

Борисов М. Г.*

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА В АФРО-АЗИАТСКИХ СТРАНАХ: ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

Borisov Mikhail**

DISTRIBUTED ENERGY IN AFRICAN AND ASIAN COUNTRIES: GEOGRAPHICAL AND SOCIAL ASPECTS

DOI: 10.31696/2227-5568-2020-02-025-035

Аннотация: Общемировой тенденцией является постепенный уход от крупной централизованной электроэнергетики в пользу малой распределенной электрической генерации. Новые технологии распределенной генерации обеспечивают быстроту электрификации новых районов, низкие капитальные и эксплуатационные затраты, прогрессирующее снижение издержек и тарифов, меньшую уязвимость от техногенных катастроф, кибератак и террористических актов. Распределенная энергетика чрезвычайно привлекательна для афро-азиатских стран с обширными труднодоступными и малоосвоенными пространствами и многочисленными контингентами бедного и лишённого пока что доступа к электроэнергии населения. Именно здесь распределенная энергетика имеет наивысший в мире потенциал развития.

Ключевые слова: распределенная энергетика, возобновляемые источники энергии, микросети, «умные» сети, фотовольтаика, биогазовые установки, малые ГЭС.

Abstract: A global trend today is the gradual replacement of the large-scale centralized electric energy by a small distributed electric generation. It became possible after being by the competitiveness of renewable energy-based facilities which can be installed everywhere. New technologies of distributed generation guarantee quick electrification of new areas, low capital and operation expenses, progressive reduction of costs and tariffs, lower vulnerability due to man-made disasters, cyber attacks and terrorist acts. Distributed energy is very attractive for African and Asian countries with vast hard-of-access and little developed areas and multiple contingents of poor population for whom electric energy is inaccessible. It is exactly there that distributed energy has the world's highest development potential.

Key Words: distributed energy, renewable energy sources, microgrids, smart grids, photovoltaics, biogas facilities, small hydropower plants, prosumers, deforestation.

Распределенная энергетика (distributed energy) – это производство электрической энергии на мощностях, расположенных в непосредственной близости от потребителя и подключенных непосредственно к нему,

* Борисов Михаил Глебович – к.э. н., с.н.с. Отдела экономических исследований ИВ РАН, ORCID: 0000-0002-7660-7410

** Borisov Mikhail G. – Ph.D. (Economics), Senior Researcher, IOS RAS.

либо к локальной распределительной сети (micro-grid). Тип, мощность, принадлежность мощностей значения не имеют. Распределенная энергетика развивается значительно быстрее энергетики централизованной. В 2016–2021 гг. ожидается рост глобального рынка технологий распределенной энергетики с 69,9 млрд долл. до 109,5 млрд долл. при среднегодовом приросте 9,5%¹. К 2030 г. 75% новых подключений, по мнению Международного энергетического агентства (МЭА), придется на распределенные источники².

Число людей, получивших доступ к электроснабжению через внедрение систем распределенной генерации, увеличилось с 20 млн в 2011 г. до 152 млн в 2017 г.³ Из этого числа 95 млн чел. – жители Азии и 55 млн чел. – Африки, то есть стремительное распространение распределенной энергетики на 98% шло за счёт населения афро-азиатских стран⁴.

Таблица 1

Ведущие страны мира по продажам оборудования для распределенной энергетики (2016 г.)

Страна	Объём продаж (млн ед)	Доля на мировом рынке (%)
Индия	3,1	37
Кения	1,2	15
Эфиопия	0,5	6
Уганда	0,4	5
Танзания	0,4	5
Монголия	0,4	5

Источник: Global Off-Grid Solar Market Report. Utrecht, The Netherlands, 2017.

Опережающие темпы развития распределенной энергетики в афро-азиатских странах вызвали стремительный рост доли распределенной генерации в выработке электроэнергии. В Африке распределенная генерация растет в 16 раз быстрее централизованной⁵. В результате афро-азиатские страны за несколько последних лет выдвинулись на передовые позиции до доле распределенной генерации в выработке электроэнергии (Табл. 2).

