель можно будет распространить в более широких масштабах для энергоснабжения других поселений, не подключенных к электросетям. Гелиоэнергетические системы для дома — фотоэлектрическая панель, два светильника с СДЛ для установки в помещении, один телевизор, уличный фонарь направленного света и зарядные устройства для телефона — предлагались постоянным жителям на условиях платы за услуги. Покупатели оплачивали сбор за установку в размере 14 долл. США (200 южноафриканских рандов) и производили ежемесячные арендные платежи в размере 11 долл. США (150 южноафриканских рандов).<sup>33</sup>

Учрежденная в рамках проекта компания нанимает на работу персонал из числа жителей поселения и отвечает за развертывание и техническое обслуживание системы. Эта модель хозяйственной деятельности была принята некоторыми муниципальными органами власти других неформальных поселений в Южной Африке.<sup>36-38</sup>

Отдельно стоящие гелио-киоски представляют собой еще одну уникальную форму новаторского хозяйствования, в которой солнечная энергия используется для обслуживания не подключенных к электросетям общин за пределами их домов. Малогабаритный

**▶ Видеоматериал: Пользуется большим спросом: гелио-киоск в Руанде**



Видеоматериал доступен по адресу:  
<https://www.youtube.com/watch?v=QpuKLasOnSo>

Фото воспроизводится с любезного разрешения Генри Ньякарунди / Африканского дистрибьютора возобновляемых источников энергии

© DW English

## Периодичность и продолжительность перебоев сетевого энергоснабжения

(показаны только регионы с превышением общемирового среднего значения)

### Число случаев отключения энергоснабжения в месяц

#### В среднем по всему миру



#### Африка к югу от Сахары



#### Ближний Восток и Северная Африка



#### Южная Азия



### Средняя продолжительность каждого отключения (в часах)



Источник данных: Обследования предприятий, проведенные Всемирным банком, <http://www.enterprisesurveys.org>

передвижной гелио-киоск оборудован несколькими фотоэлектрическими панелями и литий-ионным аккумулятором, способным обеспечивать питание 10–80 мобильных телефонов одновременно, а некоторые из них даже обеспечивают возможность подключения к широкополосным беспроводным сетям связи.<sup>39,40</sup> Более крупные гелио-киоски представляют собой стационарные сооружения, на крышах которых установлены солнечные панели.<sup>41</sup> Функционируя наподобие бакалейной лавки, этот киоск предлагает целый ряд товаров, таких как приборы, работающие от солнечных батарей, мобильные телефоны, расходные материалы, лекарства, а также услуги по подзарядке телефонов и подключению к сети Интернет. Разнообразные гелио-киоски распространяются по просторам Африки, где 135 миллионов абонентов сетей мобильной связи живут без электричества в их домах.<sup>42</sup>



## Продолжение движения вперед по пути использования возобновляемых источников энергии

Гелиоэнергетическое пикоустройство — это всего лишь первый шаг на пути, продвигаясь по которому семья может выволить себя из тисков дефицита энергоресурсов. Будь то при электроснабжении жилья в сельской местности, пригородах или городских районах, небольшой по размеру системы на первых порах может оказаться достаточно, но по мере роста своей покупательной способности в условиях продолжающегося снижения цен люди будут стремиться достичь большего. Это открывает широкий спектр возможностей дальнейшего продвижения вперед по пути гелиоэнергетики, а не переключения на использование электросетей, работающих за счет сжигания угля и нефти. В 2016 году на долю ископаемых видов топлива приходилось около 80 процентов производства электроэнергии в Африке и 60 процентов в Южной Азии.<sup>43, 44</sup>

Чтобы оставаться на пути устойчивого развития и повышать эффективность решений, основанных на использовании возобновляемых источников энергии, следует принять во внимание ряд факторов, оказывающих влияние на расширение рынка гелиоэнергетических систем. В их число входят необходимость разработки стандартов качества, обеспечения осведомленности потребителей, финансовой поддержки, решения проблемы обращения с отработанными электронными устройствами и электроприборами, а также переориентации политических курсов правительств.<sup>17, 25</sup>