¹ BNEF – 4 Q 2018 Off-Grid and Mini-Grid Market Outlook, <https://mediun.com/climateescope/4q-2018-off-grid-and-mini-grid-market-outlook-1dace7fc9087>.

² World Energy Outlook. P., IEA, 2018. P. 241.

³ Ren 21. Renewables 2019. Global Status Report. P., IRENA, 2019. P. 136.

⁴ Ibid

⁵ Developing Distributed Generation in Africa. <https://www.clarke-energy.com>.

Таблица 2

Ведущие страны мира по доле распределенной генерации в производстве электроэнергии (2016 г.)

Страна	Доля распределенной генерации (%)
Бангладеш	9
Монголия	8
Непал	6
Фиджи (Океания)	5
Руанда	4
Уганда	3

Источник: Ren 21. Renewables 2019. Global Status Report. P, IRENA, 2019.

Причиной опережающего роста распределенной генерации в Азии и Африке является необходимость скорейшей электрификации с минимальными затратами многочисленных обширных удаленных и малоосвоенных территорий. Децентрализованное, автономное развитие в них возобновляемой энергетики имеет целый ряд неоспоримых выгод. Поскольку агрегаты малой альтернативной энергетики компактны и уже готовы к эксплуатации, нет необходимости в масштабном строительстве, подвозе габаритного оборудования и стройматериалов, специальном строительстве дорог. Нет также необходимости в подключении объектов «малой» энергетики к электросетям и в строительстве ЛЭП, что снижает капитальные затраты а также потери в сетях (которые доходят до 20% генерируемой электроэнергии). Исключение традиционной биомассы из домашнего энергоснабжения уменьшает масштабы дефорестации и выбросов диоксида углерода.

Таблица 3

Состояние и перспективы электрификации удаленных районов Азии и Африки и замены в них традиционной биомассы на новые возобновляемые источники энергии для отопления и приготовления пищи

Страна	Электрификация села (%)		Население, использующее традиционную биомассу для приготовления пищи и отопления (%)	Доля ВИЭ в приготовлении пищи и отоплении (%)	
	2015 г.	Планы		2015 г.	Планы
Бангладеш	61	100 к 2021 г.	89	0	5 к 2025 г.
Вьетнам	97	100 к 2020 г.	47	1	8 к 2030 г.
Камбоджа	39	75 к 2030 г.	88	0	4 к 2025 г.
КНДР	26	90 к 2018 г.	46	1	5 к 2020 г.
Индия	80	100 к 2035 г.	39	1	7к 2035 г.

Продолжение Табл. 3

Страна	Электрификация села (%)		Население, использующее традиционную биомассу для приготовления пищи и отопления (%)	Доля ВИЭ в приготовлении пищи и отоплении (%)	
	2015 г.	Планы		2015 г.	Планы
Индонезия	79	90 к 2030 г.	39	0	10 к 2030 г.
Йемен	46	90 к 2030	32	0	9 к 2030 г.
Мавритания	28	55 к 2025 г.	80	0	5 к 2025 г.
Монголия	90	100 к 2025 г.	63	0	10 к 2025 г.
Мьянма	38	–	93	0	6 к 2035 г.
Непал	76	–	86	0	5 к 2030 г.
Пакистан	73	100 к 2030 г.	58	1	15 к 2030 г.
САР	93	100 к 2025 г.	7	1	18 к 2035 г.
Таиланд	89	–	24	2	15 к 2023 г.
Филиппины	80	–	54	1	15 к 2030 г.
Шри-Ланка	94	100 к 2020 г.	74	1	10 к 2025 г.
Эфиопия	27	90 к 2030 г.	97	0	–
Танзания	33	90 к 2030	94	0	–
Уганда	19	–	96	0	–
Руанда	16		99	0	–
Нигерия	29		85	0	–

Источник: Renewables 2016. Global Status Report. Ren 21 Secretariat. P., 2017., World Energy Outlook. P., IEA, 2018.