Во многих развивающихся странах гелиоэнергетические устройства имеются в широком доступе годами, если не десятилетиями. Зачастую эти изделия отличались неважным качеством или непродолжительными сроками службы. Решения о внедрении автономных гелиоэнергети-

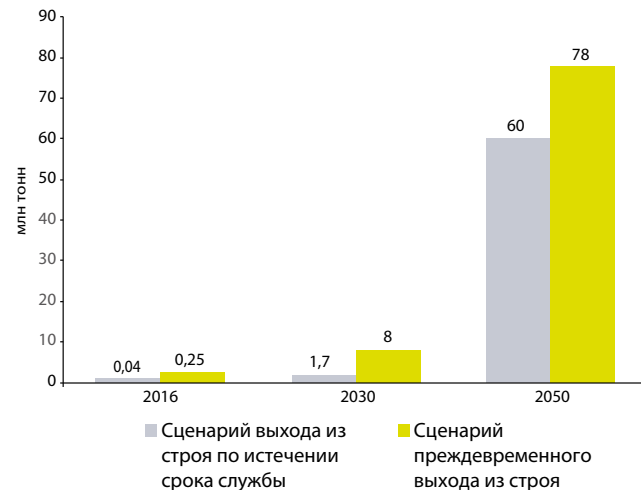
 **Видеоматериал: Гелиоэнергетика для Африки к 2030 году**



Видеоматериал доступен по адресу:  
<https://www.youtube.com/watch?v=Bb85u6OeWYw>  
 Фотография предоставлена: MrNovel / Shutterstock.com

© CGTN Africa

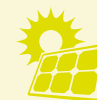
Обзор глобальных прогнозов по отработанным фотоэлектрическим панелям на период 2016–2050 годов



Источник: Адаптировано на основе публикации IRENA and IEA-PVPS (2016)<sup>47</sup>

ческих систем может зависеть от сегодняшнего восприятия продукции, предлагаемой на рынке. Отрицательный опыт использования низкокачественных непатентованных изделий может отпугнуть сегодняшних и завтрашних потенциальных потребителей. Решению этой проблемы может способствовать принятие мер одновременно по двум направлениям. Первый путь заключается в принятии более жестких стандартов качества в отношении продукции как таковой, а также предоставления гарантий обратной приемки и утилизации отработанных устройств поставщиками услуг. Второй путь состоит в повышении осведомленности потребителей о том, что более высокое качество отныне является стандартным требованием к изделиям как таковым, а также к услугам, предоставляемым в связи с их куплей-продажей, а также о наличии более длительных и стимулирующих схем оплаты покупок.<sup>25</sup>

Отсутствие оборотного капитала у компаний, особенно тех из них, которые предоставляют финансирование конечным пользователям, может ограничить развитие рынка. Для смягчения этих проблем можно разработать программы оказания поддержки, и уже реализованные модели хозяйственной деятельности служат хорошим примером того, что именно можно предпринять.<sup>5, 16, 17, 25</sup> Будущий спрос на гелиоэнергетические системы для дома повышенной мощности также помогут расширить существующие рынки и подстегнуть коммерческую заинтересованность и капиталовложения со стороны частных инвесторов, банков развития и доноров. В 2016 году не менее 60 млн долл. США было вложено в две компании в Африке, предлагающие более крупные и дорогостоящие гелиоэнергетические системы для дома, нежели первоначальные операторы, работавшие на условиях оплаты счетов по мере поступления доходов.<sup>45</sup> Эти гелиоэнергетические компании, работающие в рассрочку, вероятно, преследуют цель формирования нового рынка для потребителей с более высоким уровнем дохода, которые, возможно, уже подключены к ненадежной электросети.