Почти исключительно за счет внедрения распределенной генерации количество жителей афро-азиатских стран, лишенных доступа к электроэнергии сократилось с 1,2 млрд чел. в 2013 г. до 990 млн чел. в 2018 г., а степень электрификации их сельских районов увеличилась за тот же период в 1,3 раза⁶. Однако поле деятельности в этой области остаётся обширным: наряду с почти полностью неэлектрифицированными странами, где подавляющее большинство населения лишено доступа к электроэнергии (Южный Судан – 98%, ЦАР – 97%, Чад – 92%) в четвертой экономике мира Индии 176 млн чел. все еще живут без электричества, в ядерной державе Пакистане – 52 млн чел⁷.

⁶ Ren 21. Renewables 2019. Global Status Report. P., IRENA, 2019. PP. 134–135.

⁷ Ibid.

Таблица 4

Доля населения, имеющего доступ к электроэнергии и экологически чистым способам приготовления пищи в регионах мира

Регионы	Доля населения, имеющего доступ к электроэнергии (%)		Доля населения, использующего экологически чистые способы приготовления пищи (%)	
	2010 г.	2017 г.	2010 г.	2017 г.
Развивающиеся страны мира	74	83	45	54
Развивающиеся страны Азии	79	91	42	56
Развивающиеся страны Африки	43	52	27	29

Источник: ОЕСР/IEA “Sustainable development Goal 7: Access to clean cooking” <https://www.iea.org/sdg/cooking/>.

Данные Табл. 4, свидетельствуя об успехах афро-азиатских стран в области электроснабжения, говорят и об отставании приобщения населения к современным способам приготовления пищи от электрификации. Более того, показатели, касающиеся доступа населения к электрической энергии, значительно отстают от официальных данных об электрификации стран (Табл. 5)

Таблица 5

Электрификация стран Азии и Африки

Страна	Электрификация (%) 2014 г.		Планы правительства
	Город	Село	
Бангладеш	90,7	52,4	96% к 2020 г.
Камбоджа	96,8	49,2	70% к 2030 г.
Вьетнам	99,10%	62,30%	100% к 2025 г.
Таиланд	98,4	65,8	100% к 2023 г.
Лаос	94,7	68,1	90% к 2020 г.
Мьянма	85,7	49,8	80% к 2030 г.
Индонезия	98,7	62,9	100% к 2025 г.
Филиппины	97,3	82,5	100% к 2022 г.
Индия	98,3	70	100% к 2019 г.
КНР	99,7	75,9	100% к 2022 г.
Пакистан	98,9	73,8	100% к 2023 г.
Непал	87,9	48,1	90% к 2025 г.
Бутан	76,7	43,6	90% к 2030 г.
Вост.Тимор	63	37	100% к 2030 г.
Эфиопия	87	38	100% к 2035
Танзания	84	37	90% к 2025
Уганда	80	31	90% к 2030

Продолжение Табл. 5

Страна	Электрификация (%) 2014 г.		Планы правительства
	Город	Село	
Нигерия	86	41	100% к 2030
Руанда	74	27	90% к 2028

Источник: Asia-Pacific Progress in Sustainable Energy. N.Y., U.N., ESCAP, 2017; World Energy Outlook. P., IEA, 2017.

Имея доступ к электричеству, миллионы жителей Азии и Африки часто не используют этот легкий в обращении и экологически чистый вид энергии для бытовых нужд. Причем, чем более энергоёмким является вид хозяйственной деятельности, тем в меньшей степени используется в нем электрическая энергия (см. Табл. 6).

Таблица 6

Структура потребления энергии домохозяйствами стран Азии (%)