Еще одна актуальная проблема заключается в электронных отходах, образующихся из все увеличивающегося объема используемых изделий. Хотя литий-ионные аккумуляторы считаются менее токсичными по сравнению со свинцово-кислотными, они также могут загрязнять окружающую среду, учитывая, что в них содержатся самые разнообразные химические вещества.<sup>46</sup> В настоящее время лишь немногие производители поставляют запасные части или обеспечивают утилизацию старых аккумуляторов по окончании их срока службы.<sup>47,48</sup> Аналогичным образом, панели на основе поликристаллического кремния вызывают беспокойство в связи с тем, что они также содержат токсичные вещества, такие как кадмий и свинец. Если покупатели получили бы возможность менять приобретенные изделия широкого потребления на товары более высокого качества с помощью программ обратной приемки, рынки рециклирования отходов могли бы обрести жизнеспособность и снизить риск загрязнения окружающей среды. Следует также отметить, что нормативные правила обращения с электронными отходами могут не содержать конкретных положений в отношении фотоэлектрических панелей во многих странах, где малогабаритные гелиоэнергетические системы набирают популярность.<sup>47</sup>

Актуальные проблемы вмешательства со стороны правительств включают факторы неопределенности в отношении возможного выбора политических установок в том, что касается отражения возможности внесетевой электрификации в национальных, областных и муниципальных стратегиях и их осуществления. Наряду с этим, во многих странах в течение многих лет практикуется субсидирование покупок керосина гражданами в целях смягчения недовольства в связи с невыполненными обещаниями обеспечить сетевое энергоснабжение. Хотя в некоторых рекомендациях содержится настоятельный призыв к отмене субсидий на покупку керосина, другой путь заключается в том, чтобы позволить покупателям, не подключенным к электросетям, использовать эти субсидии для приобретения гелиоэнергетических систем. Когда эти системы будут оплачены в полном объеме, останется вопрос, следует ли продолжать предоставление таких субсидий. Помимо этого, компании внесетевого энергоснабжения предлагают положить конец практике возведения налогового-бюджетных и импортных барьеров, таких как высокие импортные тарифы и обложение гелиоэнергетической продукции налогом на добавленную стоимость, которые могут значительно увеличить цену этих изделий.<sup>19,25</sup>

Наконец, имеются требующие своего решения проблемы, связанные с наращиванием потенциала за рамками мероприятий по повышению осведомленности широкой общественности. Компании и общины нуждаются в квалифицированной и умелой рабочей силе, способной поддержать развитие этого сектора. Следует иметь в наличии курсы профессиональной подготовки и программы обучения ремеслу, особенно для членов местной общины, которая будет формировать соответствующий рынок.<sup>3,25</sup> В ближайшем будущем автономные системы энергоснабжения создадут сотни тысяч рабочих мест во всей производственно-сбытовой цепочке и могли бы проложить путь к избавлению от тисков нищеты для тех, кто обучается устанавливать более крупные гелиоэнергетические системы для дома и проводить их техническое обслуживание.<sup>25,49</sup> Согласно оценкам, приведенным в исследовании, которое было проведено под эгидой Программы ООН по окружающей среде в Западной Африке, переход к эффективным

автономным системам освещения, вероятно, создаст в 30 раз больше рабочих мест, чем освещение на основе сжигания топлива.<sup>50</sup>

При наличии правильных политических установок и нормативных правил использования возобновляемых источников энергии, а также ясного видения будущих возможностей, распределенные гелиоэнергетические системы наших дней могли бы стимулировать реализацию права выбора в не подключенных к электросетям общинах, проживающих в сельской местности и городских районах. Это могло бы стать одним из ключевых компонентов осуществления Целей устойчивого развития в плане обеспечения всеобщего доступа к недорогому, надежному и современному энергоснабжению к 2030 году, а также искоренения нищеты.