Страна	Электроэнергия		Дрова		Солома, навоз		Уголь		Баллонный газ, керосин	
	Город	Село	Город	Село	Город	Село	Город	Село	Город	Село
Азербайджан	15	18	1	1	–	–	–	–	84	81
Армения	17	16	1	10	1	2	–	–	81	80
Афганистан	15	–	23	69	8	29	3	–	51	2
Бангладеш	–	–	51	49	15	51	–	–	44	–
Бутан	4	1	42	61	11	19	–	–	43	19
Индия	14	8	20	74	2	4	2	–	62	14
Индонезия	1	1	34	85	1	1	–	–	64	13
Казахстан	18	9	1	5	1	19	12	9	68	58
Киргизстан	16	6	4	9	2	9	–	–	78	76
КНР	18	1	4	61	1	7	30	21	49	9
Камбоджа	3	1	18	69	1	29	–	–	78	1
Лаос	15	3	29	75	2	11	–	–	54	11
Монголия	41	2	28	42	5	43	26	13	–	–
Мьянма	12	–	29	87	–	1	58	12	1	–
Таиланд	34	8	15	71	–	10	4	6	45	6
Пакистан	1	1	16	63	12	24	–	–	58	12
Филиппины	1	1	10	61	–	–	21	8	68	30
Непал	1	–	27	90	5	7	–	–	67	3
Вост. Тимор	1	1	34	81	1	8	–	–	64	10
Шри Ланка	1	1	39	87	–	–	–	–	60	12

Источник: Asia-Pacific Progress in Sustainable Energy. N.Y., U.N., ESCAP, 2017.

Данные Табл. 6 указывают на крайнее несоответствие структуры потребления энергии домохозяйствами уровням их электрификации, которые в афро-азиатских странах уже достигли 80–90%. Причина кроется в бедности основной массы как сельского, так и городского населения; 95% населения стран Азии не в состоянии платить за потребленную электроэнергию более 1,5 долл. в сутки⁸. Это соответствует около 80 квт.час. купленной за один месяц электрической энергии и эта сумма формируется, как правило, следующим образом: 10-20 квт. ас. приходится на функционирование небольшого холодильника, 10-20 квт. час. – на освещение, 3-5 квт. час. – на работу маломощного вентилятора, 3-5 квт. час. – телевизора, 40 квт.час. – небольшого ирригационного насоса⁹. Кухонная же электрическая плита потребляет в 2–3 раза больше электроэнергии, чем все перечисленные электроприборы вместе взятые. Её эксплуатация обходится, в среднем, в 350 долл. в год¹⁰. Поэтому этот важнейший атрибут современного энергопотребления остаётся за пределами возможностей большинства домохозяйств в азиатских странах. По той же причине в сельской местности для большинства азиатских стран практически исключено отопление (там, где оно нужно) современными энергоносителями. В результате, по состоянию на 2014 г., 2,1 млрд чел. в Азии (853 млн чел. в Индии, 586 млн чел. в Китае, 143 млн чел. в Бангладеш, 110 млн чел. в Индонезии, 102 млн чел. в Пакистане) были лишены доступа к современным способам приготовления пищи и отопления¹¹.

Начало широкого внедрения распределенной генерации инициировало стремительные изменения в бытовом энергопотреблении в пользу электрической энергии. Электроэнергия, за которую не надо платить, генерируемая личным или коллективным солнечным, биогазовым, ветряным или гидравлическим модулем, избавляет от необходимости покупать керосин или заготавливать (часто незаконно) дрова. Актуальная еще 30 лет тому назад необходимость «срубить последний куст чтобы вскипятить воду» постепенно уходит в прошлое. Афро-азиатские государства выдвинулись на передовые позиции в мире по продажам электрических кухонных плит.

Таблица 7

Ведущие страны мира по продажам электрических кухонных плит

Страна	Продажи кухонных плит (млн ед.)		
	2014 г.	2015 г.	2017 г.
Китай	5,7	10,6	12,9
Индия	2,2	3,2	4,1

⁸ Asia-Pacific Progress in Sustainable Energy. N.Y., U.N., ESCAP, 2017. P. 23.

⁹ Ibid. PP.23–24.

¹⁰ Ibid. P. 23.

¹¹ World Energy Outlook. P., IEA, 2011. PP. 48–49.

Продолжение Табл. 7

Страна	Продажи кухонных плит (млн ед.)		
	2014 г.	2015 г.	2017 г.
Эфиопия	1,8	1,9	2,1
Нигерия	0,8	0,9	1,1
Бангладеш	0,5	0,7	0,9
Филиппины	0,5	0,6	0,8

Источник: Renewable Energy Review. P., IRENA, 2019.

Распределенная генерация на основе возобновляемых источников энергии инициировала революцию в энергопотреблении огромных масс населения афро-азиатских стран. «Бесплатная» электроэнергия сняла ограничения на использование некогда недоступных энергоёмких устройств. Огромное значение для сельского хозяйства удаленных районов имеет внедрение электрических насосов, подающих воду на поля и для бытовых нужд. В Индии, например, число электронасосов, питающихся от распределенных солнечных батарей, выросло в 2014–2018 гг. в 16 раз¹². За этот же период было смонтировано более 100 внесетевых холодильников, что позволило повысить сохранность урожая в 4 раза¹³. В Танзании и Замбии широкое распространение получают «солнечные мельницы». Мощный импульс получили продажи кондиционеров, вентиляторов, холодильников, электронных гаджетов, требующих большого числа точек подзарядки.

В системах распределенной энергетики ведущая роль принадлежит солнечной генерации – 85% суммарной выработки электроэнергии¹⁴. Продажи оборудования для микро-сетей на основе солнечной генерации растут стремительными темпами и локализованы, в основном, в афро-азиатских странах.

Таблица 8

Ведущие страны мира по продажам оборудования для распределенной солнечной генерации

Страна	Объём продаж (млн ед.)		Годовой прирост (%)
	2017 г.	2018 г.	
Индия	2,3	2,5	12
Кения	0,9	1,2	39
Эфиопия	0,4	0,5	31
Нигерия	0,1	0,2	33
Бангладеш	0,1	0,2	29

Источник: Global Off-Grid Solar Market. Utrecht, The Netherlands, 2019.

¹² IRENA, Off-Grid Renewable Energy Solutions: Global and Regional Status and Trends. Abu-Dhabi, 2018. P. 36.

¹³ Ibid.

¹⁴ Ren 21. Renewables 2019. Global Status Report. P., IRENA, 2019. P. 138.

В системах распределенной энергетики возрастает роль биогазовых установок. Этот способ получения энергии начинает доминировать в удаленных и в островных территориях муссонного и экваториального секторов, изобилующих зеленой массой и отходами растениеводства. Выгода от использования биоэнергетических установок повышается в перспективе тем обстоятельством, что, утилизируя отходы, биоэнергетические системы способствуют общему снижению выбросов CO₂ поскольку живая растущая биомасса поглощает CO₂; полный биоэнергетический цикл (выращивание биомассы преобразование ее в электрическую энергию новое выращивание) может обеспечить очень низкий выброс CO₂, что весьма актуально в свете выполнения странами квот по эмиссии диоксида углерода.

В 2018 г. 125 млн жителей Азии и Африки использовали биогазовые установки¹⁵. В Африке за 2013–2018 гг. производство биогаза выросло в 3 раза и к азиатским лидерам в этой области приблизились Буркина-Фасо, Танзания и Уганда¹⁶. (Табл. 9).

Таблица 9

Ведущие страны мира по количеству распределенных бытовых биогазовых установок

Страна	Количество установок (млн ед.) в 2018 г.	Среднегодовые темпы прироста в 2013–2018 гг. (%)
КНР	42,61	7,4
Индия	4,71	9,7
Непал	0,42	11,2
Вьетнам	0,25	9,5
Бангладеш	0,05	13,1
Камбоджа	0,03	13,9
Кения	0,02	19,6

Источник: Ren 21. Renewables 2019. Global Status Report. P., IRENA, 2019, P. 139.

На удаленных территориях с пересеченным рельефом и обильными осадками перспективны малые ГЭС. Речь идет о новой технологии гидроэнергостроительства – возведении небольших (до 25 МВт. мощности) станций непосредственно в руслах рек (и даже каналов с перепадом 1–2 м.), представляющей собой один из самых безопасных вариантов преобразования энергии, поскольку он не меняет русла реки, не требует затопления больших территорий, не вредит рыболовству, лесоводству, не повышает уровень грунтовых вод, не изменяет микроклимат. Малые ГЭС часто используют в качестве автономных установок для замены

¹⁵ Ren 21. Renewables 2019. Global Status Report. P., IRENA, 2019. P. 139.

¹⁶ Ibid.

дизель-генераторов. Этот способ получения энергии требует специфических природных условий поэтому получает распространение в ограниченном числе азиатских стран, не являющихся мировыми лидерами в этой области, – Индии, КНР, Непале, Бутане.