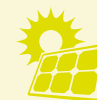
Женщина на курсах подготовки в колледже Бэрфут обучается методам установки, ремонта и технического обслуживания гелиоэнергетических систем для своего дома в штате Раджастан, Индия

Фотография предоставлена: Knut-Erik Helle, на условиях лицензии CC BY-NC-ND 2.0



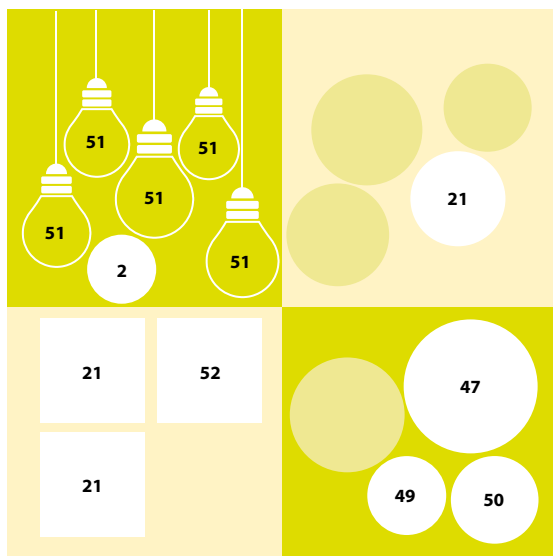
## Список использованной литературы

- GEA (2012). *Global Energy Assessment – Toward a Sustainable Future*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, and the International Institute for Applied Systems Analysis, Luxembourg, Austria. [http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/Global\\_Energy\\_Assessment\\_FullReport.pdf](http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/Global_Energy_Assessment_FullReport.pdf)
- International Energy Agency and the World Bank (2015). *Sustainable energy for all 2015—Progress toward sustainable energy*. The World Bank, Washington DC. <http://www.se4all.org/sites/default/files/GTF-2105-Full-Report.pdf>
- UNEP (2015). *Developing effective off-grid lighting policy: Guidance note for governments in Africa*. United Nations Environment Programme, Nairobi. <http://www.enlighten-initiative.org/portals/0/documents/Resources/publications/OFG-publication-may-BDef.pdf>
- UNDESA (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, New York. <https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup2014-highlights.Pdf>
- Gaunt, T., Salida, M., Macfarlane, R., Maboda, S., Reddy, Y. and Borchers, M. (2012). *Informal Electrification in South Africa: Experience, Opportunities and Challenges*. Sustainable Energy Africa, Cape Town. [http://www.cityenergy.org.za/uploads/resource\\_116.pdf](http://www.cityenergy.org.za/uploads/resource_116.pdf)
- Reddy, Y. and Wolpe, P. (2015). *Tackling urban energy poverty in South Africa*. Sustainable Energy Africa, Cape Town. <http://www.sustainable.org.za/uploads/files/file72.pdf>
- Kazerooni, Y., Gyedu, A., Burnham, G., Nwomeh, B., Charles, A., Mishra, B., Kuah, S.S., Kushner, A.L., Stewart, B.T. (2015). Fires in refugee and displaced persons settlements: The current situation and opportunities to improve fire prevention and control. *Burns*, 42, 1036-1046. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305417915003861>
- Kimemeia, D.K., Vermaak, C., Pachauri, S. and Rhodes, B. (2014). Burns, scalds and poisonings from household energy use in South Africa: Are the energy poor at greater risk? *Energy for Sustainable Development*, 18, 1-8. [https://www.researchgate.net/publication/259519739\\_Burns\\_scalds\\_and\\_poisonings\\_from\\_household\\_energy\\_use\\_in\\_South\\_Africa\\_Are\\_the\\_energy\\_poor\\_at\\_greater\\_risk](https://www.researchgate.net/publication/259519739_Burns_scalds_and_poisonings_from_household_energy_use_in_South_Africa_Are_the_energy_poor_at_greater_risk)
- Jacobson, A., Bond, T.C., Lam, N.L. and Hultman, N. (2013). *Black carbon and kerosene lighting: An opportunity for rapid action on climate change and clean energy for development*. Global Economy and Development Policy Paper 2013-03. The Brookings Institution, Washington DC [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/04\\_climate\\_change\\_clean\\_energy\\_development\\_hultman.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/04_climate_change_clean_energy_development_hultman.pdf)
- Lam, N.L., Smith, K.R., Gauthier, A. and Bates, M.N. (2012). Kerosene: A review of household uses and their hazards in low-and middle income countries. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, Critical Reviews*, 15(6), 396–432. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3664014/pdf/nihms447641.pdf>