Рост ветряной электроэнергетики мало затрагивает азиатское и африканское село вследствие дороговизны и технического несовершенства. Кроме того, ветряные станции портят привычных сельский ландшафт, отпугивают животных, покрывают большие площади, выводя их из сельскохозяйственного оборота, неустойчивы в работе, особенно, а период муссонных дождей и поэтому вызывают неприятие местных жителей.

Быстрое распространение распределенной электрической генерации в афро-азиатских странах идет параллельно с совершенствованием финансирования этого процесса. Бедное население не в состоянии осуществить единовременный платеж за купленное оборудование. Однако перспектива не платить (или платить меньше) за потребленную энергию, не покупать субсидированный керосин или дизельное топливо, не заготавливать дрова высвобождает средства для будущих регулярных мини-платежей. «Под это» формируются бизнес-модели. Наиболее распространены различные варианты рассрочки: покупка с оплатой по оговоренному графику через смартфон (система «плати когда можешь», «pay-as-you-go», PAYG), аренда оборудования (оно остаётся в собственности обслуживающей компании «distributed energy service companies, DESCOs), микрокредиты и микрозаймы (автор схемы для условий Бангладеш был удостоен Нобелевской премии). Немалую роль играет и обычный краудфандинг. Все эти схемы позволили профинансировать объекты распределенной генерации в афро-азиатских странах в 2018 г. на 0,5 млрд долл. (рост на 22% по сравнению с 2017 г.)¹⁷.

Расширяется финансирование развития распределенной энергетики на основе ВИЭ международными финансовыми организациями, выделяющими средства (как правило, безвозмездно) на борьбу с дефорестацией и эмиссией диоксида углерода. За 2018 г. всеми мировыми финансовыми организациями развития (Development Financial Institutions, DFI) было выделено более 1 млрд долл¹⁸.

Дальнейшее распространение распределенной энергетики благотворно скажется на экономике афро-азиатских стран. Во-первых, снимаются количественные ограничения на потребление электроэнергии беднейшим населением, что повышает спрос на ранее недоступное энергоёмкое бытовое и сельскохозяйственное оборудование, стимулируя, одновременно производство. Во-вторых, с переходом на ВИЭ снижаются масштабы дефорестации и эмиссии диоксида углерода (с возможностью

¹⁷ Ren 21. Renewables 2019. Global Status Report. P., IRENA, 2019. P. 141.

¹⁸ Ibid. P. 142.

продать сэкономленную часть квоты). В-третьих, уменьшаются энергопотери и потребление ископаемого топлива, что крайне важно для стран-импортеров энергоносителей. В-четвертых, сокращаются энергосубсидии и, соответственно, нагрузка на государственные бюджеты. В-пятых, нет необходимости в масштабном дорогостоящем инфраструктурном строительстве, финансирование которого часто осуществлялось государством. В-шестых, электрификация идет гораздо более быстрыми темпами, чем при развитии традиционной централизованной энергетики.

Литература/References

1. Asia -Pacific Progress in Sustainable Energy. N.Y., U.N., ESCAP, 2017.
2. BNEF–4Q2018Off-GridandMini-GridMarketOutlook.URL:<https://mediun.com/climateescope/4q-2018-off-grid-and-mini-grid-market-outlook-1dace7fc9087>.
3. Developing Distributed Generation in Africa. URL: <https://www.clarke-energy.com>.
4. Global Off-Grid Solar Market Report. Utrecht, The Netherlands, 2017.
5. IRENA, Off-Grid Renewable Energy Solutions: Global and Regional Status and Trends. Abu-Dhabi, 2018.
6. OECD/IEA “Sustainable development Goal 7: Access to clean cooking”. URL: <https://www.iea.org/sdg/cooking/>.
7. Renewables 2016. Global Status Report. Ren 21 Secretariat. P., IRENA, 2017.
8. Ren21. Renewables 2019. Global Status Report. P., IRENA, 2019.
9. Renewable Energy Review. P., IRENA, 2019.
10. World Energy Outlook. P., IEA, 2018.