- Mills, E. (2016). Identifying and reducing the health and safety impacts of fuel-based lighting. *Energy for Sustainable Development*, 30, 30-59. [https://www.researchgate.net/publication/290975529\\_Identifying\\_and\\_reducing\\_the\\_health\\_and\\_safety\\_impacts\\_of\\_fuel-based\\_lighting](https://www.researchgate.net/publication/290975529_Identifying_and_reducing_the_health_and_safety_impacts_of_fuel-based_lighting)
- Mukwaya, P.I. (2016). Urban Adaptation to Energy Insecurity in Uganda. *Current Urban Studies*, 4, 69-84. [https://file.scirp.org/pdf/CUS\\_2016032414011321.pdf](https://file.scirp.org/pdf/CUS_2016032414011321.pdf)
- Ghanem, D.A., Mander, S. and Gough, C., 2016. "I think we need to get a better generator": Household resilience to disruption to power supply during storm events. *Energy Policy*, 92, pp.171-180.
- Frame, D., Tembo, K., Dolan, M.J., Strachan, S.M. and Ault, G.W. (2011). A community based approach for sustainable off-grid PV systems in developing countries. In *The Electrification of Transportation and the Grid of the Future*, the report of the 2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting, Detroit, MI, United States, 24-28 July 2011. [https://www.strath.ac.uk/media/departments/eee/cred/Conference\\_Paper.pdf](https://www.strath.ac.uk/media/departments/eee/cred/Conference_Paper.pdf)
- UNDP (2004). *Solar Photovoltaics in Africa: Experiences with financing and delivery models-Lesson for the future*. Monitoring and evaluation report series, Issue 2. United Nations Development Programme, New York and Global Environment Facility, Washington DC. [http://www.undp.org/content/undp/en/home/librariypage/environment-energy/sustainable\\_energy/solar\\_photovoltaicsinfricaexperienceswithfinancinganddeliverymo.html](http://www.undp.org/content/undp/en/home/librariypage/environment-energy/sustainable_energy/solar_photovoltaicsinfricaexperienceswithfinancinganddeliverymo.html)
- Nygaard, I., Hansen, U.E. and Larsen, T.H. (2016). The emerging market for pico-scale solar PV systems in Sub-Saharan Africa: From donor-supported niches toward market-based rural electrification. UNEP DTU Partnership, Copenhagen.
- REN21 (2016). *Renewables 2016 Global Status Report*. REN21 Secretariat, Paris. <http://www.ren21.net/GSR-2016-Report-Full-report-EN>
- UN-HABITAT (2016). *Urbanization and Development: Emerging Futures*. World Cities Report 2016. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. <https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2014/03/WCR-%20Full-Report-2016.pdf>
- Lysen, E.H. (2013). Pico Solar PV Systems for Remote Homes: A new generation of small PV systems for lighting and communication. Report IEA-PVPS T9-12: 2012. International Energy Agency, Paris. [http://iea-pvps.org/index.php?id=299&elD=dam\\_frontend\\_push&docID=1433](http://iea-pvps.org/index.php?id=299&elD=dam_frontend_push&docID=1433)
- SolarAid (2013). *Facts about kerosene, solar and SolarAid*. SolarAid factsheet. <https://www.solar-aid.org/assets/Uploads/Publications/Facts-about-kerosene-solar-and-SolarAid.pdf>
- BNEF and Lighting Global (2016). *Off-grid solar market trends report 2016*. Bloomberg New Energy Finance, New York and Lighting Global, Washington DC. [https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/4/2016/03/20160303\\_BNEF\\_WorldBankIFC\\_Off-GridSolarReport\\_.pdf](https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/4/2016/03/20160303_BNEF_WorldBankIFC_Off-GridSolarReport_.pdf)
- UN-HABITAT (2009). *Promoting Energy Access for the urban poor in Africa: Approaches and Challenges in Slum Electrification*. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. [http://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/8292\\_16690\\_GENUS%20AFRICA.EGM%20Final%20Report.pdf](http://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/8292_16690_GENUS%20AFRICA.EGM%20Final%20Report.pdf)



23. UN-HABITAT (2012). Enhanced Energy Access for Urban Poor Practice Casebook. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. [http://www.avsi-usa.org/uploads/6/7/4/2/67429199/avsi\\_\\_\\_coelba3.pdf](http://www.avsi-usa.org/uploads/6/7/4/2/67429199/avsi___coelba3.pdf)
24. Phadke, A.A., Jacobson, A., Park, W.Y., Lee, G.R., Alstone, P. and Khare, A. (2015). Powering a Home with Just 25 Watts of Solar PV. Super-Efficient Appliances Can Enable Expanded Off-Grid Energy Service Using Small Solar Power Systems. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley.
25. Diecker, J., Wheeldon, S., and Scott, A. (2016) Accelerating access to electricity in Africa with off-grid solar: Policies to expand the market for solar household solutions. Overseas Development Institute, London UK.
26. McKibben, B. (2017) The Race to Solar Power Africa. *The New Yorker*, 26 June 2017. <http://www.newyorker.com/magazine/2017/06/26/the-race-to-solar-power-africa>
27. IEA and World Bank (2015). Sustainable Energy for All 2015 – Progress Toward Sustainable Energy. World Bank, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/22148>
28. Corrigan, G. and Di Battista, A. (2015). 19 charts that explain India's economic challenge. World Economic Forum website. <https://www.weforum.org/agenda/2015/11/19-charts-that-explain-indias-economic-challenge/>
29. PRIA (2014). Government led exclusion of the urban poor: A greater contribution though a lesser recipient. Delhi Study Report 2014. The Society for Participatory Research in Asia, Delhi. [https://terrarban.files.wordpress.com/2014/01/delhi-study\\_april-2014.pdf](https://terrarban.files.wordpress.com/2014/01/delhi-study_april-2014.pdf)
30. Pollinate Energy (2017). Pollinate Energy website. <https://pollinateenergy.org/>
31. Davidsen, A., Pallassana, K., Singh, J., Shiv, J., Walker, P., Parrish, S. and Sitsabeshan, S. (2015). The business case for off-grid energy in India. The Climate Group. <https://www.theclimategroup.org/sites/default/files/archive/files/The-business-case-for-offgrid-energy-in-India.pdf>
32. Department of Energy (2012). A survey of energy-related behaviour and perceptions in South Africa: The residential sector. Department of Energy, Government of the Republic of South Africa. <http://www.energy.gov.za/files/media/Pub/Survey%20of%20Energy%20related%20behaviour%20and%20perception%20in%20SA%20-%20Residential%20Sector%20-%202012.pdf>
33. Lemaire, X. and Kerr, D. (2014). The iShack Project in Enkanini, Stellenbosch, South Africa. Supporting Africa Municipalities in Sustainable Energy Transitions (SAMSET) website. <https://samsetproject.wordpress.com/2014/12/20/the-ishack-project-in-enkanini-stellenbosch-south-africa/>
34. SM and CORC (2012). Enkanini (Kayamandi) household enumeration report. Stellenbosch Municipality and Community Organisation Resource Centre. <http://sasdialliance.org.za/wp-content/uploads/docs/reports/Enumerations/Enkanini%20Final%20Report.pdf>
35. Wilde, S. (2015). iShack delivers power (and television) to the people. Mail & Guardian, 13 March 2015. <https://mg.co.za/article/2015-03-13-ishack-delivers-power-and-television-to-the-people>
36. Kovacic, Z., Smit, S., Musango, J.K., Brent, A.C. and Giampietro, M. (2016). Probing uncertainty levels of electrification in informal urban settlements: A case from South Africa. *Habitat International*, 56, 212-221. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197397515302356>
37. Lemaire, X. and Kerr, D. (2016). Informal Settlements – Electrification and Urban Services. SAMSET Policy Brief. UCL Energy Institute, London.
38. Murugan, S. (2013). Solar energy lights up Ekurhuleni's informal settlements. Vuk'uzenzele, June 2013. <http://www.vukuzenzele.gov.za/solar-energy-lights-ekurhuleni-s-informal-settlements>
39. ARED (2017). Our solutions. African Renewable Energy Distributor. <http://www.a-r-e-d.com/>
40. Juabar (2017). Our design process. Juabar Design. <http://juabar.com/>
41. SOLARKIOSK (2017). One Solution—Various Purposes. SOLARKIOSK. <http://solarkiosk.eu/product/>
42. Nique, M. (2013). Sizing the opportunity of mobile to support energy and water access. GSMA, London. [https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2013/12/Sizing-the-Opportunity-of-Mobile\\_Nov-2013.pdf](https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2013/12/Sizing-the-Opportunity-of-Mobile_Nov-2013.pdf)
43. UNEP (2017). Atlas of Africa Energy Resources. United Nations Environment Programme, Nairobi. <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/20476>
44. Shukla, A.K., Sudhakar, K. and Baredar, P. (2016). Renewable energy resources in South Asian countries: Challenges, policy and recommendations. *Resource-Efficient Technologies*, 1-5. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405653716302299>
45. Bloomberg New Energy Finance (2017). 1Q 2017 Off-grid and mini-grid market outlook. *Climatescope 2016* website. <http://global-climatescope.org/en/off-grid-quarterly/q1-2017/>
46. Wang, X. (2014). Managing end-of-life lithium-ion batteries: An environmental and economic assessment. Thesis, Rochester Institute of Technology, New York. <http://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9337&context=theses>
47. IRENA and IEA-PVPS (2016), "End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels," International Renewable Energy Agency and International Energy Agency Photovoltaic Power Systems. [http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_IEAPVPS\\_End-of-Life\\_Solar\\_PV\\_Panels\\_2016.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_IEAPVPS_End-of-Life_Solar_PV_Panels_2016.pdf)
48. Industry Opinion on Lifecycle and Recycling (2014). The Global Off-Grid Lighting Association, Utrecht, [https://www.gogla.org/sites/default/files/recourse\\_docs/gogla-industry-opinion-on-lifecycle-and-recycling1.pdf](https://www.gogla.org/sites/default/files/recourse_docs/gogla-industry-opinion-on-lifecycle-and-recycling1.pdf)
49. Mills, E., 2016. Job creation and energy savings through a transition to modern off-grid lighting. *Energy for Sustainable Development*, 33, pp.155-166.
50. UNEP (2014). Light and livelihood: A bright outlook for employment in the transition from fuel-based lighting to electrical alternatives. United Nations Environment Programme, Nairobi. [http://www.ecreee.org/sites/default/files/light\\_and\\_livelihood\\_-\\_a\\_bright\\_outlook\\_for\\_employment.pdf](http://www.ecreee.org/sites/default/files/light_and_livelihood_-_a_bright_outlook_for_employment.pdf)

Список использованных графических материалов



51. World Bank (2017). World Development Indicators. The World Bank, Washington DC. <http://databank.worldbank.org/data/>
52. GOGLA (2017). *Global off-grid solar market report July-December 2016: Semi-annual sales and impact data*. Global Off-Grid Lighting Association, Utrecht. [https://www.gogla.org/sites/default/files/recource\\_docs/final\\_sales-and-impact-report\\_h22016\\_full\\_public.pdf](https://www.gogla.org/sites/default/files/recource_docs/final_sales-and-impact-report_h22016_full_public.pdf)



